

государственное бюджетное общеобразовательное учреждение
Самарской области средняя общеобразовательная школа №3
п.г.т. Безенчук муниципального района Безенчукский Самарской области

Рассмотрено
на заседании
методического объединения
Протокол № 1
от «28» 08 2025 г.

Руководитель МО
[Подпись] /Воронкина Д.В.

Проверено
зам. директора по УВР
[Подпись] /Таммикина С.Т.

«29» 08 2025 г.

Утверждаю
Директор ГБОУ СОШ №3
п.г.т. Безенчук
_____/Н.Ю.Хазова/

«29» 08 2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
ЭЛЕКТИВНОГО КУРСА
«Основы генетической инженерии»**

Рабочая программа элективного курса по биологии «Основы генетической инженерии» для 10 - 11 класса профильного уровня. В соответствии с учебным планом и годовым календарным учебным графиком программа рассчитана на 68 часов (34 часа в 10 классе, 34 в 11 классе), из расчета 1 час в неделю.

Цель рабочей программы - формирование практического применения биологических знаний об основных молекулярно – генетических процессах.

Задачи, решаемые при реализации данной рабочей программы: научить решать генетические задачи, используя специализированную научную терминологию; развивать практические навыки работы с учебным оборудованием кабинета биологии (световым микроскопом, микропрепаратами), компьютером (создание презентаций); воспитывать обучающихся нравственным нормам при изучении молекулярных механизмов эволюции; гордость за внедрение приоритетных направлений молекулярной генетики и геной инженерии российскими учеными.

Содержание рабочей программы 10 класс

Введение

Молекулярная генетика как наука. Связь молекулярной генетики с биохимией нуклеиновых кислот и биохимией белков. С генетикой микроорганизмов, молекулярной биологией и биоинформатикой. Генная инженерия как технология конструирования трансгенных механизмов. Значение молекулярной генетики для развития геной инженерии. Роль геной инженерии в биотехнологии, сельском хозяйстве, пищевой промышленности, медицине, охране окружающей среды. Демонстрация схемы, иллюстрирующие взаимосвязь молекулярной генетики и геной инженерии между собой и с другими науками. Прокариотные и эукариотные организмы. Клетки животных, растений: разница и сходство. Нуклеоид микроорганизмов и ядро эукариотических клеток. Строение бактериальной и эукариотной хромосомы. Эухроматин и гетерохроматин – активные и инертные области эукариотной хромосомы.

Демонстрация схем:

- основные открытия в области молекулярной генетики;
- этапы развития геной инженерии;
- строение прокариотной и эукариотной клеток;
- организация прокариотных и эукариотных хромосом.

Строение структурных генов

Что такое ген: от морфологического признака к молекулярному механизму его формирования. Строение ДНК, РНК, белков. Центральный постулат молекулярной биологии: ДНК – РНК – белок и его развитие. «Простое» строение генов прокариот и сложное «мозаичное» строение генов эукариот. Экзоны и интроны. Сплайсинг. Альтернативный сплайсинг – механизм, с помощью которого один эукариотный ген может кодировать множество разных белков. Расположение генов в прокариотной хромосоме – опероны. Расположение генов в эукариотной хромосоме – мультигенные свойства. Повторяющиеся последовательности (сателлитная ДНК), их роль в организации хроматина. Пути геной инженерии – преодоления несовместимости, механизмов экспрессии генов у прокариот и эукариот. Методы разрезания ДНК – эндонуклеазы рестрикции. Методы выделения генов: химический синтез, комплементация. Обратная транскрипция, полимеразная цепная реакция.

Демонстрация схем:

- строение типичного прокариотного гена;
- строение типичного эукариотного гена (экзоны и интроны);
- конститутивный и альтернативный сплайсинг;
- строение оперона;
- строение мультигенного семейства;
- механизм действия эндонуклеаз рестрикции;
- методы выделения генов.

Механизмы экспрессии генов

Молекулярные механизмы транскрипции. ДНК – зависимые РНК – полимеразы прокариот и эукариот, их функции. Активация генов как инициация транскрипции ДНК. Гены, регулирующие инициацию транскрипции: промотор, оператор, энхансер, сайленсер, инсулятор. Белки- регуляторы транскрипции: реперссоры, и активаторы. Модификация нуклеосом как фактор регуляции транскрипции генов и эукариот. Элонгация и терминация транскрипции – терминаторы. Типичные механизмы регуляции транскрипции у прокариот: лактозный оперон. Типичные механизмы регуляции транскрипции у эукариот – регуляция активности ДНК – зависимой РНК – полимеразы 2 – сборка транскриптосомы. Генно – инженерные методы обеспечения экспрессии чужеродных генов, векторы для экспрессии.

Демонстрации схем:

- ДНК – зависимые РНК – полимеразы прокариот и эукариот, их функции;
- строение регуляторных областей транскрипции у прокариот и эукариот;
- механизм регуляции транскрипции эукариотных генов за счет ковалентной модификации нуклеосом;
- строение и функционирование лактозного оперона;
- сборка транскриптосомы и активация ДНК – зависимой РНК – полимеразы;
- векторы для экспрессии клонированных генов.

Механизмы репликации, репарации и рекомбинации ДНК

Полуконсервативный механизм репликации ДНК. ДНК – зависимые ДНК – полимеразы прокариот и эукариот, их функции, механизм действия. Белки и ферменты репликации: ДНК – лигаза, топоизомераза, ДНК – гираза. Суперспирализация ДНК. Применение ферментов репликации в генной инженерии. Векторы для автономной репликации чужеродной ДНК. Обеспечение точности репликации ДНК и спонтанный мутагенез. Механизмы репарации неправильно спаренных оснований и их роль в эволюции. Эксцизионная репарация ДНК. Индуцируемая репарация. Применение ферментов репарации в генной инженерии. Направленная модификация генов – сайт – направленный мутагенез. Основные принципы белковой инженерии. Механизмы рекомбинации законная (гомологическая) рекомбинация и сайт – специфическая рекомбинация. Рекомбинационная репарация. Их генетическая роль эволюционная роль рекомбинации. Применение гомологической и сайт – специфической рекомбинации в генной инженерии для интеграции чужеродных генов в хромосому реципиентного организма и для инактивации хромосомных генов. Векторы для адресованной интеграции чужеродной ДНК в хромосому. Получение новых высокоактивных генов путем рекомбинационной «перетасовки» экзонов. Незаконная рекомбинация и мобильные генетические элементы прокариот и эукариот. Механизм перемещения бактериальных мобильных генетических элементов. Роль транспозонов

в эволюции микроорганизмов, в распространении лекарственной устойчивости среди микроорганизмов. Применение транспозонов в генной инженерии для конструирования векторных молекул и для проведения перестроек в геноме.

Мобильные генетические элементы эукариот. Транспозиция за счет обратной транскрипции – ретротранспозоны. Связь между ретротранспозонами и ретровирусами. Роль мобильных генетических элементов в эволюции эукариот. Применение обратной транскрипции в генной инженерии. Мобильные генетические элементы как векторы для

эукариот. Плазмиды, бактериофаги и вирусы эукариот. Принципы их строения и методы их применения в генной инженерии в качестве векторов. Трансмиссивные и конъюгативные плазмиды, их роль в эволюции микроорганизмов и в генной инженерии.

Умеренные бактериофаги как векторы. Эукариотные вирусы в генной инженерии эукариот. Проблемы структурной и репликативной стабильности рекомбинантных генов.

Демонстрация схем:

- репликация ДНК;
- векторы для автономной репликации чужеродных генов;
- репарация неправильно спаренных оснований;
- экспозиционная репарация, применение репаративного синтеза ДНК в генной инженерии;
- методы направленного внесения мутаций в ген, сайт – направленный мутагенез, принципы белковой инженерии;
- векторы для адресованной интеграции клонированных генов в хромосому;
- транспозоны и механизм их транспозиции;
- применение транспозонов в генной инженерии;
- классы мобильных генетических элементов эукариот, механизмы их транспозиции;
- строение разных классов плазмид, бактериофагов и вирусов эукариот.

Механизмы трансляции

Основные свойства генетического кода: вырожденность, систематичность, помехоустойчивость. Разные эффективности декодирования различных синонимичных

кодонов при кодировании различных типов генов. аппарат трансляции у прокариот и эукариот. Строение рибосомы, белковые факторы трансляции. Связь между транскрипцией и трансляцией у прокариот. Механизм регуляции экспрессии оперонов биосинтеза аминокислот – аттенуация транскрипции за счет трансляции лидерного пептида – триптофановый оперон. Проходит ли трансляция в ядрах эукариот? Строение лидерных зон матричных РНК прокариот и эукариот. Методы генной инженерии, обеспечивающие высокоэффективную трансляцию чужеродных мРНК. Векторы для суперпродукции белков клонированных генов. Проблемы генной инженерии штаммов суперпродуцентов низкомолекулярных соединений (аминокислот) – принципы метаболической инженерии.

Демонстрации схем:

- строение рибосом прокариот и эукариот, рРНК, рибосомальных белков;
- стадии трансляции у прокариот и эукариот;
- строение лидерных зон прокариотных и эукариотных мРНК;
- механизм регуляции транскрипции триптофанового оперона;

- векторы для суперпродукции.

Практическая работа №1 «Разработка и защита проектов конструирования рекомбинантных ДНК, предназначенных для решения различных научных и практических задач».

Методы получения трансгенных микроорганизмов, растений и животных

Методы введения рекомбинантных ДНК в реципиентные организмы. Трансформация микроорганизмов в методы селекции трансформантов. Векторы для селекции рекомбинантных ДНК. Основные классы трансгенных микроорганизмов: суперпродуценты полезных соединений. Штаммы биодеструкторы для очистки окружающей среды от загрязнителей, трансгенные микроорганизмы, повышающие эффективность сельского хозяйства. Культура клеток растений. Трансформация клеток растений. Методы селекции трансформантов и регенерации из них трансгенных растений. векторы для растений. Основные классы трансгенных растений: инсектицидные, устойчивые к гербицидам, устойчивые к стрессам, продуцирующие ценные соединения. Культуры клеток животных. Трансформация клеток животных и методы селекции трансформантов. Получение трансгенных животных. Микроинъекция рекомбинантных ДНК в ядра яйцеклеток. Основные типы трансгенных животных: с повышенной продукцией биомассы, трансгенные животные как биореакторы для получения ценных белков. Принципы и проблемы репродуктивного клонирования животных. Эпигенетические эффекты и жизнеспособность клонов.

Демонстрация схем:

- методы трансформации микроорганизмов, клеток растений, клеток животных;
- методы селекции трансформантов;
- получение трансгенных растений и животных;
- репродуктивное клонирование.

Трансгенные организмы и проблемы обеспечения биобезопасности

Потенциальные опасности, связанные с применением трансгенных организмов. Токсикологический риск при применении трансгенных организмов для производства пищи и кормов. Типы экологических рисков при интродукции трансгенных организмов(растений) в окружающую среду и принципы их оценки. Государственное регулирование промышленного применения трансгенных организмов. Отношение общества к трансгенной биотехнологии. Принципы биоэтики при генной инженерии.

Демонстрация схем:

- основные типы рисков, связанных с применением трансгенных организмов;
- принципы оценки рисков, связанные с интродукцией трансгенных организмов в окружающую среду.

Заключение

Итоговая конференция «Молекулярная генетика и геновая инженерия в 21 веке».

Содержание рабочей программы 11 класс

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.

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.

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.

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).

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.

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.

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.

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.

Генетическая инженерия и получение генномодифицированных 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.

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.

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.

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.

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.

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.

ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ 10 КЛАСС

№ п/п	Наименование раздела (темы)	Содержание	Кол-во часов	Электронные (цифровые образовательные ресурсы)
1	Введение	Молекулярная генетика как наука. Генная инженерия как технология конструирования	4 часа	Российская электронная школа(РЭШ)

		трансенных механизмов. Значение молекулярной генетики для развития генной инженерии. Роль генной инженерии в биотехнологии, сельском хозяйстве, пищевой промышленности, медицине, охране окружающей среды.		https://resh.edu.ru/ "Skysmart" https://skysmart.ru/ "ЯКласс" https://www.yaklass.ru/
2	Строение структурных генов	Что такое ген. Строение ДНК, РНК, белков. Экзоны и интроны. Сплайсинг. Методы выделения генов.	4 часа	Российская электронная школа(РЭШ) https://resh.edu.ru/ "Skysmart" https://skysmart.ru/ "ЯКласс" https://www.yaklass.ru/
3	Механизмы экспрессии генов	Молекулярные механизмы транскрипции. Гены, регулирующие инициацию транскрипции. Белки- регуляторы транскрипции: реперсоры, и активаторы. Модификация нуклеусом как фактор регуляции транскрипции генов и эукариот. Элонгация и терминация транскрипции – терминаторы. Типичные механизмы регуляции траскрипции у прокариот: лактозный оперон. Типичные механизмы регуляции транскрипции у эукариот. Генно – инженерные методы обеспечения эксперссии чужеродных генов, векторы для эксперссии.	8 часов	Российская электронная школа(РЭШ) https://resh.edu.ru/ "Skysmart" https://skysmart.ru/ "ЯКласс" https://www.yaklass.ru/
4	Механизмы репликации, репарации и рекомбинации ДНК	Полуконсервативный механизм репликации ДНК. Белки и ферменты репликации. Суперспирализация ДНК. Механизмы репарации. Основные принципы белковой инженерии. Механизмы рекомбинации законная (гомологическая) рекомбинация. Рекомбинационная репарация. Плазмиды, бактериофаги и вирусы эукариот. Проблемы структурной и репликативной стабильности рекомбинантных генов.	8 часов	Российская электронная школа(РЭШ) https://resh.edu.ru/ "Skysmart" https://skysmart.ru/ "ЯКласс" https://www.yaklass.ru/
5	Механизмы трансляции	Основные свойства генетического кода. Строение рибосомы, белковые факторы трансляции. Механизм регуляции экспрессии оперонов биосинтеза аминокислот. Методы	4 часа	Российская электронная школа(РЭШ) https://resh.edu.ru/ "Skysmart" https://skysmart.ru/

		генной инженерии, обеспечивающие высокоэффективную трансляцию чужеродных мРНК.		"ЯКласс" https://www.yaklass.ru/
6	Методы получения трансгенных микроорганизмов, растений и животных	Методы введения рекомбинантных ДНК в реципиентные организмы. Основные классы трансгенных растений. Получение трансгенных животных. Принципы и проблемы репродуктивного клонирования животных.	4 часа	
7	Трансгенные организмы и проблемы обеспечения биобезопасности	Потенциальные опасности, связанные с применением трансгенных организмов.	1 час	Российская электронная школа(РЭШ) https://resh.edu.ru/ "Skysmart" https://skysmart.ru/ "ЯКласс" https://www.yaklass.ru/
8	Заключение		1 час	Российская электронная школа(РЭШ) https://resh.edu.ru/ "Skysmart" https://skysmart.ru/ "ЯКласс" https://www.yaklass.ru/

ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ 11 КЛАСС

№ п/п	Наименование раздела (темы)	Содержание	Кол-во часов	Электронные (цифровые образовательные ресурсы)
1	Молекулярно-генетические основы создания генетической инженерии.	Молекулярно-генетические основы создания генетической инженерии. Значение генетической инженерии для практики	2 часа	Российская электронная школа(РЭШ) https://resh.edu.ru/ "Skysmart" https://skysmart.ru/ "ЯКласс" https://www.yaklass.ru/
2	ДНК как материальная основа наследственности.	ДНК как материальная основа наследственности. Структура и функции молекул наследственности — ДНК и РНК. Сущность генетического кода, его свойства, биологическая роль и эволюция	2 часа	Российская электронная школа(РЭШ) https://resh.edu.ru/ "Skysmart" https://skysmart.ru/ "ЯКласс" https://www.yaklass.ru/
3	Структура и функции рестриктаз.	Структура и функции рестриктаз. Способы их применения для клонирования, исследования генов и геномов.	2 часа	Российская электронная школа(РЭШ) https://resh.edu.ru/

		Области практического применения		"Skysmart" https://skysmart.ru/ "ЯКласс" https://www.yaklass.ru/
4	Основные методические особенности процедуры клонирования ДНК.	Основные методические особенности процедуры клонирования ДНК. Гетерологичная экспрессия генов	2 часа	Российская электронная школа(РЭШ) https://resh.edu.ru/ "Skysmart" https://skysmart.ru/ "ЯКласс" https://www.yaklass.ru/
5	ДНК-полимеразы	ДНК-полимеразы — основной инструмент генетической инженерии: структура, функции, практическое применение	2 часа	Российская электронная школа(РЭШ) https://resh.edu.ru/ "Skysmart" https://skysmart.ru/ "ЯКласс" https://www.yaklass.ru/
6	Библиотеки генов	Библиотеки генов— мощный инструмент генетического анализа: сущность, получение, применение	2 часа	Российская электронная школа(РЭШ) https://resh.edu.ru/ "Skysmart" https://skysmart.ru/ "ЯКласс" https://www.yaklass.ru/
7	Метод полимеразной цепной реакции (ПЦР)	Метод полимеразной цепной реакции (ПЦР)— мощный инструмент молекулярногенетического анализа: сущность, методика проведения, практическое применение	2 часа	Российская электронная школа(РЭШ) https://resh.edu.ru/ "Skysmart" https://skysmart.ru/ "ЯКласс" https://www.yaklass.ru/
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.	2 часа	Российская электронная школа(РЭШ) https://resh.edu.ru/ "Skysmart" https://skysmart.ru/ "ЯКласс" https://www.yaklass.ru/
9	Генетическая инженерия и получение генномодифицированных организмов (ГМО)	Генетическая инженерия и получение генномодифицированных организмов (ГМО): методические подходы, значение, возможные аспекты отрицательного воздействия, перспективы	2 часа	Российская электронная школа(РЭШ) https://resh.edu.ru/ "Skysmart" https://skysmart.ru/ "ЯКласс" https://www.yaklass.ru/
10	Методические	Введение в практическую ГИ.	4 часа	Российская

	особенности основных генно-инженерных процедур	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.		электронная школа(РЭШ) https://resh.edu.ru/ "Skysmart" https://skysmart.ru/ "ЯКласс" https://www.yaklass.ru/
11	Особенности методик выделения плазмидных и фаговых ДНК и их характеристика	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.	4 часа	Российская электронная школа(РЭШ) https://resh.edu.ru/ "Skysmart" https://skysmart.ru/ "ЯКласс" https://www.yaklass.ru/
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.	4 часа	Российская электронная школа(РЭШ) https://resh.edu.ru/ "Skysmart" https://skysmart.ru/ "ЯКласс" https://www.yaklass.ru/
13	Метод ПЦР: сущность, особенности методики, демонстрация	Основы технологии специфического in vitro размножения ДНК в пробирке (ПЦР). Особенности постановки и протекания реакции. Демонстрация прибора для амплификации.	2 часа	Российская электронная школа(РЭШ) https://resh.edu.ru/ "Skysmart" https://skysmart.ru/ "ЯКласс" https://www.yaklass.ru/
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.	2 часа	Российская электронная школа(РЭШ) https://resh.edu.ru/ "Skysmart" https://skysmart.ru/ "ЯКласс" https://www.yaklass.ru/