

ДЕПАРТАМЕНТ ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ ГОРОДА МОСКВЫ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ГОРОДА МОСКВЫ ШКОЛА № _____

Принята на заседании
методического совета
от «__» _____ 20__ г.
Протокол № _____

УТВЕРЖДАЮ
Директор ГБОУ Школа № _____
_____ ФИО
«__» _____ 20__ г.

**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ
ОБЩЕРАЗВИВАЮЩАЯ ПРОГРАММА
«Прикладная генетика»**

НАПРАВЛЕННОСТЬ: ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНАЯ

Уровень программы: базовый
Возраст обучающихся: 16-18 лет
Срок реализации: 1 год

Составитель (разработчик):

ФИО,
педагог дополнительного образования

г. Москва
20__ год

СОДЕРЖАНИЕ

1.	Пояснительная записка	3
2.	Учебный (тематический) план	7
3.	Содержание учебного (тематического) плана	8
4.	Организационно-педагогические условия реализации Программы	13
5.	Список литературы, используемой при написании Программы	15

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

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 «Прикладная генетика» (далее – Программа) естественно-научной направленности базового уровня помогает обучающимся глубже понять основные генетические закономерности и их практическое применение в решении прикладных генетических задач.

Актуальность Программы

В XXI веке генетика занимает центральное место в системе биологических и медицинских наук. Достижения современной генетики и цитологии способствуют решению многих теоретических и практических проблем, касающихся сущности жизни. Эти науки сыграли ведущую роль в разработке современной теории эволюции, стали 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 и цитологические знания имеют важное мировоззренческое значение, поскольку позволяют человеку правильно понимать сущность природных процессов и явлений.

Программа рекомендована для реализации проектов предпрофессионального образования «Медицинский класс в московской школе» и «Академический класс в московской школе», «Школа старшеклассников».

Новизна Программы заключается в том, что впервые в ее основу положено системное объединение в одну образовательную программу различных методик решения задач по классической генетике и цитологии, молекулярной биологии, медицинской генетике, цитогенетике, генетике человека.

Реализация данной программы содействует конкретизации законов генетики, способствует популяризации генетических знаний, обучающиеся начинают с большей ответственностью относиться к себе, окружающим людям и 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 – формирование и развитие прикладных умений и навыков обучающихся посредством обучения основным приемам решения задач по генетике и цитологии.

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 области 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:

- развитие интереса к изучению генетики как важной составляющей биологической науки;
- развитие практических умений обучающихся самостоятельно приобретать и применять на практике полученные знания;
- развитие умений анализировать содержание биологических задач и

находить различные способы их решения;

- развитие мыслительных, творческих, коммуникативных способностей обучающихся;
- расширение кругозора и познавательной активности обучающихся;
- содействие профессиональному самоопределению обучающихся.

Воспитательные:

- воспитание устойчивого профессионального интереса к изучению биологии;
- воспитание бережного отношения к собственному здоровью и здоровью окружающих.

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

- развить ключевые компетенции обучающихся 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.

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

Категория обучающихся

Работа ведется в разновозрастных группах, группы комплектуются из обучающихся 16–18 лет.

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

Сроки реализации

Программа рассчитана на 1 год обучения. Общее количество часов в год составляет 144 часа.

Формы и режим занятий

Программа реализуется 2 раза в неделю по 2 часа, 144 часа в год. Программа включает в себя теоретические и практические занятия.

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 классической генетике, цитологии и 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 два раза в год: промежуточная – в январе по итогам 1 полугодия, итоговая – в мае.

Формы проведения аттестации:

- выполнение практических заданий (решение задач, практикум, лабораторная работа, кейсовые задания);
- 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 «Прикладная генетика». Цели и задачи курса. Инструктаж	2	1	1	Первичная диагностика. Тестирование
2.	Молекулярные основы наследственности. Генетический код	20	2	18	Текущий контроль Выполнение практических заданий
3.	Обмен веществ и энергии	20	2	18	Текущий контроль. Выполнение

					практических заданий
4.	Деление клеток	16	2	14	Текущий контроль. Выполнение практических заданий
5.	Менделевская генетика. Задачи и методы. Генетическая символика	4	2	2	Промежуточная аттестация. Тестирование
6.	Моногибридное скрещивание	12	2	10	Текущий контроль. Тестирование
7.	Дигибридное скрещивание	12	2	10	Текущий контроль. Опрос
8.	Сцепленное наследование генов	8	2	6	Текущий контроль. Выполнение практических заданий
9.	Генетика пола. Сцепленное с полом наследование	8	2	6	Текущий контроль. Тестирование
10.	Методы изучения генетики человека. Составление родословных	12	2	10	Текущий контроль. Опрос
11.	Взаимодействие неаллельных генов	16	2	14	Текущий контроль. Выполнение практических заданий
12.	Наследственная и ненаследственная изменчивость	12	2	10	Текущий контроль. Тестирование
13.	Актуальные вопросы современной генетики	2		2	Итоговая аттестация. Зачетная работа
	ИТОГО	144	23	121	

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО (ТЕМАТИЧЕСКОГО) ПЛАНА

Раздел 1. Вводное занятие «Прикладная генетика». Цели и задачи курса. Инструктаж

Теория. Введение в программу «Прикладная генетика». Понятия: цитология, молекулярная биология, генетика. Формы и методы деятельности. План работы на учебный год. Инструктаж по технике безопасности.

Практика. Типовые задачи. Алгоритмы решения задач, общие правила оформления. Первичная диагностика. Тестирование.

Раздел 2. Молекулярные основы наследственности. Генетический код.

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. 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. Белки-антитела, антигены, их роль в защитной реакции. Геном бактерий и вирусов. Молекулярная структура хромосом эукариот. Активные и неактивные участки генома.

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

Раздел 3. Обмен веществ и энергии

Теория. Метаболизм: ассимиляция, диссимиляция. Этапы энергетического обмена: подготовительный, гликолиз, аэробный; биосинтез белка, фотосинтез.

Практика. Расчет энергетической эффективности двух типов брожения глюкозы: спиртовое и молочнокислое. Расчет энергетической эффективности полного окисления глюкозы на двух этапах; определение в процессе гликолиза расхода молекул глюкозы на образование молекул ПВК (Пировиноградной кислоты); определение при полном окислении расхода молекул глюкозы на образование АТФ (Аденозинтрифосфорной кислоты); построение и-РНК по молекуле матричной ДНК; определение аминокислотной последовательности белковых молекул; перевод нуклеотидной последовательности в аминокислотную; определение «световой» и «темновой» фаз фотосинтеза. Хемосинтез.

Раздел 4. Деление клеток

Теория. Цитологические основы наследственности. Строение клетки и роль органоидов в наследственности. Строение и классификация хромосом. Клеточный цикл. Интерфаза, митотический цикл. Митоз, профаза, метафаза, анафаза, телофаза. Мейоз, профаза 1,2; метафаза 1,2; анафаза 1,2; телофаза 1,2. Поведение хромосом при образовании гамет в ходе мейоза. Конъюгация.

Кроссинговер.

Практика. Решение задач на расчет количества хромосом и молекул ДНК в профазе, метафазе, анафазе и телофазе митоза. Определение аномального мейоза и обоснование причин аномалий. Решение задач по определению бивалентов и хроматид в профазе 1,2 мейоза; определение количества хромосом, хроматид и молекул ДНК в периодах G1, G2, S интерфазы. Практическая работа «Изучение хромосом на препаратах корешков растений. Поведение хромосом в митозе». Практикум «Моделирование процессов митоза и мейоза. Изготовление моделей хромосом».

Раздел 5. Менделевская генетика. Задачи и методы. Генетическая символика

Теория. Генетика. Наследственность. Изменчивость. Современное состояние теории гена. Гибридологический метод.

Практика. Решение задач и упражнений с использованием генетической символики: родители, скрещивание, потомство, гаметы, ответ. Составление простейших схем скрещивания.

Раздел 6. Моногибридное скрещивание

Теория. Подчиненность законам Грегора Менделя при моногибридном скрещивании. Особенности наследования признаков при моногибридном скрещивании. Доминантный и рецессивный признаки. Гомозигота. Гетерозигота. Генотип. Фенотип. Полное и неполное доминирование. Моногибридное и анализирующие скрещивания. Аллельные гены. Альтернативные признаки. Первый и второй законы Г. Менделя. Статистический характер и значение анализирующего скрещивания. Полное и неполное доминирование.

Практика. Практикум «Решение задач на моногибридное скрещивание и анализирующие скрещивания. Анализ характера наследования признака с помощью системы скрещивания. Определение генотипов родительских форм и гибридов первого и второго поколений. Решение кейсовых задач по генетике растений, генетике животных.

Раздел 7. Дигибридное скрещивание

Теория. Дигибридное скрещивание. Цитологические основы образования гамет при дигибридном скрещивании – процесс мейоза. Третий закон Г. Менделя – закон независимого наследования признаков. Решетка Пеннета.

Наследование признаков при взаимодействии генов. Комплементарное и модифицирующее действие генов. Плейотропия. Эпистаз. Полимерное действие генов.

Практика. Решение задач на условия для выполнения законов Менделя: гены должны находиться в негомологичных хромосомах; равновероятное образование гамет всех сортов на основе их случайного расхождения в мейозе; равновероятное созревание гамет всех типов; равновероятная встреча гамет при оплодотворении; равновероятная выживаемость зигот и взрослых организмов; относительная стабильность развития изучаемых признаков; определение фенотипических и генотипических классов во втором поколении при дигибридном скрещивании при условии полного доминирования. Определение количества и типов гамет при полигибридном скрещивании.

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

Раздел 8. Сцепленное наследование генов

Теория. Наследование сцепленных признаков. Опыты Т. Моргана. Группы сцепления. Кроссинговер. Генетические карты. Основные положения хромосомной теории наследственности. Неполное сцепление. Наследование сцепленных признаков. Правила обозначения генов, локализованных в одной хромосоме. Понятие о сцепленном наследовании. Генетические карты хромосом. Закон линейного расположения генов в хромосоме.

Практика. Решение задач на определение групп сцепления, определение расстояния между генами; решение задач на сцепленное наследование генов, анализирующее скрещивание, определение генотипа и фенотипа потомства. Решение задач по закону линейного расположения генов в хромосоме. Практикум «Генетические карты хромосом. Моделирование».

Раздел 9. Генетика пола. Сцепленное с полом наследование

Теория. Наследование пола. Наследование сцепленных с полом признаков. Хромосомный механизм определения пола. Пол: гомогаметный, гетерогаметный. Аутосомы. Дальтонизм. Гемофилия. Общая цветовая слепота. Пигментная ксеродерма. Голландрические признаки (Y – хромосома).

Практика. Решение задач на сцепленное с полом наследование, нахождение различий между аутосомами и половыми хромосомами; определение фенотипов и генотипов потомства при наследовании сцепленных с полом – гемофилии, дальтонизма.

Раздел 10. Методы изучения генетики человека. Составление родословных

Теория. Методы изучения генетики человека: генеалогический, близнецовый, популяционно-статистический, цитогенетический. Родословная. Пробанд. Сибсы.

Практика. Решение задач и практических упражнений на составление родословных. Генетический анализ родословной. Использование генеалогических символов для составления родословной схемы. Определение характера наследования аутосомного признака. Определение локализации гена в половых хромосомах.

Раздел 11. Взаимодействие неаллельных генов

Теория. Комплементарность. Эпистаз. Полимерия.

Практика. Решение задач на определение типа взаимодействия генов; комплементарности, эпистаза, полимерию, используя решетку Пеннета.

Раздел 12. Наследственная и ненаследственная изменчивость

Теория. Генетическая изменчивость. Генотип и среда. Адаптивная модификация. Норма реакции. Классификация мутаций по их фенотипическому проявлению. Классификация мутаций по генотипу. Естественный мутагенез, его причины. Искусственный мутагенез. Генетический груз популяций. Нехромосомная наследственность. Особенности митохондрий. Генетическая структура популяций. Закон Харди-Вайнберга. Мутационный процесс. Дрейф генов. Генетический полиморфизм. Эколого-генетическая структура популяций. Природа генетических различий между популяциями. Химический и ферментативный состав генов. Вектор – перенос генов и хромосом. Искусственная пересадка клеточных ядер в яйцевые и соматические клетки. Применение генной инженерии в микробиологии. Интенсивность и эффективность отбора. Использование полиплоидов, анеуплоидов, индуцированных мутантов. Изучение методов скрещивания, выбора исходного материала.

Практика. Изучение атласа по цитологии. Опрос по разделу «Цитоплазматическая наследственность». Практикум «Составление вариационных рядов и построение кривых. Изучение скорости сворачивания молока. Определение жирности молока». Решение задач по теме «Генные

мутации». Решение задач на закон Харди-Вайнберга. Моделирование дрейфа генов. 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 13. Актуальные вопросы современной генетики

Практика. Актуальные направления генетических исследований и прикладных аспектов генетики. 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. Итоговая аттестация. Зачетная работа.

ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ

Методическое обеспечение реализации Программы

Образовательный процесс организуется на основе следующих методов обучения:

- Наглядно-практический
- Частично-поисковый
- Исследовательский
- Дискуссионный
- Проблемный
- Проектный

Реализуемые педагогические технологии: группового обучения и коллективного самообучения, проблемного обучения, исследовательской и проектной деятельности.

Каждое занятие заканчивается подведением итогов работы. После совместного разбора теоретической части темы обучающиеся самостоятельно выполняют задания в виде проектов, затем после коллективного их обсуждения лучшие отбираются и представляются на конференции. Вопросы, на которые обучающиеся хотели бы получить дополнительный ответ, записываются в заключении проекта.

Практическая часть Программы предусматривает выполнение практических работ. Результаты, полученные в ходе выполнения практических заданий, используются обучающимися для выполнения исследовательских и проектных работ с последующим выступлением на научно-практических конференциях.

Предусматривается в Программе и игровая форма работы. Вопросы для тематических викторин, составленных обучающимися на основе своих наблюдений, помогают закреплению материала. Отведенные часы для работы по изучению отдельных вопросов с использованием видеофильмов, аудиоматериалов, интернет и иных образовательных ресурсов позволяют обучающимся самостоятельно приобщиться к использованию информации из электронной образовательной среды.

Общие принципы отбора материала Программы:

- актуальность, научность, наглядность;
- доступность для обучающихся 15-17 лет;
- целостность, объективность, вариативность;
- систематичность содержания;
- практическая направленность;
- реалистичность и реализуемость.

Материально-технические условия реализации Программы

- Наличие учебного кабинета.
- Наличие столов, стульев соответствующей высоты, доска.
- Альбомы, определители, муляжи, микроскопы.
- Настольные игры.
- Компьютер, принтер.
- Videотека.
- Демонстрационные материалы.
- Образовательные диски, созданные педагогом и детьми.
- Справочная литература для занятий.
- Диагностические материалы, разработанные педагогом.

В дистанционном формате Программа может быть реализована с применением информационно-телекоммуникационных сетей при опосредованном (на расстоянии) взаимодействии обучающихся и педагогических работников. Для этого необходимы следующие условия:

- каналы связи (для более комфортной связи рекомендуется 1 Мбит/с. На одного пользователя);
- компьютерное оборудование – могут использоваться практически любые достаточно современные компьютеры с установленной операционной системой, необходимым минимальным условием является наличие интернет-браузера и подключения к сети Интернет;

- периферийное оборудование (веб-камера, принтер, сканер, цифровой фотоаппарат);
- программное обеспечение: информационные инструменты в соответствии с возрастом обучающегося, программы общего назначения (текстовый редактор, редактор презентаций, графические редакторы и т.д.), специализированные программы.

Список литературы, используемой при написании программы

1. Авдеев Ю.Г. Генетический анализ количественных признаков растений. А. Астрахань: Новая линия, 2003. – 202 с.
2. Альдеров А. А. Генетика короткостебельных тетраплоидных пшениц. СПб. ВИР. 2001. 166 с.
3. Буренин В. И. Генетические ресурсы рода Beta L. (Свекла). СП-б. ВИР. 2007. 274 с.
4. Гончаров Н.П., Гончаров П.Л. Методические основы селекции растений. Новосибирск: Акад. Изд. «ГЕО», 2009, - 427 с.
5. Жученко А.А. Экологическая генетика культурных растений как самостоятельная научная дисциплина. Теория и практика. Краснодар: Просвещение – Юг, 2010, - 123 с.
6. Инге-Вечтомов С. Г. Генетика с основами селекции: Учеб. для биол. спец. ун-тов. - Издательство «Н-Л», 2015. 718 с:
7. Лобашев М.Е., Ватти К.В., Тихомирова М.М. – М.: Книга по Требованию, 2012. – 440 с.
8. Лоскутов И.Г. История мировой коллекции генетических ресурсов растений в России. СПб. ГНЦ РФ ВИР. 2009.
9. Практикум по селекции и семеноводству полевых культур / под ред. В. В. Пыльнева. – М.: Колос С, 2008.
10. Общая селекция растений: Учебник для ВУЗов. – М.: Изд-во РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2011. - 395 с.
11. Частная селекция полевых культур. Под. ред. Пыльнева В.В.- СПб: Лань, 2016-544 с.
12. Этапы селекционного процесса. Государственное сортоиспытание. Методическое пособие. /Сост. М.К. Литвинова, А.В. Мешков, С.В. Пустовалова. - Мичуринск: Мичуринский государственный аграрный университет, 2005. - 26 с.

Интернет-ресурсы

1. Генетика и медицина: [Электронный ресурс] // Национальный центр биотехнологической информации. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/guide/genetics-medicine/> (Дата обращения: 14.01.2022).
2. Молекулярная генетика: [Электронный ресурс] // Большая Российская энциклопедия URL: <https://bigenc.ru/biology/text/2223984> (Дата обращения: 14.01.2022).
3. Молекулярная генетика: [Электронный ресурс] // Наука. URL: <https://www.sciencenow.ru/nauka-i-zdorove/molekulyarnaya-genetika/> (Дата обращения: 14.01.2022)