

**Государственное автономное образовательное учреждение
дополнительного профессионального образования Владимирской области
«Владимирский институт развития образования
имени Л.И. Новиковой»**

Утверждена на заседании
педагогического совета
от 10.01.2025 протокол №1



«Утверждаю»
Проректор ВИРО
Л.В. Куликова
«20» января 2025 г.

**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ОБЩЕРАЗВИВАЮЩАЯ
ПРОГРАММА**

«Генетика с основами геномной инженерии в биоинформатике»

Уровень сложности программы: ознакомительный

Направленность программы: естественно-научная

Возраст обучающихся: 14 – 18

Срок реализации: 96 часов

Автор программы –
Федосеева Дарья Николаевна
педагог доп. образования
детского технопарка «Кванториум-33»

Владимир, 2025

Пояснительная записка

Направленность программы: естественно-научная.

Актуальность и практическая значимость программы. В настоящее время все большую актуальность приобретают исследования в области биологии и медицины, в частности в области генетической и клеточной инженерии. Генетика – наука о механизмах сохранения, передачи и реализации наследственных признаков организма, является одной из фундаментальных биологических наук, при этом будучи одной из наиболее сложных для изучения среди научных и учебных дисциплин. Для проведения занятий, научно-исследовательской работы в области инновационных направлений биологии необходима хорошо оснащенная лаборатория, современное оборудование (цифровая фото- и видеотехника, качественные микроскопы и др.), а также квалифицированный персонал: преподаватели – специалисты НИИ, ВУЗов, ученые; профильные лаборанты и др., поэтому подобные программы не представляется возможным проводить в общеобразовательных учреждениях

Своевременность, необходимость, соответствие потребностям времени. Необходимость изучения генетики обусловлена быстрыми темпами ее развития в настоящее время, появлением новых научных направлений, возникновением новых понятий, открытием ряда закономерностей. Современная генетика изучает строение нуклеиновых кислот, их функционирование как элементарных матричных систем; современные законы наследственности и изменчивости, полимеразные цепные реакции и их практическое применение, генетические рекомбинации живого организма, прикладную биоинформатику. *Программа реализуется в соответствии с Постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28.09.2020 №28 «Об утверждении санитарных правил СП 2.4.3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи»*

Отличительные особенности программы. В основе организации занятий лежит комплексный подход при изучении живых организмов на разных уровнях организации (от молекулярного до системно-органного). Важно показать, что все живые организмы имеют единую форму хранения и передачи наследственной информации через нуклеиновые кислоты, что генетический код универсален для всех форм жизни

Получаемые в ходе изучения программы знания необходимы для освоения последующих общих и специальных дисциплин: генной инженерии, биохимии, молекулярной биологии, физиологии человека и животных, физиологии растений микробиологии, иммунологии, биотехнологии.

Приоритетное направление деятельности программы – профессиональная ориентация обучающихся в сфере биологических специальностей. Программа нацелена на стимулирование творческой

активности обучающихся, развитием индивидуальных задатков и способностей, созданием условий для их самореализации.

Адресат программы. Для обучения принимаются учащиеся, успешно окончившие прохождение вводного модуля и прошедших экспертную оценку проектов либо для школьников, прошедших конкурсный отбор в соответствии с правилами ДТ «Кванториум-33».

Объем и срок освоения программы: 96 часов (4 месяца).

Форма обучения – очная (в случае необходимости адаптируема для перенесения в дистанционный формат).

Особенности организации образовательного процесса. Учебный процесс осуществляется в группе детей. Состав группы постоянный.

Режим занятий, периодичность и продолжительность занятий. Продолжительность одного учебного занятия 2 часа. Частота проведения учебных занятий 2 раза в неделю. Продолжительность одного занятия в хайтек-цехе – 1 час. Частота проведения занятий в хайтек-цехе – 1 раз в неделю. Мероприятия Программы развития общекультурных компетенций проводятся в соответствии с планом мероприятий Программы (продолжительность – 1-2 часа, периодичность – в соответствии с планом мероприятий Программы).

Количество обучающихся в группе 6-8 человек.

Количество педагогов – 3 (педагог по направлению, педагог хайтек-цеха, педагог-организатор).

Цели и задачи образовательной программы.

Цель программы: создание условий для усвоения знаний об основных закономерностях наследственности и изменчивости живых организмов,

освоения основных навыков работы с лабораторным оборудованием для молекулярно-генетических исследований

Задачи

Образовательные задачи:

1. Расширить кругозор обучающихся в области биологических дисциплин, в частности генетики и генетической инженерии.
2. Познакомить слушателей с основными законами генетики, передовыми генетическими технологиями, перспективами ее развития. Научить работать в условиях молекулярно-биологической лаборатории.
3. Дать основы теоретических представлений и практических навыков в области молекулярной биологии, генетического анализа и биоинформатики.

Метапредметные задачи:

1. Привлечение и обучение методам и приемам научно-исследовательской работы.
2. Формировать здоровьесберегающие и природоохранные компетенции.
3. Профилизация обучающихся в области биотехнологии.
4. Сформировать и развивать положительную мотивацию в учебной деятельности.
9. Развивать творческие способности обучающегося и потребность в самореализации;
10. Развивать коммуникативные навыки – через участие в мероприятиях и через выступления по защите своих проектов.

Личностные задачи:

1. Воспитывать активную гражданскую позицию;
2. Воспитывать стремление к получению высшего образования в предметной области;
3. Содействовать социальной адаптации обучающихся в современном обществе, проявлению лидерских качеств;
4. Воспитывать ответственность, трудолюбие, целеустремленность и организованность.

Учебный план

Тема	Всего часов	Теория	Практика
1. Вводное занятие. Инструктаж по технике безопасности. Входное тестирование	2	1	1
2. Генетика как наука. История. Методы генетики. Оборудование лаборатории.	2	1	1
3. Общая генетика	8	2	6
4. Молекулярная генетика	10	1	9
5. Медицинская генетика	6	1	5

6. Генетическая инженерия.	8	2	6
7. Клонирование.	4	1	3
8. Популяционная и волновая генетика.	2	1	1
9. Создание мотивации. Постановка проектной задачи.	2	1	1
10. Разработка плана решения проектной задачи, декомпозиция задачи.	2	1	1
11. Практическая реализация проектной задачи.	20	-	20
12. Подготовка к публичной защите или презентации проекта	3	-	3
13. Выходное тестирование	1	-	1
14. Участие в публичной защите или презентации проекта	2	-	2
. Работа в hi-tech цехе.	12	-	12
. Культурные мероприятия	12	-	12
ИТОГО	96	12	84

Содержание учебного плана

1. Техника безопасности. Входное тестирование. 2 часа.

Требования, предъявляемые к обучающимся. Техника безопасности. Заполнение анкет входного тестирования.

2. Генетика как наука. История. Методы генетики. Оборудование лаборатории. 2 часа.

Генетика как наука, ее предмет, задачи и основные понятия. История развития генетики и величайшие открытия. Приготовление питательных сред и растворов для исследуемых живых систем. Основы микроскопирования – приготовление препарата политенных хромосом.

3. Общая генетика. 8 часов.

Законы Г. Менделя и их современная цитогенетическая интерпретация. Т. Морган и его школа. Дрозофила – классический объект генетики. Кроссинговер. Картирование генов. Сцепленное наследование. Построение идиограммы человека. Решение генетических задач по типам наследования. Опыты по типам наследования при скрещивании дрозофилы. Филогенетический анализ, биоинформатика и построение генетических карт.

4. Молекулярная генетика. 10 часов.

История открытия и изучения ДНК. РНК, ее виды и биологические функции. Матричный принцип кодирования и передачи информации. Генетический код и его расшифровка. Репликация, транскрипция, трансляция. Процессинг и сплайсинг. Интроны и экзоны. Гипотеза оперона. Ген в гене. Обратная транскрипция. ПЦР – как основной исследовательский метод. Виды ПЦР. Очистка нуклеиновой кислоты и постановка полимеразной цепной реакции. Биоинформатика – анализ участков и расчет праймеров для ПЦР. Мутации, мутагенные факторы, частота мутирования. Репарации,

антимутагены. Генетические последствия загрязнения окружающей среды. Скрининг мутагенов. Разработка тестов контроля качества окружающей среды.

5. Медицинская генетика. 6 часов

Предмет и задачи медицинской генетики. Наследственные синдромы человека. Медико-генетические метод исследования, прогнозирования и консультирования. Пренатальный скрининг. Составление и анализ родословной. Евгеника – возникновение и задачи. Проект «Геном человека».

6. Генетическая инженерия. 8 часов

Задачи генетической инженерии. Открытие рестриктаз и лигаз – путь к манипулированию генами. Рестрикция плазмиды *E.coli*. Биопрограммирование – разработка векторных последовательностей ДНК для создания рекомбинантных белков. ГМО, биосинтез лекарств, генная терапия. Нестабильность генома. Перемещающиеся генетические элементы (IS-элементы, транспозоны, эписомы, плазмиды) – альтернативный механизм обмена генетической информацией.

7. Клонирование. 4 часа

История работ по клонированию многоклеточных организмов. Теоретические и методологические подходы к клонированию. Стволовые клетки – основа для клонирования человека.

8. Популяционная и волновая генетика. 2 часа.

Популяция и ее характеристика. Реализация законов Менделя на уровне популяции. Закон Харди-Вайнберга. Дрейф генов. Методы определения генетического груза в популяции. Статистическая обработка материалов по модификационной изменчивости. Волновая генетика, ДНК как голографический компьютер. Мутагенные и репарационные свойства человеческой речи. Новые возможности передачи генетической информации.

9. Создание мотивации. Постановка проектной задачи. 2 часа.

Просмотр мотивационного материала. Формулировка проблемы, поднимаемой в мотивационном материале, обсуждение существующих способов ее решения. Требования к проекту. Проект и исследование как пути создания нового. Постановка проектной задачи. Требования к проектной документации. Структура проекта. Распределение ролей в проектной группе.

10. Разработка плана решения проектной задачи, декомпозиция задачи. 2 часа.

Основные компоненты жизненного цикла проекта. Планирование проекта. Постановка цели и задач, выбор методов, определение ожидаемых результатов и продукта проекта. Освоение и различение понятий «цель», «задачи», «методы» и «результаты» проекта. Календарный план проекта. Тематический контроль.

11. Практическая реализация проектной задачи. 20 часов.

Изучение механизмов воздействия на клетку. Культивирование клеток. Моделирование внешнего воздействия на клетку. Оптическая микроскопия. Оценка полученных результатов. Статистическая обработка полученных данных.

12. Подготовка к публичной защите или презентации проекта. 3 часа.

Подготовка слайдов и текста презентации для публичной защиты проекта. Оформление проектной документации.

13. Выходное тестирование. 1 час.

Заполнение анкет выходного тестирования. Собеседование.

14. Участие в публичной защите или презентации проекта. 2 часа.

Участие в конференции. Выступление с докладом. Участие в выставке или соревнованиях.

15. Работа в хайтек-цехе. 12 часов. Выполнение работ по макетированию и изготовлению моделей проекта.

16. Мероприятия Программы развития общекультурных компетенций цехе. 12 часов. Участие в межкванторианских, кванторианских и внутриквантумных мероприятиях, направленных на формирование знаний и навыков гуманитарной направленности.

Планируемые результаты

Личностные результаты

- критическое отношение к информации и избирательность её восприятия;
- осмысление мотивов своих действий при выполнении заданий;
- развитие любознательности, сообразительности при выполнении разнообразных заданий проблемного и эвристического характера;
- развитие внимательности, настойчивости, целеустремленности, умения преодолевать трудности;
- развитие самостоятельности суждений, независимости и нестандартности мышления;
- формирование профессионального самоопределения, ознакомление с миром профессий, связанных с биотехнологией.
- формирование коммуникативной компетентности в общении и сотрудничестве со сверстниками;
- формирование основ экологической культуры соответствующей современному уровню экологического мышления, развитие опыта экологически ориентированной рефлексивно-оценочной и практической деятельности в жизненных ситуациях.

Метапредметные результаты

Регулятивные универсальные учебные действия:

- умение ставить цель (создание творческой работы), планировать достижение этой цели;
- умение осуществлять итоговый и пошаговый контроль по результату;
- способность адекватно воспринимать оценку учителя и сверстников;
- умение вносить коррективы в действия в случае расхождения результата решения задачи на основе ее оценки и учета характера сделанных ошибок;

- умение в сотрудничестве ставить новые учебные задачи;
- способность проявлять познавательную инициативу в учебном сотрудничестве;

- умение осваивать способы решения проблем творческого характера в жизненных ситуациях;

Познавательные универсальные учебные действия:

- умение осуществлять поиск информации в индивидуальных информационных архивах учащегося, информационной среде образовательного учреждения, в федеральных хранилищах информационных образовательных ресурсов;

- умение использовать средства информационных и коммуникационных технологий для решения коммуникативных, познавательных и творческих задач;

- умение осуществлять анализ объектов с выделением существенных и несущественных признаков;

- умение проводить сравнение, классификацию по заданным критериям;

- умение строить логические рассуждения в форме связи простых суждений об объекте;

- умение устанавливать аналогии, причинно-следственные связи;

- умение синтезировать, составлять целое из частей, в том числе самостоятельное достраивание с восполнением недостающих компонентов;

Коммуникативные универсальные учебные действия:

- умение аргументировать свою точку зрения на выбор оснований и критериев при выделении признаков, сравнении и классификации объектов;

- умение выслушивать собеседника и вести диалог;

- способность признавать возможность существования различных точек зрения и права каждого иметь свою;

- умение планировать учебное сотрудничество с учителем и сверстниками: определять цели, функции участников, способов взаимодействия;

- умение осуществлять постановку вопросов: инициативное сотрудничество в поиске и сборе информации;

- умение разрешать конфликты: выявление, идентификация проблемы, поиск и оценка альтернативных способов разрешения конфликта, принятие решения и его реализация;

- умение управлять поведением партнера: контроль, коррекция, оценка его действий;

- умение с достаточной полнотой и точностью выражать свои мысли в соответствии с задачами и условиями коммуникации;

- владение монологической и диалогической формами речи.

Предметные результаты:

В результате освоения программы обучающиеся должны *знать*:

- правила техники безопасности в лаборатории;

- способы планирования деятельности, разбиения задач на подзадачи, распределения ролей в рабочей группе;
- основные генетические понятия;
- историю развития генетики и основные открытия в данной области;
- структуру и функции нуклеиновых кислот;
- сходства и различия геномов прокариотических и эукариотических организмов, процессов реализации генетической информации
- методы изучения генома.

В результате освоения программы обучающиеся должны **уметь**:

- работать с микроскопом и оборудованием для приготовления временных микропрепаратов;
- подготавливать питательные среды
- работать с оборудованием для экстракции нуклеиновых кислот
- программировать амплификаторы для полимеразных реакций
- работать с ПО для биоинформатических задач: расчет праймеров, моделирование векторов, построение идиограмм и дендрограмм
- составить план проекта, включая: выбор темы; анализ предметной области; разбиение задачи на подзадачи
- использовать основные алгоритмические конструкции для решения задач;
- применять полученные знания в практической деятельности;
- подготовить отчет о проделанной работе; публично выступить с докладом;

В результате освоения программы обучающиеся должны **владеть**:

- навыками работы с микроскопами, амплификаторами;
- навыками приготовления питательных сред.
- навыками биоинформатического программирования

Программа способствует развитию в обучающемся следующих компетенций:

Общекультурных:

1. Способность к творчеству и креативному мышлению;
2. Способность к инновационной деятельности;
3. Способность к адаптации и повышению своего научного и культурного уровня;
4. Способность самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения;
5. Понимание путей сохранения биосферы; активная жизненная позиция в области природоохранной деятельности и сохранения здоровья.

Профильных:

1. Понимание современных проблем биологии и использование фундаментальных биологических представлений в исследовательской деятельности для постановки и решения новых задач.
2. Знание основных теорий, концепций и принципов в генетике.
3. Способность самостоятельно анализировать имеющуюся информацию, выявлять проблемы, ставить задачу и выполнять самостоятельно или с помощью консультанта экспериментальные биологические исследования при решении конкретных задач с использованием современного оборудования.
4. Умение нести морально-этическую ответственность за качество работ и научную достоверность результатов.
5. Творческое применение современных компьютерных технологий при сборе, хранении, обработке, анализе и передаче биологической информации.
6. Понимание и осмысление философской концепции естествознания, места естественных наук в выработке научного мировоззрения.
7. Умение грамотно представлять, докладывать и оформлять результаты научно-исследовательских или проектных работ.

Календарный учебный график. Количество учебных недель – 12 недель. Количество учебных дней – 30 (24 дня – учебные занятия, 6 дней – мероприятия Программы развития общекультурных компетенций). Каникулы отсутствуют. Периоды обучения: 1 итерация сентябрь-декабрь, 2 итерация – январь – апрель, 3 итерация апрель – июнь.

Условия реализации программы

Материальные ресурсы:

1. АРМ учителя (компьютер, проектор, сканер, принтер)
2. АРМ ученика (компьютер) – 8 шт.
3. Ламинаторный бокс II класса защиты – 1 шт
4. ПЦР-бокс – 1 шт
5. Автоматические дозаторы различных объемов – 5 шт
6. Амплификатор для ПЦР в реальном времени АНК-32 – 1 шт
7. Термоциклер программируемый «Терцик» - 1 шт
8. Микроцентрифуга-встряхиватель "Циклотемп" – 2 шт

9. Термостат твердотельный "Циклотемп" – 2 шт
10. Термостат твердотельный «Гном» - 2 шт
11. Камера для фореа горизонтальная – 1 шт
12. Источник питания «Эльф» - 1 шт
13. Гельдокументирующая система – 1 шт
14. Центрифуга высокоскоростная – 1шт
15. Пробирки типа «Эпендорф» на 1.5 мл
16. Пробирки стрипованные на 0.2 мл
17. Штативы «рабочее место» - 8 шт
18. Набор для ПЦР «COrDIS mini 2»
19. Набор для ПЦР «AB0 - Детект»
20. Тест-системы «ГМО Детект»
21. Набор реагентов «ДНК-Экстран» для выделения геномной ДНК
22. Набор реагентов для классической ПЦР

В работе Биокванториума рассчитано использование научной и научно-популярной литературы, электронных средств информации (Интернет), использование современной лабораторной и обучающей техники, экскурсий, лекционных и лабораторно-практических занятий, консультации и встречи со специалистами (учеными, врачами, преподавателями ВУЗов, студентами).

Результаты работы курса оформляются в виде научно-исследовательских работ, презентаций, рефератов.

Лабораторные занятия курса проводятся в учебной лаборатории, предназначенной для подготовки и проведения различных молекулярных исследований. Оборудование и техника работ в учебной лаборатории должны соответствовать требованиям, предъявляемым к испытательным и научным лабораториям соответствующего профиля.

Формы аттестации. Формы отслеживания и фиксации образовательных результатов. Тестирование, использование SCRUM-доски, мини-конференция по защите проектов, внутригрупповой конкурс (соревнования), презентация (самопрезентация) проектов обучающихся и др.

Формы предъявления и демонстрации образовательных результатов. Публичная защита проектов.

Методические материалы.

Особенности организации образовательного процесса – очно, с возможностью перейти в дистанционный формат.

Основные методы обучения.

Эвристический метод, исследовательский метод; кейс-метод; методика проблемного обучения; игровая методика; методика проектной деятельности..

Формы организации образовательного процесса: групповая.

Формы организации учебного занятия - лекция; беседа; дискуссия; практикум; лабораторно-практическая работа; педагогическая игра; тестирование; соревнование; публичное выступление с демонстрацией результатов работы; защита проекта

Педагогические технологии - технология группового обучения, технология коллективного взаимообучения, технология развивающего

обучения, технология проблемного обучения, технология дистанционного обучения (при необходимости), технология исследовательской деятельности, технология проектной деятельности, технология развития критического мышления через дискуссии, технология решения изобретательских задач, здоровьесберегающая технология.

Алгоритм учебного занятия

- краткое описание структуры занятия и его этапов;
- выдача дидактических материалов – раздаточные материалы либо лабораторное оборудование, инструкционные, технологические карты, задания, упражнения;
- ознакомление с картой занятия и оборудованием;
- выполнение практической части с перерывами на физкультминутки;
- рефлексия, подведение итогов;
- приведение в порядок рабочего места.

Список использованной литературы

1. *Айла Ф., Кайгер Дж.* Современная генетика.– Т. 1- 3. – М.: Мир, 1987.
2. *Альбертс Б., Брей Д., Льюис Дж.* Молекулярная биология клетки. – Т.1-3 – М.: Мир, 1994.
3. *Барабаничиков Б.И., Салаев Е.А.* Сборник задач по генетике. – Казань, 1988
4. *Бочков Н.П.* Генетика человека. – М.: Медицина, 1978.
5. *Ватти К.В., Тихомирова М.М.* Руководство к практическим занятиям по генетике. – М.: Просвещение, 1979.
6. *Володин Б.С.* Мендель. – М.: Молодая гвардия, 1968.
7. *Гуляев Г.В.* Задачник по генетике. – М.: Колос, 1980.
8. *Захаров А.Ф.* Хромосомы человека. – М.: Медицина, 1977.
9. *Миллер Дж.* Эксперименты в молекулярной генетике. – М.: Мир, 1976.
10. *Нейфах А.А., Лозовская Е.Р.* Гены и развитие организма. – М.: Наука, 1984.
11. *Пехов А.П.* Введение в молекулярную генетику. – М.: Медицина, 1973
12. *Ригер Р., Михаэлис А.* Генетический и цитогенетический словарь. – М.: Колос, 1967.
13. *Спицын И .П.* Лабораторный практикум по генетике. – Т.: ТГУ, 1997
14. *Спицын И .П.* Лабораторный практикум по генетике человека. – Т.: ТГУ, 1999.
15. *Стент Г., Кэлиндар Р.* Молекулярная генетика. – М.: Мир, 1981.
16. *Фогель Ф., Мотульски А.* Генетика человека. – Т.1-3. – М.: Мир, 1990.