

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

Принято на заседании  
Экспертного совета  
Регионального центра  
«15» мая 2026 г.

Принято на заседании  
методического совета  
КОГАОУ ДО ЦДООШ  
«19» мая 2026 г.

УТВЕРЖДАЮ  
\_\_\_\_\_  
директор  
КОГАОУ ДО ЦДООШ  
Е. Н. Перминова  
«19» мая 2026 г.

**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ  
ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА  
«ЛЕТНЯЯ МНОГОПРЕДМЕТНАЯ ШКОЛА.  
БИОЛОГИЧЕСКИЙ ПОТОК»**

Направленность программы – естественно-научная  
Срок реализации – 26 дней

*Авторы-составители:*

О. Н. Вишницкая – к.б.н., методист, педагог  
дополнительного образования КОГАОУ ДО  
ЦДООШ;

Е. Н. Лимонова – методист, педагог дополнительного  
образования высшей категории КОГАОУ ДО  
ЦДООШ;

Д. В. Пупов – к.б.н., старший научный сотрудник  
лаборатории молекулярной генетики  
микроорганизмов ФГБУ Института молекулярной  
генетики НИЦ «Курчатовский институт».

*Руководитель программы:* Е.Н. Лимонова

## **I. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**

**Направленность** данной общеобразовательной программы – естественно-научная.

### **Актуальность, новизна, педагогическая целесообразность**

Данный курс предназначен для учащихся, прошедших рейтинговый отбор по результатам вступительной работы в Кировскую летнюю многопредметную школу, а также показавших высокие результаты на олимпиадах и кружках по биологии КОГАОУ ДО ЦДООШ. В рамках курса изучаются разделы биологии, не вошедшие в школьную программу, но необходимые для успешного выступления на высокорейтинговых соревнованиях по биологии

### **Цели и задачи дополнительной общеобразовательной программы**

Цель курса – углубление теоретических знаний, совершенствование практических умений и навыков по биологии.

#### *Задачи курса:*

#### **I. Образовательные:**

- углубление знаний об анатомических, морфологических, физиологических, экологических, этологических и биохимических особенностях организмов;
- формирование целостной системы знаний об общих биологических закономерностях, законах, теориях;
- формирование умений исследовать и анализировать биологические объекты и системы, объяснять закономерности биологических процессов и явлений;
- формирование умений определять объекты по внешнему виду и по определителю;
- освоение методик исследования биологических объектов.

#### **II. Развивающие:**

- развитие умений анализировать, синтезировать, обобщать информацию;
- развитие умений сравнивать, выявлять основания для сравнения и классификации;
- развитие умений работать в режиме ограниченного времени;
- развитие умений вести наблюдения и формулировать выводы;
- развитие умения работать с биологическими объектами.

#### **III. Воспитательные:**

- воспитание познавательного интереса к предмету;
- создание условий для формирования личностных качеств: аккуратности, внимательности, целеустремленности;
- формирование навыка самостоятельной работы.

### **Отличительные особенности данной общеобразовательной программы от уже существующих образовательных программ**

Программа «Биология» предполагает дальнейшее совершенствование учащимся имеющихся знаний и сформированных умений по биологии, а также изучение новых тем, которые выходят за рамки школьной программы по биологии.

При отборе содержания занятий учитывается высокий интеллектуальный уровень школьников, а также индивидуальные особенности учащихся и области научных интересов педагогов.

В первый учебный день во всех группах проводится вступительная олимпиада, по результатам которой ученики зачисляются либо в обычную группу, либо в группу «профи». Обучение в группе «профи» рассчитано на более подготовленных школьников.

### **Формы и режим занятий**

Занятия проводятся в режиме 4 дней учебных + 1 день выходной. В ходе проведения занятий используются методы: словесные (лекция, беседа, рассказ), наглядные (демонстрации объектов, пособий), практические (распознавание и определение объектов, решение задач), постановка эксперимента. Учебные занятия проводятся в форме лекций, практических занятий, семинаров.

Для проведения лабораторных работ используются наиболее интересные объекты исследования. При их отборе используются принципы доступности и широкой распространенности.

Курс рассчитан на 72 часа для каждой группы (всего – 288 часов).

На занятиях применяются индивидуальные, групповые и коллективные формы работы: постановка, обсуждение и решение проблемной задачи; постановка опытов и обсуждение полученных результатов.

### **Правила и критерии отбора обучающихся**

Правила и критерии отбора на программу публикуются на официальном сайте ЦДООШ <https://cdoosh.ru/lmsh/> не позднее чем за 75 дней до начала смены.

### **Ожидаемые результаты и способы определения их результативности**

Результатами занятий является повышение уровня знаний по биологии; умение применять теоретические знания на практике. Успешное выступление детей на соревнованиях разного уровня. Основными средствами диагностики являются выполнение зачетных работ и высокий результат показанный на заключительной олимпиаде по биологии ЛМШ.

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

- *признаки и особенности строения биологических объектов: внутриклеточных структур, клеток, живых организмов (растений, животных, грибов и бактерий); популяций; экосистем; биосферы;*
- *сущность биологических процессов: обмен веществ и превращения энергии, питание, дыхание, выделение, транспорт веществ, рост, развитие, размножение, регуляция жизнедеятельности организма, раздражимость, круговорот веществ и превращения энергии в экосистемах.*

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

- *объяснять строение объекта по микропрепарату, микрофотографии;*
- *определять биологические объекты до вида по определителю, знать основные диагностические признаки (классов, отрядов у животных, отделов и семейств – у растений);*
- *решать генетические, этологические и экологические задачи;*
- *работать с фиксированными временными микропрепаратами;*
- *анализировать биологические графики и диаграммы.*

## II. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

### 2.1. Учебно-тематический план

#### 7 класс

№ п/п	Тема	Часы
1	Вступительная олимпиада	2
2	Морфология растения	32
3	Зоология беспозвоночных	32
4	Зачет	4
5	Заключительная олимпиада	2
	Итого	72

#### 8 класс, обычная группа и группа «Профи»

№ п/п	Тема	Часы
1	Вступительная олимпиада	2
2	Анатомия растений	13
3	Биосистематика	13
4	Зоология беспозвоночных	13
5	Зоология позвоночных	13
6	Гистология	12
7	Зачет	4
8	Заключительная олимпиада	2
	Итого	72

#### 9 класс, обычная группа и группа «Профи»

№ п/п	Тема	Часы
1	Вступительная олимпиада	2
2	Генетика	11
3	Клеточная биология	11
4	Основы молекулярной биологии	11
5	Анатомия и физиология человека	11
6	Микробиология	10
7	Биохимия	10
8	Зачет	4
9	Заключительная олимпиада	2
	Итого	72

#### 10 класс, обычная группа и группа «Профи»

№ п/п	Тема	Часы
1	Вступительная олимпиада	2
2	Молекулярная биология	11
3	Биохимический практикум	11
4	Биоинформатика	10
5	Клеточная биология	10
6	Физиология человека	11

7	Физиология растений	11
8	Зачет	4
9	Заключительная олимпиада	2
	Итого	72

## 2.2. Учебная программа 7 класс

**1. Вступительная олимпиада.** Включает задачи всех пройденных тем школьного курса биологии. Может включать несколько тем более сложного уровня для понимания уровня подготовленности учащихся.

### 2. Морфология растений

Строение типичного растения. Отличия растений от организмов других царств. Классификации жизненных форм растений по И.Г. Серебрякову и К. Раункиеру. Правила гербаризации растений.

Вегетативные органы: ризоиды, ризофоры, корни и побеги. Морфология, виды, типы систем, классификация. Метаморфозы органов. Гомологи и аналоги.

Репродуктивные органы растений: спорангии, синангии, сорусы, стробилы, цветки, соцветия, семена и плоды.

Морфологический анализ растений. Определение растений при помощи определителя растений Кировской области.

#### *Практические работы*

1. Рекогносцировочная экскурсия. Правила сбора, сушки растений. Знакомство с оборудованием для сбора растений и правила работы с ними.

2. Правила оформления коллекций и систематического гербария. Определение растений. Оформление собранного материала.

*При изучении темы учащийся получает знания о:*

- строении растения, его отличии от представителей других царств;
- жизненных формах растений по И.Г. Серебрякову и по К. Раункиеру;
- морфологических особенностях растений разных систематических и экологических групп;
- приемах флористической работы, технике сбора, этикетажу и гербаризации растений;
- правилах ведения полевого дневника, обработке и анализе полевых материалов.

*После изучения темы у учащегося формируются умения:*

- описывать растения по морфологическим признакам;
- писать формулы и диаграммы цветка;
- собирать, сушить и оформлять растительные объекты;
- идентифицировать растения с применением дихотомических ключей для определения.

### 3. Зоология беспозвоночных

Введение. Рекогносцировочная экскурсия.

Простейшие (*Protozoa*).

Многочлеточные животные. Тип Губки (*Spongia*, или *Porifera*).

Экскурсия на водоем. Методы сбора водных беспозвоночных.

Тип Кишечнополостные (*Coelenterata*, или *Cnidaria*)

Тип Плоские черви (*Plathelminthes*).

Тип Круглые черви (*Nemathelminthes*).

Экскурсия на луг. Экологические группы наземных беспозвоночных.

Тип Кольчатые черви (*Annelida*).

Тип Моллюски, или Мягкотелые (*Mollusca*).

Тип Членистоногие (*Arthropoda*). Практическое занятие «Строение речного рака».

Определение материала, оформление коллекций.

### *Практические работы*

1. Ориентировочная экскурсия. Знакомство с оборудованием для сбора беспозвоночных и правила работы с ними. Знакомство с методами сбора беспозвоночных: ручной сбор, кошение, метод почвенных ловушек. Наблюдение в природе и сбор беспозвоночных. Установка почвенных ловушек трансектным методом.

2. Определение материала, оформление коллекций. Правила накалывания насекомых. Правила коллекционирования беспозвоночных животных. Определение собранного материала. Оформление коллекции насекомых.

3. Экскурсия на водоем. Методы сбора водных беспозвоночных. Наблюдение за основными представителями водной фауны в естественных и лабораторных условиях. Экологические группы водных беспозвоночных. Методы биоиндикации водоёма.

4. Экскурсия на луг. Знакомство с повреждениями растений. Сбор беспозвоночных: насекомых и их личинок; сенокосцев; брюхоногих моллюсков. Экологические группы наземных беспозвоночных.

*При изучении курса учащийся получает знания об:*

- особенностях внешнего и внутреннего строения основных типов беспозвоночных животных.

*После изучения темы у учащегося формируются умения:*

- выполнять препарирование конечностей речного рака;
- проводить вскрытие кольчатых червей (пиявки, дождевого червя), моллюсков (виноградной улитки), членистоногих (речного рака, таракана или майского жука);
- определять пиявок, моллюсков и насекомых.

**4. Зачет** по пройденным разделам.

**5. Заключительная олимпиада.** Включает задачи всех рассмотренных в ЛМШ тем, предусмотренных для данной параллели.

## **8 класс, обычная группа и группа «Профи»**

**1. Вступительная олимпиада.** Включает задачи всех пройденных тем школьного курса биологии. Может включать несколько тем более сложного уровня для понимания уровня подготовленности учащихся и распределения их по группам.

### **2. Анатомия растений**

Ткани растений. Общая характеристика образовательных, покровных, фотосинтезирующих, проводящих, паренхимных, механических тканей.

Анатомическое строение вегетативных органов: корень, стебель, лист. Особенности анатомического строения растений разных систематических групп.

*При изучении темы учащийся получает знания о:*

- разных типах растительных тканей, их особенностях строения и функционирования;
- строении вегетативных органов растений;
- строении растений разных систематических групп.

*Практические работы*

- анатомическое строение органов: корень, лист, стебель;
- анатомическое строение растений разных систематических групп.

*После изучения темы у учащегося формируются умения:*

- готовить временные и постоянные препараты;
- отличать по гистологическому срезу органы растений;
- определять по гистологическому срезу принадлежность определенной систематической категории растений.

### 3. Биосистематика растений

Современные подходы к систематике организмов; кладограммы и филогенетические деревья; моно-, пара- и полифилетические группы; критерии систематики.

LUCA; археи и бактерии; происхождение эукариот. Роль горизонтального переноса генов в эволюции. Эндосимбиоз и организация митохондрий. Эндосимбиоз пластид (первичные, вторичные и третичные); строение хлоропластов в разных группах водорослей. Типы организации талломов у водорослей и грибов. Основные аспекты размножения и жизненных циклов эукариот. Передвижение эукариотических клеток: жгутики и ложноножки. Современные группы эукариот.

Обзор супергруппы Археопластиды: отдел Глаукофитовые водоросли; отдел Красные водоросли; отдел Зеленые водоросли; отдел Харовые водоросли; выход растений на сушу; система высших растений. Обзор супергруппы Криптисты: отдел Криптофитовые водоросли. Обзор супергруппы Гаптисты: отдел Гаптофитовые водоросли.

Обзор клады Страменопилы: тип Опалинаты; отдел Лабиринтуловые псевдогрибы; отдел Гифохитриевые псевдогрибы; отдел Оомикоты; отдел Охрофиты: класс Золотистые водоросли, класс Желто-зеленые водоросли, класс Диатомовые водоросли, класс Бурые водоросли.

Обзор клады Альвеоляты: тип Инфузории; отдел Динофитовые водоросли; тип Апикомплексы. Обзор клады Ризарии: группа Радиолярии; тип Фораминиферы; Вампиреллиды; отдел Хлорарахниофитовые водоросли; Паулинеллы; тип Плазмодиофориды.

Обзор бывшей мегагруппы Экскаваты. Метамонады (лямблии, трихомонады, миксотрихи) и Дискобы (тип Якобиды, тип Гетеролобозные амёбы, класс Эвгленовые водоросли и класс Кинетопластиды).

Обзор супергруппы Амебозои: дизентерийные, свободноживущие одиночные и социальные амёбы.

Обзор супергруппы Обазои: холозои и холомикоты. Группа Настоящие грибы: тип Микроспоридии, отдел Хитридиомикоты, отдел Мукоромикоты, отдел Аскомикоты, группа Лишайники, отдел Базидиомикоты. Тип Воротничковые жгутиконосцы. Система Многоклеточных животных.

#### *Практические работы*

- Определение различных объектов на примере протистов.
- Изучение особенностей внешнего строения протистов.

*После изучения курса учащийся получает знания о/об:*

- современных подходах к системе органического мира;
- принципах построения филогенетических деревьев и основных тенденциях в протистологии;
- особенностях строения различных групп организмов и их многообразии;
- циклах развития протистов;
- значении изучаемых объектов в природе и жизни человека.

*После изучения курса у учащегося формируются умения:*

- определять объекты и их принадлежность определенной группе;
- строить кладограммы и филогенетические деревья, используя базы данных;

### 4. Зоология беспозвоночных

Введение в эволюционную биосистематику.

Современные представления о биологической эволюции. Определение вида. Принципы и методы современной систематики. Основы кладистики.

Прокариоты, происхождение и систематика эукариот.

Protista: общая характеристика и разнообразие.

Происхождение *Metazoa*.

Общая характеристика и разнообразие *Porifera*, *Placozoa*, *Ctenophora* и *Cnidaria*.

Происхождение *Bilateria. Spiralia: Lophotrochozoa. «Trochozoa» и Lophophorata.*  
Общая характеристика и разнообразие.

Общая характеристика и разнообразие кольчатых червей, моллюсков, немертин и лофофорных

*Ecdysozoa.* Общая характеристика и разнообразие

*Практические работы*

- Сбор материала. Методы сбора водных и почвенных микроорганизмов
- Протисты в воде и почве. Протисты и одноклеточные водоросли. Инфузории, раковинные амёбы, диатомовые.
- Коловратки, водные кольчатые черви и моллюски. Вскрытие дождевого червя и мидии.
- Круглые черви, тихоходки, планктонные ракообразные. Вскрытие рака и таракана.

Разнообразие наземных членистоногих

*После изучения курса учащийся получает знания об:*

- особенностях строения, циклах развития и разнообразии различных групп протистов и беспозвоночных животных.

*После изучения курса у учащегося формируются умения:*

- определять организмы и соотносить их с систематическими категориями.

## **5. Зоология позвоночных**

Введение. Основные методы изучения зоологии.

Классы Круглоротые, Костные рыбы, Земноводные, Пресмыкающиеся, Птицы, Млекопитающие.

Обзорная экскурсия в природу.

Знакомство с природными условиями северо-восточной части Русской равнины. Демонстрация основных методов изучения позвоночных (отлов, наблюдение). Сбор и определение следов жизнедеятельности позвоночных.

*После изучения курса учащийся получает знания об:*

- основных диагностических признаках типа Хордовые, а также основных отрядов класса Позвоночные и наиболее распространенных видов фауны Кировской области и России;
- особенностях внешнего и внутреннего строения позвоночных животных.

*После изучения курса у учащегося формируются умения:*

- определять позвоночных по тушкам и черепам, с определителем и без него;
- работать с фиксированными объектами.

## **6. Гистология**

Гистологическая техника. Строение клетки. Основные этапы приготовления препаратов животных тканей.

Общая гистология. Учение о тканях. Эпителиальные ткани.

Микроскопия препаратов эпителиальных тканей.

Соединительные ткани. Кровь. Плазма, форменные элементы крови. Микроскопия препаратов соединительной ткани и крови.

Мышечные ткани. Микроскопия препаратов мышечной ткани.

Нервная ткань. Микроскопия препаратов нервной ткани.

*Практические работы*

- Микроскопическое строение крови.
- Соединительные ткани.
- Хрящевые ткани.
- Костные ткани, их строение и функции.
- Мышечные ткани.
- Нервная ткань.

*После изучения курса учащийся получает знания о:*

- разных типах животных тканей, их особенностях строения и функционирования.

*После изучения курса у учащегося формируются умения:*

- определять на гистологическом препарате тип ткани и давать ему краткую характеристику.

**7. Зачет** по пройденным разделам.

**8. Заключительная олимпиада.** Включает задачи всех рассмотренных в ЛМШ тем, предусмотренных для данной параллели.

## **9 класс, обычная группа и группа «Профи»**

**1. Вступительная олимпиада.** Включает задачи всех пройденных тем школьного курса биологии. Может включать несколько тем более сложного уровня для понимания уровня подготовленности учащихся и распределения их по группам.

### **2. Генетика**

Основы классической генетики. Основные понятия и термины. Ген, локус гена, аллели. Законы Г. Менделя. Множественный аллелизм. Типы аллельных взаимодействий. Неаллельные взаимодействия – эпистаз, комплементарное действие генов, полимерия. Анализирующее скрещивание. Плейотропный эффект гена, экспрессивность и пенетрантность. Практические приемы решения задач на аллельные и неаллельные взаимодействия.

Наследование сцепленных генов. Жизненный цикл клеток, мейоз, конъюгация и кроссинговер.

Генетика определения пола. Способы определения пола у разных таксономических групп. Происхождение и эволюция половых хромосом.

#### *Практические работы*

- Расхождение хромосом в мейозе.
- Определение порядка расположения генов в хромосомах.
- Интерференция и коинциденция.
- Расщепление при сцепленном и независимом наследовании, практические приемы решения задач.
- Практические приемы решения задач на наследования, сцепленное с полом.

*После изучения курса учащийся получает знания о:*

- носителях наследственной информации;
- закономерностях наследования при внутривидовой гибридизации;
- хромосомной теории наследственности;
- закономерностях изменчивости организмов;
- достижениях в области молекулярной генетики и генной инженерии;
- использовании методов генетики в селекции растений, животных и в медицинской практике.

*В результате изучения курса формируются умения:*

- решать задачи на наследование, сцепленное с полом;
- решать задачи на аллельные и неаллельные взаимодействия
- решать задачи по генетике популяций.

### **3. Клеточная биология**

Представление о химической эволюции: РНК-мир, происхождение клетки.

Клеточные мембраны Состав клеточных мембран. Липиды, входящие в состав мембран. Самосборка мембран. Мембранные белки: трансмембранные альфа-спирали и бета-бочонки. Детергенты. Пассивный транспорт частиц через мембрану: простая диффузия, каналы, унипортеры. Виды активного транспорта: сопряженный, АТР-зависимый. Строение и работа АТР-синтазы.

Представление о метаболических процессах. Катаболизм и анаболизм. Способы получения АТР: брожение, дыхание, фотосинтез. Принцип работы ЭТЦ и

хемиосмотического сопряжения. ЭТЦ митохондрии. Использование энергии света археями, бактериями и растениями.

Эукариотическая клетка. Отличия эукариот от прокариот. Особенности устройства геномов эукариот и реализации наследственной информации. Система внутренних мембран и транспорта белков между клеточными компартментами. Котрансляционный транспорт белков в ЭПР. Устройство митохондрий.

#### *Практическая работа*

– Определение структур клетки по микрофотографиям.

*После изучения курса учащийся получает знания о:*

- строения эукариотической клетки, ее основных компартментах;
- строения и функционировании мембран;
- транспорте частиц через мембрану;
- основных метаболических процессах клетки.

*После изучения курса у учащегося формируются умения:*

- определять основные структуры клетки на микрофотографиях.

### **4. Молекулярная биология**

Структура и функции нуклеиновых кислот.

Центральная догма молекулярной биологии. Принципы репликации: матричность, комплементарность, полуконсервативность, униполярность, антипараллельность, потребность в праймере, асимметричность. Разнообразие ДНК-полимераз бактерий. Особенности структуры и функционирования ДНК-полимераз. Устройство реплисомы и механизм репликации. Роль ДНК-топоизомераз в процессе репликации. Инициация репликации у *E.coli*. Инициация репликации в клетках эукариот. Теломеры, теломераза.

Транскрипция у бактерий. Принципы транскрипции: комплементарность, антипараллельность, униполярность, отсутствие потребности в затравке. Особенности структуры и функционирования бактериальной РНК-полимеразы. Ген. Промотор, терминатор, оперон. Стадии транскрипции у прокариот. Сравнение процессов транскрипции и репликации.

Особенности транскрипции у эукариот. Разнообразие РНК-полимераз эукариот. Структура эукариотического промотора. Общие факторы транскрипции и их роль в инициации. Инициация транскрипции *in vivo*. Процессинг матричной РНК эукариот. Кэпирование, полиаденилирование. Терминация транскрипции у эукариот. Сплайсинг мРНК эукариот. Интроны и экзоны.

Генетический код. Свойства генетического кода. Исключения из свойств генетического кода.

Структура транспортных РНК. Аминоацилирование тРНК. Изоакцепторные тРНК. Рекогниция. Аминоацил-тРНК-синтетазы.

Рибосома. Механизм трансляции. Структура рибосом. Различия рибосомы бактерий и эукариот. Пептидил-трансферазная реакция. А-, Р-, Е-сайты рибосомы. Инициация трансляции, элонгация, терминация трансляции. Функции рилизинг-факторов.

Регуляция экспрессии генов. Принципы регуляции экспрессии генов у прокариот.

*После изучения курса учащийся получает знания о:*

- структуре и функциях нуклеиновых кислот;
- особенностях репликации, транскрипции, трансляции;
- регуляции экспрессии генов
- принципах систематики, разнообразии вирусов;
- новых ДНК-технологиях.

*В результате изучения курса формируются умения:*

- решать задачи на принципы организации ДНК.

### **5. Анатомия и физиология человека**

Опорно-двигательный аппарат.

Нервная система (нейрология). Функции, особенности строения.

Нейрон: строение, классификация. Нервные волокна: строение, виды. Серое и белое вещество мозга. Рефлекс, простая и сложные рефлекторные дуги. Рефлекторное кольцо. Рефлекторные дуги соматических и вегетативных рефлексов.

Центральная нервная система. Особенности расположения серого и белого вещества в различных отделах центральной нервной системы. Отделы и структуры центральной нервной системы: строение и взаимосвязь.

Общая характеристика сердечно-сосудистой системы.

Внешнее строение сердца. Виды кардиомиоцитов. Околосердечная сумка. Внутреннее строение сердца: камеры, клапаны.

Строение кровеносной системы: круги кровообращения, артерии, вены, капилляры, микроциркуляторное русло.

Функции лимфатической системы. Лимфатические сосуды: деление на группы, особенности строения и расположения.

Органы иммунной системы: центральные и периферические. Топография и особенности строения.

*Практические работы.*

- Анатомический анализ позы человека.
- Кровоснабжение частей тела и органов.
- Составление рефлекторных дуг соматических и вегетативных рефлексов. Оценка рефлекторных реакций человека.

*После изучения курса учащийся получает знания о/об:*

- строении опорно-двигательного аппарата;
- особенностях строения и функционирования спинного и различных отделов головного мозга;
- особенностях функционирования сердечно-сосудистой системы, составе и гомеостатической константе крови;
- особенностях строения и функционирования иммунной системы.

*После изучения курса у учащегося формируются умения:*

- по внешнему виду определять кость;
- определять клетки крови по микропрепаратам и рисункам;
- оценивать показатели крови;
- читать ЭКГ и выявлять патологии.

## **6. Микробиология**

Строение клетки прокариот. Внутренние и внешние структуры, генетический аппарат прокариот. Положение микроорганизмов в системе живого мира. Группы прокариотных организмов.

Энергетические процессы у эубактерий. Брожение. Фотосинтез у прокариот. Группы фотосинтезирующих бактерий. Дыхание. Анаэробное дыхание.

Глобальные биогеохимические циклы. Участие микроорганизмов в круговороте биогенных элементов.

Медицинская микробиология. Антибиотики. Механизмы действия антибиотиков. Механизмы лекарственной устойчивости бактерий.

Основы работы с микроорганизмами. Работа с микроорганизмами (культивирование, посев, хранение, приготовление препаратов). Микроскопия. Питание микроорганизмов, приготовление питательных сред. Учет численности. Выделение чистой культуры. Идентификация микроорганизмов.

*Практические занятия.*

- Приготовление фиксированных препаратов микроорганизмов.
- Изучение морфологии актиномицетов и нитчатых цианобактерий.
- Окраска микроорганизмов по Граму. Определение типа клеточной стенки.
- Окраска микроорганизмов в молочных продуктах.

*После изучения курса учащийся получает знания о:*

- о строении клетки прокариот, основных группах прокариотных организмов, их значении;
- положении микроорганизмов в системе органического мира;
- биогеохимических циклах и участии в них микроорганизмов;
- методах работы с микроорганизмами.

*В результате изучения курса формируются умения:*

- приготовления, окрашивания и микроскопирования микроорганизмов разными способами;

## **7. Биохимия**

Строение атома, образование химической связи, основные классы органических веществ, типы изомерии, виды полимеров.

Общая формула углеводов, альдозы и кетозы, оптическая изомерия углеводов. Линейные и циклические формы глюкозы, маннозы, галактозы, фруктозы и рибозы. Дисахариды (сахароза, лактоза, мальтоза) и полисахариды (крахмал, гликоген, целлюлоза). Модифицированные углеводы соединительных тканей и хитин.

Общая формула альфа-аминокислот. Протеиногенные аминокислоты. Пептидная связь. Уровни организации белковых молекул: варианты вторичной структуры, принципы третичной укладки. Фолдинг белков, шапероны и прионы.

Нуклеотиды и нуклеиновые кислоты. Нуклеотиды, нуклеозиды и полинуклеотиды. АТФ.

Основные группы липидов. Запасные формы. Фосфолипиды и строение мембран: самосборка, подвижность липидов. Белки мембраны. Детергенты. Транспорт через мембрану: виды пассивного и активного транспорта.

Суть и энергетический выход гликолиза. Проблема утилизации NADH. Молочнокислое и спиртовое брожение. Судьба пирувата при кислородном дыхании. ЭТЦ. Использование энергии света археями, бактериями и растениями.

*При изучении курса учащийся получает знания о/об:*

- химическом составе клетки;
- основных классах органических соединений клетки, их строении и свойствах.
- видах транспорта веществ через мембрану;
- особенностях некоторых метаболических процессов.

*После изучения курса у учащегося формируются умения:*

- писать структурные формулы различных соединений;
- решать задачи.

## **8. Зачёт.**

**9. Заключительная олимпиада.** Включает задачи всех рассмотренных в ЛМШ тем, предусмотренных для данной параллели.

## **10 класс, обычная группа и группа «Профи»**

**1. Вступительная олимпиада.** Включает задачи всех пройденных тем школьного курса биологии. Может включать несколько тем более сложного уровня для понимания уровня подготовленности учащихся и распределения их по группам.

### **2. Молекулярная биология**

Аминокислоты, белки, нуклеиновые кислоты. Протеиногенные аминокислоты. Классы аминокислот. Посттрансляционные модификации. Фосфорилирование, убиквитинилирование, сумоилирование, поли (АДФрибозил)ирование, метилирование, ацетилирование. Азотистые основания. Пурины и пиримидины. Уотсон-криковские и Хугстиновские взаимодействия. Формы ДНК-спирали: А, В, Z. Триплексы и квадруплексы. РНК: гидролиз, элементы вторичной структуры РНК. Топология ДНК. Число зацеплений, число витков, супервитки.

Биосинтез белка. Рибосомы. Синтез рРНК у прокариот и эукариот. тРНК: особенности первичной, вторичной структур, формирование третичной структуры. Процессинг тРНК. Аминоацилирование. Элонгационный цикл. Воббл-гипотеза Крика. Включение селеноцистеина в пептид. Транспортно-матричная РНК. Синтез внеклеточных белков на ЭПР.

Транскрипция у прокариот. Оперон. РНК-полимераза: сигма-фактор, кор-фермент, реакция, осуществляемая полимеразой. Особенности промотора. Регуляция работы оперона.

Транскрипция и процессинг у эукариот. Три типа эукариотических полимераз. Транскрипционные факторы, цис- и трансрегуляторные элементы. Промотор. Процессинг РНК и связь с транскрипцией. Сплайсинг: 3 типа сплайсинга.

Хроматин. Иерархическая модель упаковки ДНК. Нуклеосомный уровень, гистоны, сборка нуклеосомы, модификации хвостов гистонов, гистоновый код, гистон H1. Активный хроматин: ацетилирование гистонов и гиперчувствительность к нуклеазам. Ацетилирование. Распространение по хроматину. Внутреннее устройство ядра. Ядерный матрикс. Метод FISH. Хромосомные территории. Карты хромосомных контактов. ТАДы и регуляция экспрессии генов. Инсуляторы. Когезин и CTCF.

Репликация. Общая схема репликативной вилки. Хеликаза DnaB. Хеликаза MCM и ее активация. Белки, стабилизирующие ssDNA. Праймирование у прокариот и эукариот. ДНК-полимераза и ее активности. Процессивность полимеразы. Инициация репликации. Ориджин прокариот, ограничение активности Ori. ARS дрожжей. Цикл репликативного комплекса ORC. Проблема недорепликации концов хромосом. Структура теломер. Теломераза.

Репарация. Повреждения ДНК: дезаминирование, таутомерия, алкилирование, тиминовые димеры. Прямое удаление повреждений: MGMT, фотолиаза. Эксцизионные пути. BER у прокариот и эукариот. NER у прокариот и эукариот. Транскрипцией опосредованная репарация. Мисматч-репарация. SOS-система: LexA, неточные полимеразы, модель скотосбрасывателя. Репарация двуцепочечных разрывов: направляемая гомологией репарация (HDR), негомологичное соединение концов (NHEJ). Структура Холидея и ее разрешение. Отличия гомологической рекомбинации, происходящей в соматических клетках и в гаметах.

*После изучения курса учащийся получает знания о:*

- структуре и функциях нуклеиновых кислот;
- особенностях репликации, транскрипции, трансляции, репарации;
- регуляциях экспрессии генов.

*В результате изучения курса формируются умения:*

- решать задачи на принципы организации ДНК.

### **3. Биохимический практикум**

*Практические работы.*

– Титриметрическое определение концентрации щелочи. Основные правила работы с химической посудой. Правила работы с бюреткой и основы титрования. Титрование сильной щелочи сильной кислотой. Расчет pH среды и концентраций растворов. Построение кривых титрования, подбор индикаторов.

– Определение кислотности молока. Качественный состав молока. Градусы Тернера. Молочно-кислое брожение.

– Качественные реакции на белки и аминокислоты. Техника работы со спиртовыми горелками. Проведение реакций: биуретовой, нингидриновой, ксантопротеиновой, Адамкевича, Паули, Фоля. Систематизация полученных результатов.

– Качественные реакции на углеводы. Проведение реакций: растворение осадка гидроксида меди, реакции Троммера, Барфедда, взаимодействие углеводов с  $\alpha$ -нафтолом, реакции серебряного зеркала, Селиванова, реакции на пентозы, ферментативный гидролиз сахарозы, неферментативный гидролиз крахмала и дисахаридов, реакция крахмала с йодом. Систематизация полученных результатов.

– Аффинная хроматография и электрофорез белков. Теоретические основы аффинной хроматографии и электрофореза белков. Техника работы с хроматографическими колонками. Подготовка колонок для аффинной хроматографии (гепариновых и Ni-NTA агарозных). Нанесение образца смеси белков на колонку. Промывка колонки от несвязавшихся белков и элюция белков с колонки. Техника ступенчатого электрофореза. Заливка полиакриламидного геля для вертикального электрофореза. Подготовка и нанесение полученных в ходе хроматографии образцов. Электрофорез и визуализация результатов методом коллоидного окрашивания. Методика расчета молекулярной массы белка по результатам электрофореза.

*После изучения курса учащийся получает знания о/об:*

- структуре и строении основных классов биологических молекул;
- качественных реакциях на основные группы органических веществ: белки, жиры и углеводы и условиях их протекания.

*После изучения курса у учащегося формируются умения:*

- работы в биохимической лаборатории;
- интерпретировать результаты биохимического анализа.

#### **4. Биоинформатика**

Основные понятия. Объекты биоинформатики. Последовательности, секвенирование. Запись последовательностей. Выравнивания. Консервативность. Правила, программы и алгоритмы работы с выравниваниями. Парные и множественные выравнивания.

Пространственная структура белков. Методы предсказания пространственной структуры белков. Белковые выравнивания. Белки и лиганды. Особенности работы с мембранными белками. Домены, эволюционные домены. Семейства белков. Базы данных о белках. BLAST для белков.

Биоинформатика нуклеотидных последовательностей. Информационное содержание генетических последовательностей. Сборка генома. Определение функции гена. Нуклеотидные базы данных. Особенности BLAST для НК.

Эволюция последовательностей. Филогенетические деревья для биоинформатика. Правила работы с ними.

*После изучения курса учащийся получает знания об/о:*

- основных понятиях, подходах и методах анализа данных, используемых в биоинформатике;
- связи между аминокислотными и нуклеотидными последовательностями и их функциями;

*В результате изучения курса формируются умения:*

- решать задачи по данным темам;
- использовать разные компьютерные программы и базы данных для анализа аминокислотных и нуклеотидных последовательностей.

#### **5. Клеточная биология**

Особенности устройства прокариотических клеток.

Сортинг белков у бактерий. Системы секреции. Механизмы горизонтального переноса генов (естественная трансформация, конъюгация). Системы токсин-антитоксин. Защита от горизонтального переноса генов (абортивная инфекция, системы рестрикции-модификации, CRISPR-Cas).

Внутриклеточные компартменты и сортинг белков.

Классификация видов транспорта белков в клетке. Транспорт через ядерные поры: пассивный транспорт через ядерные поры, избирательность и направленность ядерного транспорта. Транспорт в двухмембранные органеллы: типы транслоконов и количество сигнальных последовательностей. Транспорт в пероксисомы. Транспорт в эндоплазматический ретикулум: строение SRP, ко-трансляционный и пост-трансляционный транспорт. Модификации белков в ЭР. Созревание белков и UPR. Основные принципы везикулярного транспорта: окаймление везикул (типы, механизмы). Слияние везикул. Комплекс Гольджи: строение, модификации белков в КГ. Транспорт из КГ. Везикулы бактерий.

## Цитоскелет

Морфология цитоскелета. Промежуточные филаменты: строение и разнообразие. Микрофиламенты и микротрубочки: динамика роста и распада *in vitro*, полярность (плюс- и минус-концы, Т- и D-концы), treadmilling и динамическая нестабильность. Гомологи тубулина и актина у бактерий. Процессы нуклеации роста микротрубочек (гамма-тубулин) и микрофиламентов (ARP2/3). Белки, регулирующие динамические параметры микротрубочек и микрофиламентов. Цитоскелет у бактерий и архей. Моторные белки: элементы строения и принцип работы миозинов, кинезинов и динеинов.

## Сигналинг

Гидрофобные сигнальные молекулы и их рецепторы. Передача сигналов от мембранных рецепторов: виды рецепторов (ассоциированные с G-белками и киназами) и основные сигнальные пути: MAP-киназный каскад, аденилатциклаза, фосфолипаза C, протеинкиназы A, B, C.

## Митохондрия и происхождение эукариот

Устройство и энергетическая функция митохондрий. Геном митохондрий млекопитающих. Гидрогеносомы и митосомы. Происхождение митохондрий. Представление о происхождении эукариот (фагоцитарная, эндосимбиотическая, inside-out, синтрофическая, вирусная). Гипотезы происхождения ядра.

## Клеточный цикл и его регуляция

Понятие о работе циклинов и циклин-зависимых киназ. Схема смены циклинов по ходу клеточного цикла. Контрольные точки в клеточном цикле: вход в клеточный цикл (от циклина D до S-фазы); чекпоинт репликации, белок p53. Митотический чекпоинт.

## Клеточная смерть

Морфологические и биохимические признаки некроза и апоптоза. Биологическая роль апоптоза. Два пути инициации апоптоза. Устройство, классификация и роль каспаз в апоптозе. Запуск и биологическая роль некроптоза, пироптоза и нетоза.

## Рак

Генетические и биохимические особенности раковых клеток. Протоонкогены и онкосупрессоры. Микроэволюция в раковой опухоли. Вклад наследственности и образа жизни в развитие раковых заболеваний. Распространенность раковых опухолей в живом мире, особенности заболеваемости среди млекопитающих, парадокс Пето и его разрешение. Механизмы устойчивости к канцерогенезу.

*После изучения курса учащийся получает знания об/о:*

- особенностях строения прокариотической и эукариотической клеток;
- внутриклеточных компартментах и сортинге белков;
- строении и функционировании цитоскелета;
- транспорте частиц через мембрану;
- происхождении эукариот;
- основных метаболических процессах клетки.

*После изучения курса у учащегося формируются умения:*

- называть составные части клетки и «узнавать» их на схеме или фотографии;
- отличать по описанию, морфологическим признакам на рисунках, микрофотографиях различные типы клеток, тканей, клеточные органеллы, клеточные включения, определять стадию жизненного цикла клетки.

## 6. Физиология человека

Потенциал покоя. Природа потенциала покоя. Теория Бернштейна, уравнение Нернста, уравнение Гольдмана Ходжкина Катца. Свойства и функции биологических мембран. Мембранный транспорт. Классификация ионных каналов. Каналы, формирующие потенциал покоя. Функции Na/K-АТФазы, цикл работы Na/K-АТФазы.

Потенциал действия. Закон всё или ничего. Токи, возникающие при ПД. Свойства потенциал зависимых Na<sup>+</sup> каналов. Понятия рефрактерности и аккомодации. Свойства

потенциал зависимых  $K^+$  каналов. Проведения ПД по миелинизированному и не миелинизированному нервным волокнам. Результаты ПД в разных клетках.

Клетки центральной нервной системы. Строение нейрона. Функции глиальных клеток. Строение химического синапса. Свойства медиаторов. Основные классы нейромедиаторов. Строение и свойства ионотропных и метаботропных рецепторов. Свойства NMDA-рецепторов

Нейромедиаторы: дофамин, норадреналин, глутамат, глицин, пурины, серотонин: синтез, деградация, функции, рецепторы, транспорт в клетке. Свойства газовых нейромедиаторов. Особенности белковых нейромедиаторов.

Типы мышечных тканей. Строение поперечнополосатой скелетной мускулатуры и гладкомышечной ткани. Регуляция сокращения скелетной мускулатуры. Нервно-мышечный синапс. Синтез и распад ацетилхолина. Рецепторы ацетилхолина. Электромеханическое сопряжение в скелетной мускулатуре. Организация сократительных элементов гладкомышечных клеток. Электро- и фармакомеханическое сопряжение в гладкомышечных клетках.

Электрические и механические процессы в сердце. Строение сердца, рабочий миокард и проводящая система сердца. Строение рабочего миокарда. Щелевые контакты (электрический синапс). Фазы потенциала действия кардиомиоцитов. Автоматия сердца. Пейсмекерная активность разных отделов сердца. ПД синоатриального узла. Электрокардиограмма. Механическая активность сердца. Фазы сердечного цикла. Цикл левого сердца. Электромеханическое сопряжение в сердце. Закон Франка Старлинга.

Сенсорные системы. Понятие адекватного стимула для сенсорных систем. Общее в строении всех сенсорных систем. Первично и вторично чувствующие рецепторы. Топический принцип организации сенсорных систем. Алгоритмы обработки информации. Вкусовая чувствительность. Обоняние. Осязание. Боль. Обоняние. Проприорецепция. Слуховой анализатор. Строение и функции внешнего и среднего уха. Строение внутреннего уха. Улитка как частотно-амплитудный анализатор. Волосковые клетки. Кортиев орган. Обработка информации в ЦНС.

*После изучения курса учащийся получает знания о:*

- механизмах возникновения потенциала покоя и потенциала действия;
- типах и свойствах медиаторов;
- типах мышечных тканей и механизмах их работы;
- топическом принципе организации сенсорных систем.

*После изучения курса у учащегося формируются умения:*

- объяснять принцип работы потенциалов действия и покоя;
- объяснять принцип работы разных типов мышечных тканей.

## **7. Физиология растений**

Фотосинтез. Фотосинтетические пигменты: хлорофиллы, каротиноиды, фикобилины. Схема Яблонского – электронные переходы в молекуле хлорофилла. Z-схема фотосинтеза. Цикл Кальвина. Транспорт метаболитов по флоэме. C4 и CAM пути ассимиляции углекислого газа. Фотодыхание.

Дыхание растений. Особенности гликолиза, цикла Кребса и электрон-транспортной цепи у растений. Альтернативная оксидаза и альтернативные НАД(Ф)Н-дегидрогеназы. Окислительный пентозофосфатный путь. Глиоксилатный цикл. Конверсия жиров в углеводы.

Водный обмен растений. Функции воды. Экологические группы растений по отношению к водному режиму. Осмотическое давление. Водный потенциал. Движение воды в растении.

Гормональная система растений. Понятие фитогормона. Ауксины, цитокинины, гиббереллины, этилен, абсцизовая кислота, брассиностероиды, жасминовая кислота, салициловая кислота.

*Практические работы.*

- Определение осмотического давления растительных тканей методом Уршпринга.

- Разделение пигментов методом Крауса.
- Хроматографическое разделение пигментов зеленого листа.
- Антоцианы: выделение, свойства и разделение.
- Явление осмоса. Перемещение воды по градиенту водного потенциала в искусственной «клеточке» Траубе.

*После изучения курса учащийся получает знания об:*

- основных процессах, происходящих в растении;
- основных гормонах растений и их взаимодействии, влиянии на рост и развитие растений.

*После изучения курса у учащегося формируются умения:*

- решать задачи по данным темам.

#### **8. Зачёт.**

**9. Заключительная олимпиада.** Включает задачи всех рассмотренных в ЛМШ тем, предусмотренных для данной параллели.

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

<b>Вид аттестации</b>	<b>Формы контроля</b>	<b>Виды оценочных материалов</b>
Входящая	Участие во вступительной олимпиаде	Тесты
Текущая	Участие в решении задач, в выполнении практических работ	Сдача задач, отчетов по выполненным работам
Итоговая	Участие в заключительной олимпиаде	Тесты

### **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. Агаджанян Н.А. и др. Физиология человека. – СПб.: Сотис, 2000.
3. Айла Ф., Кайгер Дж. Современная генетика. Т. 1-3. – М.: Мир, 1987.
4. Альбертс Б. и др. Молекулярная биология клетки. – М.– Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», Институт компьютерных исследований, 2012. – 2000 с.
5. Атлас дикорастущих растений Ленинградской области. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2018. – 685 с.
6. Беркинблит М.Б. Почти 200 задач по генетике. – М.: МИРОС, 1992.
7. Ботаника: Курс альгологии и микологии. М.: Изд-во, МГУ. – 559 с.
8. Быков В.Л. Гистология, цитология и эмбриология: атлас: учебное пособие. М.: ГЕОТАР-Медия. 2018. – 296 с.
9. Викторов В. П., Гуленкова М. А., Дорохина Л. Н. и др. Практикум по анатомии и морфологии растений. – М.: Академия, 2001. – 176 с.
10. Виноградова М.С. Общая и частная гистология: Атлас учебных и демонстрационных препаратов. – Новосибирск, 2010. 166 с.
11. Гершензон С.М. Основы современной генетики. – Киев: Наукова думка, 1983.
12. Гистология в кратком изложении под редакцией профессора В.И. Ноздрин и профессора Ю.Т. Волкова. – М.: ЗАО «Ретиноиды», 2019. – 376 с.
13. Гусев М.В., Минеева Л.А. Микробиология, М.: Академия, 2003, 464 с.
14. Девятов А.Г., Зернов А.С. Антэкология и карпология: Учебное пособие к спецкурсам. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2023. – 178 с.
15. Дзержинский Ф. Я., Васильев Б. Д., Малахов В. В. Зоология позвоночных. – М.: 2014. – 464 с.
16. Дымшиц Г.М., Саблина О.В. Новейшая биология. Новосибирск: Новосиб. гос. ун-т, 2007.

17. Егоров Н.С. Основы учения об антибиотиках, М.: Изд-во Московского университета, 2004. – 448 с.
18. Еленевский А.Г. и др. Ботаника: Систематика высших, или наземных, растений. – М.: «Академия», 2001. – 432с.
19. Елинов Н.П. Химическая микробиология. – М.: Высшая школа, 1989. – 448 с.
20. Жимулев И.Ф. Общая и молекулярная генетика. – Новосибирск: НГУ, 2004.
21. Задачи по современной генетике/ под ред. М.М. Асланяна. – М.: КДУ, 2005.
22. Зеликман А. Л. Практикум по зоологии беспозвоночных. – М.: Высш. шк., 1965. – 332 с.
23. Зорина З.А., Полетаева И.И., Резникова Ж.И. Основы этологии и генетики поведения. – М.: Изд-во МГУ; Изд-во «Высшая школа», 2002. – 383 с.
24. Ибатуллин А.А., Байер А.М. Фотографический атлас анатомии растений: учебное пособие для подготовки к олимпиадам. – Екатеринбург: изд-во Урал. Ун-та, 2021. -468 с.
25. Инге-Вечтомов Г.С. Генетика с основами селекции. – М.: Высшая школа, 1989.
26. Козлов М.А., Олигер И.М. Школьный атлас-определитель беспозвоночных. М.: Просвещение, 1991. – 207 с.
27. Кузнецов, Вл. В., Дмитриева Г. А. Физиология растений. В 2 т. Т. 1. – М.: Издательство Юрайт, 2016. – 437 с.
28. Кузнецов, Вл. В., Дмитриева Г. А. Физиология растений. В 2 т. Т. 2. – М.: Издательство Юрайт, 2016. – 459 с.
29. Лабинская А.С. Микробиология с техникой микробиологических исследований. – М.: Медицина, 1978. – 394 с.
30. Ленгелер Й., Древис Г., Шлегель Г. Современная микробиология прокариоты: в 2-х томах. – М.: Мир, 2005. – 1345 с.
31. Лотова Л.И. Морфология и анатомия высших растений. – М.: Эдиториал УРСС, 2001. – 528 с.
32. Ляпунов А. Н. Зоология позвоночных: скелет млекопитающих – от теории к практике: учеб. пособие для подготовки к олимпиадам. – Екатеринбург: Уральский федеральный университет, 2024. – 216 с.
33. Мушкамбаров Н.Н., Кузнецов С.Л. Молекулярная биология. – М.: МИА, 2003.
34. Натали В. Ф. Зоология беспозвоночных. М.: Просвещение, 1975. – 488 с.
35. Определитель пресноводных беспозвоночных европейской части СССР (планктон и бентос) / под ред. Л. А. Кутиковой, Я. И. Старобогатова. – Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 477 с.
36. Определитель растений Кировской области: В 2-х частях. – Киров, 1974.
37. Паутов А. А. Морфология и анатомия вегетативных органов растений. – СПб.: Изд-во С.-Петербур. ун-та, 2012.
38. Поздеев О.К. Медицинская микробиология. – М.: ГЭОТАР-Мед, 2005. – 765 с.
39. Практикум по микробиологии: учебное пособие / ред. А. И. Нетрусов. – М.: Академия, 2005. – 608 с.
40. Пухальский В.А. Введение в генетику. – М.: КолосС, 2007.
41. Рыбчин В.Н. Основы генетической инженерии. – СПб: Изд-во СПбГТУ, 2002.
42. Сапин М.Р., Билич Г.Л. Анатомия человека: В 2 кн. – М.: Высш. шк., 1996.
43. Серебрякова Т.И., Воронин Н.С., Еленевский А.Г. и др. Ботаника с основами фитоценологии: Анатомия и морфология растений. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2006. – 543 с.
44. Тимонин А. К., Нотов А. А. Большой практикум по экологической анатомии покрытосеменных растений: в 2 ч. Ч. 1. Лист. – Тверь: Твер. гос. ун-т, 1993. – 106 с.
45. Тимонин А. К., Нотов А. А. Большой практикум по экологической анатомии покрытосеменных растений: в 2 ч. Ч. 2. Осевые органы. – Тверь: Твер. гос. ун-т, 1993. – С. 107-184.
46. Федоров А.А. Жизнь растений. В 6-ти тт. – М.: Просвещение, 1974.
47. Физиология человека: в 3-х томах / под ред. Р. Шмидта, Г. Тевса. – М.: Мир, 1996.
48. Хржановский В.Г., Пономаренко С.Ф. Практикум по курсу общей ботаники: учеб. пособие. – М.: Высш. школа, 1979. – 422 с.
49. Чернова, Н.М., Былова А.М. Экология. – М.: Просвещение, 1998. – 272 с.
50. Шанцер И.А. Растения средней полосы Европейской России. Полевой атлас. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2020. – 461 с.

51. Шлегель Г. Общая микробиология. – М.: Мир, 1987. – 567 с.
52. Элиот В., Элиот Д. Биохимия и молекулярная биология. – М.: МАИК «Наука/Интерпериодика», 2002.
53. Эверт Р. Ф. Анатомия растений Эзау. Меристемы, клетки и ткани растений: строение функции и развитие. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. – 600 с.

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

Перечень необходимого оборудования и материалов для реализации программы:

### **Список оборудования для теоретических занятий:**

1. Ноутбук;
2. Проектор;
3. Экран;
4. Доска;
5. Мел/маркеры.

### **Список оборудования для проведения практических работ:**

1. Банки капельницы полипропиленовые.
2. Бинокуляры (стереоскопические микроскопы).
3. Бюретка б/крана 25 мл (с оливой) 1-3-2-25-0,1 Минимед 1000003.
4. Весы электронные лабораторные ВК-600 «Масса-К».
5. Воронка лабораторная d=25 ПП.
6. Гербарные папки.
7. Дозатор одноканальный перем. объема Biohit Proline 20-200 мкл.
8. Дозатор одноканальный перем. объема Лайт 100-1000 мкл.
9. Домашний кардиограф "ECG Lite" (в комплекте электроды-прищепки).
10. Камера для опрыскивания.
11. Камера хроматографическая 15\*15 см с крышкой.
12. Колба коническая КН-1-100-29/32 со шкалой (Минимед) 10000820 код ОКП 946456.
13. Колба коническая КН-1-250-29/32 ТС шкала ММ 10000825 код ОКП 946456.
14. Комплект датчиков (этанола, кислотности раствора, кислорода, кардиологический, уровня дыхательной способности, ЧДД).
15. Комплект моделей строения мозга позвоночных.
16. Комплекты анатомических гистологических препаратов.
17. Компьютерный фотоплетизмограф Pulse Lite (максимальная комплектация).
18. Лупы препаровальные.
19. Микроскоп цифровой Levenhuuk D320L,3,1 Мпикс, монокулярный.
20. Модель "Скелет строения конечностей лошади и овцы" на подставке.
21. Набор для окраски по Граму.
22. Нейроанатомическая модель мозга.
23. Пинцеты анатомические глазные.
24. Пипетка Пастера 3 мл.,п/эт,н/стер.,с градуировкой, 500 шт/уп.
25. Препаровальные иглы прямые.
26. Пресс-сетки.
27. Промывалка 250 мл ПЭ.
28. Пульверизатор для ТСХ.
29. Регистратор данных;
30. Руководство по эксплуатации цифровой лаборатории по биологии.
31. Салфетки марлевые;
32. Скальпели.
33. Совки ботанические.
34. Спиртовка СЛ-1 (с колпачком) 12003101.
35. Стакан В-1-100 мл ТС со шкалой ММ10003812.

36. Стакан низкий со шкалой 100 мл ПП.
37. Стекла покровные.
38. Стекла предметные;
39. Тонометр механический.
40. Устройство для сушки пластин УСП-2.
41. Фильтровальная бумага.
42. Центрифуга лабораторная настольная СМ-6М с ротором 6М.
43. Чашки Петри.
44. Штатив для дозаторов для 6-ти дозаторов.
45. Штатив лабораторный для бюреток (2710) Ulab.
46. Химическая посуда.
47. Химические реактивы для проведения практических занятий по разделу «Биохимия».

**Список объектов, предназначенных для изучения на практических работах:**

1. Живые объекты и гербарные образцы растений.
2. Коллекции насекомых, фиксированные или живые кольчатые черви, моллюски, раки;
3. Культуры простейших и водорослей.
4. Набор постоянных препаратов по ботанике, зоологии, анатомии и физиологии человека и общей биологии.
5. Скелеты голубя, костистой рыбы, лягушки.
6. Фиксированные объекты: земноводные, пресмыкающиеся, тушки млекопитающих и птиц.
7. Черепа млекопитающих.