

Муниципальное казенное общеобразовательное учреждение  
Жигаловская средняя общеобразовательная школа №1 им. Г. Г. Малкова.

Центр образования естественно-научной и технологической направленностей

«УТВЕРЖДЕНА»

Директор Жигаловской СОШ №1  
Директор Э.Ф. Кузнецова



Приказ № 177 – од  
от «31» 08 2023г.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА

«Химический эксперимент»

(Для обучающихся 10 класса)

Составитель:  
Кузнецова Эльвира Робертовна,  
учитель химии

р.п. Жигалово 2023г.

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Биохимия—это химия жизни, или, более строго, наука о химических основах процессов жизнедеятельности. Сфера биохимии столь же широка, как и сама жизнь. Всюду, где существует жизнь, протекают различные химические процессы.

Знания из области биохимии, раскрывающие значение различных химических процессов природного и антропогенного происхождения для существования живых организмов, служат своего рода мостом, соединяющим курсы химии и биологии, основой для практического применения химических знаний в повседневной жизни. По своей сути биохимические знания имеют обобщающий характер, поскольку, опираясь на важнейшие теории и законы химии, они раскрывают специфику проявления этих законов и теорий в биологических системах, т. е. на более высоком уровне организации материи.

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Химия жизни»(далее—Программа) естественно-научной направленности базового уровня направлена на формирование у обучающихся системных знаний о строении химических соединений и их превращениях, лежащих в основе жизнедеятельности организма, понимания единства и многообразия процессов обмена веществ—важнейшего свойства всего живого, представлений о механизмах регуляции процессов жизнедеятельности на молекулярном и клеточном уровне.

**Актуальность Программы** обусловлена тем, что биохимия является базовой составляющей современной физико-химической биологии. Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) определяет здоровье как состояние «полного физического, духовного социального благополучия, которое не сводится к простому отсутствию болезней и недугований». С биохимической точки зрения организм можно считать здоровым ,если многие тысячи реакций, протекающих внутри клеток и во внеклеточной среде, обеспечивают его максимальную жизнеспособность и поддерживают физиологически нормальное состояние. Программа содействует формированию биологически грамотной личности, понимающей значение проблем сохранения здоровья, выяснения причин различных болезней и поиска путей их эффективного лечения.

**Цель программы** – расширить и систематизировать знания обучающихся о структуре и функциях органических веществ, полученных в курсах общей биологии и органической химии; познакомить с современными достижениями и перспективными направлениями развития биохимии.

## **Категория обучающихся**

Работа ведется в разновозрастных группах, группы комплектуются из обучающихся 16-18 лет. Количество обучающихся в группе – 12 человек.

## **Сроки реализации**

Программа рассчитана на 1 год обучения. Общее количество часов в год составляет 68 часов.

## **Формы и режим занятий**

Программа реализуется 1 раз в неделю по 2 часа, 68 часов в год. Программа включает в себя лекционные и практические занятия.

## **Планируемые результаты освоения Программы**

По итогам обучения обучающиеся будут

### **знать:**

- современные направления развития биологии, медицины и биохимии;
- строение и биохимические свойства основных классов биологически важных соединений: белков, нуклеиновых кислот, углеводов, липидов, витаминов;
- основные метаболические пути превращения; ферментативный катализ; основы биоэнергетики;
- химико-биологическую сущность процессов, происходящих на молекулярном и клеточном уровнях в растениях, в организме животных и человека;
- основные механизмы регуляции метаболических превращений белков, нуклеиновых кислот, углеводов, липидов;
- основы техники безопасности в биохимической лаборатории;

### **уметь:**

- критически анализировать и оценивать основные концепции и генерировать новые идеи в избранной профессиональной области и междисциплинарных дисциплинах;
- ориентироваться в специальной научной и методической литературе по профилю подготовки и смежным вопросам;
- планировать и организовывать лабораторное исследование в соответствии с современными биохимическими методами анализа;
- подготовить рабочее место для проведения биохимических исследований;

- подобрать соответствующие реактивы для методов исследования, адаптировать их для используемой аппаратуры;
- готовить растворы с заданной массовой долей растворенного вещества, молярной и молярной эквивалентной концентрациями, заданной величиной pH;
- оценивать и интерпретировать результаты исследований, сформулировать заключение;
- работать с химической посудой и приборами, находящимися в биохимической лаборатории.

## СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

### Учебный (тематический) план

№ п/п	Названия раздела/темы	Количество часов			Формы аттестации и контроля
		Всего	Теория	Практика	
<b>1.</b>	<b>Особенности биогенных веществ и биохимических превращений</b>	<b>5</b>	<b>5</b>		
1.1.	Вводное занятие. Предмет, методы и объекты биохимии	1	1	-	
1.2.	Химические процессы в высокоорганизованных системах	1	1		
1.3.	Клетка – основной структурный элемент живой материи	2	2		
1.4.	Состав живой материи	1	1		Текущий контроль. Тест
<b>2.</b>	<b>Вода и ее роль в процессе жизнедеятельности</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	
2.1.	Коллигативные свойства воды. Осмотическое давление плазмы крови. Гомеостаз	1	1		
2.2.	Кислотно-основной статус человека	1	1		
2.4.	Буферные свойства растворов	1	1	1	
2.5.	Экспериментальное	2	1		Текущий контроль.
	определение кислотно-основных свойств органических соединений методом титриметрии				Практикум
<b>3.</b>	<b>Ферменты – биокатализаторы</b>	<b>8</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	
	<b>3</b>				

3.1.	Каталитическая активность ферментов	2	1	1	
3.2.	Реакционная и субстратная специфичность	2	1	1	
3.3.	Классификация ферментов на основе реакционной и субстратной специфичности	1	1		
3.4.	Активные центры ферментов	1	1		
3.5.	Активаторы и ингибиторы ферментов	2	1	1	Текущий контроль. Тест
<b>4.</b>	<b>Кинетика биологических процессов</b>	<b>3</b>	<b>3</b>		
4.1.	Кинетические уравнения. Порядок реакции. Период полу превращения	1	1		
4.2.	Зависимость скорости ферментативных реакций от концентрации субстрата, среды и температуры. Уравнение Михаэлиса – Ментениего параметры	1	1		
4.3.	Фармакокинетика	1	1		Текущий контроль. Выполнение практических заданий
<b>5.</b>	<b>Углеводы</b>	<b>2</b>	<b>2</b>		
5.1.	Моносахариды	1	1		
5.2.	Олиго-и полисахариды	1	1		Текущий контроль. Опрос
<b>6.</b>	<b>Липиды и биомембраны</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	
6.1.	Биологические функции липидов	1	1		
6.2.	Жирные кислоты. Триацилглицериды – запасаемая форма липидов	2	1	1	
6.3.	Краткая характеристика клеточных мембран. Фосфор-и сфинголипиды – структурные компоненты биомембран	1	1		
6.4.	Стероидные липиды. Липопротеины. Мицеллярные растворы липидов. Образование мембран	2	1	1	Промежуточная аттестация. Контрольная работа
<b>7.</b>	<b>Витамины – незаменимые компоненты пищи</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	

7.1.	Номенклатура и классификация витаминов	2	1	1	
7.2.	Характеристика и физиологическое значение витаминов	2	1	1	Текущий контроль. Тестирование
<b>8.</b>	<b>Минеральные вещества и микроэлементы</b>	<b>4</b>	<b>4</b>		
8.1.	Роль минеральных веществ и микроэлементов в процессе жизнедеятельности	2	2		
8.2.	Использование макро-и микроэлементов в биомедицинской	2	2		Текущий контроль. Опрос
<b>9.</b>	<b>Метаболизм и биоэнергетика</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	
9.1.	Энергетическая взаимосвязь анаболизма и катаболизма	2	1	1	
9.2.	АТФ и NADPH– переносчики Энергии от катаболических реакций к анаболическим	1	1		
9.3.	Термодинамические основы биохимии	2	1	1	
9.4.	Энергия Гиббса гидролиза АТФ	1	1		Текущий контроль. Тестирование
<b>10.</b>	<b>Метаболизм углеводов</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	
10.1.	Гликолиз–центральный путь катаболизма глюкозы	1	1		
10.2.	Спиртовое и молочнокислое брожение	2	1	1	Текущий контроль. Выполнение
					практических заданий
<b>11.</b>	<b>Цикл лимонной кислоты (Кребса)</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	
11.1.	Роль ацетил-СоА. Вторичные пути катаболизма глюкозы	2	1	1	
11.2.	Окислительно-восстановительные реакции, сопряженные с образованием АТФ, их стандартные потенциалы	2	1	1	
11.3.	Транспорт электронов в процессе окислительного фосфорилирования. Дыхательная цепь митохондрий и ее компоненты	1	1		

11.4.	Взаимосвязь регуляторных механизмов гликолиза, цикла лимонной кислоты и окислительного фосфорилирования	1	1		Текущий контроль. Тест
<b>12.</b>	<b>Метаболизм жиров</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	
12.1.	Пути энергетика метаболизма жирных кислот в тканях животных. Двухстадийная модель окисления жирных кислот	2	1	1	
12.2.	Регуляция биосинтеза жирных кислот. Биосинтез триацилглицеридов, глицерофосфатидов и фосфатидилхолина	1	1		
12.3.	Гормональная регуляция биосинтеза триацилглицеридов. Биосинтез холестерина и других стероидов. Генетические дефекты липидного обмена. Лизосомные болезни	2	1	1	Текущий контроль. Тест
<b>13.</b>	<b>Метаболизм аминокислот и нуклеотидов</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	
13.1.	Пути энергетика метаболизма аминокислот в тканях животных	1	1		
13.2.	Выведение аммиака и азота из организма. Биосинтез мочевины. Небелковые азотистые компоненты крови	2	1	1	
13.3.	Биосинтез аминокислот	1	1		
13.4.	Пути энергетика биосинтеза пуриновых и пиримидиновых нуклеотидов	1	1		
13.5.	Круговорот азота в природе. Биофиксация азота	1	1		Текущий контроль. Выполнение практических заданий
<b>14.</b>	<b>Биосинтез углеводов</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	
14.1.	Пути энергетика глюконеогенеза. Глюконеогенез в период восстановления после мышечной работы	2	1	1	

14.2.	Общее уравнение фотосинтеза растений. Пути энергетика фотосинтеза глюкозы из CO <sub>2</sub> . Крахмал и целлюлоза. Цикл Кальвина	2	1	1	Текущий контроль. Выполнение практических заданий
14.3.	Актуальные проблемы биотехнологии на современном этапе	1	1		Итоговая аттестация. Зачетная работа
	<b>ИТОГО</b>	<b>68</b>	<b>51</b>	<b>17</b>	

## Содержание учебного (тематического) плана

### Раздел 1. Особенности биогенных веществ и биохимических превращений

#### Тема 1.1. Вводное занятие. Предмет, методы и объекты биохимии

*Теория.* Знакомство с Программой, целями, задачами, порядком и планом работы на учебный год. Инструктаж по технике безопасности. История возникновения и становления биохимии. Синтез мочевины Ф. Велером. Основная задача и предмет изучения биохимии. Физическая биохимия. Химический анализ.

#### Тема 1.2. Химические процессы в высокоорганизованных системах

*Теория.* Понятие живой материи. В.И. Вернадский. Система – совокупность упорядоченно взаимодействующих структур организма. Метаболизм (обмен веществ). Биогенные вещества – продукты метаболизма. Отличительные признаки живого объекта. Основные функции биохимических процессов. Автотрофные и гетеротрофные клетки. Миксотрофы. Деление метаболических цепных процессов (реакций): анаболизм и катаболизм. Ассимиляция (синтез) и диссимиляция (распад). Гомеостаз. Основной обмен. Клеточный метаболизм. Ферменты.

#### Тема 1.3. Клетка – основной структурный элемент живой материи

Клеточная теория М. Шлейдена и Т. Шванна. Основные положения современной клеточной теории. Клеточная структура. Классы клеток: прокариотические (ПК) и эукариотические (ЭК). Компоненты клеток (органеллы). Строение и функции. Общие и отличительные признаки растительной и животной клетки.

#### Тема 1.4. Состав живой материи

*Теория.* Биомолекулы. Факторы, обуславливающие поступление элементов в окружающую среду в живой организм. Состав живого организма: вещественный (химические вещества) и элементарный (химические элементы). Деление по количественному содержанию: органогенные,



макроэлементы, микроэлементы, примесные элементы. Основные компоненты организма. Биохимические функции органических соединений. Функциональные группы биомолекулы и основные реакции с их участием. Гидролиз. Этерификация. Окислительно-восстановительные реакции. Функциональные группы биорганических веществ (строение, семейство).

**Практика.** Выполнение теста, направленного на закрепление изученного материала тем раздела «Особенности биогенных веществ и биохимических превращений».

## **Раздел 2. Вода и ее роль в процессе жизнедеятельности**

### **Тема 2.1. Коллигативные свойства воды. Осмотическое давление плазмы крови. Гомеостаз**

**Теория.** Коллигативные свойства воды. Четыре термодинамических свойства воды. Понижение давления пара над раствором. Первый закон Ф. М. Рауля. Константа Рауля. Повышение температуры кипения воды и понижение температуры замерзания. Второй закон Ф. М. Рауля. Температурная зависимость. Криоскопическая и эбуллиоскопическая константы. Повышение осмотического давления раствора. Интрацеллюлярные (внутриклеточные) жидкости. Осмос. Осмотическое давление. Растворы электролитов. Закон Вант-Гоффа. Изотонические растворы: гипотонические и гипертонические. Физиологические растворы. Плазмолиз. Лаковая вода. Гемолиз. Гомеостаз.

### **Тема 2.2. Кислотно-основной статус человека**

**Теория.** Постоянство концентрации ионов водорода и ионов в клеточном пространстве и в клетках – одно из важнейших условий жизнедеятельности организма. Кислотно-основное состояние (КОС). Кислотно-основное равновесие (КОР). Понятие  $pH$  «сила водорода». Кислотно-основной гомеостаз. Значения  $pH$  различных биожидкостей и тканей организма человека в норме.

**Практика.** Выполнение практических заданий, направленных на закрепление темы «Кислотно-основной статус человека».

### **Тема 2.3. Теория кислот и оснований**

**Теория.** Теория кислот и оснований. Теория электролитической диссоциации С. Аррениуса. Электролиты: кислота, основание, амфолиты (аминокислоты, белки, нуклеиновые кислоты). Сильные и слабые электролиты. Протонная теория кислот и оснований Ч. Бренстеда и Т. Лоури. Доноры и акцепторы ионов водорода. Электронная теория кислот и оснований Льюиса. Определение константы кислотно-основного равновесия.

### **Тема 2.4. Буферные свойства растворов**

**Теория.** Буферное свойство смесей. Буферные растворы. Буферные

системы. Механизм буферного действия. Расчет  $pH$  буферных систем. Влияние разбавления концентрации на  $pH$  буферных растворов. Зона буферного действия. Буферная емкость и ее зависимость от ряда факторов. Уравнение Гендерсона–Гассельбаха. Буферные системы крови. Плазменная гидрокарбонатная буферная система. Эритроцитная гидрокарбонатная буферная система. Гемоглобин-оксигемоглобиновая буферная система. Метод Т. Амбурже. Эффект Бора. Плазменная протеиновая буферная система. Фосфатная буферная система.

**Практика.** Выполнение практических заданий, направленных на закрепление темы «Буферные свойства растворов».

### **Тема 2.5. Экспериментальное определение кислотно-основных свойств органических соединений методом титриметрии**

**Теория.** Нормальная концентрация раствора. Титр раствора. Классификация методов титриметрического анализа. Требования, предъявляемые к реакциям в титриметрии. Измерительная посуда. Виды индикаторов, используемых в титриметрии. Кислотно-основные индикаторы. Комплексообразующие индикаторы. Окислительно-восстановительные индикаторы. Осадительные индикаторы: аргентометрические; тиоцианатометрические; роданометрические; меркурометрические; адсорбционные. Способы титрования: прямое, обратное, способ титрования заместителя. Титрованные растворы: стандартные (приготовленные), стандартизированные (установленные). Методы кислотно-основного титрования (методы нейтрализации). Выбор титранта для кислотно-основного титрования. Кислоты. Щелочи. Точка эквивалентности. Ионная теория В. Оствальда. Индикаторы. Область перехода индикатора. Показатель титрования ( $pT$ ). Требования к индикаторам кислотно-основного титрования. Состав наиболее употребительных индикаторов.

## **Раздел 3. Ферменты – биокатализаторы**

### **Тема 3.1. Каталитическая активность ферментов**

**Теория.** Термин «фермент» Ван Гельмонт (XVII в.). Ферменты – энзимы. Э. Бухнер – первый выделил из клетка набор ферментов. Белковая природа ферментов Дж. Нортроп. Пепсин и трипсин. Зависимость каталитической активности ферментов от нативной структуры белка. Кофактор. Коферменты. Голофермент. Апофермент. Три группы коферментов.

**Практика.** Выполнение практических заданий, направленных на закрепление темы «Каталитическая активность ферментов»

### **Тема 3.2. Реакционная и субстратная специфичность**

**Теория.** Понятие специфичности. Типы высокоспецифичных ферментов: А, В, С. Типы связей. Абсолютная специфичность (сахароза, мальтоза, лактоза). Аспартаза. Относительная специфичность (пепсин). Стереохимическая специфичность ( $\alpha$ - $\beta$ -гликозидазы). Термоллабильность ферментов, влияющая на их действие в среде.

**Практика.** Выполнение практических заданий, направленных на закрепление темы «Реакционная и субстратная специфичность».

### **Тема 3.3. Классификация ферментов на основе реакционной субстратной специфичности**

**Теория.** Систематическая номенклатура ферментов IUB (1961 г.). Каталог ферментов. Четырехзначный классификационный номер (КФ). Два типа названий ферментов: рабочее (тривиальное) и систематическое. Шесть главных классов ферментов. Особенности классов ферментов. Оксидоредуктазы (17 подклассов). Трансферазы (7 подклассов). Гидролазы (11 подклассов). Лиазы (3 подкласса). Изомеразы (4 подкласса). Лигазы (5 подклассов).

### **Тема 3.4. Активные центры ферментов**

**Теория.** Активный центр (А). Субстрат (S). Части активного центра: адсорбционный и каталитический центры фермента. Регуляторный (аллостерический) центр. Аллостерические эффекторы: положительные (активаторы), или отрицательные (ингибиторы). Функциональные группы ферментов, принимающие участие в катализе. Общее строение ферментов. закрепление темы «Активные центры ферментов».

### **Тема 3.5. Активаторы и ингибиторы ферментов**

**Теория.** Активаторы – вещества ускоряющие ферментативные реакции, ингибиторы – замедляющие. Влияние на активность ферментов. Проферменты. Два типа ингибирования (торможения) активности ферментов: субстратное и аллостерическое. Их особенности. Мультиферментные системы.

**Практика.** Выполнение теста, направленного на закрепление изученного материала раздела «Ферменты – биокатализаторы».

## **Раздел 4. Кинетика биологических процессов**

### **Тема 4.1. Кинетические уравнения. Порядок реакции. Период полупревращения**

**Теория.** Кинетическое уравнение реакции – уравнение, описывающее зависимость скорости реакции от концентрации ее участников – реагентов.

Кинетическая кривая.  $k$  – константа скорости реакции. Закон действующих масс для скорости. Реакции нулевого порядка. Реакции первого порядка. Реакции второго порядка. Время, за которое расходуется половина вступившего в реакцию вещества – период полупревращения. Подразделение реакций на: гомогенные и гетерогенные. По механизму химического превращения: простые и сложные реакции. Их особенности. Лимитирующая стадия. Стационарное состояние. Метод стационарных концентраций Боденштейна. Типы температурной зависимости: нормальный и аномальный. Закон Аррениуса. Энергия активации.

**Практика.** Выполнение практических заданий, направленных на закрепление темы «Кинетические уравнения. Порядок реакции. Период полупревращения».

#### **Тема 4.2. Зависимость скорости ферментативных реакций от концентрации субстрата, среды и температуры. Уравнение Михаэлиса–Ментен и его параметры**

**Теория.** Зависимость скорости ферментативных реакций от концентрации субстрата: при низкой концентрации – близка к линейной, при высокой – максимальна, постоянна. Явление насыщения фермента субстратом. Кривая расщепления субстрата. Образование промежуточного комплекса в ферментативном процессе. Уравнение Л. Михаэлиса–М. Ментен. Уравнение и график Г. Лайнуивера–Д. Бэрка. закрепление темы «Зависимость скорости ферментативных реакций от концентрации субстрата, среды и температуры. Уравнение Михаэлиса–Ментен и его параметры».

#### **Тема 4.3. Фармакокинетика**

**Теория.** Основная задача фармакокинетики. Фармакокинетическая модель прохождения лекарственного вещества через организм. Константы скорости всасывания и скорости экскреции лекарственного препарата. Максимальное содержание лекарства. Прогнозирование вводимой дозы лекарственного вещества и времени приема.

**Практика.** Выполнение практических заданий, направленных на закрепление изученного материала раздела «Фармакокинетика».

### **Раздел 5. Углеводы**

#### **Тема 5.1. Моносахариды**

**Теория.** Определение углеводов. Деление углеводов. Моносахариды: полиоксиальдегиды (альдозы) и полиоксикетоны (кетозы). По числу углеродных атомов делятся на: триозы, тетрозы, пентозы, гексозы, гептозы, октозы, наноzy. Глюкоза, ее значение для человека. Манноза. Галактоза. Фруктоза. Рибоза и дезоксирибоза. Где встречаются, для чего служат.

## **Тема 5.2. Олиго- и полисахариды**

**Теория.** Олигосахариды. Деление: гомоолигосахариды и гетероолигосахариды. Мальтоза. Лактоза. Сахароза. Где встречаются, для чего служат. Полисахариды (полиозы, гликаны). Деление на гомо- и гетерополисахариды; на линейные и разветвленные. Целлюлоза (клетчатка). Крахмал. Гликоген. Углеводсодержащие смешанные биополимеры: гликопротеины, гликолипиды, гликолипопротеины, тейхоевые кислоты, нуклеиновые кислоты. Где встречаются, для чего служат.

## **Раздел 6. Липиды и биомембраны**

### **Тема 6.1. Биологические функции липидов**

**Теория.** Липиды – основной энергетический резерв организма. Функции: терморегуляция, предохранение кожи от высыхания, защита органов от сотрясений, всасывание из кишечника жирорастворимых витаминов, является потенциальным резервом эндогенной воды в организме. Два вида липидов: протоплазматические и резервные. Биологические функции и три группы липидов. Энергетическая функция. Пластическая функция: структурные и рецепторные компоненты мембран клеточных поверхностей – жирные кислоты. «Передатчики» биологических сигналов – стероидные гормоны и витамины.

### **Тема 6.2. Жирные кислоты. Триацилглицериды – запасаемая форма липидов**

**Теория.** Жирные кислоты – длинные углеводородные цепи с карбоксильной группой на одном из концов (-COOH). Углеводородные цепи могут быть: насыщенными и частично ненасыщенными. Запись жирных кислот, две системы нумерации. Нейтральные жиры. Триацилглицериды. Синтез триацилглицерида.

**Практика.** Выполнение практических заданий, направленных на закрепление темы «Жирные кислоты. Триацилглицериды – запасаемая форма липидов».

### **Тема 6.3. Краткая характеристика клеточных мембран. Фосфо- и сфинголипиды – структурные компоненты биомембран**

**Теория.** Различия мембран по составу и свойствам. Толщине (от 5 до 10 нм). Биомембрана. Дифильность. Мембраны содержат липиды трех классов: фосфолипиды, холестерин, гликолипиды. Возможность перемещения мембранных липидов и белков. Четыре основных механизма для поступления веществ в клетку или выхода из нее. Диффузия. Осмос. Активный транспорт. Эндо- и экзоцитоз. Амфипатические липиды и их способность вступать как в

гидрофильные, таков гидрофобные взаимодействия. Наиболее распространенные мембранные липиды – фосфолипиды, их простейший представитель – фосфатидные кислоты. Цереброзиды. Фосфолипиды. Ганглиозиды.

## **Тема 6.4. Стероидные липиды. Липопротеины. Мицелярные растворы липидов. Образование мембран**

**Теория.** Липиды. Стероиды и терпены. Холестерол (холестерин). Нарушение обмена холестерина. Липопротеины: липопротеины очень низкой плотности (ЛПОНП), липопротеины промежуточной плотности (ЛППП), липопротеины низкой плотности (ЛПНП), липопротеины высокой плотности (ЛПВП), липопротеин Лп(а) и их характеристики. Четыре нарушения в составе липопротеинов. Полярная и неполярная группа амфипатических липидов. Образование мицелл. Организация молекул ПАВ.

**Практика.** Выполнение контрольной работы, направленной на закрепление изученного материала раздела «Липиды и биомембраны».

## **Раздел 7. Витамины – незаменимые компоненты пищи**

### **Тема 7.1. Номенклатура и классификация витаминов**

**Теория.** Две группы: водорастворимые и жирорастворимые. Витаминерия и витаминеры. Деление на группы по физиологическому действию на человека. Витамины, повышающие общую реактивность организма. Антигеморрагические. Антианемические. Антиинфекционные. Регулирующие зрение.

### **Тема 7.2. Характеристика и физиологическое значение витаминов**

**Теория.** Водорастворимые витамины. Витамин **В<sub>1</sub>** – тиамин, строение, характеристика, свойства, механизм действия. Источник витамина. Витамин **В<sub>2</sub>** – рибофлавин, строение, характеристика, свойства, механизм действия. Источник витамина. Витамин **В<sub>5</sub>** – пантотеновая кислота, строение, характеристика, свойства, механизм действия. Источник витамина. Витамин **РР(В<sub>3</sub>)** – никотиновая кислота, строение, характеристика, свойства, механизм действия. Источник витамина. Витамин **В<sub>6</sub>** – пиридоксин, строение, характеристика, свойства, механизм действия. Источник витамина. Витамин **В<sub>12</sub>** – цианкобаламин, строение, характеристика, свойства, механизм действия. Источник витамина. Витамин **В<sub>с</sub>** – птероилглутаминовая (фолиевая) кислота, строение, характеристика, свойства, механизм действия. Источник витамина. Витамин **Н** – биотин, строение, характеристика, свойства, механизм действия. Источник витамина. Витамин **С** – аскорбиновая кислота, строение, характеристика, свойства, механизм действия. Источник витамина. Жирорастворимые витамины. Витамин **А** – ретинол, модификации, строение,

характеристика, свойства, механизм действия. Источник витамина. Витамин **Д** – кальциферол, модификации, строение, характеристика, свойства, механизм действия. Источник витамина. Витамин **Е** – токоферол, строение, характеристика, свойства, механизм действия. Источник витамина. Витамин **К** – филлохинон, строение, характеристика, свойства, механизм действия. Источник витамина.

## **Раздел 8. Минеральные вещества и микроэлементы**

### **Тема 8.1. Роль минеральных веществ и микроэлементов в процессе жизнедеятельности**

*Теория.* Микроэлементы – необходимые элементы важнейших биохимических процессов. Суточная потребность организма человека в различных минеральных веществах. Совместное участие микроэлементов в жизнедеятельности. Элементы и их биохимическая функция.

### **Тема 8.2. Использование макро- и микроэлементов в биомедицинской практике**

*Теория.* **Железо (Fe)** – характеристика, свойства, основные функции, механизм действия и источник поступления в организм, применение в медицине. **Медь (Cu)** – характеристика, свойства, основные функции, механизм действия и источник поступления в организм, применение в медицине. **Кобальт (Co)** – характеристика, свойства, основные функции, механизм действия и источник поступления в организм, применение в медицине. **Йод (I)** – характеристика, свойства, основные функции, механизм действия и источник поступления в организм, применение в медицине. **Марганец (Mn)** – характеристика, свойства, основные функции, механизм действия и источник поступления в организм, применение в медицине. **Цинк (Zn)** – характеристика, свойства, основные функции, механизм действия и источник поступления в организм, применение в медицине. **Хром (Cr)** – характеристика, свойства, основные функции, механизм действия и источник поступления в организм, применение в медицине. **Молибден (Mo)** – характеристика, свойства, основные функции, механизм действия и источник поступления в организм, применение в медицине. **Селен (Se)** – характеристика, свойства, основные функции, механизм действия и источник поступления в организм, применение в медицине.

## **Раздел 9. Метаболизм и биоэнергетика**

### **Тема 9.1. Энергетическая взаимосвязь анаболизма и катаболизма**

*Теория.* Процесс метаболизма. Две взаимосвязанные стороны обмена веществ и энергии: катаболизм и анаболизм. Катаболические превращения –

расщепление сложных молекул до простых элементов. Понижение энергии Гиббса. Анаболические превращения – синтез сложных биомолекул из более простых. Увеличение энергии Гиббса. Два одновременно протекающих и взаимосвязанных процесса, из которых состоит катаболизм и анаболизм: промежуточный метаболизм и энергетическое сопряжение. Три основные стадии процессов катаболизма и анаболизма.

**Практика.** Выполнение практических заданий, направленных на закрепление темы «Энергетическая взаимосвязь анаболизма и катаболизма»

### **Тема 9.2. АТФ и NADPH – переносчики энергии от катаболических реакций к анаболическим**

**Теория.** Аденозинтрифосфата (АТФ) – свободная энергия, запасаемая в клетке в форме химической энергии (энергия фосфатных связей). АТФ – перемещающийся источник энергии. Синтез АТФ. Метаболиты фосфоенолпирувата 1,3-дифосфолицерат. Гликолиз. Креатинфосфат. Никотинамидаденин-динуклеотидфосфат (NADPH) – перенос электронов, форма передачи химической энергии от катаболических окислительно-восстановительных процессов к реакциям анаболизма, требующим энергии.

### **Тема 9.3. Термодинамические основы биохимии**

**Теория.** Процессы жизнедеятельности в биосфере. Взаимосвязь химических превращений и энергетических процессов в работах А. Лавуазье и П. Лапласа. Термодинамический подход. Термодинамическая система. Состояние системы. Равновесное состояние системы. Стационарное состояние системы. Термодинамические параметры системы. Процесс – переход системы из одного состояния в другое. Термодинамические функции состояния. Типы термодинамических систем. По характеру обмена веществом и энергией с окружающей средой: изолированные, закрытые, открытые. Их особенности. В зависимости от агрегатного состояния вещества, из которого состоят системы: гомогенные, гетерогенные. Их особенности. Первый закон термодинамики – строгая количественная основа для анализа энергетики различных систем. Изобарные процессы. Энтальпийная функция состояния. Изохорный процесс. Второй закон термодинамики. Термодинамически обратимый процесс. Термодинамически необратимый процесс. Энтропия – понятие, введенное Р. Клаузиусом. Уравнение Больцмана. Энергия Гиббса.

**Практика.** Выполнение практических заданий, направленных на закрепление темы «Термодинамические основы биохимии».

### **Тема 9.4. Энергия Гиббса гидролиза АТФ**

**Теория.** Высокоэнергетический фосфат – универсальный переносчик



энергии для всех форм жизни. Макроэргические фосфатные органические соединения. Низкоэнергетические внутриклеточные соединения. Высокоэнергетические (макроэргические) внутриклеточные соединения. Главные переносчики фосфорильных групп: аденозинмонофосфат (АМР), аденозидифосфат (АDР), аденозидитрифосфат (АТР). Протеинкиназы. Фосфагены. Наиболее важный фосфаген – креатинфосфат.

## Раздел 10. Метаболизм углеводов

### Тема. 10.1. Гликолиз – центральный путь катаболизма глюкозы

**Теория.** Гликолиз – первая стадия окисления глюкозы. Конечный продукт – пируват. Основные характеристики гликолиза: обратимость большинства реакций, фосфорилированная форма всех метаболитов, АТР – источник фосфатной группы в реакциях фосфорилирования; регенерация  $\text{NAD}^+$  – необходимое условие протекания гликолиза, два пути образования АТР при гликолизе.

### Тема. 10.2. Спиртовое и молочнокислое брожение

**Теория.** Аэробные условия протекания гликолиза. Пируват поступает в митохондрии, где окисляется до  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$ . Анаэробный гликолиз. Превращение пирувата в лактат (анион молочной кислоты). Биотехнологический процесс – брожение. Молочнокислое брожение. Баланс аэробного гликолиза. Образование АТР при превращении глюкозы в пируват.

**Практика.** Выполнение практических заданий, направленных на закрепление изученного материала раздела «Метаболизм углеводов».

## Раздел 11. Цикл лимонной кислоты (Кребса)

### Тема. 11.1. Роль ацетил-СоА. Вторичные пути катаболизма глюкозы

**Теория.** Пируватдегидрогеназная реакция. Цикл лимонной кислоты – основной путь в процессах глюконеогенеза. Образование цитрата. Стадии осуществления цикла лимонной кислоты. Взаимодействие ацетилкофермента А с оксалоацетатом. Изомеризация цитрата в изоцитрат. Окисление гидроксигруппы изоцитрата до карбонильной группы. Окислительное декарбоксилирование  $\alpha$ -кетоглутарата. Фосфорилирование GDP. Превращение сукцината в фумарат. Гидратация двойной связи фумарата с образованием малата. Окисление гидроксигруппы малата до кетогруппы. Ацетил-СоА – важное узловое звено в процессах окисления.

**Практика.** Выполнение практических заданий, направленных на закрепление темы «Роль ацетил-СоА. Вторичные пути катаболизма глюкозы».

## **Тема. 11.2. Окислительно-восстановительные реакции, сопряженные с образованием АТФ, и их стандартные потенциалы**

**Теория.** Окислительно-восстановительные реакции – третий, конечный этап окисления глюкозы. Окисление  $\text{NADH}$  и  $\text{FADH}_2$ . Перенос электронов от донора какцептору. Окислители и восстановители. Окислительно-восстановительный потенциал. Уравнение Нернста. Стандарт восстановительного потенциала.

**Практика.** Выполнение практических заданий, направленных на закрепление темы «Окислительно-восстановительные реакции, сопряженные с образованием АТФ, и их стандартные потенциалы».

## **Тема. 11.3. Транспорт электронов в процессе окислительного фосфорилирования. Дыхательная цепь митохондрий и ее компоненты**

**Теория.** Транспорт электронов к кислороду в митохондриях. Дыхательные цепи. Электронные пары.  $\text{NAD(P)}$ -зависимые дегидрогеназы. Промежуточные переносчики. Цитохромы. Гемы. Флавиновые дегидрогеназы.  $\text{FAD}$  и  $\text{FMN}$ . Пиридиновые дегидрогеназы. Убихинон – семихинон – гидрохинон.

## **Тема. 11.4. Взаимосвязь регуляторных механизмов гликолиза, цикла лимонной кислоты и окислительного фосфорилирования**

**Теория.** Энергетическое сопряжение реакций переноса водорода и синтеза АТФ. Доказательство В. А. Энгельгарта (1931 г.). Хемиосмотическая теория английского биохимика П. Митчелла. Механизм сопряжения фосфорилирования АДФ и дыхания.

## **Раздел 12. Метаболизм жиров**

### **Тема. 12.1. Пути энергетика метаболизма жирных кислот в тканях животных. Двухстадийная модель окисления жирных кислот**

**Теория.** Активация жирных кислот. Два этапа активации жирных кислот. Карнитин. Внутримитохондриальное окисление жирных кислот. Первая стадия дигидрирования – стадия окисления. Стадия гидратации. Вторая стадия дигидрирования. Тиолазная реакция.  $\beta$ -окисление. Окисление ненасыщенных жирных кислот. 3-гидроксиацил-СоА-эпимераза. Окисление жирных кислот с нечетным числом углеродных атомов. Кетоз. Окисление жирных кислот в пероксиомах.

**Практика.** Выполнение практических заданий, направленных на закрепление темы «Пути энергетика метаболизма жирных кислот в тканях животных. Двухстадийная модель окисления жирных кислот».

## **Тема. 12.2.Регуляция биосинтеза жирныхкислот.Биосинтез триацилглицеридов,глицерофосфатидов ифосфатидилхолина**

**Теория.**Ресинтез. Реакциибиосинтеза (denovo).Карбоксилирование ацетил-СоАдомалонил-СоА.Соединениеацетил-СоА ималонил-СоА с ацетилпереносящими белками.Конденсацияацетил-СоАдомалонил-СоАс образованием комплексаацетоацетил-ацетилпереносящийбелок. Восстановлениекетоновыхгруппдо спиртовых.Отщеплениеводыс образованиемненасыщеннойсвязи. Насыщениедвойнойсвязи, с образованиембутирил-СоА. Образованиеполиеновыхкислот.Биосинтез триацилглицеридов (ТАГ).Биосинтезфосфоглицеридов.Разветвленный биосинтетическийпуть.

**Практика.**Выполнение практическихзаданий, направленныхна закреплениетемы«Регуляция биосинтеза жирныхкислот.Биосинтез триацилглицеридов,глицерофосфатидовифосфатидилхолина».

## **Тема. 12.3.Гормональная регуляция биосинтеза триацилглицеридов.Биосинтез холестеринаидругихстероидов. Генетические дефектылипидногообмена.Лизосомныеболезни**

**Теория.**Гормональныйконтрольактивности ацетил-СоА- карбоксилгазы.Энергодативныевещества. Регуляцияпроцессаобменажиров нейрогормональным путем. Влияниеинсулина,адреналина,тироксинаидр. Влияниефактороввнешнейсреды.Нарушения обмена липидов. Недостаточное поступлениежира спищей.Нарушенияпроцессов перевариванияивсасываниялипидов.Недостатокв организмелипотропных веществ. Кетонурия икетонемия. Ожирение. Энергетическийдисбаланс. Нарушенияобменахолестерина.Алиментарная гиперлипемия.

**Практика.**Выполнениетеста,направленногона закрепление изученногоматериала раздела«Метаболизмжиров».

## **Раздел13. Метаболизм аминокислотинуклеотидов**

### **Тема. 13.1.Пути и энергетика метаболизма аминокислотв тканях животных**

**Теория.**Аминокислотыв общейсхемеметаболизмаорганизма.20 аминокислот.Классификацияаминокислотпоспособностиорганизма к синтезу.Незаменимыеаминокислоты. Заменяемыеаминокислоты. Квашеоркор. Общаясхема метаболизма аминокислот.Две стадии дезаминирования. Перваястадия–трансаминирование.Вторая– дезаминирование. Трансаминазы:аланинтрансаминаза и глутаматтрансаминаза.Наследственныенарушениякатаболизма фенилаланина.

### **Тема.13.2.Выведениеаминногоазотаизорганизма. Биосинтез**

## **мочевины (орнитинный цикл). Небелковые азотистые компоненты крови**

**Теория.** Реакция восстановительного аминирования  $\alpha$ -кетоглутарата с образованием глутамата при участии глутаматгидрогеназы. Образование из глутамата амида глутаминовой кислоты при участии глутаминсинтетазы. Образование карбамоилфосфата путем компенсации  $\text{NH}_3$   $\text{CO}_2\text{ATP}$ , катализируемое карбамоилфосфатсинтетазой. Начальная стадия синтеза мочевины. Цикл мочевины. Первый этап синтеза аргинина. Второй этап синтеза аргинина. Состав небелкового азота крови. Азотемия.

**Практика.** Выполнение практических заданий, направленных на закрепление темы «Выведение аминного азота из организма. Биосинтез мочевины (орнитинный цикл). Небелковые азотистые компоненты крови».

### **Тема. 13.3. Биосинтез аминокислот**

**Теория.** Цикл Кребса. Образование глутаминовой кислоты – фундаментальное значение для биосинтеза всех аминокислот. Три стадии синтеза серина. Синтез глицина. Заболевания при нарушении обмена аминокислот.

### **Тема. 13.4. Пути и энергетика биосинтеза пуриновых и пиримидиновых нуклеотидов**

**Теория.** Синтез пуриновых и пиримидиновых оснований – центральное звено биосинтеза мононуклеотидов. Четыре аллостерические регулирующие системы. Синтез пуриновых нуклеотидов. Риботилирование. 11 стадий синтеза адениловой и гуаниловой кислот. Образование адениловой и гуаниловой кислот из инозиновой кислоты. Регуляция биосинтеза нуклеотидов по типу обратной связи. Нуклеозидтрифосфаты. Аллостерическое ингибирование по принципу обратной связи. Фосфорибозиламинотрансферазы (ФРПФ-аминотрансферазы). Синтез пиримидиновых нуклеотидов. Реутилизация пуриновых оснований. Конечные продукты катаболизма пуринов. Синдром Леша-Нихана. Биосинтез нуклеотидных кофакторов.

### **Тема. 13.5. Круговорот азота в природе. Биофиксация азота**

**Теория.** Биохимический цикл азота. Биотрансформация азота. Неорганические формы азота в окружающей среде. Органические формы азота.

## **Раздел 14. Биосинтез углеводов**

### **Тема. 14.1. Пути и энергетика глюконеогенеза. Глюконеогенез в период восстановления после мышечной работы**

**Теория.** Синтез глюкозы–глюконеогенез. Необратимые реакции гликолиза. Фосфорилирование глюкозы. Фосфорилирование фруктозо-6-фосфата. Превращение фосфоенолпирувата (ФЕП). Регуляция глюконеогенеза. Регуляция углеводного обмена у человека. Депонирование и распад гликогена. Синтез гликогена–гликогенез. Регуляция активности гликогенсинтазы, гликогенфосфоорилазы. Распад гликогена–гликогенолиз. Генетические болезни, связанные с нарушением обмена гликогена.

**Практика.** Выполнение практических заданий, направленных на закрепление темы «Пути энергетика глюконеогенеза. Глюконеогенез в период восстановления после мышечной работы».

**Тема. 14.2. Общее уравнение фотосинтеза растений. Пути и энергетика фотосинтеза глюкозы из CO<sub>2</sub>. Крахмал и целлюлоза. Цикл Кальвина**

**Теория.** Фотосинтез. Суммарная реакция фотосинтеза. Хлоропласты клеток зеленых растений. Тилакоиды и стромы. Фотосистема, комплекс цитохрома. Схема фотосинтеза в тилакоидной мембране. Пластохинон и пластоцианин. Формула Эйнштейна. Хлорофилл. Световая и темновая реакции.

**Практика.** Выполнение теста, направленного на закрепление изученного материала раздела «Биосинтез углеводов».

**Тема. 14.3. Актуальные проблемы биотехнологии на современном этапе**

**Итоговая аттестация. Зачетная работа.**

### **ФОРМЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

Формы контроля и оценочные материалы служат для определения результативности освоения Программы обучающимися. Текущий контроль проводится по окончании изучения каждой темы–выполнение обучающимися практических заданий. Промежуточный контроль проходит в середине учебного года в форме открытого занятия. Итоговый контроль проходит в конце учебного года–в форме зачетной работы.

**Формы проведения аттестации:**

- выполнение практических заданий (практикум, лабораторная работа);
- контрольная работа;
- тестирование;

- опрос;
- зачётная работа.

## **ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ**

При реализации данной Программы используются следующие методы обучения:

- словесные (лекции, объяснения, беседы, консультации);
- наглядные (наглядные пособия, плакаты, видео и CD);
- исследовательские (выполнение обучающимися исследовательских заданий).

Основными формами проведения занятий являются комбинированные занятия, состоящие из теоретической и практической части.

Усвоение материала контролируется при помощи опросов, тестирования, выполнения практических заданий.

Заключительное занятие объединения проводится в форме зачетной работы.

### **Материально-технические условия реализации Программы**

Продуктивность работы в целом зависит от качества материально-технического оснащения процесса. Программа реализуется в аудитории образовательной организации с применением технических средств обучения и лабораторного оборудования:

#### **инфраструктура организации:**

- учебный кабинет;

#### **технические средства обучения:**

- компьютеры;
- проектор;
- экран;
- телевизор;
- интерактивная доска;
- микроскопы;
- матовые стекла;
- кисточки;
- лаборатория.