

Кировское областное государственное автономное образовательное учреждение  
дополнительного образования  
«ЦЕНТР ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ОДАРЕННЫХ ШКОЛЬНИКОВ»

Принято на заседании  
Экспертного совета  
Регионального центра  
29.05.2023

Принято на заседании  
методического совета  
КОГАОУ ДО ЦДООШ  
19.06.2023

УТВЕРЖДАЮ  
\_\_\_\_\_  
директор ЦДООШ  
Перминова Е.Н.  
31.07.2023

**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ  
ПРОГРАММА**

**«БИОХИМИЯ И МОЛЕКУЛЯРНАЯ БИОЛОГИЯ» (9-11 КЛАССЫ)**

Направленность программы – естественно-научная

Срок реализации – 1 год

*Автор-составитель:*  
Михайлова Екатерина Александровна,  
педагог дополнительного  
образования ЦДООШ

*Руководитель программы:*  
Михайлова Екатерина Александровна

# І. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

**Направленность** программы – естественно-научная.

**Актуальность, новизна, педагогическая целесообразность.** Биохимия и молекулярная биология – интенсивно развивающиеся направления биологии, рассматривающие процессы жизнедеятельности на молекулярном уровне и лежащие в основе таких прикладных направлений, как биотехнология, молекулярная генетика, генная инженерия, медицина. Изучение основ биохимии и молекулярной биологии способствует формированию естественно-научной картины мира, формированию межпредметных связей в области естественных наук. Курс направлен на расширение и систематизацию знаний учащихся старших классов о строении и функциях биополимеров, знакомство с методами, современными достижениями и перспективными направлениями развития этих наук. Увеличение доли вопросов по биохимии и молекулярной биологии в заданиях регионального и заключительного этапов Всероссийской олимпиады школьников делают курс особенно полезным для учеников, нацеленных на достижения высоких результатов в биологических олимпиадах и состязаниях. Особое внимание в программе уделено практической подготовке учеников в ходе выполнения лабораторных работ и решения практико-ориентированных задач.

**Цели и задачи дополнительной образовательной программы.** Цель курса – формирование у учащихся понимания биохимических и молекулярных механизмов основных процессов жизнедеятельности для разных групп живых организмов.

*Задачи курса:*

I. Образовательные:

- способствовать углублению и расширению знаний о химических компонентах живых организмов, о строении и функциях важнейших биополимеров, механизмах их взаимных превращений;
- создать условия для ознакомления учащихся с возможностями применения методов биохимии и молекулярной биологии в практической деятельности человека;
- сформировать представление о современном понимании молекулярных механизмов эволюции;
- создать условия для формирования практических навыков работы с химическим оборудованием;

II. Развивающие:

- способствовать развитию активности, инициативности, самостоятельности при поиске и обработке информации;
- способствовать формированию умения анализировать, синтезировать, обобщать и критически оценивать информацию;
- способствовать формированию навыка работы по инструкции в режиме ограниченного времени;
- создать условия для формирования навыков планирования, подготовки и проведения эксперимента, обработки и анализа данных с применением информационных технологий;
- создать условия для развития коммуникативных навыков при работе в группе.

III. Воспитательные:

- создать условия для воспитания познавательного интереса к предмету;
- создать условия для формирования личностных качеств: ответственности, аккуратности, внимательности, целеустремленности;

- способствовать формированию естественно-научной картины мира.

### **Отличительные особенности данной образовательной программы от уже существующих образовательных программ.**

Программа кружка рассчитана на учащихся 9-11 классов средней общеобразовательной школы. Курс опирается на знание учащимися основ неорганической химии и цитологии. Особое внимание уделяется изучению тем, не в полной мере рассматриваемых в школьном курсе биологии (химическая структура и биологическая роль биологически-активных веществ, ферментативная кинетика, методы качественного и количественного анализа химического состава живых организмов, молекулярные основы жизнедеятельности отдельных групп живых организмов).

#### **Формы и режим занятий.**

Форма проведения занятий комбинированная: каждое из них состоит из теоретического блока в форме лекции и практической части, включающей разбор тестовых заданий, решение расчетных задач (в форме семинара) или выполнение лабораторной работы.

Для объяснения материала используются методы:

- словесные (лекция, беседа, рассказ, дискуссия);
- наглядные (демонстрация видеофильмов, демонстрационных опытов);
- практические (химический эксперимент, решение задач, сборка шаро-стержневой модели)

На занятиях применяются индивидуальные, групповые и коллективные формы работы. Применяются проблемный и исследовательский подходы.

Продолжительность одного занятия составляет 3 академических часа. Курс рассчитан на 87 часов. Занятия проводятся с сентября по апрель один раз в неделю.

С разрешения администрации Центра и с согласия родителей (законных представителей) для выполнения программы работа кружка также может продолжиться и в каникулярное время.

Количественный и списочный состав кружка в ходе его работы может изменяться.

Часть занятий кружка может проводиться с использованием дистанционных информационно-коммуникационных технологий.

#### **Сроки подачи заявки**

Подача заявления осуществляется в личном кабинете родителя/законного представителя на сайте ЦДООШ в соответствии с датами, утвержденными приказом директора и опубликованными на официальном сайте ЦДООШ.

#### **Правила регистрации**

Для регистрации нужно заполнить анкету для программы на странице «Ваши заявки» личного кабинета. Вход в личный кабинет расположен на странице <http://lk.cdoosh.ru/>.

При подаче заявления необходимо проверить (при отсутствии – указать) номер сертификата персонифицированного дополнительного образования. Чтобы подать заявление, необходимо перейти в раздел «Подать заявку» и выбрать данную программу.

#### **Количество участников**

Общее количество учащихся в одной группе, а также максимальное количество групп для данной программы утверждается приказом директора и публикуется на официальном сайте ЦДООШ.

#### **Правила отбора обучающихся**

Для получения приглашения школьник должен принять участие в конкурсном отборе, дата и форма утверждается приказом директора и публикуется на официальном сайте ЦДООШ. По результатам отбора формируются рейтинговые списки школьников, получивших приглашение или попавших в лист ожидания.

Получить приглашение без участия в конкурсном отборе смогут школьники, подавшие заявление на обучение до момента проведения конкурсного отбора, и являющиеся победителями и призёрами мероприятий, перечень которых утверждается приказом директора, либо получившие персональные приглашения по итогам обучения в кружках биологического отделения прошлого года.

Школьники, не принявшие участие в конкурсном отборе, но подавшие заявления, помещаются в конец листа ожидания с учётом даты и времени подачи заявления на обучение на сайте ЦДООШ. При наличии на кружке свободных мест школьники могут сразу получить приглашение на занятия. Победители и призёры мероприятий, подавшие заявление на обучение после отбора, при отсутствии на кружке свободных мест помещаются в начало листа ожидания.

**Ожидаемые результаты и способы определения их результативности.** Результатами занятий является повышение уровня знаний по изучаемым разделам биологии; умение применять теоретические знания, полученные во время занятий на практике, при решении задач и кейсов, в том числе экспериментальных. Основными средствами диагностики являются опрос, анкетирование, тестирование, анализ протоколов лабораторных работ, а также успешное выступление учащихся на олимпиадах разного уровня.

**В результате изучения курса учащиеся должны знать:**

- строение, свойства и функции основных биополимеров;
- основные пути превращения химических веществ в живом организме;
- молекулярные механизмы хранения, передачи и реализации наследственной информации («центральная догма молекулярной биологии»)

**В результате изучения курса учащиеся должны уметь:**

- определять классовую принадлежность, предсказывать химические свойства и биологическую роль вещества на основании его структурной формулы;
- составлять уравнения химических реакций с участием основных биоорганических соединений;
- планировать и проводить химический эксперимент с использованием современного оборудования;
- проводить качественные реакции для идентификации основных классов биоорганических соединений;
- решать расчетные задачи по биохимии и молекулярной биологии (определение активности ферментов и типов ингибирования, правило Чаргаффа, работа с таблицей генетического кода и др.)
- анализировать биологические графики и диаграммы.

**II. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ**

**2.1. Учебно-тематический план**

Разделы биологии	Кол-во часов (лекции)	Кол-во часов (практики)
Раздел 1. Химический состав живого, в том числе:	11	13

1.1. Биохимия как наука	1	2
1.2. Элементарный состав живого. Неорганические вещества в составе живых организмов	2	1
1.3. Вода. рН и его роль в поддержании гомеостаза. Буферные растворы	1	2
1.4. Углеводы (моносахариды, дисахариды)	1	2
1.5. Углеводы (полисахариды)	1	2
1.6. Липиды	2	1
1.7. Аминокислоты	1	2
1.8. Белки	2	1
<b>Раздел 2. Ферменты как биологические катализаторы</b>	<b>9</b>	<b>9</b>
2.1. Строение и функции ферментов	2	1
2.2. Множественные формы ферментов. Номенклатура и классификация ферментов	1	2
2.3. Ферментативная кинетика	2	1
2.4. Влияние условий на скорость работы ферментов	1	2
2.5. Методы определения активности ферментов	1	2
2.6. Обобщение по теме «Химические компоненты живого, ферменты»	2	1
<b>Раздел 3. Молекулярные основы обмена веществ</b>	<b>12</b>	<b>12</b>
3.1. Понятие об обмене веществ	1	2
3.2. Биологически активные вещества. Витамины	1	2
3.3. Катаболизм углеводов. Гликолиз, брожение	1	2
3.4. Катаболизм углеводов. Аэробное окисление	1	2
3.5. Катаболизм липидов	2	1
3.6. Биосинтез углеводов и липидов	2	1
3.7. Белковый обмен	2	1
3.8. Гормоны и их роль в обмене веществ	2	1
<b>Раздел 4. Нуклеиновые кислоты и молекулярные механизмы наследственности</b>	<b>14</b>	<b>7</b>
4.1. Нуклеиновые кислоты. Обмен нуклеиновых кислот	2	1
4.2. Центральная догма молекулярной биологии. Репликация.	2	1
4.3. Методы изучения нуклеиновых кислот	2	1
4.4. Репарация	2	1
4.5. Транскрипция. Механизмы регуляции экспрессии генов	2	1
4.6. Трансляция	2	1
4.7. Трансгенные организмы, методы их получения	2	1
<b>Итого:</b>	<b>46</b>	<b>41</b>

Таким образом, курс рассчитан на 87 часов.

## **2.2. Учебная программа**

### **Раздел 1. Химический состав живого (24 часа)**

Биохимия – наука о качественном составе, количественном содержании и преобразовании в процессе жизнедеятельности соединений, образующих живую материю. История развития биохимии. Роль отечественных ученых в развитии биохимии (работы

А. Я. Данилевского, Н. И. Лунина, А. Н. Баха и др.) Взаимосвязь биохимии с другими биологическими науками, ее значение для развития биологии, медицины и биотехнологии. Методы биохимических исследований и их характеристика. Оборудование для биохимических исследований. Техника безопасности при работе в лаборатории.

*Практическая работа «Методы биохимических исследований»*

Химический состав организмов. Элементы и соединения, взаимосвязь строения атомов и свойств образуемых ими веществ. Изотопы. Радиоактивность. Радиологическое датирование. Постоянно и иногда встречающиеся элементы в составе живой материи. Понятие о главных биогенных элементах. Макро- и микроэлементы. Закономерности распространения элементов в живой природе. Потребность организмов в химических элементах.

Понятие о веществе. Химические связи: классификация, механизм образования, распространенность в природе. Неорганические вещества в составе живых организмов. Биогеохимический круговорот веществ в природе – основа сохранения равновесия биосферы.

*Практическая работа «Определение элементарного состава живых организмов»*

Вода как среда для протекания реакций в живом организме, ее структура и свойства. Эмерджентные свойства воды, обеспечивающие существование жизни на Земле. Осмотические явления. Слабые нековалентные связи – основа формирования структуры биополимеров и их взаимодействий. Водородные связи: принципы образования, энергия связи, группы, образующие водородные связи. Кооперативность водородных связей. Нековалентные взаимодействия с водой, гидрофильные и гидрофобные молекулы и функциональные группы. Кислотно-щелочные условия и их влияние на живые организмы. Кислоты и основания. Понятие о водородном показателе (рН) среды. Методы определения рН. Буферные растворы. Закисление океанов – угроза качеству воды.

*Практическая работа «Кислоты, основания и буферные растворы»*

Углеводы. Классификация углеводов. Простые углеводы (моносахариды) и их представители (рибоза, глюкоза, фруктоза, галактоза). Изомерия и химические свойства моносахаридов. Производные моносахаридов, их роль в биологических процессах. Содержание глюкозы как важный компонент поддержания гомеостаза. Гликозиды. Дезоксисахара. Аминосахара (гексозамины). Сложные углеводы. Дисахариды (сахароза, лактоза, мальтоза).

*Практическая работа «Качественные реакции на углеводы»;*

Полисахариды, их структура и представители (гликоген, крахмал, целлюлоза, хитин). Функции углеводов (энергетическая, метаболическая, рецепторная и др.) Гликопротеины как детерминанты групп крови.

*Практическая работа «Кислотный гидролиз крахмала и идентификация продуктов гидролиза методом ТСХ»;*

Липиды – гидрофобные вещества организмов. Жирные кислоты, их свойства. Общая характеристика и классификация липидов. Структура и функции липидов, их биологическая роль. Строение и свойства триглицеридов, простагландинов, фосфолипидов, стиролов и др. Роль липидов в построении биологических мембран. Мембранный транспорт. Структура и функции липопротеидов. Липопротеиды сыворотки крови.

*Практическая работа «Качественные реакции на липиды».*

*Практическая работа «Влияние желчи на активность липазы».*

Роль белков в построении и функционировании живых систем. Понятие о протеоме и протеомике. Аминокислоты – как мономер белка. Протеиногенные аминокислоты, их строение, свойства и классификация. Биологическая роль аминокислот. Пептидная связь. Олигопептиды. Белки – биологические полипептиды. Направление полипептидной цепи.

Первичная структура белков. Принципы и методы определения первичной структуры белка. Автоматические и молекулярно-генетические методы определения первичной структуры. Компьютерные банки данных о первичной структуре белка. Эволюция первичной структуры белков (на примере цитохромов).

*Практическая работа «Качественные реакции на белки и аминокислоты»*

Вторичная и надвторичная структуры белков. Понятие об альфа- и бета-конформациях полипептидной цепи. Надвторичные структуры в белках и их значение для функционирования специфических групп белков. Связь первичной и вторичной структур белковой молекулы. Классификация белков по элементам вторичной структуры. Доменный принцип структурной организации белков. Понятие о структурных и функциональных доменах (на примере иммуноглобулинов).

Третичная структура белков. Типы связей, обеспечивающих поддержание третичной структуры. Динамичность третичной структуры белков. Самоорганизация третичной структуры белковой молекулы и роль специфических белков-шаперонов в этом процессе. Предсказание пространственного строения белков исходя из их первичной структуры.

Четвертичная структура белков. Субъединицы (протомеры) и эпимолекулы (мультимеры). Конкретные примеры четвертичной структуры белков (гемоглобин, лактатдегидрогеназа, каталаза и др.). Типы связей между субъединицами в эпимолекуле. Номенклатура и классификация белков. Методы разделения белков.

*Практическая работа «Денатурация белка: обратимая и необратимая»*

*Практическая работа «Определение изоэлектрической точки белка»*

*Практическая работа «Спектрофотометрический метод определения концентрации белка»*

*После изучения темы учащийся получает знания о:*

- предмете изучения, истории и современных направлениях развития биохимии;
- элементарном составе живого;
- особых свойствах и роли воды в поддержании жизни на Земле;
- разнообразии, свойствах и биологической роли основных классов биоорганических соединений (углеводов, липидов, белков);
- важнейших биохимических показателях сыворотки крови;
- изоэлектрической точке белка и методах определения.

*После изучения темы у учащегося формируются умения:*

- использовать рН-метр для анализа реакции среды;
- определять белки, липиды и углеводы при помощи качественных реакций;
- применять метод хроматографии для разделения аминокислот;
- составлять уравнения реакций образования гликозидных и пептидных связей, гидролиза липидов, полисахаридов и олигопептидов;

## Раздел 2. Ферменты как биологические катализаторы (18 часов)

Разнообразие каталитически активных молекул. Каталитически активные белки (энзимы), каталитически активные РНК (рибозимы), каталитически активные антитела (абзимы). Каталитическая функция белков. Различия в свойствах ферментов и катализаторов иной природы. Специфичность действия ферментов. Роль отечественных ученых (И. П. Павлов, А. Е. Браунштейн, В. А. Энгельгардт и др.) в развитии энзимологии. Понятие о субстратном и аллостерическом центрах в молекуле ферментов. Ферменты мономеры (трипсин, лизоцим) и мультимеры (глутатион-редуктаза). Понятие о коферментах. Коферменты – переносчики водорода и электронов (НАД, НАДФ, ФАД) и атомных групп (АТФ, Ко-А, НДФ-сахара).

*Практическая работа «Определение специфичности действия ферментов».*

Множественные формы ферментов и их функциональное значение. Изомеры лактатдегидрогеназы. Значение исследования множественных форм ферментов для медицины, генетики, селекции и мониторинга окружающей среды. Мультиэнзимные комплексы, метоболоны и полифункциональные ферменты. Номенклатура и классификация ферментов. Принципы классификации ферментов. Промышленное получение и практическое использование ферментов.

*Практическая работа «Открытие ферментов разных классов»*

Механизм действия ферментов. Стадии ферментативного катализа. Фермент-субстратные комплексы. Константа диссоциации фермент-субстратного комплекса ( $K_s$ ) и константа Михаэлиса. Влияние концентрации на скорость ферментативной реакции. Уравнение Михаэлиса-Ментен.

*Практическая работа «Определение активности каталазы в постмитохондриальном экстракте печени по А.Н. Баху и А.И. Опарину»*

Влияние концентрации фермента, температуры, рН среды на скорость ферментативных реакций. Активаторы и ингибиторы ферментов. Виды ингибирования: обратимое и необратимое, конкурентное и неконкурентное. Влияние ксенобиотиков на активность ферментов. Регуляция активности ферментов (активация профермента, химическая модификация, кооперативные эффекты, аллотропная и др.) Регуляция работы ферментов по типу обратной связи, ее значение.

*Практическая работа «Определение термолабильности ферментов на примере амилазы слюны».*

*Практическая работа «Количественное определение активности амилазы слюны по Вольгемуту в дистиллированной воде и в присутствии хлорида натрия»*

Активность фермента, ее понятие, способы выражения и виды (удельная, степень активности, число оборотов). Методы измерения активности фермента: спектрофотометрия, титриметрический, манометрический, изменение электрических свойств раствора. Методы выделения и очистки ферментов.

*Практическая работа «Изучение ферментативного катализа разными методами»*

*Практическая работа «Изучение гликогенолиза в гомогенате скелетных мышц»*

Обобщение пройденного материала: решение тестовых заданий и расчетных задач по теме «Ферменты».

*После изучения темы учащийся получает знания об:*

- особенностях ферментов как биологических катализаторов;
- структуре и многообразии ферментов, принципах их номенклатуры и классификации;
- особенностях протекания реакций в живых организмах, влиянии факторов на активность ферментов;
- методах выделения, очистки и изучения ферментов;

- роли ферментов в современной биотехнологии и медицине.

*После изучения темы у учащегося формируются умения:*

- давать название ферментам и классифицировать их в зависимости от катализируемой реакции;
- определять активность фермента на основании экспериментальных данных, полученных спектрофотометрическим, титриметрическим и другими методами;
- строить графики, отражающие зависимость скорости ферментативной реакции от концентрации продукта в прямых и обратных координатах и определять тип ингибирования, исходя из них;
- планировать и проводить эксперимент, отражающий влияние различных факторов (температура, pH, концентрация фермента, концентрация субстрата) на активность ферментов;

### **Раздел 3. Молекулярные основы обмена веществ (24 часа)**

Понятие об обмене веществ. Пластический и энергетический обмен, их сравнительная характеристика и взаимосвязь. Обмен веществ как свойство живых систем. Пластические и энергетические вещества. Масштабы обмена веществ в живой природе. Калорийность пищи. Рацион и его влияние на организм человека.

*Практическая работа «Энергия пищевых продуктов»*

*Решение задач по теме «Обмен веществ»*

Биологически активные соединения, их роль в жизни человека, животных и растений. Разнообразие биологически активных соединений: витамины, авитамины, антибиотики, фитонциды, гербициды, дефолианты, ростовые вещества. История открытия витаминов, их роль в питании человека и животных. Авитаминозы, гиповитаминозы, гипервитаминозы. Соотношение витаминов и коферментов. Витамерия. Жирорастворимые (А, D, E, К) и водорастворимые (В1, В2, В5, В6, В12, С) витамины: характеристика и роль в обмене веществ.

*Практическая работа «Качественные реакции на витамины»*

*Практическая работа «Определение содержания витаминов в пищевых продуктах»*

Обмен углеводов. Пути распада полисахаридов. Взаимопревращение моносахаридов. Регуляция фосфолиза при участии гормонов, G-белков, цАМФ и протеинкиназ. Обмен глюкозо-6-фосфата. Обмен пировиноградной кислоты. Гликолиз: реакции, ферменты, биологический смысл. Спиртовое, молочнокислое, уксуснокислое брожение. Действие этанола на организм человека.

*Практическая работа «Спиртовое брожение»*

Полиферментный комплекс окислительного декарбоксилирования пировиноградной кислоты. Цикл трикарбоновых кислот (ЦТК), его значение в обмене веществ и обеспечении организма энергией. Электронно-транспортная цепь: окислительно-восстановительные потенциалы и изменения свободной энергии, организация дыхательной цепи в митохондриях. Понятие о сопрягающей мембране митохондрий. Энергия протонного градиента и работа АТФ-синтазы. Ингибиторы дыхательной цепи и окислительного фосфорилирования.

*Практическая работа «Дыхание дрожжей»*

*Практическая работа «Влияние температуры на дыхание дрожжей»*

Обмен липидов. Гидролиз триглицеридов и фосфолипидов.  $\beta$ -окисление жирных кислот. Окисление ненасыщенных жирных кислот и жирных кислот с нечетным числом атомов. Локализация процессов распада липидов. Образование кетоновых тел в печени и их окисление в других органах. Регуляция окисления жирных кислот и образования кетоновых тел. Ацетоацетат- основное топливо в некоторых тканях

*Практическая работа «Определение активности липазы в сухих и пророщенных семенах подсолнечника»*

Биосинтез углеводов. Понятие о первичном биосинтезе углеводов. Глюконеогенез. Биосинтез олиго- и полисахаридов. Механизм биосинтеза высших жирных кислот. Биосинтез триглицеридов. Нарушения в обмене жиров. Ожирение и его причины. Взаимосвязь липидного и углеводного обмена. Глиоксилатный цикл.

*Практическая работа «Решение задач»*

Протеолиз. Ферменты, осуществляющие распад белков. Протеасомы – комплексы протеолитических ферментов. Мажорные белки как источник биологически активных пептидов. Распад аминокислот. Цикл мочевинообразования и его связь с ЦТК. Метаболизм азота. Пути связывания аммиака в организме. Пути новообразования аминокислот. Первичные и вторичные аминокислоты. Заменяемые и незаменимые аминокислоты.

*Практическая работа «Количественное определение мочевины в модельных растворах, имитирующих биологические жидкости»*

Гормоны и их роль в обмене веществ. Классификация гормонов. Стероидные гормоны: кортикостерон, тестостерон, эстрадиол, экдизон. Механизм действия стероидных гормонов. Пептидные гормоны. Характеристика инсулина, гормона роста, тиреотропина, гастрин, вазопрессина. Механизм действия пептидных гормонов (на примере глюкагона и инсулина). Сахарный диабет и его виды. Прочие гормоны (адреналин, ауксины, гибберелины, цитокинины, простагландины), их структура и механизм действия. Релизинг-факторы гормонов. Нейрогормоны (эндорфины и энкефалины). Применение гормонов в медицине и сельском хозяйстве.

*Практическая работа «Качественные реакции на гормоны»*

*После изучения темы учащийся получает знания о:*

- взаимосвязи пластического и энергетического обмена в обеспечении процессов жизнедеятельности;
- принципах здорового питания, значении нутриентов и витаминов для здоровья человека;
- ключевых катаболических процессах: гликолизе, брожении, биологическом окислении, цикле мочевинообразования;
- путях синтеза углеводов, липидов и аминокислот в живых организмах;
- основных группах гормонов и принципах их действия.

*После изучения темы у учащегося формируются умения:*

- составлять рацион с учетом потребности организма в калориях и нутриентах;
- определять наличие витаминов в пробах;
- отслеживать пути взаимных превращений веществ в ходе метаболизма;
- определять активность брожения и дыхания различными методами;

#### **Раздел 4. Нуклеиновые кислоты и молекулярные механизмы наследственности (21 час)**

История открытия нуклеиновых кислот. Строение нуклеотидов. Рибоза и дезоксирибоза. Азотистые основания. Фосфатные группы, их число и место присоединения. Моно-, ди- и трифосфаты. Макроэргическая связь. Роль нуклеотидов в запасании энергии и восстановлении эквивалентов. Соединение нуклеотидов за счет фосфодиэфирных связей. Направление полинуклеотидной цепи. Два типа нуклеиновых кислот: ДНК и РНК. Длина цепей природных нуклеиновых кислот. Доказательства генетической функции ДНК. Вторичная структура ДНК, история ее открытия. Полиморфизм вторичной структуры ДНК. Третичная структура ДНК. Принцип комплиментарности – основа структурной стабильности ДНК. Решение задач по теме

«Правило Чаргаффа». Антипараллельность цепей в двойной спирали. РНК – односторонний полимер. Вторичная структура РНК. Виды и функции РНК. Центральная догма молекулярной биологии.

*Практическая работа «Сборка модели ДНК»*

*Практическая работа «Выделение ДНК из мякоти банана и изучение ее свойств».*

Механизм биосинтеза ДНК. Ферменты репликации: ДНК-полимеразы, их виды и свойства, вспомогательные ферменты и белки. Проблема расплетания двойной спирали. Хеликазы и топоизомеразы. Начало синтеза, РНК-праймеры. Синтез ДНК на ведущей и отстающей цепи, фрагменты Оказаки. Завершение синтеза. Роль ДНК-лигазы в репликации. Сравнительная характеристика процесса репликации у прокариот и эукариот.

*Решение задач по темам «Структура ДНК. Репликация и репарация»*

Выделение ДНК. Полимеразная цепная реакция и ее значение в современных биологических исследованиях. Этапы и разновидности ПЦР. Разделение ДНК методом гель-электрофореза. Визуализация результатов электрофореза. Выявление определенной последовательности ДНК в смеси. Саузерн блоттинг. Методы определения последовательности ДНК. Секвенирование по Сэнгеру, SNG: сравнительная характеристика. Расшифровка секвенограмм. Методы генной инженерии.

*Решение задач по теме «Методы молекулярной биологии».*

*Практическая работа «Имитация разделения ДНК методом гель-электрофореза»*

Нарушения структуры ДНК и их исправление. Виды мутаций, их последствия. Механизмы репарации. Миссенс-мутации и их роль в эволюционном процессе. Определение последовательности ДНК для установления родства организмов. Филогенетический анализ.

*Практическая работа «Изучение миссенс-мутаций»*

Биосинтез РНК (трансляция). ДНК – матрица для синтеза всех клеточных РНК. Основные отличия синтеза РНК от синтеза ДНК. РНК-полимеразы, их свойства. Промоторы, их строение у прокариот и эукариот. Терминаторы транскрипции. Регуляция транскрипции. Операторы и белки-регуляторы. Схема Жакоба-Моно. Особенности регуляции транскрипции у эукариот.

*Решение задач по теме «Регуляция транскрипции»*

Трансляция – перевод информации с языка нуклеотидов на язык аминокислот. Генетический код и его свойства. Кодоны. Расшифровка генетического кода. Универсальность генетического кода – доказательство единого происхождения живого и основа для пересадки генов. Структура тРНК, антикодоны. Ацепторный конец тРНК. Реакция активации аминокислот, роль АТФ, ферменты. Строение рибосом прокариот и эукариот. Две субъединицы рибосомы, их функции. Функциональные центры рибосомы. Понятие о рамке считывания. Инициация трансляции. Элонгация и ее этапы: связывание тРНК, несущей активированную аминокислоту, присоединение аминокислоты к растущему пептиду, перемещение матрицы, удаление свободной тРНК. Терминация синтеза. Особенности трансляции прокариот и эукариот. Посттрансляционные модификации белка.

*Решение задач по теме «Генетический код»*

Понятие о генной модификации. Методы введения рекомбинантных ДНК в реципиентные организмы. Трансформация микроорганизмов и метод селкции трансформантов. Векторы для селекции рекомбинантных ДНК. Применение трансгенных микроорганизмов: суперпродуценты полезных соединений, биодеструкторы и др. Культуры клеток растений. Трансформация клеток растений, применение трансгенных

растений. Трансформация клеток животных и получение трансгенных животных. Микроинъекция рекомбинантных ДНК в ядра яйцеклеток. Принципы и проблемы репродуктивного клонирования. Эпигенетические эффекты и жизнеспособность клонов. Потенциальные опасности, связанные с применением трансгенных организмов.

*Решение задач по теме «Генная инженерия»*

*Итоговое тестирование*

*После изучения темы учащийся получает знания о:*

- структуре и функциях нуклеиновых кислот;
- механизмах репликации, транскрипции и трансляции;
- принципах регуляции экспрессии генов;
- методах современных молекулярно-биологических исследований;
- особенностях трансгенных организмах, их значении и методах получения;

*После изучения темы у учащегося формируются умения:*

- выделять ДНК и исследовать ее химические свойства;
- узнавать формулы нуклеотидов;
- решать задачи по пройденному материалу;
- анализировать результаты гель-электрофореза с целью установления отцовства, определения последовательности нуклеотидов.

### **III. ФОРМЫ АТТЕСТАЦИИ И ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

<b>Вид аттестации</b>	<b>Формы контроля</b>	<b>Виды оценочных материалов</b>
Входящая	Участие в конкурсном отборе	Выполнение заданий конкурсного отбора
Текущая	Участие в выполнении практических работ	Сдача отчетов по выполнению практических работ на занятиях
Итоговая	Участие в итоговой контрольной работе	Решение итоговой контрольной работы

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

#### **4.1. Учебно-методическое и информационное обеспечение программы**

1. ФЗ от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации».
2. Астратенкова И., Голованова Н. Биохимия. Лабораторный практикум. Учебное пособие. Санкт-Петербург: «Спец-Лит», 2021.
3. Биология с Vernier / пер. с англ. Под ред. А.В. Теремова. – М.: Изд-во «Экзамен», 2020.
4. Дута, А. Практикум по биохимии. Пер. с англ.: Учебное пособие / А. Дутта. – Долгопрудный: Издательский Дом «Интеллект», 2015.
5. Дымшиц Г.М., Саблина О.В. Новейшая биология: Учеб. пособие / Новосибирск: Новосиб. гос. ун-т, 2007.
6. Елинов Н.П. Химическая микробиология, М.: Высшая школа, 1989. – 448 с.
7. Естественно-научные предметы. Практическая молекулярная генетика для начинающих: 8-9-е классы: учебное пособие для общеобразовательных организаций / Ю. С. Аульченко, Н. Р. Баттулин, П. М. Бородин и др.; под ред П. М. Бородина и Е. Н. Ворониной. – М.: Просвещение, 2021.
8. Кольман Я., Рём К.-Г. Наглядная биохимия: Пер. с нем. – М.: Мир, 2000.
9. Комов, В.П. Биохимия: учеб. для вузов / В.П. Комов, В.Н. Шведова. – М.: Дрофа, 2004.
10. Мушкамбаров Н.Н., Кузнецов С.Л. Молекулярная биология. – М.: МИА, 2003.

11. Программы элективных курсов. Биология. 10-11 классы. Профильное обучение / авт.-сост. В.И. Сивоглазов, В.В. Пасечник. М.: Дрофа, 2006.
12. Рыбчин В.Н. Основы генетической инженерии. – СПб: Изд-во СПбГТУ, 2002.
13. Тестовые вопросы по биохимии для подготовки к экзамену. Учебное пособие для студентов медицинских вузов / под ред. Н.Н. Чернова, В.С. Покровского. М.: Е-нота, 2020.
14. Томпсон Р.Б., Томпсон Б.Ф. Иллюстрированная энциклопедия: биологические эксперименты / пер. с англ. М.А. Райтмана. М.: ДМК Пресс, 2019.
15. Чиркин А.А. Практикум по биохимии: Учеб. Пособие. Мн.: Новое знание, 2002.
16. Элиот В., Элиот Д. Биохимия и молекулярная биология. – М.: МАИК «Наука/Интерпериодика», 2002.

#### **4.2. Материально-технические условия реализации программы**

Перечень необходимого оборудования и материалов для реализации программы:

*Общее обеспечение:* доска, мел, интерактивная панель, акустическая система, моноблок, МФУ, раздаточный материал с содержанием лекционного материала, практических работ.

*Канцелярские товары:* ручки по количеству слушателей, тетради, карандаши простые и цветные, линейка, миллиметровая бумага, калькуляторы

*Оборудование:*

1. Аквадистиллятор электрический ДЭ-М;
2. Баня лабораторная ЛБ-21Ш
3. Банки капельницы полипропиленовые;
4. Биокамера 2000 мл
5. Биокамера 250 мл
6. Бюретка б/крана 25 мл (с оливой) 1-3-2-25-0,1 Минимед 1000003;
7. Весы электронные лабораторные ВК-600 «Масса-К»;
8. Воронка лабораторная d=25 ПП;
9. Демонстрационная камера искусственного климата;
10. Дозатор одноканальный перем. объема Biohit Proline 20-200 мкл;
11. Дозатор одноканальный перем. объема Лайт 100-1000 мкл;
12. Доска для сушки посуды;
13. Камера для опрыскивания;
14. Класс-комплект для лабораторных работ по экологии, химии, биологии ЭХБ;
15. Камера хроматографическая 15\*15 см с крышкой;
16. Капилляры стеклянные;
17. Колба коническая КН-1-100-29/32 со шкалой (Минимед) 10000820 код ОКП 946456;
18. Колба коническая КН-1-250-29/32 ТС шкала ММ 10000825 код ОКП 946456;
19. Комплект датчиков (температуры, этанола, кислотности раствора, кислорода, углекислого газа, электрической проводимости, оптической плотности, давления газа);
20. Лабораторный комплекс для учебной практической и проектной деятельности по химии и биологии ХимЛАБО;
21. Мензурка 100 мл;
22. Микроскоп цифровой Levenhuuk D320L,3,1 Мпикс, монокулярный;
23. Наконечники одноразовые для пипеток;
24. Перчатки нитриловые;
25. Пипетка Пастера 3 мл., п/эт, н/стер., с градуировкой, 500 шт/уп;
26. Планшеты 24-луночные;
27. Планшеты 96-луночные;
28. Пластины для тонкослойной хроматографии марки “SORBFIL”
29. Промывалка 250 мл ПЭ;

30. Пульверизатор для ТСХ;
31. Регистратор данных;
32. Руководство по эксплуатации цифровой лаборатории по биологии;
33. Спиртовка СЛ-1 (с колпачком) 12003101;
34. Стакан В-1-100 мл ТС со шкалой ММ10003812;
35. Стакан низкий со шкалой 100 мл ПП;
36. Стекла покровные;
37. Стекла предметные;
38. Стеклянные палочки;
39. Стеклянные трубки;
40. Ступки фарфоровые с пестами;
41. Титратор потенциометрический автоматический АТП-02;
42. Устройство для сушки пластин УСП-2;
43. Устройство измерения и обработки данных;
44. Фильтровальная бумага;
45. Фильтры бумажные белая лента (уп. 100 шт.);
46. Фотометр КФК-3-«ЗОМЗ»;
47. Халаты лабораторные х/б;
48. Холодильник Candy;
49. Центрифуга лабораторная настольная СМ-6М с ротором 6М;
50. Чашки Петри;
51. Шаро-стержневая модель ДНК;
52. Шкаф вытяжной;
53. Штатив для дозаторов для 6-ти дозаторов;
54. Штатив лабораторный для бюреток (2710) Ulab;
55. Электрошкаф СНОЛ-3,5.3,5.3,5/3,5-И1М

*Список объектов, предназначенных для изучения на занятиях:*

1. Химреактивы для проведения практических занятий по разделу «Биохимия»;
2. Листья комнатных растений;
3. Ферменты желудочно-кишечного тракта человека (липаза, пепсин, амилаза и др.);
4. Модельные растворы, имитирующие биологические жидкости (кровь, моча);
5. Печень говяжья;
6. Молочные продукты (йогурт, кефир, ряженка);
7. Подсолнечное и оливковое масла;
8. Дрожжи сухие;
9. Пищевые продукты (макаронные изделия, крупы, овощи, фрукты);
10. Лекарственные препараты, содержащие витамины и гормоны;
11. Капустный, томатный и яблочный соки;
12. Банан для выделения ДНК.