

**Государственное бюджетное общеобразовательное учреждение Самарской области
средняя общеобразовательная школа №1 г. Нефтегорска
муниципального района Нефтегорский Самарской области**

РАССМОТРЕНА

методическим советом

ГБОУ СОШ №1

г. Нефтегорска,

протокол № 11

от 21.06.2023 г.

УТВЕРЖДЕНА

приказом

№ 256/1-од от 23.06.2023 г.

директора ГБОУ СОШ № 1 г.

Нефтегорска _____

Ананьева О.А.

Дополнительная общеобразовательная
(общеразвивающая) программа

«Генетика и селекция»

Направленность – естественно-научная

Возраст – 15-17 лет

Срок реализации - 1 год

Разработчик:

Уймина А.С.,

педагог дополнительного образования

Нефтегорск, 2023

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Генетика как наука о наследственности и изменчивости живых организмов решает следующие задачи: изучает способы хранения генетической информации у разных организмов (вирусов, бактерий, растений, животных и человека) и её материальные носители; анализирует способы передачи наследственной информации от одного поколения клеток и организмов к другому; выявляет механизмы и закономерности реализации генетической информации в процессе индивидуального развития и влияние на них условий среды обитания; изучает закономерности и механизмы изменчивости и её роль в эволюционном процессе; ищет способы исправления повреждённой генетической информации.

Вся история генетики – это величайший пример единства науки и практики. За последние годы были созданы и продолжают развиваться, совершенствоваться методы генетической инженерии и биотехнологии, позволяющие по-новому решать многие коренные задачи не только биологии и генетики, но и многих других наук и отраслей промышленности. И то, что прежде могло многим показаться фантастикой, становится теперь реальным, повседневным делом.

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Генетика и селекция» (далее – Программа) естественно-научной направленности базового уровня помогает обучающимся глубже понять основные генетические закономерности, которые в полной мере приложимы к человеку; сформировать умения работать с серьезными источниками информации, в которых знания излагаются с точки зрения научной дисциплины, в точном соответствии с современным состоянием науки.

Нормативные основания для разработки дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы

- Федеральный закон от 29.12.2012 г. №273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»
- Приказ Министерства образования и науки РФ от 29 августа 2013 г. № 1008 «Об утверждении порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам»

- Концепция развития дополнительного образования в РФ (утверждена распоряжением Правительства РФ от 04. 09.2014 № 1726-Р)
- План мероприятий на 2015 - 2020 годы по реализации Концепции развития дополнительного образования детей, утвержденной распоряжением Правительства Российской Федерации от 4 сентября 2014 г. № 1726-р)
- Стратегия развития воспитания в Российской Федерации на период до 2025 года (утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 29 мая 2015 г. № 996-р)
- Приказ Министерства образования и науки РФ от 9 января 2014 г. № 2 «Об утверждении порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ»
- Приказ Минобрнауки РФ от 06.10.2009 № 373 «Об утверждении и введении в действие федерального государственного образовательного стандарта начального общего образования»
- Приказ Минобрнауки РФ от 17.12.2010 № 1897 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта основного общего образования»
- Приказ Минобрнауки РФ от 17.05.2012 № 413 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта среднего (полного) общего образования»
- Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 4 июля 2014 года № 41 «Об утверждении СанПиН 2.4.4.3172-14 «Санитарно-эпидемиологические требования к устройству, содержанию и организации режима работы образовательных организаций дополнительного образования детей»
- Письмо Минобрнауки РФ от 11.12.2006 № 06-1844 «О Примерных требованиях к программам дополнительного образования детей» (рассматривается только как методические рекомендации)
- Устав ГБОУ СОШ № 1 г. Нефтегорска.

Актуальность Программы

В XXI веке генетика занимает центральное место в системе биологических и медицинских наук. Достижения современной генетики способствуют решению многих теоретических и практических проблем, касающихся сущности жизни. Эта наука сыграла ведущую роль в разработке современной теории эволюции, стала основой для возникновения и развития молекулярной биологии. Велико практическое значение генетики, так как она представляет собой теоретическую основу селекции полезных для человека микроорганизмов, сортов культурных растений и пород домашних животных, способствует успехам практической медицины. Помимо этого, генетические знания имеют важное мировоззренческое значение, поскольку позволяют человеку правильно понимать сущность природных процессов и явлений.

Новизна Программы заключается в том, что впервые в ее основу положено системное, поэтапное ознакомление с вопросами по молекулярной биологии, медицинской генетике, цитогенетике, генетике человека и другим аспектам.

Реализация данной программы содействует конкретизации законов генетики, способствует пропаганде генетических знаний, обучающиеся начинают с большей ответственностью относиться к себе, к окружающим людям, к окружающей среде.

Педагогическая целесообразность Программы заключается в том, что она создает оптимальные условия для формирования у обучающихся навыков практической и экспериментальной деятельности в процессе изучения основных биологических законов и закономерностей; содействует их профессиональному самоопределению.

Цель Программы – познакомить обучающихся с основными методами изучения генетики человека на примере конкретных заболеваний; рассмотреть последствия мутаций, затрагивающих генотип человека, сформировать у обучающихся культ здорового образа жизни.

Реализация поставленной цели предусматривает решение ряда задач.

Задачи Программы

Обучающие:

- заложить основы знаний о генетике как науке о наследственной изменчивости и ее основных типах, о материальных носителях

наследственности;

- сформировать навыки решения генетических задач с применением теоретических знаний;
- заложить основы знаний о жизни выдающихся ученых-генетиков, определивших судьбу генетики как область медицинской науки и врачебной деятельности;
- расширить и углубить знания о ядерной и цитоплазматической наследственности, о причинах возникновения и основных типах мутаций;
- углубить умения определять доминантность и рецессивность признака, выявлять генотипы и фенотипы особей;
- сформировать культуру работы с научной литературой.

Развивающие:

- развить интерес к изучению генетики как важной составляющей биологической науки;
- развить интеллектуальные и практические умения обучающихся самостоятельно приобретать и применять на практике полученные знания;
- развить умения обучающихся анализировать содержание биологических задач и находить различные способы их решения;
- развить мыслительные, творческие, коммуникативные способности обучающихся;
- способствовать расширению кругозора и познавательной активности обучающихся;
- содействовать профессиональному самоопределению обучающихся в медицине.

Воспитательные:

- воспитать устойчивый профессиональный интерес к изучению биологии;
- воспитать высокие моральные качества: любовь к своей будущей профессии, верность долгу, чувство гуманизма и патриотизма;
- воспитать бережное отношение к собственному здоровью и здоровью окружающих.

Отличительная особенность данной Программы состоит в том, что в отличие от существующих данная программа:

- позволяет развить ключевые компетентности средствами дополнительного образования;

- сконцентрировать педагогическое внимание на индивидуальных интересах обучающегося, своевременно идентифицировать проблемы обучения;
- осуществить реальную педагогическую поддержку обучающегося в достижении поставленных им целей;
- реализовать права каждого обучающегося на выбор содержания, способов и темпа освоения Программы;
- сконструировать оптимальный учебно-методический комплекс Программы.

В результате реализации Программы формируется своеобразная образовательная среда, благоприятствующая развитию личности, появлению у нее профессионально-ориентированных установок. В данной среде происходит самообучение и саморазвитие обучающегося, включаются механизмы внутренней активности, формируется духовная культура личности, происходит обогащение научной дисциплины социально значимыми аспектами. Это обеспечивает обучающемуся возможность выбора деятельности, родителям – возможность увидеть перспективы и потенциал своего ребенка.

Данная Программа разработана на основе программы «Удивительная генетика» (разработчик Кудрявцева Н.Ю., учитель биологии ГБОУ Школа № 1359 города Москвы, 2017 год).

При реализации содержания данной Программы широко используется аудиовизуальная и компьютерная техника, цифровые лаборатории, что в значительной мере повышает эффективность самостоятельной работы детей в процессе поисково- исследовательской работы.

Категория обучающихся

Работа ведется в группах, группы комплектуются из обучающихся 10-11 классов.

Разнообразие содержания курса предполагает использование разных форм, методов и средств обучения.

Сроки реализации

Программа рассчитана на 1 год обучения. Общее количество часов в год составляет 108 часа.

Формы и режим занятий

Программа реализуется 2 раза в неделю по 1,5 часа, 108 часов в год.

Занятия проходят в кабинетах центра «Точка роста». Программа включает в себя лекционные и практические занятия: беседы, диспуты, защиты проектов, круглые столы, конференции, лабораторные занятия, лекции, семинары, викторины, экскурсии, просмотры видеofilьмов.

Планируемые результаты освоения Программы

По итогам реализации Программы обучающиеся будут **знать:**

- основные положения генетических законов, теорий, закономерностей, правил, гипотез;
- биографии и результаты деятельности выдающихся генетиков;
- основную генетическую символику и терминологию;
- способы решения генетических задач и задач по молекулярной биологии повышенной сложности;
 - строение генов, хромосом, гамет;
 - о наследственной изменчивости и ее основных типах;
 - закономерности наследования и их цитологические основы;
 - особенности организации наследственного аппарата соматических и генеративных клеток организма;
 - основные виды мутаций; мутагенные факторы и их влияние на наследственность;
 - основные методы и методики изучения генетики человека;
 - об использовании методов генетики в селекции растений, животных и в медицинской практике;
 - о достижениях в области молекулярной генетики и генной инженерии.

По итогам реализации Программы обучающиеся будут **уметь:**

- применять теоретические знания при решении задач повышенной сложности по молекулярной биологии и генетике;
 - пользоваться генетической символикой и терминологией;
 - определять доминантность и рецессивность признака, выявлять генотипы и фенотипы особей;
 - распознавать биологические объекты по их изображению;
 - работать с микроскопом и микропрепаратами;
 - самостоятельно работать с источниками дополнительной литературы;

- составлять генетические карты для исследования родословной;
- объяснять причины наследственных и ненаследственных заболеваний, генных и хромосомных мутаций;
- выявлять источники мутагенов в окружающей среде (косвенно);
- использовать знания о передаче наследственной информации для ведения здорового образа жизни.

Формы контроля и оценочные материалы

Служат для определения результативности освоения Программы обучающимися. Аттестация проводится 2 раза в год: промежуточная – в январе по итогам 1 полугодия, итоговая – в мае.

Формы проведения аттестации:

- выполнение практических заданий (практикум, лабораторная работа);
- тестирование;
- опрос;
- зачётная работа.

УЧЕБНЫЙ (ТЕМАТИЧЕСКИЙ) ПЛАН

№	Названия раздела/темы	Количество часов			Формы аттестации и контроля
		Все го	Тео рия	Пра кти ка	
1.	Вводное занятие «Генетика и ее связь с другими науками». Цели и задачи курса. Инструктаж	2	1	1	Первичная диагностика. Тестирование
2.	Молекулярные основы генетики	6	3	3	Текущий контроль Выполнение практических заданий
2.1.	Структура и физико-химические свойства нуклеиновых кислот	6	3	3	
3.	Функционирование макромолекул в клетке	10	5	4	Текущий контроль. Выполнение практических

					заданий
3.1.	Особенности синтеза ДНК. Генетический код. Реализация наследственной информации	5	3	2	
3.2.	Геном, его структура	5	3	2	
4.	Генетика и цитология	10	5	5	Текущий контроль. Выполнение

					практических заданий
4.1.	Цитологические основы наследственности	5	3	2	
4.2.	Деление клетки	5	3	2	
5.	Дискретная природа наследственности	14	8	6	Промежуточная аттестация. Тестирование
5.1.	Подчиненность законам Грегора Менделя при моногибридном скрещивании	5	3	2	
5.2.	Дигибридное скрещивание	5	3	2	
5.3.	Наследование признаков при взаимодействии генов	4	2	2	
6.	Хромосомная теория наследственности	12	6	6	Текущий контроль. Тестирование
6.1.	Наследование сцепленных признаков	6	3	3	
6.2.	Сцепленное с полом наследование	6	3	3	
7.	Цитоплазматическая наследственность	6	3	3	Текущий контроль. Опрос
7.1.	Особенности нехромосомной (цитоплазматической) наследственности	6	3	3	
8.	Генетическая изменчивость	10	6	4	Текущий контроль. Выполнение практических заданий
8.1.	Генотип и среда	5	3	2	
8.2.	Мутации	5	3	2	
9.	Генетика популяций	12	6	6	Текущий контроль. Тестирование
9.1.	Генетическая структура популяций	8	4	4	
9.2.	Генетика и микроэволюция	4	2	2	

10.	Генетика на службе человека	8	4	4	Текущий контроль. Опрос
10.1.	Генная и клеточная инженерия	8	4	4	
11.	Генетика как научная основа селекции	8	4	4	Текущий контроль. Выполнение практических заданий
12.	Генетика и соционика	6	2	4	Текущий контроль. Тестирование
13.	Актуальные проблемы современной генетики	4	1	3	Итоговая аттестация. Зачетная работа
	ИТОГО:	108	53	53	

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО (ТЕМАТИЧЕСКОГО) ПЛАНА

Раздел 1. Вводное занятие «Генетика и ее связь с другими науками».

Цели и задачи курса. Инструктаж

Теория. Введение в программу «Удивительная генетика». Формы и методы деятельности. План работы на учебный год. Инструктаж по технике безопасности.

Практика. Первичная диагностика. Тестирование.

Раздел 2. Молекулярные основы генетики

Тема 2.1. Структура и физико-химические свойства нуклеиновых кислот

Теория. История становления и развития молекулярной биологии. Открытие нуклеиновых кислот (ДНК и РНК). Роль нуклеиновых кислот в передаче наследственной информации. Алгоритм решения задач. Нуклеиновые кислоты – биополимеры, составные компоненты. Правило Эрвина Чартгаффа для ДНК.

Практика. Решение задач по правилу Эрвина Чартгаффа. Практикум по теме «Молекулярные основы генетики».

Раздел 3. Функционирование макромолекул в клетке

Тема 3.1. Особенности синтеза ДНК. Генетический код. Реализация наследственной информации

Теория. Синтез ДНК – матричный синтез, последовательный и дисперсный синтез. Код ДНК, его триплетность, специфичность, универсальность, неперекрываемость. Регуляция активности генов. Синтез РНК. Антикодон и его функции. Синтез белка, его этапы, регуляция активности генов. Ферменты, их роль в клетке.

Практика. Решение задач на соответствие кодов ДНК аминокислотам, на определение аминокислот в белке по ДНК, на определение состава ДНК по фрагменту белковой молекулы. Лабораторная работа «Биологический катализ».

Тема 3.2. Геном, его структура

Теория. Белки-антитела, антигены, их роль в защитной реакции. Геном бактерий и вирусов. Молекулярная структура хромосом эукариот. Активные и неактивные участки генома. Видеофильм «Генетика» 1 часть.

Практика. Решение задач по теме «Молекулярные основы генетики».

Раздел 4. Генетика и цитология

Тема 4.1. Цитологические основы наследственности

Теория. Строение клетки и роль органоидов в наследственности. Строение и классификация хромосом.

Практика. Лабораторная работа «Изучение хромосом на препаратах корешков растений. Поведение хромосом в митозе».

Тема 4.2. Деление клетки

Теория. Поведение хромосом при образовании гамет в ходе мейоза.

Практика. Практикум «Моделирование процессов митоза и мейоза. Изготовление моделей хромосом».

Раздел 5. Дискретная природа наследственности

Тема 5.1. Подчиненность законам Грегора Менделя при моногибридном скрещивании

Теория. Особенности наследования признаков при моногибридном скрещивании. Статистический характер и значение анализирующего скрещивания. Полное и неполное доминирование.

Практика. Практикум «Решение задач на моногибридное скрещивание (генетика растений, генетика животных)».

Тема 5.2. Дигибридное скрещивание

Теория. Цитологические основы дигибридного скрещивания. Полигибридное скрещивание.

Практика. Решение задач на дигибридное скрещивание. Определение количества и типов гамет при полигибридном скрещивании. Тестирование по теме «Дигибридное скрещивание».

Тема 5.3. Наследование признаков при взаимодействии генов

Теория. Комплементарное и модифицирующее действие генов. Плейотропия. Эпистаз. Полимерное действие генов.

Практика. Решение комплексных задач на взаимосвязь генов. Тестирование по теме «Наследование признаков при взаимодействии генов».

Раздел 6. Хромосомная теория наследственности

Тема 6.1. Наследование сцепленных признаков

Теория. Правила обозначения генов, локализованных в одной хромосоме. Понятие о сцепленном наследовании. Генетические карты хромосом. Закон линейного расположения генов в хромосоме.

Практика. Решение задач по закону линейного расположения генов в хромосоме. Практикум «Генетические карты хромосом. Моделирование».

Тема 6.2. Наследование пола, наследование сцепленных с полом признаков

Теория. Хромосомный механизм определения пола.

Практика. Решение задач на сцепленное с полом наследование. Тестирование по разделу «Хромосомная теория наследственности».

Раздел 7. Цитоплазматическая наследственность

Тема 7.1. Особенности нехромосомной (цитоплазматической) наследственности

Теория. Нехромосомная наследственность. Особенности митохондрий.

Практика. Изучение атласа по цитологии. Опрос по разделу «Цитоплазматическая наследственность».

Раздел 8. Генетическая изменчивость

Тема 8.1. Генотип и среда

Теория. Адаптивная модификация. Норма реакции.

Практика. Практикум «Составление вариационных рядов и построение кривых. Изучение скорости сворачивания молока. Определение жирности молока».

Тема 8.2. Мутации

Теория. Классификация мутаций по их фенотипическому проявлению. Классификация мутаций по генотипу. Естественный мутагенез, его причины. Искусственный мутагенез. Генетический груз популяций.

Практика. Практикум «Решение задач по теме «Генные мутации».

Раздел 9. Генетика популяций

Тема 9.1. Генетическая структура популяций

Теория. Генетическая структура популяций. Закон Харди-Вайнберга. Мутационный процесс. Дрейф генов. Генетический полиморфизм.

Практика. Решение задач на закон Харди-Вайнберга. Моделирование дрейфа генов.

Тема 9.2. Генетика и микроэволюция

Теория. Эколого-генетическая структура популяций. Природа генетических различий между популяциями.

Практика. Тестирование по теме «Генетика популяций».

Раздел 10. Генетика на службе человека

Тема 10.1. Генная и клеточная инженерия

Теория. Химический и ферментативный состав генов. Вектор – перенос генов и хромосом. Искусственная пересадка клеточных ядер в яйцевые и соматические клетки. Применение генной инженерии в микробиологии.

Практика. Опрос по теме «Генная и клеточная инженерия».

Раздел 11. Генетика как научная основа селекции

Теория. Интенсивность и эффективность отбора. Использование полиплоидов, анеуплоидов, индуцированных мутантов. Изучение методов скрещивания, выбора исходного материала.

Практика. Практикум «Решение задач на определение коэффициента наследуемости и повторяемости, на определение селекционного дифференциала и эффекта селекции, на вычисление среднего значения признака и его изменчивости».

Раздел 12. Генетика и соционика

Теория. Понятие о социуме. Генетическое единство рас. Генетическая обусловленность правшей, левшей, особенности асимметрии полушарий головного мозга. Век акселератов. Генетика на службе геронтологии. Близнецы – исключение из правил. Диагноз – гениальность.

Практика. Тестирование по теме «Генетика и соционика». Определение личностных качеств правшей, левшей. Изучение кожных рисунков – наследственная природа дерматоглифов. Определение типов темперамента. Наследственные задатки и выбор профессии.

Раздел 13. Актуальные проблемы современной генетики

Теория. Актуальные направления генетических исследований и прикладных аспектов генетики.

Практика. Итоговая аттестация. Зачетная работа.

ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ

При реализации Программы в учебном процессе используются методические пособия, дидактические материалы, фото- и видеоматериалы,

журналы и книги, материалы на электронных носителях.

При проведении занятий используются:

- словесные методы обучения: лекции, объяснения, беседы, консультации;
- наглядные методы обучения: наглядные пособия, плакаты, видео и CD;
- исследовательские методы обучения – выполнение обучающимися определенных исследовательских заданий.

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 образовательной организации с применением технических средств обучения и лабораторного оборудования:

- компьютеры;
- проектор;
- экран;
- телевизор;
- интерактивная доска SMART;
- цифровая лаборатория «экология», «физиология»;
- микроскопы;
- устройства для изучения химической природы наследственности;
- оборудование для изучения физико-химических аспектов хранения информации в клетках;
- приспособления для изучения особенностей процесса передачи генов в поколениях;
- устройства для изучения способа установления родственности организмов;
- пробирки с питательной средой;
- матовые стекла;
- кисточки;
- лаборатория по диагностике дефектных генов;
- модель ДНК – РНК;
- коллекция линий дрозофилы с разной окраской глаз, тела, формы крыльев;
- набор постоянных препаратов мутаций дрозофилы;

- наборы колосьев разных видов пшеницы;
- наборы семян фасоли разной окраски и размера.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Список литературы, используемой при написании программы

1. Федеральный закон № 323-ФЗ от 21.11.2011 «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации» определяет первую помощь как особый вид помощи (отличный от медицинской), оказываемой лицами, не имеющими медицинского образования, при травмах и неотложных состояниях до прибытия медицинского персонала.
2. Банин В.В. Цитология. Функциональная ультраструктура клетки. Атлас. Учебное пособие. – Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2016.
3. Богданова Т.Л., Солодова Е.А. Биология. Справочник для школьников и поступающих в вузы. Курс подготовки к ГИА, ЕГЭ и дополнительным испытаниям в вузы. – Москва: АСТ-Пресс Книга, 2017.
4. Боринская С.А., Янковский Н.К. Люди и их гены: нити судьбы. – Фрязино: Век 2, 2015.
5. Васильева Е.Е. Генетика человека с основами медицинской генетики. Пособие по решению задач. – Москва: Лань, 2016.
6. Генетика за 30 секунд. 50 фундаментальных открытий генетики, описанные за 30 секунд. /Ред.: Дж. Вайцман, М. Вайцман. – Москва: Рипол Классик, 2018.
7. Гигани О.Б., Азова М.М., Щипков В.П. Генетика человека с основами медицинской генетики. Учебник. – Москва: Кнорус, 2020.
8. Добжанский Ф.Г. Генетика и происхождение видов. /Ред. И. Захаров-Гезехус. – Москва: Регулярная и хаотическая динамика, Институт компьютерных исследований, 2010.
9. Заяц Р.Г. и др. Общая и медицинская генетика. /Р.Г. Заяц, В.Э. Бутвиловский, И.В. Рачковская, В.В. Давыдов. – Ростов-н/Дону: Феникс, 2002.
10. Инге-Вечтомов С.Г. Генетика с основами селекции. Учебник для студентов высших учебных заведений. /Под ред. Л.А. Титовой. – Москва: Н-Л, 2015.

11. Корженевская М.А. Генетика в клинической практике. /М.А. Корженевская, Л. Е. Анисимова, Е.В. Карпова, С.В. Розенфельд, Н.Н. Степанов, Е.Ф. Того. – Москва: СпецЛит, 2015.
12. Мушкамбаров Н.Н., Кузнецов С.Л. Молекулярная биология. Учебное пособие. – Москва: Медицинское информационное агентство, 2016.
13. Петросова Р.А. Основы генетики. – Москва: Дрофа, 2005.
14. Причард Дориан Дж., Корф Брюс Р. Наглядная медицинская генетика. /Под ред. Е.С. Ворониной. – Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2018.
15. Райан Ф. Таинственный геном человека. /Ред. О. Сивченко. – Санкт-Петербург: Питер, 2017.
16. Рубан Э.Д. Генетика человека с основами медицинской генетики. – Москва: Феникс, 2020.
17. Рыбчин В.Н. Основы генетической инженерии. – Санкт-Петербург: СПб ГТУ, 2002.
18. Свердлов Е.Д. Взгляд на жизнь через окно генома. В 3-х т. /Под ред. М.В. Грачевой, Л.В. Филипповой. – Москва: Наука, 2019.
19. Синюшин А.А. Решение задач по генетике. ЕГЭ. Олимпиады. Экзамены в вуз. – Москва: Лаборатория знаний, 2020.