



Муниципальное бюджетное общеобразовательное  
учреждение городского округа Тольятти  
«Школа с углубленным изучением  
отдельных предметов № 41»

---

РАССМОТРЕНО

на заседании МО учителей

естественнонаучного цикла

Протокол № 5 от 17.05.2024

ПРИНЯТО

на заседании Педагогического совета

МБУ «Школа № 41»

Протокол № 41 от 31.05.2024

УТВЕРЖДЕНО

Приказ № 61-1 от 31.05.2024

Директор МБУ «Школа № 41»

Б.Э. Зимонина

**Дополнительная общеобразовательная  
общеразвивающая программа  
«Современные направления биологии:  
молекулярная генетика и геновая инженерия»**

**Направленность: естественнонаучная**

**Возраст обучающихся:** 16-17 лет (10 класс)

**Срок реализации:** 1 год (30 часов)

Тольятти, 2024

# Программа «Современные направления биологии: молекулярная генетика и генная инженерия»

Направленность: естественнонаучная

Возраст: 16-17 лет (10 класс)

Срок реализации: 1 год

## Аннотация

Программа направлена на формирование у обучающихся представлений о том, как биотехнология может встать на службе человечества, решить вопросы получения продуктов и лекарственных препаратов при помощи микроорганизмов в промышленном масштабе

## Пояснительная записка

В современную эпоху естественно-научного прогресса и интенсивного развития современных технологий в России востребованы специалисты с новым стилем мышления. Этот стиль предполагает учет не только конструктивно-технологических, но и психологических, социальных, гуманистических и морально-этических факторов. Формирование современного генетика, геного инженера, медика, фармацевта, микробиолога желательно начинать уже с младшего школьного возраста. В эпоху пандемии и глобальных экологических проблем современности заинтересованность в подобных специалистах возросла многократно. Дополнительная общеобразовательная программа «Молекулярная генетика и генная инженерия» имеет *естественнонаучную направленность*. Программа направлена на формирование у обучающихся представлений о том, как биотехнология может встать на службе человечества, решить вопросы получения продуктов и лекарственных препаратов при помощи микроорганизмов в промышленном масштабе.

**Актуальность программы, педагогическая целесообразность отбора содержания.**

Естественно-научные достижения активно проникают во все сферы человеческой деятельности и вызывают интерес детей, планирующих связать свою жизнь с медициной, экологией, исследовательской деятельностью по биотехнологии, геной и клеточной инженерии. Жизнь человека неразрывно связана с природой, с живыми существами. Дети познают и принимают мир таким, каким его видят, пытаются осмыслить, осознать, а потом объяснить.

Представления о наследственности и изменчивости живых организмов и способности влиять на генетический материал, претерпели серьезные изменения с развитием культуры и цивилизации. Изучение молекулярной генетики и геной инженерии является основой для борьбы с вирусными и бактериальными заболеваниями, производства вакцин, лекарственных препаратов, витаминов.

Педагогическая целесообразность программы заключается в том, что обучающимся дается возможность проанализировать открытия ученых, проследить логику их рассуждений в том или ином вопросе. Занятия способствуют формированию у обучающихся не только созерцательной, но и познавательной деятельности. В процессе дискуссий, конференций ребята учатся отстаивать свою позицию, уважать мнение одноклассников.

**Цель программы:**

формирование знаний основных молекулярно-генетических процессов и представлений, представлений проведения на их основе генно-инженерных конструирований трансгенных организмов с заданными свойствами.

**Основные задачи:*****Обучающие:***

- Расширить и углубить знания обучающихся 10 класса о строении и функционировании генов прокариот и эукариот.
- Дать представление о современном понимании молекулярных механизмов эволюции.
- Обосновать основные принципы и методы генной инженерии как необходимое условие применения на практике знаний молекулярно-генетических процессов и принципов строения различных генов.
- Расширить знания о молекулярных механизмах регуляции генов и генно-инженерных методах, направленных на создание трансгенных организмов с заданными полезными свойствами.
- Познакомить обучающихся с основными принципами и проблемами современной трансгенной биотехнологии, основанной на применении организмов, полученных с помощью генной инженерии.
- Изучить основные разделы молекулярной генетики прокариот и эукариот, познакомить с основными генетическими и биохимическими процессами, протекающими в клетках, с главными механизмами функционирования генов у микроорганизмов, растений и животных, принципами организации генов и геномов. Особое внимание уделяется процессам функционирования белков и генов, каким образом различные генетические и метаболические процессы взаимосвязаны друг с другом как они координально регулируются факторами окружающей среды; каким образом знания молекулярно-генетических процессов применяются в генной инженерии для конструирования трансгенных организмов.

***Развивающие:***

- развитие познавательных интересов, интеллектуальных и творческих способностей в процессе изучения проблем современной биологической науки;
- формировать учебную мотивацию и мотивацию к творческому поиску;
- развивать волю, терпение, самоконтроль.

***Воспитательные:***

- воспитание убежденности в возможности познания закономерностей живой природы, необходимости бережного отношения к ней, соблюдения этических норм при проведении биологических исследований;
- использование приобретенных знаний и умений в повседневной жизни для оценки последствий своей деятельности по отношению к окружающей среде, собственному здоровью; выработки навыков экологической культуры; обоснования и соблюдения мер профилактики заболеваний и ВИЧ-инфекции.
- воспитывать дисциплинированность, ответственность, социальное поведение, самоорганизацию;
- формировать чувство коллективизма, взаимопомощи;

- воспитывать у детей чувство патриотизма, гражданственности, гордости за достижения отечественной науки и техники.

Программа «Современные направления биологии: молекулярная генетика и генная инженерия» составлена в соответствии с нормативными документами:

- Федеральный закон от 29.12.2012 г. №273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- Федеральный закон от 30.12.2020 г № 517-ФЗ «О внесении изменений в федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» и отдельные законодательные акты Российской Федерации»
- Концепция развития дополнительного образования в РФ (утверждена распоряжением Правительства РФ от 04. 09.2014 № 1726-Р);
- Приказ Министерства просвещения России от 9.11.2018 № 196 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам»;
- Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28 сентября 2020 года № 28 «Об утверждении СП 2.4.3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организации воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи»;
- Методические рекомендации по проектированию дополнительных общеразвивающих программ, направленных письмом Минобрнауки России от 18.11.2015 № 09-3242;
- «Методические рекомендации по разработке дополнительных общеобразовательных программ» (Приложение к письму министерства образования и науки Самарской области 03.09.2015 № МО -16-09-01/826-ТУ);
- «Методические рекомендации по проектированию разноуровневых дополнительных общеобразовательных общеразвивающих программ» (Приложение к письму министерства образования и науки Самарской области 24.06.2021 № МО/909-ТУ).

#### **Адресат программы**

Программы «Молекулярная генетика и генная инженерия» составлена для обучающихся 16-17 лет, соответствует психолого-педагогическим особенностям данного возраста.

Количество обучающихся в группах первого года обучения - не менее 12 человек. Принцип набора в учебное объединение – свободный. Специального отбора не проводится. Комплектование учебных групп проводится с учетом индивидуальных способностей и потребностей обучающихся.

#### **Объем программы**

Программа реализуется за 1 учебный год в течение 30 часов (1 час в неделю).

#### **Режим занятий**

Занятия проходят 1 раз в неделю по 1 академическому часу (продолжительность одного академического часа – 40 минут).

#### **Форма обучения**

Форма обучения очная. Программа предполагает следующие формы работы:

### *Коллективные формы работы*

Коллективные работы позволяют создать ситуацию успеха у любого ребенка. Коллективные творческие работы дают возможность ребенку воспринимать готовую работу целостно и получить конечный результат гораздо быстрее, чем при индивидуальной работе. Детям дается возможность получить жизненный опыт позитивного взаимодействия. Активная совместная деятельность способствует формированию у детей положительных взаимоотношений со сверстниками, умению договариваться о содержании деятельности, о ее этапах, оказывать помощь тем, кто в ней нуждается, подбодрить товарища, корректно указать на его ошибки.

### *Индивидуальные формы работы*

Обучение строится на основе саморазвития ребенка, связанного с появлением у него стимула к работе над собой. Источником такого развития выступает заинтересованность детей к познанию. Механизм саморазвития базируется на выявлении природных задатков и способностей детей и на активизации таких личностных характеристик, как самолюбие, самооценка, стремление к состязательности. Педагог выступает как деловой партнер, помогающий ребенку выработать навыки саморегулирования. Основная роль в развитии личности принадлежит самому ребенку. При этом педагог не навязывает детям технологию развития и не определяет ее границы, а помогает выбрать каждому индивидуальные формы.

### *Групповые формы работы*

В процессе групповой работы происходит и самообучение и взаимообучение обучающихся. Группа – это такая организационная форма работы, где педагог выполняет роль наблюдателя, а обучающиеся учатся сами планировать свою работу, реализовывать планы и нести ответственность за результаты своей работы.

<b>Образовательная деятельность</b>	<b>Формы организации</b>
Учебная деятельность	Учебное занятие, занятие – игра, соревновательные викторины, открытые занятия, лабораторные работы.
Воспитательная деятельность	Выставки, творческие задания, дискуссии, деловые и ролевые игры, проекты соревнования, турниры и т.д.

Успешное проведение занятий достигается с соблюдением основных дидактических принципов: систематичности, последовательности, наглядности и доступности, при этом учитываются возрастные и индивидуальные особенности ребенка.

В процессе обучения важным является проведение различных ролевых игр, диспутов, научно-практических конференций. Большое внимание уделяется истории развития молекулярной генетики и геной инженерии, людям науки, изобретателям, исследователям, испытателям. Ребята знакомятся с достижениями отечественных ученых.

Оценка промежуточных результатов по темам и итоговые занятия проводятся в разных формах: «Своя игра», викторины, защита проектов. Клубные занятия посвящаются известным календарным датам.

На занятиях активно используются современные образовательные технологии:

*Здоровьесберегающие:*

- физкультурно-оздоровительные технологии
  - технологии обеспечения безопасности жизнедеятельности
  - здоровьесберегающие образовательные технологии
  - медико-гигиенические технологии;
  - технология обучения и воспитания культуры здоровья;
- Компетентностно-ориентированные:*
- обучение в сотрудничестве,
  - индивидуальный и дифференцированный подход к обучению,
  - технология коллективной творческой деятельности
  - игровые технологии
- Информационные:*
- оформление визитных карточек в программе Word.
- Формы работы с родителями:*
- профессиональная помощь родителям, сотрудничество педагога и родителей в воспитании обучающихся;
  - открытые занятия;
  - индивидуальные беседы с родителями;
  - знакомство родителей с методической литературой по вопросам воспитания обучающихся на занятиях, их поведения и отношения к занятиям;
  - родительские собрания (два раза в год проводятся встречи с родителями, организуются показательные выставки );
  - участие родителей вместе с обучающимися в праздниках объединения, учреждения.

### **Планируемые результаты**

#### **Обучающиеся должны знать:**

- строение различных классов генов прокариот и эукариот;
- основные механизмы репликации, рекомбинации и репарации генов;
- основные механизмы регуляции транскрипции генов и процесса образования(сплайсинга) информационных РНК;
- основные механизмы, обеспечивающие биосинтез белка (трансляцию);
- важнейшие методы генной инженерии (выделение генов, модификацию генов, сшивание генов, внесение чужеродных генов в реципиентные организмы);
- принципы техники безопасности работ с трансгенными организмами;
- принципы оценки токсикологического и экологического риска при интродукции трансгенных организмов в окружающую среду (принципы оценки экологического риска трансгенных растений);
- важнейшие принципы биоэтики, связанные с генной терапией, с клонированием эмбриональных стволовых клеток человека, с репродуктивным клонированием человека.

#### **Обучающиеся должны уметь:**

- охарактеризовать основные принципы строения структурных и регуляторных генов и регуляторных белков прокариот и эукариот;
- объяснять молекулярные механизмы репликации, репарации и рекомбинации генов и принципы применения знания этих механизмов в генной

инженерии;

- характеризовать основные механизмы экспрессии генов и применение этих механизмов в генно-инженерном конструировании;
- составлять схемы конструирования рекомбинированных ДНК, экспрессирующих чужеродные гены, и обосновывать принципы такого конструирования;

Характеризовать основные области практического применения трансгенных организмов.

**Метапредметные результаты:**

- уметь выделять главное и систематизировать представленный научный материал;
- работать с различными источниками информации;
- обобщать и делать выводы на основе полученных знаний;
- решать генетические задачи с использованием математических закономерностей;
- понимать сущность естественно- научной картины мира.

**Личностные результаты:**

- расширение кругозора знаний в области биологии;
- профессиональная ориентация и предпочтения;
- личное отношение к использованию трансгенных продуктов питания;
- забота о соблюдении здорового образа жизни в части здорового питания;
- понимание важнейшей социальной проблемы сохранения

репродуктивной функции семей и соблюдение этических норм клонирования.

**Критерии оценки знаний, умений и навыков при освоении программы**

Оценка учебных достижений обучающихся производится с учетом целей предварительного, текущего, этапного и итогового педагогического контроля

Оценка		Требования
зачтено	5 (отлично)	полно раскрыто содержание материала в объеме программы; четко и правильно даны определения и раскрыто содержание понятий; верно использованы научные термины; для доказательства использованы различные умения, выводы из наблюдений и опытов; ответ самостоятельный, использованы ранее приобретенные знания.
	4 (хорошо)	раскрыто основное содержание материала; в основном правильно даны определения понятий и использованы научные термины; ответ самостоятельный; определения понятий неполные, допущены незначительные нарушения последовательности изложения, небольшие неточности при использовании научных терминов или в выводах и обобщениях из наблюдений и опытов.

	3 (удовлетворительно)	усвоено основное содержание учебного материала, но изложено фрагментарно, не всегда последовательно; определения понятий недостаточно четкие; не использованы в качестве доказательства выводы и обобщения из наблюдений и опытов или допущены ошибки при их изложении; допущены ошибки и неточности в использовании научной терминологии, определении понятий.
не зачтено	2 (неудовлетворительно)	основное содержание учебного материала не раскрыто; не даны ответы на вспомогательные вопросы учителя; допущены грубые ошибки в определении понятий, при использовании терминологии.

### Критерии оценки тестовых заданий

с помощью коэффициента усвоения К

$K = A:P$ , где А – число правильных ответов в тесте, Р – общее число ответов

Оценка	Коэффициент К
«5»	0,85 - 1
«4»	0,65 - 0,84
«3»	0,45 - 0,64
«2»	Меньше 0,4

### Критерии оценивания презентаций учащихся

Оценка	5	4	3	2
Содержание	Работа полностью завершена	Почти полностью сделаны наиболее важные компоненты работы	Не все важнейшие компоненты работы выполнены	Работа сделана фрагментарно и с помощью учителя
	Работа демонстрирует глубокое понимание описываемых процессов	Работа демонстрирует понимание основных моментов, хотя некоторые детали не уточняются	Работа демонстрирует понимание, но неполное	Работа демонстрирует минимальное понимание

	Даны интересные дискуссионные материалы. Грамотно используется научная лексика	Имеются некоторые материалы дискуссионного характера. Научная лексика используется, но иногда не корректно.	Дискуссионные материалы есть в наличии, но не способствуют пониманию проблемы. Научная терминология или используется мало или используется некорректно.	Минимум дискуссионных материалов. Минимум научных терминов
	Ученик предлагает собственную интерпретацию или развитие темы (обобщения,	Ученик в большинстве случаев предлагает собственную интерпретацию или	Ученик иногда предлагает свою интерпретацию	Интерпретация ограничена или беспочвенна
	приложения, аналогии)	развитие темы		
	Везде, где возможно выбирается более эффективный и/или сложный процесс	Почти везде выбирается более эффективный процесс	Ученику нужна помощь в выборе эффективного процесса	Ученик может работать только под руководством учителя
Дизайн	Дизайн логичен и очевиден	Дизайн есть	Дизайн случайный	Дизайн не ясен
	Имеются постоянные элементы дизайна. Дизайн подчеркивает содержание.	Имеются постоянные элементы дизайна. Дизайн соответствует содержанию.	Нет постоянных элементов дизайна. Дизайн может и не соответствовать содержанию.	Элементы дизайна мешают содержанию, накладываясь на него.
	Все параметры шрифта хорошо подобраны (текст хорошо читается)	Параметры шрифта подобраны. Шрифт читаем.	Параметры шрифта недостаточно хорошо подобраны, могут мешать восприятию	Параметры не подобраны. Делают текст трудночитаемым

Графика	Хорошо подобрана, соответствует содержанию, обогащает содержание	Графика соответствует содержанию	Графика мало соответствует содержанию	Графика не соответствует содержанию
Грамотность	Нет ошибок: ни грамматических, ни синтаксических	Минимальное количество ошибок	Есть ошибки, мешающие восприятию	Много ошибок, делающих материал трудночитаемым

### **Виды и формы контроля:**

Программой предусматриваются следующие виды контроля: предварительный, текущий, итоговый.

Диагностика интересов, личностного развития, творческой активности обучающихся, диагностика развития коллектива проводятся периодически в течение учебного года. Метод диагностики: наблюдение, тестирование, анкетирование, диагностическая беседа, презентация.

**Предварительный контроль** (проводится при наборе или на начальном этапе формирования коллектива) имеет своей целью выявления исходного уровня подготовки обучающихся в области естественных наук, чтобы скорректировать учебно-тематический план, определить направление и формы индивидуальной работы (*метод диагностики: беседа и наблюдение, презентация*).

**Текущий контроль** проводится с целью определения степени усвоения обучающимися учебного материала и уровня их подготовленности к занятиям по программе. Этот контроль должен повысить заинтересованность обучающихся в усвоении материала. Он позволяет своевременно выявлять отстающих, а также опережающих обучение с целью наиболее эффективного подбора методов и средств обучения.

**Итоговый контроль** проводится с целью определения степени достижения результатов обучения, закрепления знаний, ориентации обучающихся на дальнейшее самостоятельное обучение, участие в мероприятиях, конкурсах различного уровня.

На каждом занятии педагог использует взаимоконтроль и самоконтроль.

#### **Формы контроля**

Собеседование, устный и практический контроль, самостоятельная работа, педагогические наблюдения, игры.

#### **Формы подведения итогов**

Участие в мероприятиях учреждения, конкурсах, фестивалях, олимпиадах городского уровня.

Диагностика эффективности образовательного процесса осуществляется в течение всего срока реализации программы. Это помогает своевременно выявлять пробелы в знаниях, умениях обучающихся, планировать коррекционную работу, отслеживать динамику развития детей. Для оценки эффективности образовательной программы выбраны следующие критерии, определяющие развитие интеллектуальных и технических способностей обучающихся: развитие памяти, воображения, образного, логического и экологического мышления. Итоговая оценка развития личностных качеств воспитанника производится по трём уровням:

1. **«Высокий»:** положительные изменения личностного качества воспитанника в течение учебного года признаются как максимально возможные для него;
2. **«Средний»:** изменения произошли, но воспитанник потенциально был способен к большему;
3. **«Низкий»:** изменения не замечены.

Результатом усвоения учащимися программы являются: устойчивый интерес к занятиям по НТМ, сохранность контингента, результаты достижений в соревнованиях, олимпиадах и конкурсах внутри объединения, городских и областных конкурсах и олимпиадах.

## Учебно-тематический план

№	Тема занятия	Кол-во часов	Формы контроля/аттестации
1	Введение	4	Беседа, наблюдение
2	Строение структурных генов	4	Викторина
3	Механизмы экспрессии генов	4	Устный контроль
4	Механизмы репликации, репарации и рекомбинации ДНК	7	Викторина
5	Механизмы трансляции	4	Тестирование
6	Методы получения трансгенных микроорганизмов, растений и животных	3	Презентация
7	Проблемы обеспечения безопасности	2	Олимпиада по генетике
8	Заключение	2	«Своя игра» (интеллектуальная викторина)

## Содержание учебного курса

Общее количество часов - 30

### **Введение (4ч)**

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 организмов. Значение молекулярной генетики для развития генной инженерии. Роль генной инженерии в биотехнологии, сельском хозяйстве, пищевой промышленности, медицине, охране окружающей среды.

Объекты и методы молекулярной генетики и генной инженерии. История развития молекулярной генетики и генной инженерии.

**Демонстрация** схемы, иллюстрирующей взаимосвязь молекулярной генетики и генной инженерии между собой и с другими науками.

Прокариотные и эукариотные организмы. Клетки микроорганизмов, клетки животных, клетки растений: разница и сходство. Нуклеоид микроорганизмов и ядро эукариотных клеток. Строение бактериальной и эукариотной хромосомы. Уровни организации эукариотной хромосомы. Эухроматин и гетерохроматин — активные и инертные области эукариотной хромосомы.

### **Демонстрация схем:**

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

## **Раздел 1. Строение структурных генов (4ч)**

Что такое ген: от морфологического признака к молекулярному механизму его формирования. Строение ДНК, РНК и 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 семейства. Повторяющиеся последовательности (сателлитная ДНК), их роль в организации хроматина. Пути генно-инженерного 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 и др.

### **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.

## **Раздел 2. Механизмы экспрессии генов (4 ч)**

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 и др. Белки — регуляторы транскрипции: репрессоры и активаторы. Модификация нуклеосом как фактор регуляции транскрипции генов у эукариот. Элонгация и терминация транскрипции — терминаторы. Типичные механизмы регуляции транскрипции у прокариот: лактозный оперон. Типичные механизмы регуляции инициации транскрипции у эукариот — регуляция активности ДНК-зависимой РНК-полимеразы II — сборка транскриптосомы. Генно-инженерные методы обеспечения экспрессии чужеродных генов, векторы для экспрессии.

### **Демонстрация схем:**

- ДНК-зависимые РНК-полимеразы прокариот и эукариот, их функции;
- строение регуляторных областей транскрипции у прокариот и эукариот;
- основные типы белков, регуляторов 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 II;
- векторы для экспрессии клонированных генов.

## **Раздел 3. Механизмы репликации, репарации и рекомбинации ДНК (7 ч)**

Полуконсервативный механизм репликации ДНК. ДНК-зависимые ДНК-полимеразы прокариот и эукариот, их функции, механизм их действия. Белки и ферменты репликации: ДНК-лигаза, топоизомераза, ДНК-гираза и др. Суперспирализация ДНК. Участок инициации репликации хромосомы — *origin*.

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, *sols* -ответ, индуцируемые стрессами мутагенные ДНК-зависимые

ДНК-полимеразы, их роль в адаптивном мутагенезе и эволюции. 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.

Трансмиссибельные иконогативные 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 ДНК. *Демонстрация схем:*

- репликация ДНК;
- векторы для автономной репликации чужеродных генов;
- репарация неправильно спаренных оснований;
- эксцизионная репарация, применение репаративного синтеза ДНК в генной инженерии;
- методы направленного внесения мутаций в ген, сайт-направленный мутагенез, принципы белковой инженерии;
- гомологическая и сайт-специфическая рекомбинация;
- 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;
- применение ретротранспозонов и обратной транскрипции в генной инженерии;

- строение разных классов плазмид, бактериофагов и вирусов эукариот;
- методы конструирования и применения векторов на основе плазмид и вирусов.
- **Раздел 4. Механизмы трансляции (4 ч)**

Основные свойства генетического кода: вырожденность (избыточность), 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. Происходит ли трансляция в ядрах эукариот? Строение лидерных зон у 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. *Демонстрация 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.

#### *Практическое занятие*

Разработка и защита проектов конструирования рекомбинантных ДНК, предназначенных для решения различных научных и практических задач.

#### **Раздел 5. Методы получения трансгенных микроорганизмов, растений и животных (3ч)**

Методы введения рекомбинантных ДНК в реципиентные организмы. Трансформация микроорганизмов и методы селекции трансформантов. Векторы для селекции рекомбинантных ДНК. Основные классы трансгенных микроорганизмов: суперпродуценты полезных соединений, штаммы биодеструкторы для очистки (биоремедиации) окружающей среды от загрязнителей, трансгенные микроорганизмы, повышающие эффективность сельского хозяйства.

Культуры 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 и клеток животных;
- методы селекции трансформантов;

- получение трансгенных растений и животных;
- репродуктивное клонирование.

## **Раздел 6. Проблемы обеспечения безопасности (2 часа)**

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 (в особенности, трансгенных растений) в окружающую среду и принципы их оценки. Государственное регулирование промышленного применения трансгенных организмов.

Отношение общества к трансгенной биотехнологии. Принципы биоэтики при генной терапии.

### ***Демонстрация схем:***

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

### **Заключение (2 ч)**

***Итоговая конференция*** «Молекулярная генетика и генная инженерия в XXI веке».

## **Методическое обеспечение программы**

Каждое занятие по темам программы, как правило, включает *теоретическую часть и практическое выполнение задания*. Теоретические сведения – это повтор пройденного материала, объяснение нового, информация познавательного характера о методах и достижениях молекулярной генетики и генной инженерии, возможностях биотехнологии. В ходе бесед создается условие для развития способности слышать и слушать, уметь высказывать и обосновывать свою точку зрения, воспринимать точку зрения другого. Теория сопровождается показом наглядного материала, преподносится в форме информационного рассказа или беседы, сопровождаемой вопросами к обучающимся. Использование наглядных пособий на занятиях повышает у обучающихся интерес к изучаемому материалу. Это такие виды наглядности как: показ иллюстраций, рисунков, проспектов, журналов и книг, фотографий, презентаций, демонстрация портретов ученых различных приемов работы и технологий.

*Практические методы* обучения способствуют формированию умений и навыков работы по выполнению интерактивных заданий, задач по молекулярной генетике в учебном кабинете. Учитывая возрастные и психологические особенности обучающихся (старший школьный возраст), занятия проводятся в увлекательной форме, используются видеоразборы материала, способствующие освоению новых знаний и навыков в более легкой и доступной форме, позволяют сделать учебный процесс более эмоциональным – положительно окрашенным, а, следовательно, и более эффективным. Во время перерыва делаются физические упражнения для снятия общего напряжения всего тела, усталости глаз. В процессе выполнения практических работ проводится пальчиковая гимнастика рук для снятия мускульного напряжения.

На занятиях объединения создаются все необходимые условия для творческого развития обучающихся. Каждое занятие строится в зависимости от темы и конкретных задач, которые предусмотрены программой, с учетом возрастных особенностей детей, их индивидуальной подготовленности.

*Типы занятий:* комплексное, занятия-беседы, защита презентаций, самостоятельная работа.

*Виды занятий:*

- работу с литературой, чертежами, схемами;
- практическая работа;
- встреча с интересными людьми;
- выставка;
- конкурс;
- творческий проект;
- конференция;
- игра.

*Материально-техническое обеспечение*

Учебный кабинет, удовлетворяющий санитарно – гигиеническим требованиям, для занятий группы 12 – 15 человек (парты, стулья, доска магнитно-меловая и интерактивная, шкафы и стеллажи для хранения методических и наглядных материалов).

№	Наименования объектов и средств материально-технического обеспечения	Необходимое количество	Примечания
1	2	3	4
1	Компьютер	1	
2	Интерактивная доска	1	
3	Учебное мультимедиа программное обеспечение для интерактивных досок, проекторов и иного оборудования для платформ Windows, Linux, Mac, Android.	1	
4	Комплект электронных учебных материалов. Мультимедийные учебные пособия «Умник-ПО «Биология 10-11 классы (молекулярная и клеточная биология)», ООО «Физикон», 2008, «Умник-ПО «Биология 10-11 классы (теория эволюции и основы экологии)», ООО «Физикон», 2008, «Уроки биологии Кирилла и Мефодия. Общая биология. 10 класс».	1	

Перечень лабораторного оборудования

Объекты натуральные

1. Коллекция «изменчивость организмов»– 1 шт.
2. Модель ДНК – 1шт.
3. Набор микропрепаратов по общей биологии.
4. Таблицы по общей биологии.
5. Динамические пособия «Биосинтез белка», «Митоз», «Мейоз», «Моногибридное скрещивание», «Дигибридное скрещивание».
6. Набор микропрепаратов по разделам «Растения», «Бактерии. Грибы. Лишайники».
7. Портреты ученых-генетиков и микробиологов.

## Список использованной литературы

1. Агафонова И.Б., Сивоглазов В.И. Биология. Базовый и углублённый уровни: Учебник для учащихся 10 класса общеобразовательных учреждений. – М.: Дрофа, 2016.
2. Агафонова И.Б., Сивоглазов В.И. Биология. Базовый и углублённый уровни: Учебник для учащихся 11 класса общеобразовательных учреждений. – М.: Дрофа, 2016.
3. Беляев Д.К., Бородин П.М., Воронцов Н.Н. и др. Общая биология. 10-10 класс: учеб. для общеобразоват. организаций: базовый уровень / под ред. Д.К. Беляева. – М.: Просвещение, 2015
4. Беляев Д.К., Бородин П.М., Воронцов Н.Н. и др. Общая биология. 10-10 класс: учеб. для общеобразоват. организаций: базовый уровень / под ред. Д.К. Беляева. – М.: Просвещение, 2015
5. Каменский А.А., Сарычева Н.Ю. Исакова С.А. Общая биология. 10 класс: учебник для общеобразовательных организаций. М: Вентана-Граф, 2015 (Живая природа)
6. Каменский А.А., Сарычева Н.Ю. Исакова С.А. Общая биология. 11 класс: учебник для общеобразовательных организаций. М: Вентана-Граф, 2015 (Живая природа)
7. Пономарева И.Н., Корнилова О.А., Лощилина Т.Е. Общая биология: Учебник для учащихся 10 класса общеобразовательных учреждений/под ред. проф. И.Н. Пономаревой. – М.: Вентана-Граф, 2015.
8. Пономарева И.Н., Корнилова О.А., Лощилина Т.Е., Ижевский П.В. Биология: 11 класс: учебник для учащихся общеобразовательных учреждений: Базовый уровень/под ред. проф. И.Н. Пономаревой. – 2-ое изд. перераб. – М.: ВентанаГраф, 2015.

## Дополнительная литература

1. Акимов С.И. и др. Биология в таблицах, схемах, рисунках. Учебнообразовательная серия. – М: Лист-Нью, 2004.
2. Биология: Справочник школьника и студента / Под ред. З.Брема и И. Мейнке; Пер. с нем. – 3-е изд., стереотип. – М.: Дрофа, 2003.
3. Болгова И.В. Сборник задач по общей биологии с решениями для поступающих в вузы. – М: ОО «ОНИКС 21 век», «Мир и образование», 2006.
4. Борзова З.В, Дагаев А.М. Дидактические материалы по биологии: Методическое пособие. (6-11 кл.) – М: ТЦ «Сфера», 2005.
5. Егорова Т.А., Клунова С.М. Основы биотехнологии. – М.: ИЦ «Академия», 2004.
6. Лернер Г.И. Общая биология (10-11 классы): Подготовка к ЕГЭ. Контрольные и самостоятельные работы / Г.И. Лернер. – М.: Эксмо, 2007.
7. Маркина В.В. Общая биология: учебное пособие / В.В. Маркина, Т.Ю. Татаренко-Козмина, Т.П. Порадовская. – М.: Дрофа, 2008.
8. Нечаева Г.А., Федорос Е.И. Экология в экспериментах: 10 – 11 классы: методическое пособие. – М.: Вентана-Граф, 2006.
9. Новоженев Ю.И. Филетическая эволюция человека. – Екатеринбург, 2005. 24
10. Федорос Е.И., Нечаева Г.А. Экология в экспериментах: учеб. пособие для учащихся 10-11 кл. общеобразоват. учреждений. – М.: Вентана-Граф, 2005.

### **Интернет ресурсы**

1. [http://www.gnpbu.ru/web\\_resurs/Estestv\\_nauki\\_2.htm](http://www.gnpbu.ru/web_resurs/Estestv_nauki_2.htm). Подборка интернетматериалов для учителей биологии по разным биологическим дисциплинам.
2. <http://school-collection.edu.ru> Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов.
3. <http://charles-darvin.narod.ru/> Электронные версии произведений Ч.Дарвина.
4. <http://www.l-micro.ru/index.php?kabinet=3>. Информация о школьном оборудовании.