

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Казанский (Приволжский) федеральный университет»

Специализированный учебный научный центр –
общеобразовательная школа-интернат «IT-лицей»

«Утверждаю»
Директор, СУИЦ КФУ


/И.Р. Мухаметов /

Распоряжение № 271 от
« 31 » 08 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ЭЛЕКТИВНОГО КУРСА
«ОСНОВЫ ГЕНЕТИЧЕСКОЙ ИНЖЕНЕРИИ»
Среднее общее образование
(11 классы)**

РАССМОТРЕНО:

Кафедра ХИМИИ И БИОЛОГИИ, протокол от «28» августа 2023 г. № 1

Руководитель кафедры Халикова /Ф.Д.Халикова/

СОГЛАСОВАНО:

Заместитель директора по УР И.П. Багаутдинова /И.П. Багаутдинова/

ПРИНЯТО:

Педагогический совет, протокол от «31» августа 2023 г. № 1

Рабочая программа элективного курса

«Основы генетической инженерии»

11 классы

1. Пояснительная записка

В предлагаемом курсе предполагается раскрыть содержание одного из разделов современной генетики — генетической инженерии. Будучи ядром современных биотехнологий и существенной частью будущих нанотехнологий, генетическая инженерия явилась кульминацией длительного периода развития генетики.

Курс «Основы генетической инженерии» (ГИ) второй в предлагаемой серии элективных курсов — должен заложить основы понимания всеобщей методологии современной генетики, ее передовых направлений. В последние годы генетика, да и вся биологическая наука, сделала гигантский скачок в понимании структуры и функций генетического аппарата клетки. Это связано с расшифровкой генома человека. Без стремительного развития методов ГИ и информационных технологий такой результат был бы невозможен. ГИ постепенно проникает во все большее количество направлений современной генетики и биологической науки.

Предлагаемый курс предназначен для того, чтобы учащиеся 10 классов смогли видеть в окружающих их явлениях реализацию основных закономерностей кодирования и передачи генетической информации — «работу» универсальной молекулы наследственности — ДНК и четко понимать, как современный исследователь может манипулировать этой без преувеличения чудо-молекулой для решения практических задач. Курс явится еще одним шагом в осознанном выборе профессии, связанной с соответствующей отраслью биологической науки и профиля обучения.

Отбор содержания курса «Основы генетической инженерии» осуществлялся с точки зрения максимального упрощения, с сохранением при этом возможности ставить и решать последовательно усложняющиеся задачи. При этом несомненная актуальность темы должна вызывать познавательный интерес у школьников. Содержание занятий носит в значительной степени практический, исследовательский и проблемный характер. Освоение методик ГИ эффективнее всего осуществлять в ходе решения тех или иных исследовательских проектных задач различного уровня.

В содержание курса включены вопросы строения и функций молекулы наследственности ДНК, разнообразные методы очистки, характеристики и модификации ДНК, способы и методы специфического размножения ДНК, определение последовательности оснований в ДНК, другие методы манипуляции с ДНК, методы и подходы к применению ГИ для получения новых сортов культурных растений, пород животных, трансгенных организмов, способы и методы применения ГИ для охраны окружающей среды.

Курс «Основы генетической инженерии» имеет большую практическую направленность. Задачи охватывают методы выделения и клонирования ДНК, получения продукта гена в чужеродном организме хозяине в медицинских целях и для охраны окружающей среды. Наилучшему освоению предмета может способствовать постановка простейших экспериментов по модификации, специфическому размножению в пробирке и проявлению действия генов в организмах, подходы к лечению генами — генной терапии. Автором поставлена цель максимально упростить практические и лабораторные занятия, чтобы проводить их в условиях стандартных школьных кабинетов по химии при наличии тяги или заменяющего ее оборудования. Для выполнения простейших работ по ГИ потребуются: чашки Петри, колбы, набор мерных цилиндров, фарфоровые ступки, микробиологическая петля, простой (можно самодельный) прибор для электрофореза ДНК (обязательно) и белков (по возможности), термостаты, центрифуга (до 16 тыс. об/мин), набор автоматических микропипеток — до 1 мл, до 200 мкл, до 20 мкл, простой набор солей и реактивов. При желании возможна комплектация целого лабораторного практикума по ГИ от одной или двух-трех фирм-поставщиков. Ценность курса ГИ заключается в возможности организации полезных и увлекательных исследовательских проектов, особенно по проблемам охраны окружающей среды, в рамках дополнительного образования школьников.

Курс генетической инженерии, подготавливая учащихся к дальнейшему эффективному освоению актуальных проблем современной генетики и ее новых направлений, будет способствовать систематизации как уже имеющихся, так и новых знаний и их лучшему усвоению. Он поможет учащимся осознанно выбрать будущую профессию. Вооруженные знаниями методов ГИ, ученики могут смело ставить перед собой сложные задачи касательно изучения и работы с генами. Они не только поймут тесную взаимосвязь всех форм жизни, но и будут обладать теоретическими и практическими знаниями, как придать взаимоотношениям человека и природы более гармоничный характер.

2. Планируемые результаты освоения элективного курса

2.1. Личностные результаты:

На базе знаний основных механизмов функционирования генетического аппарата, структуры и функций ДНК как универсальной молекулы наследственности, объекта исследований и «инструмента» современной технологии рекомбинантных ДНК добиться понимания тех неисчерпаемых возможностей, которые дает человеку ГИ. Через знание как положительных, так и отрицательных последствий применения ГИ для изменения и управления наследственной основой живых организмов способствовать формированию ответственного отношения обучающихся к объектам живой природы.

2.2. Метапредметные результаты:

Через понимание сущности технологии ГИ и освоение ее базовых методик способствовать формированию активного исследовательского подхода к проблемам современной генетики и экологии. Развить у учащихся способности научного анализа данных литературы и собственных экспериментальных результатов, а также заложить основы знаний и умений самостоятельного выбора «маршрутов» познавательной теоретической и практической деятельности с применением методик ГИ.

2.3. Предметные результаты:

Ознакомить с основными генетическими теориями, изучить основные открытия, положенные в основу молекулярной генетики и технологии рекомбинантных ДНК (или ГИ), по праву ставшей методической основой всей современной биотехнологии. Познакомить с основными направлениями практического применения ГИ. Изучить и освоить теоретические и практические аспекты базовых методик ГИ.

3. Содержание элективного курса

Общее количество часов— 68

Раздел 1. Молекулярно-генетические основы создания генетической инженерии. Значение генетической инженерии для практики.

Основные открытия в области молекулярной биологии и генетики, способствовавшие созданию технологии рекомбинантных ДНК. Открытие, биологическая роль и свойства нового класса ферментов, специфически «разрезающих» ДНК, — рестриктаз. Первые опыты по клонированию ДНК. Вклад П. Берга. Первые практические результаты применения генетической инженерии на практике.

Презентации и компьютерные анимации по теме.

Раздел 2. ДНК как материальная основа наследственности. Структура и функции молекул наследственности – ДНК и РНК. Сущность генетического кода, его свойства, биологическая роль и эволюция.

Ген— основное понятие классической и современной генетики. Определения гена с генетической и биохимической точек зрения. ДНК как материальная основа гена. Связь структуры ДНК с ее функциями. Структура РНК и ее функции в клетке. Сравнительный анализ ДНК и РНК. Структура гена. Генетический код. История открытия (работы Г. Х. Корана), свойства генетического кода (вырожденность, неперекрываемость, универсальность). Вклад Г. Х. Корана в разработку технологии рекомбинантных ДНК. Окончательная расшифровка генетического кода и его вырожденность. Открытие и роль адапторных-РНК. Биологическая роль генетического кода. Эволюция генетического кода.

Раздел 3. Структура и функции рестриктаз. Способы их применения для клонирования, исследования генов и геномов. Области практического применения.

Характеристика рестриктаз. Особенности строения и функционирования рестриктаз. Сайты узнавания рестриктаз. Классификация. Биологическая роль рестриктаз. Требования к качеству субстрата— ДНК. Способы применения рестриктаз для клонирования генов. Принципы построения генетических карт с помощью рестриктаз и значение этих методик. Применение рестриктаз для изучения полиморфизма первичных последовательностей диагностики. Презентации и компьютерные анимации по теме.

Раздел 4. Основные методические особенности процедуры клонирования ДНК. Гетерологичная экспрессия генов.

Современное состояние технологии рекомбинантных ДНК. Подробная характеристика отдельных этапов клонирования. Выделение и очистка образцов ДНК из животного или растительного источника — первый шаг в процедуре молекулярно-генетической характеристики различных организмов. Плазмиды как вне хромосомные элементы. Горизонтальный перенос генов. Выделение, очистка и характеристика плазмид как универсальных «векторов». Расщепление клонируемой ДНК и плазмид рестриктазами. Сшивание вставки и вектора. Трансформация клеток-хозяев. Основные виды плазмид. Гетерологичный синтез продуктов гена с использованием плазмид. Получение поливалентных вакцин, лекарственных препаратов, аминокислот и других биологически активных соединений. Применение плазмид для получения генно-модифицированных растений. Применение плазмид для научных целей (направленный мутагенез и белковая инженерия).

Раздел 5. ДНК-полимеразы – основной инструмент генетической инженерии: структура, функции, практическое применение.

Краткая характеристика ДНК-полимераз и способы их применения в ГИ. Краткий перечень основных ДНК полимераз про_ и эукариотического происхождения и их характеристика. Термостабильные ДНК-полимеразы. Различные методы «прочитывания» (секвенирования) ДНК. Метод Сэнгера. Усовершенствование метода Сэнгера. Современные автоматические секвенаторы и их применение для «прочтения» геномов различных организмов. Совершенствование процедуры «чтения» ДНК. «Прочтение» геномов как основа биотехнологий будущего. Применение ДНК -полимераз для получения молекулярных зондов и гибридизационного анализа образцов ДНК. Методические особенности проведения процедур гибридизационного анализа. «Северный» и «южный» гибридизационный анализ. Другие области применения зондов: диагностика, биоиндикация, экологический мониторинг, in

situ-гибридизация, получение трансгенных растений и животных, прижизненное наблюдение за биологическими процессами, разнообразные скрининговые эксперименты в популяционной генетике и в эпидемиологии.

Раздел 6. Библиотеки генов – мощный инструмент генетического анализа: сущность, получение, применение.

Библиотеки генов — сущность, способы получения, применение. Отдельные этапы получения библиотек генов и их характеристика. Применение вирусов бактерий — бактериофагов для клонирования. Краткая характеристика бактериофагов как инструментов ГИ. Краткая характеристика фага как основного инструмента ГИ. Геномные и ДНК-библиотеки генов. Сравнительный анализ библиотек. Основная схема получения ДНК-библиотек. Гибридизационный анализ библиотек. Различные подходы к поиску и клонированию генов. Применение автоматических роботизированных комплексов для скрининга библиотек. Упорядоченные библиотеки генов. Вычитательные ДНК-библиотеки и их применение. Экспрессирующие библиотеки.

Раздел 7. Метод полимеразной цепной реакции (ПЦР) – мощный инструмент молекулярно-генетического анализа: сущность, методика проведения, практическое применение.

Полимеразная цепная реакция: история открытия и механизм. Особенности протекания ПЦР и методика постановки реакции. Краткая характеристика областей практического применения ПЦР. Применение метода ПЦР для изучения филогении, палеонтологии, популяционных исследований контроля численности и уровня генетического биоразнообразия, восстановления видового разнообразия экосистем. Оценка биоразнообразия микроорганизмов в окружающей среде. Основные теоретические положения и анализ методов оценки. Метод ПЦР в оценке микробного биоразнообразия и контроле состояния окружающей среды. Понятие о метагеномике. Создание синтетической жизни.

Раздел 8. Метагеномика – новый подход к исследованию экосистем.

Метагеномика: сущность, история открытия, значение. Примеры применения метагеномных подходов в исследовании окружающей среды. Создание новых биотехнологий очистки окружающей среды. Проект «Геном человека II»: сущность и значение. Метагеномные подходы для исследований микробного биоразнообразия экосистем. Применение функциональной метагеномики для изучения роли различных видов микроорганизмов в сообществах и экосистемах в целом. Сравнительная метагеномика и исследования эволюции.

Раздел 9. Генетическая инженерия и получение генно-модифицированных организмов (ГМО): методические подходы, значение, возможные аспекты отрицательного воздействия, перспективы.

Получение с помощью ГИ трансгенных организмов. Векторы эукариот. Основы ГИ растений и животных: трансформация клеток высших организмов, введение генов в зародышевые и соматические клетки животных. Проблемы генотерапии. Значение ГИ для решения задач биотехнологии, сельского хозяйства, медицины и различных отраслей народного хозяйства. Использование методов ГИ для изучения фундаментальных проблем генетики и других биологических наук. Социальные аспекты ГИ.

Раздел 10. Методические особенности основных генно-инженерных процедур (практические знания).

Введение в практическую ГИ. Основные манипуляции в процедуре клонирования ДНК. Требования к оборудованию и растворам. Основные понятия и термины ГИ. Особенности методик выделения ДНК из различных источников. Выделение ДНК из растительных, животных источников и образцов окружающей среды. Дополнительная очистка образцов. Основные методические приемы технологии рекомбинантных ДНК. Электрофоретический анализ сложных смесей ДНК и РНК. Электрофоретический анализ образцов ДНК из различных источников. Специфическое «разрезание» различных препаратов ДНК рестриктазами.

Раздел 11. Особенности методик выделения плазмидных и фаговых ДНК и их характеристика (практические знания).

Основные методики выделения плазмидных и фаговых ДНК. Получение биомассы. Правила стерильной работы. Проведение процедуры выделения плазмидной ДНК. Проведение основных генно-инженерных манипуляций с плазмидной ДНК и клонируемой ДНК. Постановка реакции лигирования ДНК. Проверка результатов манипуляций методом электрофореза в агарозе.

Раздел 12. Методы трансформации и трансфекции ДНК.

Методы введения клонируемой ДНК в клетку. Сущность и особенности методик трансформации и трансфекции ДНК, обоснование значимости отдельных стадий и необходимые предосторожности. Проведение процедуры трансформации с использованием компетентных клеток. Гибридизационный анализ результатов трансформации. Основные стадии процедуры гибридизации и их характеристика. Области практического применения гибридизации.

Раздел 13. Метод ПЦР: сущность, особенности методики, демонстрация (практические знания).

Основы технологии специфического *in vitro* размножения ДНК в пробирке (ПЦР). Особенности постановки и протекания реакции. Демонстрация прибора для амплификации. Постановка реакции амплификации с помощью амплификационного набора. Анализ результатов амплификации методом электрофореза в геле.

Раздел 14. Биоинформатика, ее становление и роль в современной генетике и генетической инженерии.

Основные задачи биоинформатики. Понятие о «сухой» и «мокрой» биохимии и генетике. Основные области применения биоинформатики. Программы для планирования процедур клонирования. Основные базы данных по биоинформатике и способы их применения. Методы изучения пространственной структуры биополимеров. Применение баз данных и программ по моделированию пространственных структур биополимеров.

Рекомендуемая литература

Для учащихся

1. **Богданов А. А., Медников Б. М.** Власть над геном. — М.: Просвещение, 1989.
2. **Богданова Т. Л., Солодова Е. А.** Биология: справочник для старшеклассников и поступающих в вузы. — М.: Аст-пресс школа, 2002.
3. Большая книга для любознательных. — М.: Росмэн, 2001.
4. Большой справочник по биологии. — М.: АСТ, 2000.
5. **Рувинский А. О. и др.** Общая биология. — М.: Просвещение, 2004.
6. **Тарасенко Н. Д., Лушанова Г. И.** Что вы знаете о своей наследственности. — Новосибирск: Наука, 1991.
7. **Франк Каменецкий М. Д.** Самая главная молекула. — М.: Наука, 1988.
8. **Шевцов И. А.** Популярно о генетике. — Киев: Наукова думка, 1989.
9. **Ярыгин А. Д.** Пособие по биологии для поступающих в вузы. — М.: Высшая школа, 2005.

Для учителя

1. **Вилли К.** Биология. — М.: Мир, 1968.
2. **Грин Н., Стаут У., Тейлор Д.** Биология. Т. 1—3.— М.: Мир, 2004.
3. **Кемп П., Армс К.** Введение в биологию. — М.: Мир, 1988.
4. **Робертис Э., Новинский В., Саэс Ф.** Биология клетки. — М.: Мир, 1971.
5. **Слюсарев А. А.** Биология. — М.: Высшая школа, 1995.
6. **Янковский Н. К., Боринская С. А.** Человек и его гены // Биология в школе. — 2001.— № 4, 5.

4. Тематическое планирование.

11 класс

№ п/п	Тема	Кол-во часов
1	Молекулярно-генетические основы создания генетической инженерии. Значение генетической инженерии для практики	4
2	ДНК как материальная основа наследственности. Структура и функции молекул наследственности — ДНК и РНК. Сущность генетического кода, его свойства, биологическая роль и эволюция	4
3	Структура и функции рестриктаз. Способы их применения для клонирования, исследования генов и геномов. Области практического применения	4
4	Основные методические особенности процедуры клонирования ДНК. Гетерологичная экспрессия генов	4
5	ДНК-полимеразы — основной инструмент генетической инженерии: структура, функции, практическое применение	4
6	Библиотеки генов — мощный инструмент генетического анализа: сущность, получение, применение	4
7	Метод полимеразной цепной реакции (ПЦР) — мощный инструмент молекулярно-генетического анализа: сущность, методика проведения, практическое применение	4
8	Метагеномика — новый подход к исследованию экосистем	4
9	Генетическая инженерия и получение генно-модифицированных организмов	4

	(ГМО): методические подходы, значение, возможные аспекты отрицательного воздействия, перспективы	
10	Методические особенности основных генно-инженерных процедур	8
11	Особенности методик выделения плазмидных и фаговых ДНК и их характеристика	8
12	Методы трансформации и трансфекции ДНК	8
13	Метод ПЦР: сущность, особенности методики, демонстрация	4
14	Биоинформатика, ее становление и роль в современной генетике и генетической инженерии	4
Всего		68