

Муниципальное бюджетное учреждение дополнительного образования  
«Центр дополнительного образования им.Л.Е. Лукиной»  
МР «Горный улус» РС (Я)

Принята на заседании  
методического совета  
Протокол № 1  
«10» сентября 2020г.

Утверждаю: Директор МБУ ДО  
«ЦДО им.Л.Е. Лукиной»  
А.М. Колесова  
«10» сентября 2020г.



Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа

**«Биологическая химия»**

Возраст обучающихся: 16-18 лет  
Срок реализации: 1 год

Разработчик: Максимова Татьяна Петровна,  
педагог дополнительного образования

## ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Пояснительная записка
2. Учебный (тематический) план
3. Содержание учебного (тематического) плана
4. Формы контроля и оценочные материалы
5. Организационно-педагогические условия реализации Программы
6. Список литературы, использованной при написании Программы

## 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 «Биологическая химия» (далее – Программа) естественно-научной направленности углубленного 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:** обусловлена тем, что биохимия является базовой составляющей современной физико-химической биологии. 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.

**Программа** способствует в приобретении обучающимися экспериментальных умений и навыков, включены разделы, касающиеся характеристики основных классов соединений, входящих в состав живой материи, обменных процессов, а также такие важные разделы биохимии, как изучение ферментов, витаминов, гормонов. Многие вопросы, включенные в Программу, не рассматриваются в школьной программе или изучаются фрагментарно.

**Педагогическая целесообразность программы** заключается в том, что она способствует углублению химико-биологических знаний обучающихся, пониманию

многообразия биологических явлений, химических процессов, естественно - научных закономерностей. Она позволяет обучающимся, приобрести новые теоретические знания и практические навыки, формирующие целостное представление о мире и роли биологии и химии в создании современной естественно-научной картины мира; научиться понимать природную, социальную, культурную, техническую окружающую действительность, применяя для этого химические и биологические знания.

**Отличительная особенность программы** состоит в том, что она является образовательным инструментом, позволяющим обучающимся получать глубокие знания по биохимии, необходимые для формирования осознанных принципов здорового образа жизни, способствующие более глубокой химико-биологической подготовке, ориентирующие на продолжение образования в средних и высших учебных заведениях медицинского, фармацевтического и биологического профилей. Программа разработана на основе программы «Биохимия и биофизика» (разработчик Костяева Н.А., педагог ГБОУ Школа № 1409 г. Москвы, 2017 г.).

**Цель:** 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.

Реализация поставленной цели предусматривает решение ряда задач.

**Задачи:**

***Обучающие:***

- заложить основы знаний о биохимии как науке о химических основах процессов жизнедеятельности;
- ознакомить с историей становления и развития биохимии, с деятельностью выдающихся ученых-биохимиков;
- обучить основным терминам и понятиям;
- расширить и углубить знания о строении и биохимических свойствах основных классов биологически важных соединений: белков, нуклеиновых кислот, углеводов, липидов, витаминов;
- сформировать представление о современных направлениях развития биохимии;
- сформировать культуру работы с научной литературой.

***Развивающие:***

- расширить область знаний по биологии и химии;
- развить познавательный интерес, интеллектуальные и творческие способности;
- развить интерес обучающихся к биохимии;

-развить умение работать с разными источниками информации, исследовательские и практические умения, коммуникативную культуру.

***Воспитательные:***

-воспитать устойчивый профессиональный интерес к изучению биохимии;  
-воспитать бережное отношение к собственному здоровью и здоровью окружающих.

**Категория обучающихся.** Работа ведется в группе, которая комплектуется из обучающихся 9-11 классов (возраст 16-18 лет).

**Сроки реализации.** Программа рассчитана на 1 год обучения. Общее количество часов в год составляет 128 часов.

**Формы и режим занятий.** Программа реализуется 2 раза в неделю по 2 часа, 128 часов в год. Программа включает в себя теоретические и практические занятия, выполнение теста, создание проекта.

**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;  
-обсуждать полученные результаты в профессиональной и междисциплинарной аудитории;  
-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 рН;

-оценивать и интерпретировать результаты исследований, сформулировать заключение;

-работать с химической посудой и приборами, находящимися в биохимической лаборатории;

- производить расчеты.

## СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

### Учебный (тематический) план

№	Название раздела/темы	Количество часов			Формы аттестации и контроля
		Всего	Теория	Практика	
<b>1.</b>	<b>Особенности биогенных веществ и биохимических превращений</b>	<b>8</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	
1.1.	Вводное занятие. Предмет, методы и объекты биохимии	2	2	-	
1.2.	Химические процессы в высокоорганизованных системах	2	1	1	
1.3.	Клетка – основной структурный элемент живой материи	2	1	1	
1.4.	Состав живой материи	2	1	1	Текущий контроль. Тест
<b>2.</b>	<b>Вода и ее роль в процессе жизнедеятельности</b>	<b>10</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	
2.1.	Коллигативные свойства воды. Осмотическое давление плазмы крови. Гомеостаз	2	1	1	
2.2.	Кислотно-основной статус человека	2	1	1	
2.3.	Теория кислот и оснований	2	1	1	
2.4.	Буферные свойства растворов	2	1	1	
2.5.	Экспериментальное определение кислотно-основных свойств органических соединений	2	1	1	Текущий контроль. Практикум
<b>3.</b>	<b>Аминокислоты и белки</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	
3.1.	Общие структурные свойства аминокислот	2	1	1	
3.2.	Белки и их главные биологические функции	2	1	1	
3.3.	Структура белков	2	1	1	
3.4.	Классификация белков. Биологические функции белков	2	1	1	Текущий контроль. Тест
<b>4.</b>	<b>Ферменты – биокатализаторы</b>	<b>12</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	
4.1.	Каталитическая активность ферментов	2	1	1	
4.2.	Реакционная и субстратная специфичность	2	1	1	

4.3.	Классификация ферментов на основе реакционной и субстратной специфичности	2	1	1	
4.4.	Активные центры ферментов	2	1	1	
4.5.	Активаторы и ингибиторы ферментов	4	2	2	Текущий контроль. Тест
<b>5.</b>	<b>Кинетика биологических процессов</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	
5.1.	Кинетические уравнения. Порядок реакции. Период полупревращения	2	1	1	
5.2.	Зависимость скорости ферментативных реакций от концентрации субстрата, среды и температуры.	2	1	1	
5.3.	Фармакокинетика	2	1	1	Текущий контроль. Выполнение практ. зад.
<b>6.</b>	<b>Углеводы</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	
6.1.	Моносахариды	2	1	1	
6.2.	Олиго- и полисахариды	3	1	2	Текущий контроль. Опрос
<b>7.</b>	<b>Липиды и биомембраны</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	
7.1.	Биологические функции липидов <sup>2</sup>	2	1	1	
7.2.	Жирные кислоты. Триацилглицериды – запасаемая форма липидов	2	1	1	
7.3.	Краткая характеристика клеточных мембран. Фосфо- и сфинголипиды – структурные компоненты биомембран	2	1	1	
7.4.	Стероидные липиды. Липопротеины. Мицеллярные растворы липидов. Образование мембран	2	1	1	Промежуточная аттестация. Контрольная работа
<b>8.</b>	<b>ДНК И РНК – хранение и реализация наследственной информации</b>	<b>11</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	
8.1.	Строение и функции ДНК и РНК	2	1	1	
8.2.	Азотистые основания и нуклеотиды. Нуклеотиды и их функции	2	1	1	
8.3.	Первичная, вторичная, третичная и	3	2	1	



	четвертичная структуры ДНК				
8.4.	Генетический код. Репликация ДНК. Денатурация и ренатурация ДНК	4	2	2	Текущий контроль. Выполнение практических заданий
<b>9.</b>	<b>Витамины – незаменимые компоненты пищи</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	
9.1.	Номенклатура и классификация витаминов	2	1	1	
9.2.	Характеристика и физиологическое значение витаминов	2	1	1	Текущий контроль. Тестирование
<b>10.</b>	<b>Минеральные вещества и микроэлементы</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	
10.1.	Роль минеральных веществ и микроэлементов в процессе жизнедеятельности	2	1	1	
10.2.	Использование макро- и микроэлементов в биомедицинской	4	2	2	Текущий контроль. Опрос
<b>11.</b>	<b>Метаболизм и биоэнергетика</b>	<b>10</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	
11.1.	Энергетическая взаимосвязь анаболизма и катаболизма	2	1	1	
11.2.	АТФ и NADPH – переносчики энергии от катаболических реакций к анаболическим	2	1	1	
11.3.	Термодинамические основы биохимии	2	1	1	
11.4.	Прогноз направления метаболической реакции	2	1	1	
11.5.	Энергия Гиббса гидролиза АТФ	2	1	1	Текущий контроль. Тестирование
<b>12.</b>	<b>Метаболизм углеводов</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	
12.1.	Гликолиз – центральный путь катаболизма глюкозы	2	1	1	
12.2.	Спиртовое и молочнокислое брожение	2	1	1	Текущий контроль. Выполнение практических

					заданий
<b>13.</b>	<b>Цикл лимонной кислоты (Кребса)</b>	<b>10</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	
13. 1.	Роль ацетил-СоА. Вторичные пути катаболизма глюкозы	2	1	1	
13. 2.	Окислительно-восстановительные реакции, сопряженные с образованием АТФ, и их стандартные потенциалы	2	1	1	
13. 3.	Транспорт электронов в процессе окислительного фосфорилирования.	3	2	1	
13. 4.	Взаимосвязь регуляторных механизмов гликолиза, цикла лимонной кислоты и окислительного фосфорилирования	3	2	1	Текущий контроль. Тест
<b>14.</b>	<b>Метаболизм жиров</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	
14. 1.	Пути и энергетика метаболизма жирных кислот в тканях животных. Двухстадийная модель окисления жирных кислот	2	1	1	
14. 2.	Регуляция биосинтеза жирных кислот. Биосинтез триацилглицеридов, глицерофосфатидов и фосфатидилхолина	2	1	1	
14. 3.	Гормональная регуляция биосинтеза триацилглицеридов. Биосинтез холестерина и других стероидов. Генетические дефекты липидного обмена. Лизосомные болезни	2	1	1	Текущий контроль. Тест
<b>15.</b>	<b>Метаболизм аминокислот и нуклеотидов</b>	<b>10</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	
15. 1.	Пути и энергетика метаболизма аминокислот в тканях животных	2	2	-	
15. 2.	Выведение аминного азота из организма. Биосинтез мочевины. Небелковые азотистые компоненты крови.	2	1	1	
15. 3.	Биосинтез аминокислот	2	1	1	
15. 4.	Пути и энергетика биосинтеза пуриновых и пиримидиновых нуклеотидов	2	1	1	
15. 5.	Круговорот азота в природе. Биофиксация азота	2	1	1	Текущий контроль. Выполнение

					практик/зад.
<b>16.</b>	<b>Биосинтез углеводов</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	
16.	Пути и энергетика	2	1	1	
1.	гликолиз. Гликолиз в период восстановления после мышечной работы				
16.	Общее уравнение фотосинтеза растений.	2	1	1	
2.	Пути и энергетика фотосинтеза глюкозы из CO <sub>2</sub> . Крахмал и целлюлоза. Цикл Кальвина.				
<b>17.</b>	<b>Основы биотехнологии</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	
17.	Возникновение, становление и развитие	2	2	-	
1.	биотехнологии.				
	Применение биотехнологических приемов и методов				
17.	Актуальные проблемы биотехнологии на	4	-	4	Итоговая
2.	современном этапе.				аттестация. Зачетная работа
	<b>Итого:</b>	<b>128 ч</b>	<b>66 ч</b>	<b>62 ч</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. Отличительные признаки живого объекта. Основные функции биохимических процессов. Автотрофные и гетеротрофные клетки. Основной обмен. Клеточный метаболизм. Ферменты.

*Практика.* Выполнение практических заданий, направленных на закрепление темы «Химические процессы в высокоорганизованных системах».

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

*Теория.* Биосфера. 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.

*Практика.* Выполнение практических заданий, направленных на закрепление темы «Клетка – основной структурный элемент живой материи».

#### **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.

*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. Осмос. Осмотическое давление. Растворы электролитов. Закон Вант-Гоффа.

*Практика.* Выполнение практических заданий, направленных на закрепление темы «Коллигативные свойства воды. Осмотическое давление плазмы крови. Гомеостаз».

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

*Теория.* Постоянство концентрации водородных ионов во внеклеточном пространстве и в клетках – одно из важнейших условий жизнедеятельности организма. Кислотно-основное состояние (КОС). Кислотно-основное равновесие (КОР). Понятие рН «сила водорода». Значения рН 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.

**Практика.** Выполнение практических заданий, направленных на закрепление темы «Теория кислот и оснований».

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

**Теория.** Буферное свойство смесей. Буферные растворы. Буферные системы. Механизм буферного действия. Расчет pH буферных систем. Влияние разбавления и концентрации на pH буферных растворов. Зона буферного действия. Буферная емкость и ее зависимость от ряда факторов. Буферные системы крови. Плазматическая гидрокарбонатная буферная система. Эритроцитная гидрокарбонатная буферная система. Гемоглобин-оксигемоглобиновая буферная система. Метод Т. Амбурже. Эффект Бора. Плазматическая 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. Способы титрования: прямое, обратное, способ титрования заместителя. Титрованные растворы: стандартные (приготовленные), стандартизированные (установленные). Методы кислотно-основного титрования (методы нейтрализации).

**Практика.** Выполнение практикума, направленного на закрепление темы «Экспериментальное определение кислотно-основных свойств органических соединений методом титриметрии».

### **Раздел 3. Аминокислоты и белки**

#### **Тема 3.1. Общие структурные свойства аминокислот**

**Теория.** Структура и классификация аминокислот.  $\alpha$ -аминокислоты. Их особенности. Функциональные группы и их химическая природа. Алифатические гидрофобные аминокислоты. Ароматические гидрофобные аминокислоты. Гидрофильные аминокислоты. Определение электрического заряда аминокислот. Метод электрофореза. Электрофорез с подвижной границей. Зональный электрофорез. Характерные химические реакции аминокислот.

**Практика.** Выполнение практических заданий, направленных на закрепление темы «Общие структурные свойства аминокислот».

### **Тема 3.2. Белки и их главные биологические функции**

**Теория.** Белки (протеины). Функции. Каталитическая функция. Разнообразие белков. Полипептиды. Синтез белка. «Главная цепь». Пептидная связь и аминокислотный остаток. Олигопептиды. Полипептидный скелет и боковые цепи. Деление белков: по качественному и количественному составу: простые и сложные. Аминокислотная последовательность. Методы выделения и анализа белков. Гидролиз (кислотный, щелочной, ферментативный). Изоэлектрическая точка белка (ИЭТ).

**Практика.** Выполнение практических заданий, направленных на закрепление темы «Белки и их главные биологические функции».

### **Тема 3.3. Структура белков**

**Теория.** Определенность в строении белковых молекул –Хоппе-Зейдлер. Расшифровка пространственного строения белков английскими биохимиками Перутц и Кендрью. Метод ядерного магнитного резонанса (ЯМР). Четыре уровня организации: первичная, вторичная, третичная, четвертичные структуры. Состав и особенности. Термин « $\alpha$ -спираль» Лайнуса Полинга.

**Практика.** Выполнение практических заданий, направленных на закрепление темы «Структура белков».

### **Тема 3.4. Классификация белков. Биологические функции белков**

**Теория.** Классификация белков: по составу (простые, сложные), структуре (фибриллярные, глобулярные, промежуточные), функциям. Нативный и денатурированный белок. Денатурация и ренатурация. Фибриллярные белки.  $\alpha$ -кератин. Коллаген. Эластин. Кератин. Глобулярные белки. Гемоглобин. Миоглобин.

**Практика.** Выполнение теста, направленного на закрепление изученного материала раздела «Аминокислоты и белки».

## **Раздел 4. Ферменты – биокатализаторы**

### **Тема 4.1. Каталитическая активность ферментов**

**Теория.** Термин «фермент» Ван Гельмонт (XVII в.). Ферменты – энзимы. Э. Бухнер – первый выделил из клетки 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 4.2. 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, влияние на их действие рН среды.

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

#### **Тема 4.3. Классификация ферментов на основе реакционной и 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).

**Практика.** Выполнение практических заданий, направленных на закрепление темы «Классификация ферментов на основе реакционной и субстратной специфичности».

#### **Тема 4.4. 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.

**Практика.** Выполнение практических заданий, направленных на закрепление темы «Активные центры ферментов».

#### **Тема 4.5. 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 5. Кинетика биологических процессов**

### **Тема 5.1. 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. Подразделение реакций на: гомогенные и гетерогенные. По механизму химического превращения: простые и сложные реакции. Их особенности. Лимитирующая стадия. Стационарное состояние. Закон Арренцуса. Энергия активации.

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

### **Тема 5.2. 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.

**Практика.** Выполнение практических заданий, направленных на закрепление темы «Зависимость скорости ферментативных реакций от концентрации субстрата, среды и температуры. Уравнение Михаэлиса – Ментен и его параметры».

### **Тема 5.3. 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 6. Углеводы**

### **Тема 6.1. Моносахариды**

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

*Практика.* Выполнение практических заданий, направленных на закрепление темы «Моносахариды».

### **Тема 6.2. 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.

*Практика.* Опрос по изученному материалу раздела «Углеводы».

## **Раздел 7. Липиды и биомембраны**

### **Тема 7.1. 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 и клеточных поверхностей – жирные кислоты. «Передатчики» биологических сигналов – стероидные гормоны и витамины.

*Практика.* Выполнение практических заданий, направленных на закрепление темы «Биологические функции липидов».

### **Тема 7.2. 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 7.3. Краткая характеристика клеточных мембран. Фосфо- и сфинголипиды – структурные компоненты биомембран**

**Теория.** Различия мембран по составу и свойствам. По 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.

**Практика.** Выполнение практических заданий, направленных на закрепление темы «Краткая характеристика клеточных мембран. Фосфо- и сфинголипиды – структурные компоненты биомембран».

### **Тема 7.4. 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 8. ДНК И РНК – хранение и реализация наследственной информации**

### **Тема 8.1. Строение и функции ДНК и РНК**

**Теория.** Два вида нуклеиновых кислот: дезоксирибонуклеиновая (ДНК) и рибонуклеиновая (РНК). Химические структуры. ДНК – открытие И.Ф. Мишера (1869г.). Кислотные свойства ДНК и РНК. Гипотеза двойной спирали ДНК – Д. Уотсон и Ф. Крик (1953 г.). Три главных этапа в обработке генетической информации: репликация, транскрипция, трансляция. Функции ДНК. Функции РНК. Концепция кодирования генетической информации. ДНК – хранитель наследственной информации о структуре белков. Кодоны ДНК. Молекулярная структура ДНК.

**Практика.** Выполнение практических заданий, направленных на закрепление темы «Строение и функции ДНК и РНК».

### **Тема 8.2. Азотистые основания и нуклеотиды. Нуклеотиды и их функции**

**Теория.** Азотистые основания. Состав ДНК: пуриновые азотистые основания (аденин – А, гуанин – Г), пиримидиновые азотистые основания (тимин – Т, цитозин – Ц). Их химические структуры. Отличие РНК от ДНК. Уроцил – У. Нуклеотиды. Биосинтез нуклеотидов. Полимеризация нуклеотидов – сборка цепи нуклеиновых кислот. Последовательность сборки. Функции нуклеотидов.

**Практика.** Выполнение практических заданий, направленных на закрепление темы «Азотистые основания и нуклеотиды. Нуклеотиды и их функции».

### **Тема 8.3. Первичная, вторичная, третичная и четвертичная структуры ДНК**

**Теория.** ДНК – биологическая макромолекула. Структура двойной спирали ДНК. Первичная структура ДНК – дезоксирибонуклеотиды (последовательно соединенные мономерные единицы). Вторичная структура – двойная спираль. Две полинуклеотидных цепи. Стабильность двойной спирали. Полиморфизм ДНК. Третичная и четвертичная структуры – способы упаковки ДНК в клетках. Два способа: сфероидальная намотка и образование сверхспиральной ДНК. Гистоны. Четыре степени спирализации ДНК в неактивном состоянии: двойная спираль нуклеотидной последовательности, скручивание двойной спирали, наматывание двойной спирали на гистоновые белки, скручивание белково-нуклеотидной структуры. Нуклеосома. Несколько уровней нуклеосомной организации ДНК. Хромосома.

**Практика.** Выполнение практических заданий, направленных на закрепление темы «Первичная, вторичная, третичная и четвертичная структуры ДНК».

### **Тема 8.4. Генетический код. Репликация ДНК. Денатурация и ренатурация ДНК**

**Теория.** Генетический код. Линейная последовательность ключевых слов – кодоны. Репликация – синтез ДНК. ДНК-полимераза и РНК-полимераза. Репликационная вилка. Фрагменты Оказаки. S-фаза. ДНК-лигаза. ДНК-полимераза. Денатурация (плавление) ДНК. Ренатурация (отжиг) ДНК. Два этапа ренатурации.

**Практика.** Выполнение практических заданий, направленных на закрепление изученного материала раздела «ДНК И РНК – хранение и реализация наследственной информации».

## **Раздел 9. Витамины – незаменимые компоненты пищи**

### **Тема 9.1. Номенклатура и классификация витаминов**

**Теория.** Две группы: водорастворимые и жирорастворимые. Витамерия и витаминеры. Деление на группы по физиологическому действию на человека. Витамины,

повышающие общую реактивность организма. Антигеморрагические. Антианемические. Антиинфекционные. Регулирующие зрение.

*Практика.* Выполнение практических заданий, направленных на закрепление темы «Номенклатура и классификация витаминов».

## **Тема 9.2. 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 **ВС** – 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.

*Практика.* Выполнение теста, направленного на закрепление изученного материала раздела «Витамины – незаменимые компоненты пищи».

## **Раздел 10. Минеральные вещества и микроэлементы**

**Тема 10.1. 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.

*Практика.* Выполнение практических заданий, направленных на закрепление темы «Роль минеральных веществ и микроэлементов в процессе жизнедеятельности».

## **Тема 10.2. 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.

**Практика.** Опрос по изученному материалу раздела «Минеральные вещества и микроэлементы».

### **Раздел 11. Метаболизм и биоэнергетика**

#### **Тема. 11.1. 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 состоят 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. 11.2. 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 фосфоенолпируват и 1,3-дифосфоглицерат. Гликолиз. Креатинфосфат. Никотинамидаденин-динуклеотидфосфат (NADPH) – перенос электронов, форма передачи химической энергии от катаболических окислительно-восстановительных процессов к реакциям анаболизма, требующим энергии.

**Практика.** Выполнение практических заданий, направленных на закрепление темы «АТФ и NADPH – переносчики энергии от катаболических реакций к анаболическим».

### **Тема. 11.3. 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. Энтальпия функции 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. 11.4. Прогноз направления метаболической реакции**

**Теория.** Закон Гесса. Теплота химической реакции. Три следствия из закона Гесса. Энтальпия реакции. Термохимические уравнения реакций. Законы термодинамики в исследовании процессов метаболизма в биологических системах. Условия термодинамического анализа биохимических процессов. Химический потенциал вещества.

**Практика.** Выполнение практических заданий, направленных на закрепление темы «Прогноз направления метаболической реакции»

### **Тема. 11.5. 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 (AMP), аденозидифосфат (ADP), аденозитрифосфат (ATP). Протеинкиназы. Фосфагены. Наиболее важный фосфаген – креатинфосфат.

**Практика.** Выполнение теста, направленного на закрепление изученного материала раздела «Метаболизм и биоэнергетика».

## **Раздел 12. Метаболизм углеводов**

### **Тема. 12.1. Гликолиз – центральный путь катаболизма глюкозы**

**Теория.** Гликолиз – первая стадия окисления глюкозы. Конечный продукт – пируват. Основные характеристики гликолиза: обратимость большинства реакций, фосфорилированная форма всех метаболитов, АТФ – источник фосфатной группы в реакциях фосфорилирования; регенерация NAD<sup>+</sup> – необходимое условие протекания гликолиза, два пути образования АТФ при гликолизе.

**Практика.** Выполнение практических заданий, направленных на закрепление темы «Гликолиз – центральный путь катаболизма глюкозы».

### **Тема. 12.2. Спиртовое и молочнокислое брожение**

**Теория.** Аэробные условия протекания гликолиза. Пируват поступает в митохондрии, где окисляется до CO<sub>2</sub> и H<sub>2</sub>O. Анаэробный гликолиз. Превращение пирувата в лактат (анион молочной кислоты). Биотехнологический процесс – брожение. Молочнокислое брожение. Баланс аэробного гликолиза. Образование АТФ при превращении глюкозы в пируват.

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

## **Раздел 13. Цикл лимонной кислоты (Кребса)**

### **Тема. 13.1. 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. 13.2. Окислительно-восстановительные реакции, сопряженные с образованием АТФ, и их стандартные потенциалы**

**Теория.** Окислительно-восстановительные реакции – третий, конечный этап окисления глюкозы. Окисление NADH и FADH<sub>2</sub>. Перенос электронов от донора к акцептору. 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. 13.3. 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. Флавинзависимые дегидрогеназы. FAD и FMN. Пиридинзависимые дегидрогеназы. Убихинон – семихинон – гидрохенон.

**Практика.** Выполнение практических заданий, направленных на закрепление темы «Транспорт электронов в процессе окислительного фосфорилирования. Дыхательная цепь митохондрий и ее компоненты».

**Тема. 13.4. Взаимосвязь регуляторных механизмов гликолиза, цикла лимонной кислоты и окислительного фосфорилирования**

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

**Практика.** Выполнение теста, направленного на закрепление изученного материала раздела «Цикл лимонной кислоты (Кребса)».

**Раздел 14. Метаболизм жиров**

**Тема. 14.1. 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 пероксисомах.

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

**Тема. 14.2. Регуляция биосинтеза жирных кислот. Биосинтез триацилглицеридов, глицерофосфатидов и фосфатидилхолина**

**Теория.** Ресинтез. Реакции биосинтеза (de novo). Карбоксилирование ацетил-СоА до малонил-СоА. Соединение ацетил-СоА и малонил-СоА с ацетилпереносящими белками. Конденсация ацетил-СоА до малонил-СоА с образованием комплекса ацетоацетил-ацетилпереносящий белок. Восстановление кетонных групп до спиртовых. Отщепление воды с образованием ненасыщенной связи. Насыщение двойной связи, с образованием бутирил-СоА. Образование полиеновых кислот. Биосинтез триацилглицеридов (ТАГ). Биосинтез фосфоглицеридов. Разветвленный биосинтетический путь.

**Практика.** Выполнение практических заданий, направленных на закрепление темы «Регуляция биосинтеза жирных кислот. Биосинтез триацилглицеридов, глицерофосфатидов и фосфатидилхолина».

**Тема. 14.3. Гормональная регуляция биосинтеза триацилглицеридов. Биосинтез холестерина и других стероидов. Генетические дефекты липидного обмена. Лизосомные болезни**

**Теория.** Гормональный контроль активности ацетил-СоА карбоксилгазы. Энергодативные вещества. Регуляция процесса обмена жиров нейрогормональным путем. Влияние инсулина, адреналина, тироксина и др. Влияние факторов внешней среды. Нарушения обмена липидов. Недостаточное поступление жира с пищей. Нарушения процессов переваривания и всасывания липидов. Недостаток в организме липотропных веществ. Кетонурия и кетонемия. Ожирение. Энергетический дисбаланс. Нарушения обмена холестерина. Алиментарная гиперлипемия.

**Практика.** Выполнение теста, направленного на закрепление изученного материала раздела «Метаболизм жиров».

## **Раздел 15. Метаболизм аминокислот и нуклеотидов**

**Тема. 15.1. Пути и энергетика метаболизма аминокислот в тканях животных**

**Теория.** Аминокислоты в общей схеме метаболизма организма. 20 аминокислот. Классификация аминокислот по способности организма к синтезу. Незаменимые

аминокислоты. Заменяемые аминокислоты. Квасиоркор. Общая схема метаболизма аминокислот. Две стадии дезаминирования. Первая стадия – трансаминирование. Вторая – дезаминирование. Трансаминазы: аланин-трансаминаза и глутамат-трансаминаза. Наследственные нарушения катаболизма фенилаланина.

### **Тема. 15.2. Выведение аминного азота из организма. Биосинтез мочевины (орнитиновый цикл). Небелковые азотистые компоненты крови**

*Теория.* Реакция восстановительного аминирования  $\alpha$ -кетоглутарата с образованием глутамата при участии глутамат-гидрогеназы. Образование из глутамата амида глутаминовой кислоты при участии глутамин-синтетазы. Образование карбамоилфосфата путем компенсации  $\text{NH}_3$   $\text{CO}_2$  АТФ, катализируемое карбамоилфосфат-синтетазой. 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. 15.3. 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.

*Практика.* Выполнение практических заданий, направленных на закрепление темы «Биосинтез аминокислот».

### **Тема. 15.4. 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.

*Практика.* Выполнение практических заданий, направленных на закрепление темы «Пути и энергетика биосинтеза пуриновых и пиримидиновых нуклеотидов».

### **Тема. 15.5. Круговорот азота в природе. Биофиксация азота**

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

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

### **Раздел 16. Биосинтез углеводов**

#### **Тема. 16.1. 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). Регуляции 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 и энергетика глюконеогенеза. Глюконеогенез в период восстановления после мышечной работы».

#### **Тема. 16.2. 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».

### **Раздел 17. Основы биотехнологии**

#### **Тема. 17.1. Возникновение, становление и развитие биотехнологии. Применение биотехнологических приемов и методов**

*Теория.* Два периода развития биотехнологии: эмпирический и научный (современный). Эмпирическая технология и развитие цивилизации (приготовление теста, получение молочнокислых продуктов и сыров, виноделие, ферментация табака и чая, выделка кож, обработка растительных волокон). XIX в. развитие биотехнологии как научной дисциплины. Луи Пастер. Понятие биообъекта, «живая природа» разных видов брожения. Биотехнология в медицине. Антибиотики. Создание генно-инженерных штаммов кишечной палочки, дрожжей, культивируемых клеток млекопитающих и

насекомых, используемых для получения различных ферментов и противовирусных вакцин. Белковая инженерия. Разработки Г. Келера и С. Мильштейна. Биотехнология в сельском хозяйстве. Генетическая и клеточная инженерия. Принципы бесклеточного синтеза белка А.С. Спирина. Основные понятия биотехнологии.

**Тема. 17.2. Актуальные проблемы биотехнологии на современном этапе**

**Практика.** 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. 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, 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 во многом зависит от качества материально-технического оснащения процесса. Программа реализуется в аудитории дополнительной образовательной организации с применением технических средств обучения и лабораторного оборудования:

***инфраструктура организации:***

-учебный кабинет;

***технические средства обучения:***

компьютер; экран; телевизор; микроскопы; матовые стекла; кисточки; цифровая лаборатория, мини лаборатория по биологии.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

### Список литературы, используемой при написании программы

1. Биологическая химия. Тесты, задачи, вопросы. /Под ред. А.И. Глухова. – Москва: Практическая медицина, 2018.
2. Биохимия с упражнениями и задачами. Учебник для вузов. /Под ред. А.И. Глухова, Е.С. Северина. – Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2019.
3. Василенко Ю.К. Биологическая химия. – Москва: МЕДпрессинформ, 2011.
4. Горчаков Э.В., Багамаев Б.М., Федота Н.В. Основы биологической химии. – Москва: Лань, 2019.
5. Губарева А.Е. и др. Биологическая химия. Ситуационные задачи и тесты. /Под ред. А.Е. Губаревой. – Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2016.
6. Зезеров Е.Г. Биохимия общая, медицинская и фармакологическая. – Москва: МИА, 2019.
7. Кокс М., Нельсон Д. Основы биохимии Ленинжера. В 3-х т. – Москва: Лаборатория знаний, 2020.
8. Кольман Я., Рэм К.-Г. Наглядная биохимия. – Москва: Лаборатория знаний, 2019.
9. Кривенцев Ю.А., Никулина Д.М. Биохимия: строение и роль белков гемоглабинового профиля. Учебное пособие для среднего профессионального образования. – Москва: Юрайт, 2020.
10. Маршал В.Дж. Клиническая биохимия. – Москва: Бином, 2020.
11. Основы биохимии: учебное пособие. /Под ред. Н.Н. Чернова, В.С. Покровского. – Москва: Е-нот, 2020.
12. Северин С.Е. Биохимия. Учебник. – Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2019.
13. Северин С.Е., Алейникова Т.Л., Осипов Е.В., Силаева С.А. Биологическая химия. – Москва: МИА, 2017.
14. Тестовые вопросы по биохимии для подготовки к экзамену. / Под ред. Н.Н. Чернова, В.С. Покровского. – Москва: Е-нот, 2020.
15. Чиркин А.А., Данченко Е.О. Биохимия. – Москва: Медицинская литература, 2010.