

НАО «Северо -
Казахстанский университет
имени М. Козыбаева»



УТВЕРЖДАЮ
Председатель Правления -
Ректор

_____ Е. Исакаев
«_» _____ 2025 г.

ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА

курсов повышения квалификации педагогических кадров
«Развитие предметных компетенций учителей биологии. Сложные вопросы
генетики и молекулярной биологии в 9-11 классах»
для учителей биологии в организациях среднего образования

Рассмотрено на заседании
Академического совета
университета
Протокол №__ от ____ 2025 г.

Петропавловск, 2025

Автор программы:

Корнилова А.А. – PhD, старший преподаватель кафедры «Биология»

Программа разработана с учетом:

- требований Государственных общеобязательных стандартов высшего и послевузовского образования, утвержденных приказом Министра науки и высшего образования Республики Казахстан от 27 июля 2022 года № 28916;

- требований Государственных общеобязательных стандартов дошкольного воспитания и обучения, начального, основного среднего и общего среднего, технического и профессионального, послесреднего образования, утвержденных приказом Министра просвещения Республики Казахстан от 5 августа 2022 года № 29031.

1. Общие положения

1. Образовательная Программа курсов повышения квалификации педагогических кадров «Сложные вопросы генетики и молекулярной биологии в школьном курсе биологии 9-11 классов» предназначена для повышения квалификации учителей биологии в организациях среднего образования.

2. Программа направлена на повышение предметной компетентности учителей биологии с применением инновационных, интерактивных и креативных педагогических технологий.

Актуальность данной программы обусловлена противоречием между содержанием обновленной школьной программы по биологии и содержанием классического педагогического образования в рамках подготовки учителей биологии. Необходимость данных курсов определяется потребностью в поддержке и сопровождении учителей биологии в успешном освоении ими сущности обновленного содержания образования, осмыслиения современных достижений в области генетических и молекулярно-биологических научных исследований.

Анализ профессиональных потребностей учителей биологии средних школ показал, что большинство специалистов видят в курсах повышения квалификации и методических рекомендациях значимый ресурс в повышении уровня своей профессиональной и предметной компетентностей.

Разработанная образовательная программа курсов будет способствовать повышению качества профессиональной работы учителей биологии, особенно естественно-математического направления.

Молекулярная биология является одной из самых динамично развивающихся направлений биологической науки в современном мире. В обновленном содержании школьного биологического образования имеется много вопросов, сложных для понимания, поскольку они касаются невидимых процессов и явлений в клетке. Качество преподавания всей биологии значительно зависит от глубокого понимания процессов на молекулярном уровне.

Продолжительность обучения – 80 часов.

2. Глоссарий

Аллельные гены — гены, расположенные в идентичных локусах гомологичных хромосом

База данных генов — база данных, находящаяся в открытом доступе, содержащая все аннотированные последовательности ДНК и РНК, а также последовательности закодированных в них белков

Виртуальная лаборатория — это интерактивный онлайн-симулятор опытов и экспериментов для детей и взрослых, который позволяет совершенствовать знания и навыки по предметам школьной программы

Генетическая карта — схема взаимного расположения структурных генов, регуляторных элементов и генетических маркеров, а также относительных расстояний между ними на хромосоме

Дигибридное скрещивание — скрещивание организмов, отличающихся по двум парам альтернативных признаков

Естественнонаучная грамотность — это способность человека занимать активную гражданскую позицию по общественно значимым вопросам, связанным с естественными науками, и его готовность интересоваться естественнонаучными идеями

Инtron — участки ДНК, копии которых удаляются из первичного транскрипта и отсутствуют в зрелой РНК

Канцерогенез — процесс накопления мутаций, способствующих зарождению и развитию раковых опухолей

Кодоминирование — тип взаимодействия аллелей, при котором оба аллеля в полной мере проявляют своё действие

Комплементарность — взаимодействие неаллельных генов, при котором они дополняют друг друга, а признак формируется лишь при одновременном действии двух доминантных генов, которые по отдельности не приводят к появлению признака

Клеточная коммуникация — процесс передачи информации от одной клетки к другой разными способами посредством передачи сигнала

Клеточный цикл — период существования клетки от момента её образования путём деления материнской клетки до собственного деления или гибели

Кроссинговер — процесс обмена участками гомологичных хромосом во время конъюгации в профазе первого деления мейоза, которое происходит, например, при образовании гамет или спор

Лактозный оперон (англ. lac operon) — оперон бактерий, кодирующий гены метаболизма лактозы

Лиганд — это химическое соединение, которое образует комплекс с той или иной биомолекулой и производит, вследствие такого связывания, те или иные биохимические, физиологические или фармакологические эффекты

Лигирование — это процесс, заключающийся в сшивании двух молекул ДНК, получающихся после рестрикции

Липофильный гормон — относительно низкомолекулярное вещество (300-800 Да), плохо растворимое в воде

Метафазная хромосома — конденсированная хромосома, образующаяся на стадии метафазы при митозе (перед делением клетки и после синтеза ДНК) в эукариотическом клеточном цикле

Моногибридное скрещивание — скрещивание форм, отличающихся друг от друга по одной паре изучаемых альтернативных признаков, за которые отвечают аллели одного гена

Неаллельные гены — гены, расположенные в разных локусах гомологичных хромосом

Оперон — функциональная единица генома у прокариот, в состав которой входят гены, кодирующие совместно или последовательно работающие белки и объединенные под одним промоторами

Онкоген — это ген, кодирующий белок, который, в случае нарушения регуляции, может вызвать образование рака

Онкогенетика — направление генетики, изучающее причины возникновения и развития опухолей

Онкосупрессор — ген, продукт которого обеспечивает профилактику опухолевой трансформации клеток

Пептидный гормон — гормон, содержащий от 3 до 200 аминокислотных остатков

Популяционная генетика — раздел генетики, изучающий распределение частот аллелей и их изменение под влиянием движущих сил эволюции: мутагенеза, естественного отбора, дрейфа генов и потока генов

Полигибридное скрещивание — скрещивание организмов, отличающихся по более чем двум парам альтернативных признаков

Полимерия — взаимодействие неаллельных множественных генов, односторонне влияющих на развитие одного и того же признака

Прокариоты — домен живых организмов, клетки которых не содержат ядро

ПЦР — метод молекулярной биологии, позволяющий добиться значительного увеличения малых концентраций определённых фрагментов нуклеиновой кислоты (а именно ДНК) в биологическом материале (пробе)

Репликация — процесс создания двух дочерних молекул ДНК на основе родительской молекулы ДНК

Рестрикция — разрез цепочки ДНК, осуществляемый специальным ферментом (рестриктазой)

Рестрикционная карта — вид физической карты, на которой указан порядок следования и расстояния между сайтами расщепления ДНК-рестриктазами

Рецептор — молекула (обычно белок или гликопротеин) на поверхности клетки, клеточных органелл или растворенная в цитоплазме

Сайленсер — последовательность ДНК, с которой связываются белки-репрессоры (факторы транскрипции)

Сверхдоминирование — это явление преимущества класса гетерозигот по сравнению с возможными для данного гена и аллелей классами гомозигот

Секвенирование — это метод определения нуклеотидной последовательности ДНК и РНК

Сигнальный путь — это последовательность шагов, включающих несколько молекул внутри клетки или на ее поверхности (рецепторы), которые совместно контролируют клеточные функции

Сцепление генов — совместная передача двух или более генов от родителей потомкам

Транскрипция — происходящий во всех живых клетках процесс синтеза РНК с использованием ДНК в качестве матрицы; перенос генетической информации с ДНК на РНК

Трансляция — осуществляемый рибосомой процесс синтеза белка из аминокислот на матрице информационной РНК

Триптофановый оперон — оперон, содержащий гены ферментов, задействованных в биосинтезе аминокислоты триптофан

Хромосомные заболевания — это клинические синдромокомплексы, в основе которых лежат нарушения числа или структуры хромосом, то есть избыток или нехватка генетического материала, локализованного в той или иной хромосоме

Циклины — семейство белков-активаторов циклин-зависимых протеинкиназ (CDK) (англ. CDK, cyclin-dependent kinases) — ключевых ферментов, участвующих в регуляции клеточного цикла эукариот

Цитогенетический метод — это получение хромосомных препаратов и их анализ

Экзон — участки ДНК, копии которых составляют зрелую РНК

Электрофоретическое фракционирование фрагментов ДНК — аналитический метод, применяемый для разделения фрагментов ДНК по длине

Эпистаз — тип взаимодействия генов, при котором проявление одного гена находится под влиянием другого гена, неаллельного ему

Энхансер — небольшой участок ДНК, который после связывания с ним факторов транскрипции стимулирует транскрипцию с основных промоторов гена или группы генов

Эпигенетический механизм — опосредованно закодированный в геноме, изменяет активность генов в ответ на воздействие образа жизни и факторов среды начиная с внутриутробного развития и до смерти

Эукариоты — домен живых организмов, клетки которых содержат ядро

NCBI — Национальный центр биотехнологической информации США

DNAStar — глобальная биоинформационная компания

3. Тематика Программы

Образовательная программа курсов повышения квалификации педагогических кадров «Сложные вопросы генетики и молекулярной биологии в школьном курсе биологии 9-11 классов» не имеет аналогов в отечественной системе образования. Новизна Программы обусловлена тем, что впервые будет углубленно изложено содержание генетических и молекулярно-биологических аспектов современной биологической науки.

Тематика Программы включает изучение 24 тем в рамках 5 модулей.

№	Тематика занятий		Лекции	Практическая работа	Итого
1	Модуль 1. Молекулярные и цитологические основы наследственности	Материальные основы наследственности про- и эукариот.	8	6	14
1.1		Экспрессия генов	5		5
1.2		Клеточный цикл	4		4
1.3					
2	Модуль 2. Закономерности наследования	Моногенное аутосомное и гоносомное наследование	3	2	5
2.1					

2.2		Взаимодействие генов	4	6	10
2.3		Сцепленное наследование	2	4	6
3	Модуль 3.	Матричные процессы в клетке (репликация, транскрипция, трансляция)	6	4	10
3.1					
3.2		Методы молекулярной биологии		10	10
4	Модуль 4.	Сигнальные пути в клетке	8		8
4.1					
4.2		Нарушение сигнальных путей как медицинская проблема	2		2
5	Модуль 5.	Онкогенетика	4		4
5.1					
5.2		Эпигенетика	2		2
	Всего:		48	32	80

4. Цели, задачи и ожидаемый результаты Программы

4.1 Целью Программы является совершенствование профессиональной компетенции учителей биологии в области генетики и молекулярной биологии на основе использования интерактивных, инновационных и креативных методов обучения.

4.2 Задачи Программы:

- Углубить предметные знания слушателей в области генетики и молекулярной биологии для реализации их на практике в соответствии с содержанием учебной программы
- Совершенствовать навыки практической деятельности в области генетики и молекулярной биологии в условиях средней школы;
- Обобщить и развить знания по вопросам преподавания сложных тем по генетике и молекулярной биологии в условиях обновления содержания образования и новой системы оценки результатов образования;
- Развивать навыки решения и разработки заданий на развитие естественнонаучной грамотности;

- Формировать умения учителей в работе с дополнительными информационными ресурсами по генетике и молекулярной биологии, такие как международный банк генов, зарубежные виртуальные лаборатории и т.д.;
- Развивать навыки по разработке заданий формативного и суммативного оценивания по изученным вопросам.

4.2 По завершению курса слушатели:

1) знают:

- теоретические основы общей генетики;
- теоретические основы популяционной генетики;
- основные молекулярные подходы в популяционной генетике;
- теоретические основы молекулярной биологии
- методы молекулярно-генетической диагностики.

2) умеют:

- решать задачи по генетике и молекулярной биологии на разном уровне сложности;
- работать с базами данных и программами для обработки научных результатов (NCBI, MEGA, DNAStar и др.)
- анализировать результаты научных исследований в области генетики и молекулярной биологии и применять их на уроках

3) владеют:

- навыками проектировать педагогическую деятельность на основе специальных научных знаний и результатов исследования;
- основными методами молекулярно-генетических исследований: выделение ДНК из биологического материала, полимеразная цепная реакция (ПЦР), электрофоретическое фракционирование фрагментов ДНК;
- навыками использования цифровых технологий, позволяющих обеспечить эффективную реализацию профессионального роста личности;

5. Структура и содержание Программы

5.1 Программа состоит из 5 модулей:

5.2 Содержание Программы:

Модуль	Содержание
Модуль 1. Молекулярные и цитологические основы наследственности	Тема 1. Материальные основы наследственности. Структура ДНК и РНК, организация хромосом
	Тема 2. Выделение ДНК из растительных и животных тканей

	<p>Тема 3. Структура генетического аппарата про- и эукариот</p> <p>Тема 4. Регуляция работы генов у про- и эукариот. Организация и работа лактозного и триптофанового оперона.</p> <p>Тема 5. Деление клетки и воспроизведение. Регуляция клеточного цикла</p> <p>Тема 6. Методика приготовления препаратов метафазных хромосом в корешке лука</p>
Модуль 2. Закономерности наследования	<p>Тема 1. Закономерности наследования при моно-, ди- и полигибридных скрещиваниях. Решение задач</p> <p>Тема 2. Генетика пола. Наследование признаков, сцепленных с полом. Решение задач</p> <p>Тема 3. Взаимодействие аллельных генов: неполное доминирование, кодоминирование и сверхдоминирование. Решение задач</p> <p>Тема 4. Взаимодействие неаллельных генов: комплементарность, эпистаз, полимерия</p> <p>Тема 5. Сцепление генов. Полное и неполное сцепление. Решение задач.</p>
Модуль 3. Матричные процессы в клетке	<p>Тема 1. Репликация, ее механизм и особенности протекания у про- и эукариот</p> <p>Тема 2. ПЦР как метод молекулярной биологии и медицины. Работа с базами данных генов.</p> <p>Тема 3. Транскрипция, ее механизм и особенности протекания у про- и эукариот</p> <p>Тема 4. Секвенирование как метод молекулярной биологии и медицины</p> <p>Тема 5. Трансляция, ее механизм и особенности протекания у про- и эукариот. Решение задач.</p> <p>Тема 6. Механизмы рестрикции и лигирования. Построение рестрикционных карт. Работа с информационными ресурсами. Практическое применение в медицине.</p>

Модуль 4. Основы клеточной коммуникации	Тема 1. Принципы работы сигнальных путей
	Тема 2. Рецепторы, лиганды, способы их взаимодействия.
	Тема 3. Сигнальные пути пептидных и липофильных гормонов
	Тема 4. Нарушение сигнальных путей как медицинская проблема
Модуль 5. Прикладные вопросы генетики и молекулярной биологии	Тема 1. Цитогенетический метод диагностики хромосомных заболеваний
	Тема 2. Молекулярные механизмы канцерогенеза. Онкогены и онкосупрессоры
	Тема 3. Эпигенетические механизмы регуляции наследственной информации

6. Организация учебного процесса

Продолжительность курсового обучения составляет 80 академических часов согласно тематике Программы.

Обучение осуществляется в традиционном аудиторном (очном) или дистанционном (онлайн) формате.

Образовательный процесс включает интерактивные формы и методы обучения: лекция, семинар, практическая работа в группах и парах, тренинг в группах, мастер-класс, метод кейсов, совместное решение вопросов, а также онлайн-консультация и самостоятельное обучение слушателя для курса в режиме дистанционного обучения.

При организации образовательного процесса в целях контроля и оценки знаний слушателей проводятся входное и выходное тестирование, защита проектной работы и итоговое тестирование.

7. Учебно-методическое обеспечение Программы

Темы модуля	Вид учебного занятия, методы обучения и количество часов	Учебно-методическое обеспечение темы
Модуль 1.		
Тема 1. Материальные основы наследственности. Структура ДНК и РНК, организация хромосом	Интерактивная лекция, 4 часа	Презентация

Тема 2. Выделение ДНК из растительных и животных тканей	Лабораторное занятие, 3 часа	Лабораторная посуда, биологический объект, реактивы
Тема 3. Структура генетического аппарата про- и эукариот	Исследовательская лекция, 4 часа	Презентация
Тема 4. Регуляция работы генов у про- и эукариот. Организация и работа лактозного и триптофанового оперона.	Интерактивная лекция, 5 часа	Презентация
Тема 5. Деление клетки и воспроизведение. Регуляция клеточного цикла	Проблемная лекция, 4 часа	Презентация
Тема 6. Методика приготовления препаратов метафазных хромосом в корешке лука	Лабораторное занятие, 3 часа	Лабораторная посуда, биологический объект, реактивы
Модуль 2.		
Тема 1. Закономерности наследования при моно-, ди- и полигибридных скрещиваниях. Решение задач	Лекция-обобщение, 1 час	Презентация
Тема 2. Генетика пола. Наследование признаков, сцепленных с полом. Решение задач	Проблемная лекция, 2 часа Практическое занятие по решению задач, 2 часа	Презентация. Сборники генетических задач
Тема 3. Взаимодействие аллельных генов: неполное доминирование, кодоминирование и сверхдоминирование. Решение задач	Проблемная лекция, 2 часа Практическое занятие по решению задач, 2 часа	Презентация. Сборники генетических задач

Тема 4. Взаимодействие неаллельных генов: комплементарность, эпистаз, полимерия	Проблемная лекция, 2 часа Практическое занятие по решению задач, 4 часа	Презентация. Сборники генетических задач
Тема 5. Сцепление генов. Полное и неполное сцепление. Решение задач.	Проблемная лекция, 2 часа Практическое занятие по решению задач, 4 часа	Презентация. Сборники генетических задач
Модуль 3.		
Тема 1.Репликация, ее механизм и особенности протекания у про- и эукариот	Интерактивная лекция, 2 часа	Презентация
Тема 2. ПЦР как метод молекулярной биологии и медицины. Работа с базами данных генов.	Case-study, выполнение симуляции, 3 часа	Кейс, реальная и виртуальная симуляция
Тема 3. Транскрипция, ее механизм и особенности протекания у про- и эукариот	Интерактивная лекция, 2 часа	Презентация
Тема 4. Секвенирование как метод молекулярной биологии и медицины	Выполнение симуляции, 3 часа	Бумажная симуляция
Тема 5. Трансляция, ее механизм и особенности протекания у про- и эукариот. Решение задач.	Интерактивная лекция, 2 часа Практическое занятие по решению задач, 4 часа	Презентация, Сборники генетических задач
Тема 6. Механизмы рестрикции и лигирования. Построение рестрикционных карт. Работа с информационными ресурсами. Практическое применение в медицине.	Выполнение симуляции. Биоинформационическая работа, 4 часа	Реальная и виртуальная симуляция. Базы данных генетической информации
Модуль 4.		

Тема 1. Принципы работы сигнальных путей	Интерактивная лекция, 2 часа	Презентация
Тема 2. Рецепторы, лиганды, способы их взаимодействия.	Проблемная лекция, 2 часа	Презентация
Тема 3. Сигнальные пути пептидных и липофильных гормонов	Исследовательская лекция, 4 часа	Презентация
Тема 4. Нарушение сигнальных путей как медицинская проблема	Интерактивная лекция, 2 часа	Презентация
Модуль 5.		
Тема 1. Цитогенетический метод диагностики хромосомных заболеваний	Проблемная лекция, 2 часа	Презентация
Тема 2. Молекулярные механизмы канцерогенеза. Онкогены и онкосупрессоры	Интерактивная лекция, 2 часа	Презентация
Тема 3. Эпигенетические механизмы регуляции наследственной информации	Исследовательская лекция, 2 часа	Презентация

Учебно-методическое обеспечение курса включает:

- 1) программу повышения квалификации педагогических кадров;
- 2) раздаточные материалы, углубляющие и закрепляющие рассмотренные вопросы;
- 3) сборник задач по генетике и молекулярной биологии;
- 4) интернет ресурсы международных баз данных генетической информации, виртуальные лабораторные работы
- 5) инструктивные карточки к выполнению лабораторных работ в рамках курса

8. Оценивание результатов обучения

В целях контроля формирования навыков и оценки знаний слушателей проводятся: экспресс-опросы, самостоятельные работы по решению задач. Итоговая аттестация проходит в форме тестирования. Общее количество вопросов – 30.

Для прохождения итогового тестирования и завершения курса по повышению квалификации необходимо набрать 70% и выше правильных ответов. Пороговый уровень – 21 балл. За каждый правильный ответ присваивается 1 балл.

9. Посткурсовое сопровождение

1. Педагогам в течение года оказывать методическую поддержку в виде индивидуальных, групповых консультаций (в том числе в режиме видеоконференции);
2. Привлечение к участию в конференциях, семинарах;
3. Организация и проведение мастер-классов, круглых столов;

10. Список основной и дополнительной литературы

1. Абдукаева Н.С., Косенкова Н.С., Васильева Н.В., Куражова А.В., Фролова О.В., Харитонова Н.В., Федюк К.А. Руководство к практическим занятиям по молекулярной генетике. Санкт-Петербург, 2022.
2. Витко Г.И. Генетика популяций. Практикум. Учебно-методическое пособие. Горки, 2022.
3. Галимова Э.М., Галикеева Г.Ф., Гумерова О.В. Лабораторный практикум по генетике с основами молекулярной биологии. Уфа, 2022.
4. Костерин О.Э. Основы генетики. Учебник. Новосибирск, 2022.
5. Генетические задачи: сборник задач с примерами решений: учеб. Пособие / А.А. Миронов, А.В. Вишнякова, С.Г. Монахос, А.В. Воронина. – 2-е изд., перераб. И доп. – Москва: Грифон, 2023. – 72 с.
6. Синюшин А.А. Решение задач по генетике: учеб. пособие: для школьников старших классов и абитуриентов, а также для учителей биологии и методистов / А.А. Синюшин. – 4-е изд. – Москва : Лаборатория знаний, 2023 (макет 2024). – 185, [1] с.: ил., табл. – (Биология). – (ЕГЭ). Шифр РНБ: 2024-7/194
7. Снигур Г.Л. Основы общей генетики. Закономерности наследственности и изменчивости : учеб. пособие / Г.Л. Снигур, Э.Ю. Сахарова, Т.Н. Щербакова. – Волгоград : Изд-во ВолгГМУ, 2022.
8. Антоненко Ю.А. Мастер-класс "выделение ДНК растения в курсе "генетика"" // Мастер-класс методиста. 2022. № 3. С. 45-46.
9. Биология: в 3-х томах / Тейлор Д., Грин Н., Старт У. 13-е изд., пер. с англ. «БИНОМ. Лаборатория знаний», 2021. – 1340 с.

10. Безух К.Е. Мастерская генетика // Биология в школе. 2023. № 3. С. 30-41.

Образовательные ресурсы:

1. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov>
2. <https://www.labxchange.org>
3. <https://vavilov.elpub.ru>
4. <http://www.biotechnolog.ru>
5. <http://www.rusbiotech.ru>;
6. <http://www.molbiol.edu.ru>
7. <http://www.sci-lib.com>
8. <http://www.molbiologysite.narod.ru>
9. <http://www.molbiol.ru>
10. <http://www.elementy.ru/genbio/molecular>
11. <http://www.eimb.relarn.ru>
12. <http://www.protein.bio.msu.ru/biokhimiya/index.htm>
13. <http://www.elibrary.ru/defaultx.asp>
14. <http://www.sci-lib.com>
15. <http://www.biomolecula>
16. <http://elementy.ru/genbio/molecular>