

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

Центр образования естественно-научной и технологической направленностей

«УТВЕРЖДЕНА»
И. о. директора Жигаловской СОШ №1
/Н.Ф. Безродных/



Приказ № 182 – од
от «29» 08 2025г.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА

«Химический эксперимент»

(для обучающихся 10-11 классов)

Кол-во часов: 68

Составитель:
Кузнецова Эльвира Робертовна,
учитель химии,
Жигаловской СОШ №1

р.п. Жигалово 2025г.

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 недугов». 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 контроля
		Всего	Теория	Практика	
1.	Особенности биогенных веществ и биохимических превращений	5	5		
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
2.	Вода и ее роль в процессе жизнедеятельности	5	4	1	
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
3.	Ферменты– биокатализаторы	8	5	3	
	3				

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
4.	Кинетика биологических процессов	3	3		
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 – Ментени его параметры	1	1		
4.3.	Фармакокинетика	1	1		Текущий контроль. Выполнение практических заданий
5.	Углеводы	2	2		
5.1.	Моносахариды	1	1		
5.2.	Олиго- и полисахариды	1	1		Текущий контроль. Опрос
6.	Липиды и биомембраны	6	4	2	
6.1.	Биологические функции липидов	1	1		
6.2.	Жирные кислоты. Триацилглицериды – запасаемая форма липидов	2	1	1	
6.3.	Краткая характеристика клеточных мембран. Фосфо- и сфинголипиды – структурные компоненты биомембран	1	1		
6.4.	Стероидные липиды. Липопротеины. Мицеллярные растворы липидов. Образование мембран	2	1	1	Промежуточная аттестация. Контрольная работа
7.	Витамины – незаменимые компоненты пищи	4	2	2	

7.1.	Номенклатура и классификация витаминов	2	1	1	
7.2.	Характеристика и физиологическое значение витаминов	2	1	1	Текущий контроль. Тестирование
8.	Минеральные вещества и микроэлементы	4	4		
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
9.	Метаболизм и биоэнергетика	6	5	1	
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
10.	Метаболизм углеводов	3	2	1	
10.1.	Гликолиз–центральный путь катаболизма глюкозы	1	1		
10.2.	Спиртовое и молочнокислое брожение	2	1	1	Текущий контроль. Выполнение
					практических заданий
11.	Цикл лимонной кислоты (Кребса)	6	4	2	
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
12.	Метаболизм жиров	5	3	2	
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
13.	Метаболизм аминокислот и нуклеотидов	6	5	1	
13.1.	Пути энергетика метаболизма аминокислот в тканях животных	1	1		
13.2.	Выведение аминного азота из	2	1	1	
	организма. Биосинтез мочевины. Небелковые азотистые компоненты крови				
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
14.	Биосинтез углеводов	5	3	2	
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 ₂ . 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
	ИТОГО	68	51	17	

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 из окружающей среды 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 биомолекул 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 внеклеточном 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 на концентрацию 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 клеточного сока ферменты. 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 (α - β -гликозидазы). Термолability 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 расходования 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, тетроз, 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 ($-\text{COOH}$). 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. Толщина (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. Фосфосфинголипиды. 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. Витамины 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 В₁ – тиамин, строение, характеристика, свойства, механизм действия. Источник витамина. Витамин В₂ – рибофлавин, строение, характеристика, свойства, механизм действия. Источник витамина. Витамин В₅ – пантотеновая кислота, строение, характеристика, свойства, механизм действия. Источник витамина. Витамин РР (В₃) – никотиновая кислота, строение, характеристика, свойства, механизм действия. Источник витамина. Витамин В₆ – пиридоксин, строение, характеристика, свойства, механизм действия. Источник витамина. Витамин В₁₂ – цианкобаламин, строение, характеристика, свойства, механизм действия. Источник витамина. Витамин В_с – 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 **D** – кальциферол, модификации, строение, характеристика, свойства, механизм действия. Источник витамина. Витамин **E** – токоферол, строение, характеристика, свойства, механизм действия. Источник витамина. Витамин **K** – 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. Аденозинтрифосфат (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), аденозиндифосфат (АДР), аденозинтрифосфат (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 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 CO_2 и H_2O . 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 α -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 NADH и 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. NAD(P) -зависимые дегидрогеназы. Промежуточные переносчики. Цитохромы. Гемы. Флавиновые дегидрогеназы. FAD и FMN . Пиридин-зависимые дегидрогеназы. Убихинон – семихинон – гидрохенон.

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.). Хемосмотическая теория английского биохимика П. Митчелла. Механизм сопряжения фосфорилирования АДФ и дыхания.

Раздел 12. Метаболизм жиров

Тема. 12.1. Пути и 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. β -окисление. Окисление ненасыщенных жирных кислот. 3-гидроксиацил-СоА-эпимераза. Окисление жирных кислот с нечетным числом углеродных атомов. Кетоз. Окисление жирных кислот в пероксиосомах.

Практика. Выполнение практических заданий, направленных на закрепление темы «Пути и 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.Отщеплениеводьс 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 закреплениение изученноматериала 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.Выведениеамизногоазотаизорганизма. Биосинтез

мочевины (орнитиновый цикл). Небелковые азотистые компоненты крови

Теория. Реакция восстановительного аминирования α -кетоглутарата с образованием глутамата при участии глутаматгидрогеназы. Образование из глутамата амида глутаминовой кислоты при участии глутаминсинтетазы. Образование карбамоилфосфата путем компенсации NH_3 CO_2 АТФ, 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 (орнитиновый 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 CO₂. 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 многом 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.