

НАО «Северо -  
Казахстанский университет  
имени М. Козыбаева»



УТВЕРЖДАЮ  
Член правления по  
Академическим вопросам  
\_\_\_\_\_ А. Нурпеисова  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 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, осмысления современных достижений в области генетических и молекулярно-биологических научных исследованиях.

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

**Интрон** — 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 промотором

**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, одинаково 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

**DNASStar** — 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 |
|----------|--------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|--------|---------------------|-------|
| <b>1</b> | <b>Молекулярные и цитологические основы наследственности</b> | Материальные основы наследственности про- и эукариот. | 8      | 6                   | 14    |
| 1.1      |                                                              |                                                       |        |                     |       |
| 1.2      |                                                              | Экспрессия генов                                      | 5      |                     | 5     |
| 1.3      |                                                              | Клеточный цикл                                        | 4      |                     | 4     |
| <b>2</b> | <b>Закономерности наследования</b>                           | 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   | <b>Матричные процессы в клетке</b>                         | Матричные процессы в клетке (репликация, транскрипция, трансляция) | 6  | 4  | 10        |
| 3.1 |                                                            |                                                                    |    |    |           |
| 3.2 |                                                            | Методы молекулярной биологии                                       |    | 10 | 10        |
| 4   | <b>Основы клеточной коммуникации</b>                       | Сигнальные пути в клетке                                           | 8  |    | 8         |
| 4.1 |                                                            |                                                                    |    |    |           |
| 4.2 |                                                            | Нарушение сигнальных путей как медицинская проблема                | 2  |    | 2         |
| 5   | <b>Прикладные вопросы генетики и молекулярной биологии</b> | Онкогенетика                                                       | 4  |    | 4         |
| 5.1 |                                                            |                                                                    |    |    |           |
| 5.2 |                                                            | Эпигенетика                                                        | 2  |    | 2         |
|     | <b>Всего:</b>                                              |                                                                    | 48 | 32 | <b>80</b> |

#### 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 6 модулей:**

#### **5.2 Содержание Программы:**

| <b>Модуль</b>                       | <b>Содержание</b>                                                                       |
|-------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Модуль 1.<br/>Молекулярные и</b> | Тема 1. Материальные основы наследственности. Структура ДНК и РНК, организация хромосом |

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

|                                                                      |                                                                                  |
|----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                      | карт. Работа с информационными ресурсами.<br>Практическое применение в медицине. |
| <b>Модуль 4. Основы клеточной коммуникации</b>                       | 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                      |
| <b>Модуль 5. Прикладные вопросы генетики и молекулярной биологии</b> | 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. | Интерактивная лекция, 4 часа                             | Презентация                          |

|                                                                                                                     |                                                                            |                                                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| Структура ДНК и РНК, организация хромосом                                                                           |                                                                            |                                                     |
| 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<br>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<br>Практическое занятие по решению задач, 2 часа | Презентация. Сборники генетических задач            |

|                                                                                                                                                                       |                                                                                        |                                                                                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| Тема 4.<br>Взаимодействие<br>неаллельных генов:<br>комплементарность,<br>эпистаз, полимерия                                                                           | Проблемная лекция, 2<br>часа<br>Практическое занятие<br>по решению задач, 4<br>часа    | Презентация.<br>Сборники<br>генетических задач                                    |
| Тема 5. Сцепление<br>генов. Полное и<br>неполное сцепление.<br>Решение задач.                                                                                         | Проблемная лекция, 2<br>часа<br>Практическое занятие<br>по решению задач, 4<br>часа    | Презентация.<br>Сборники<br>генетических задач                                    |
| Модуль 3.                                                                                                                                                             |                                                                                        |                                                                                   |
| Тема 1.Репликация, ее<br>механизм и особенности<br>протекания у про- и<br>эукариот                                                                                    | Интерактивная лекция,<br>2 часа                                                        | Презентация                                                                       |
| Тема 2. ПЦР как метод<br>молекулярной биологии и<br>медицины. Работа с базами<br>данных генов.                                                                        | Case-study,<br>выполнение<br>симуляции, 3 часа                                         | Кейс, реальная и<br>виртуальная<br>симуляция                                      |
| Тема 3. Транскрипция, ее<br>механизм и особенности<br>протекания у про- и<br>эукариот                                                                                 | Интерактивная лекция,<br>2 часа                                                        | Презентация                                                                       |
| Тема 4. Секвенирование<br>как метод молекулярной<br>биологии и медицины                                                                                               | Выполнение<br>симуляции, 3 часа                                                        | Бумажная симуляция                                                                |
| Тема 5. Трансляция, ее<br>механизм и особенности<br>протекания у про- и<br>эукариот. Решение задач.                                                                   | Интерактивная лекция,<br>2 часа<br>Практическое занятие<br>по решению задач, 4<br>часа | Презентация,<br>Сборники<br>генетических задач                                    |
| Тема 6. Механизмы<br>рестрикции и лигирования.<br>Построение<br>рестрикционных карт.<br>Работа с информационными<br>ресурсами. Практическое<br>применение в медицине. | Выполнение<br>симуляции.<br>Биоинформатическая<br>работа, 4 часа                       | Реальная и<br>виртуальная<br>симуляция. Базы<br>данных генетической<br>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., Харитонов 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 / Теилор Д., Грин Н., Стаут У. 13-е изд., пер. с англ. «БИНОМ. Лаборатория знаний», 2021. – 1340 с.

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

*Образовательные ресурсы:*

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov>

<https://www.labxchange.org>

<https://vavilov.elpub.ru>

<http://www.biotechnolog.ru>

<http://www.rusbiotech.ru>;

<http://www.molbiol.edu.ru>

<http://www.sci-lib.com>

<http://www.molbiologysite.narod.ru>

<http://www.molbiol.ru>

<http://www.elementy.ru/genbio/molecular>

<http://www.eimb.relarn.ru>

<http://www.protein.bio.msu.ru/biokhimiya/index.htm>

<http://www.elibrary.ru/defaultx.asp>

<http://www.sci-lib.com>

<http://www.biomolecula>

<http://elementy.ru/genbio/molecular>