

Государственное бюджетное общеобразовательное учреждение гимназия № 406
Пушкинского района Санкт-Петербурга

ПРИНЯТА

Решением Педагогического совета
ГБОУ гимназии № 406
Пушкинского района Санкт-Петербурга
Протокол от 28.08.2025 №1

УТВЕРЖДЕНА

Приказом директора №179 от 28.08.2025
ГБОУ гимназии № 406
Пушкинского района Санкт-Петербурга
_____ В.В. Штерн

Дополнительная общеразвивающая программа

«Введение в Генетику: от Менделея до CRISPR»

Срок освоения: 1 год
Возраст обучающихся: 15 - 17 лет

Разработчик: Зарицкая Наталья Александровна,
педагог дополнительного образования

Пояснительная записка

Программа соответствует государственной политике в области дополнительного образования и социальному заказу общества ориентирована на удовлетворение потребностей детей, родителей. Разработана согласно Локальным актам гимназии. Программа «Введение в Генетику: от Менделя до CRISPR» представляет собой структурированный образовательный курс, предназначенный для систематизации и популяризации знаний в области генетики и смежных дисциплин.

Направленность программы: естественнонаучная.

Актуальность: генетика является одной из наиболее динамично развивающихся наук XXI века. Ее достижения уже сегодня трансформируют медицину, сельское хозяйство, криминалистику и многие другие сферы. Программа актуальна, так как профориентирована и позволяет не только получить системные знания о ключевых открытиях, но и сформировать критический взгляд на этические и социальные последствия технологий будущего, таких как CRISPR.

Адресат программы: программа предназначена для обучающихся 15-17 лет. Медицинский допуск не требуется.

Уровень освоения: общекультурный.

Объем и срок освоения: 144 часа, 1 год.

Цель программы: формировать у аудитории целостного представления о генетике как о фундаментальной науке, ее истории, современных достижениях, практическом применении и этических вызовах.

Задачи

Обучающие:

- формировать ключевые понятия и терминологию генетики (ген, аллель, хромосома, ДНК, РНК, генотип, фенотип).
- изучить центральные молекулярные процессы: репликацию, транскрипцию, трансляцию и их значение.
- формировать представление о генетике как о фундаментальной науке, лежащей в основе биологии и медицины.

Развивающие:

- познакомить с развитием современных направлений исследований и нерешённые вопросы науки.
- дать информацию о ведущих вузах и особенностях профессионального пути в области генетики.
- формирование интереса: на факты и наглядные примеры вызвать желание углублять знания самостоятельно.

Воспитательные:

- формировать значимость генетики растений, животных и человека.
- формировать принципы работы и применения современных генетических технологий: ПЦР, секвенирование, ДНК-тесты, ГМО.
- формировать основы и перспективы таких направлений, как генная терапия, CRISPR/Cas9 и синтетическая биология.

Планируемые результаты освоения программы учащимися.

Личностные результаты:

- приобретен опыт критически оценивать информацию о генетике, представленную в СМИ, кино и литературе.
- сформировано представление об этических, философских и социальных дилеммах, связанных с развитием генетических технологий (редактирование генома, клонирование, конфиденциальность генетических данных).

- созданы условия для формирования собственной взвешенной позиции по спорным вопросам (например, использование ГМО).
- сформировано представление об истории развития генетических концепций от Менделя до современных открытий.
- изучены биографии и вклады ключевых учёных (Мендель, Морган, Вавилов, Мак-Клинток, Уотсон, Крик, Даудна, Шарпантье).
- проанализированы примеры взаимодействия науки и общества (например, запрет генетики в СССР).

Метапредметными результаты:

- освоены современные направления исследований и нерешённые вопросы науки.
- освоена информация о ведущих вузах и особенностях профессионального пути в области генетики.
- изучены интересные факты и наглядные примеры, сформировано желание углублять знания самостоятельно.

Предметные результаты:

- приобретен навык оперировать основными терминами и понятиями генетики.
- освоена практика понимать связь между фундаментальными открытиями и современными технологиями.
- приобретен навык критически оценивать информацию о ГМО, ДНК-тестах и редактировании генов в СМИ.
- осознание этические проблемы, связанные с развитием генетики.

Организационно-педагогические условия реализации

Язык реализации: английский.

Формы обучения: очная.

Условия приема на обучение: принимаются все желающие от 15 до 17 лет.

Формы организации: фронтальная, коллективная.

Форма проведения занятий: учебные занятия с элементами тренинга, теоретические и практические занятие, беседа. Данная программа может быть реализована в формате онлайн-курса, цикла лекций, учебного пособия или научно-популярной книги.

Особенности организации образовательного процесса: организация образовательного процесса определяется для различных категорий обучающихся с особенностями их возрастных особенностей и образовательных потребностей. Предусмотрены вариативные задания, соответствующие возрасту.

Материально-техническое оснащение: интерактивная доска, проектор, компьютер, тексты документов, печатная продукция (пособия, справочники, словари,), электронные образовательные ресурсы.

Учебный план

Программа разделена на 4 логических модуля, последовательно раскрывающих тему от основ к сложным современным концепциям.

| № п/п | Разделы и темы | Количество часов | | | Форма контроля |
|-------|---------------------------------------------------|------------------|--------|----------|-----------------------|
| | | Всего | Теория | Практика | |
| 1 | Модуль 1: Генетика. введение в науку | 36 | 6 | 30 | Устный опрос, эссе |
| 2 | Модуль 2: Выдающиеся ученые и история открытий | 36 | 4 | 32 | Письменный опрос |

| | | | | | |
|---|-----------------------------------------------------------|-----|----|-----|------------------------|
| 3 | Модуль 3: Генетика и живые организмы | 34 | 4 | 30 | Устный опрос |
| 4 | Модуль 4: Современные технологии и этический аспект науки | 36 | 6 | 30 | Письменный опрос, эссе |
| | Итоговое занятие | 2 | | 2 | |
| | ИТОГО | 144 | 20 | 124 | |

Содержание программы

МОДУЛЬ 1: ГЕНЕТИКА. ВВЕДЕНИЕ В НАУКУ

Теория. Заложить фундамент, дать базовые определения и объяснить центральную догму молекулярной биологии.

Практика:

Генетические факторы (гены, аллели, генотип, фенотип, наследственность).

ДНК — инструкция жизни: структура, репликация, транскрипция, трансляция.

История запрета генетики в СССР (лысенковщина) как пример взаимодействия науки и идеологии.

Интересные и парадоксальные факты, демонстрирующие универсальность и удивительность генетических механизмов.

Контроль. Устный опрос

МОДУЛЬ 2: ВЫДАЮЩИЕСЯ УЧЕНЫЕ И ИСТОРИЯ ОТКРЫТИЙ

Теория: Показать развитие генетики через личности ученых и их ключевые открытия.

Практика:

Отцы-основатели: Грегор Мендель (законы наследственности) и Томас Хант Морган (хромосомная теория наследственности).

Российская школа: Николай Вавилов (закон гомологических рядов) и Сергей Четвериков (синтез генетики и эволюции).

Открытие структуры ДНК: Джеймс Уотсон и Фрэнсис Крик.

Великие исследовательницы: Барбара Мак-Клинток (мобильные генетические элементы) и современные героини — Дженифер Даудна и Эмманюэль Шарпантье (технология CRISPR/Cas9).

Контроль: Письменный опрос

МОДУЛЬ 3: ГЕНЕТИКА И ЖИВЫЕ ОРГАНИЗМЫ

Практика: Продемонстрировать применение генетических знаний в различных областях жизни.

Теория:

Генетика растений (развитие, селекция) и генетика животных.

Генетика человека и генетика разных народов (популяционная генетика).

Генетика домашних животных (формирование пород).

ГМО — будущее еды? (аргументы за и против, научный консенсус).

Эпигенетика: как питание, стресс и образ жизни влияют на экспрессию генов.

Контроль: Письменный опрос.

МОДУЛЬ 4: СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ЭТИЧЕСКИЙ АСПЕКТ НАУКИ

Теория: Ознакомить с передним краем науки и вызвать критическое осмысление последствий генетических исследований.

Практика:

Оснащение и работа генетической лаборатории (ПЦР, секвенаторы, электрофорез).

Современные технологии: Генная инженерия, биоинженерия, синтетическая биология.

Клонирование: методы, достижения и ограничения.

Генная терапия и CRISPR/Cas9 как инструмент для лечения заболеваний.

ДНК-тесты: как работают и что могут (и не могут) рассказать.

Философские и этические дилеммы: редактирование эмбрионов, приватность генетических данных, евгеника.

Отражение генетики в культуре: кино, литература и СМИ.

Методические и оценочные материалы

Формы работы: парная, индивидуальная, групповая.

В ходе обучения применяются следующие педагогические технологии: технология развития критического мышления, технология развивающего обучения, кейс-технология, элементы проблемной технологии, педагогика сотрудничества, здоровьесберегающие технологии. В процессе обучения данные технологии используются для достижения поставленных в рабочей программе задач курса и достижения результатов.

Методы, способы и приемы

Эмоциональные методы:

- Создание ситуации успеха;

Волевые методы:

- Информация об обязательных результатах обучения;
- Познавательные затруднения;
- Прогнозирование деятельности.

Социальные методы:

- Создание ситуации взаимопомощи;
- Поиск контактов и сотрудничества;
- Заинтересованность в результатах.

Дидактические средства, используемые в процессе работы: интерактивная доска, проектор, компьютер, тексты документов, печатная продукция (книги, пособия), электронные образовательные ресурсы (см. список источников и литературы).

Список литературы и интернет-источников по курсу «Введение в Генетику: от Менделя до CRISPR»

I. Учебники и классическая литература (Фундамент)

1. Задания по общей генетике. Кириленко А.А. - Москва: Издательство "Лаборатория знаний", 2023. - 303 с. - (Сер. 55 Steps). - ISBN 978-5-00125-483-9. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/255927> (дата обращения: 28.08.2023). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Инге-Вечтомов С.Г. "Генетика с основами селекции". – Классический университетский учебник, выдержавший множество изданий. Основы изложены очень подробно и строго.
3. Мушкамбаров Н.Н., Кузнецов С.Л. "Молекулярная биология". – Отличный учебник для глубокого погружения в молекулярные механизмы (структура ДНК, репликация, экспрессия генов).
4. Ф. Айала, Дж. Кайгер "Современная генетика". – Фундаментальный зарубежный учебник в 3-х томах, переведенный на русский язык. Содержит огромное количество информации и иллюстраций.
5. Джеймс Уотсон "Двойная спираль". – Автобиографичная и крайне увлекательная книга одного из первооткрывателей структуры ДНК. Показывает науку "изнутри", со всеми интригами и страстью.

II. Научно-популярные книги (Для понимания контекста и идей)

1. Сэм Кин "Исчезающая ложка, или Удивительные истории из жизни периодической таблицы Менделеева". – Главы, связанные с ДНК и генетикой, написаны блестяще и очень доступно.
2. Дэвид Серван-Шрейбер "Антирак". – Содержит отличное объяснение эпигенетики и того, как образ жизни влияет на экспрессию генов.
3. Дженифер Даудна, Сэмюэл Стернберг "Трешина в творении". – Книга от одного из создателей технологии CRISPR/Cas9 о том, как было сделано это открытие и какие этические dilemmas оно перед нами ставит.
4. Карл Циммер "Она смеется, как мать. Могущество и причуды наследственности". – Современный и всеобъемлющий взгляд на историю и современность науки о наследственности.
5. Юрий Чирков "Вероятность и жизнь". – Нестареющая классика научпопа, которая наглядно объясняет вероятностную природу генетических законов Менделя.

III. Ключевые интернет-ресурсы (Для актуальной информации и интерактива)

На русском языке:

1. ПостНаука (postnauka.ru): – Разделы "Генетика", "Биология", "Медицина". Десятки лекций, статей и интервью с ведущими российскими учеными (например, Константин Северинов о CRISPR).
2. Биомолекула (biomolecula.ru): – Крупнейший научно-популярный сайт о молекулярной биологии и биотехнологиях. Глубокие и подробные статьи о всех современных открытиях (ГМО, редактирование генома, новые методы диагностики).
3. ВестиНаука (nauka.vesti.ru): – Новостной раздел, где регулярно публикуются заметки о последних исследованиях в области генетики.
4. Архив статей на "Элементах" (elementy.ru): – Каталог качественных научно-популярных статей по генетике.

На английском языке (для самого актуального контента):

1. Nature Genetics / Science Magazine: – Ведущие мировые научные журналы. На их сайтах можно читать новостные заметки о главных открытиях (полные статьи часто платные).
2. National Human Genome Research Institute (NHGRI) (genome.gov): – Официальный сайт института, который руководил проектом "Геном человека". Много образовательных материалов, глоссарий, объяснения технологий.
3. YourGenome (yourgenome.org) от Wellcome Trust: – Очень наглядный и интерактивный сайт, объясняющий основы генетики для неподготовленной аудитории.
4. Khan Academy Biology Section (khanacademy.org): – Бесплатные видео-уроки и статьи по всей общей генетике и молекулярной биологии. Идеально для систематизации знаний.

IV. Дополнительно: Базы данных и инструменты

1. NCBI (National Center for Biotechnology Information) (ncbi.nlm.nih.gov): – Главный портал для профессионалов. Содержит базы данных генов (Gene), научных публикаций (PubMed), геномов различных организмов и многое другое.
2. OMIM (Online Mendelian Inheritance in Man) (omim.org): – База данных наследственных заболеваний человека и связанных с ними генов.

Оценочные материалы

Assessment Materials for the Course "Introduction to Genetics: From Mendel to CRISPR"
These materials are designed to evaluate not just memorization of facts, but also conceptual understanding, application of knowledge, and critical thinking skills.

Module 1: Genetics. Introduction to Science

1. Quiz: Basic Terminology & Concepts (Multiple Choice & Matching)

Example (MC): The monomer of nucleic acids is:

- a) Amino acid
- b) Nucleotide
- c) Glucose
- d) Fatty acid

Example (Matching): Match the process with its description:

- Replication | A. Synthesis of protein based on mRNA code
 - Transcription | B. Synthesis of mRNA on a DNA template
 - Translation | C. Creation of an identical copy of DNA
(Answers: 1-C, 2-B, 3-A)
2. Short Answer Question:
- Prompt: In your own words, explain why the double-stranded structure of DNA is crucial for its role as the molecule of heredity. (2-3 sentences).

Module 2: Prominent Scientists and History of Discoveries

1. "Scientific Profile" Assignment:
 - Task: Choose one scientist from the module (e.g., McClintock, Watson & Crick, Mendel). Create a brief profile (~200 words) summarizing their key contribution to genetics and why it was significant.
2. Discussion Forum Post:
 - Prompt: Barbara McClintock's discovery of "jumping genes" was not widely accepted for years. Discuss one reason why major scientific breakthroughs can be rejected by the contemporary scientific community.

Module 3: Genetics and Living Organisms

1. Case Study Analysis:
 - Task: Read a short scenario about a farmer choosing between traditional breeding and genetic engineering to develop drought-resistant corn.
 - Questions: a) List one potential advantage and one disadvantage of each approach. b) Based on the goal, which method would you recommend and why?
2. Data Interpretation Task (Punnett Square):
 - Task: You are breeding pea plants. The allele for tall plants (T) is dominant over short plants (t). A heterozygous tall plant (Tt) is crossed with a short plant (tt).
 - Questions: a) Construct a Punnett square for this cross. b) What is the expected genotypic ratio of the offspring? c) What is the expected phenotypic ratio of the offspring?
 - Module 4: Modern Technologies and the Ethical Aspect of Science
1. Structured Debate / Position Paper:

- Topic: "Should germline (heritable) gene editing in humans using technologies like CRISPR-Cas9 be permitted for medical purposes?"
- Task: Write a short paragraph (150-200 words) arguing *for* or *against* this statement, using at least one ethical and one scientific reason to support your position.

2. Critical Analysis of Media:

- Task: Find a short news article or a clip from a movie/TV show (e.g., *Gattaca*, *Jurassic Park*) that deals with a genetic technology.
- Prompt: Briefly summarize how the technology is portrayed. Then, identify one aspect that is scientifically plausible and one that is an exaggeration or misconception.

Final Comprehensive Assessment (Example Options)

- Option A: Research Proposal Outline. Propose a simple genetic experiment (e.g., "Investigating the 遗传 basis of eye color in fruit flies") and outline its hypothesis, methods, and potential ethical considerations.
- Option B: Final Exam. A mixture of multiple-choice questions covering all modules, one short-answer question on a key concept (e.g., CRISPR mechanism), and one essay question on ethics (e.g., "Discuss the potential benefits and risks of GMO crops").
- Option C: "Genetics in the News" Presentation. Students find a recent article on a genetic advancement, summarize it for the class, and explain its significance and societal implications.