

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
дополнительного профессионального образования
«Академия реализации государственной политики
и профессионального развития работников образования
Министерства просвещения Российской Федерации»
(ФГАОУ ДПО «Академия Минпросвещения России»)

«УТВЕРЖДАЮ»

И.о. директора
ФГАОУ ДПО «Академия
Минпросвещения России»

С.М. Кожевников

« 26 » *сентября* 2020 г.

Дополнительная профессиональная программа
(повышение квалификации)

ФОРМИРОВАНИЕ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОЙ ГРАМОТНОСТИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПРИ ИЗУЧЕНИИ РАЗДЕЛА «ГЕНЕТИКА» НА УРОКАХ БИОЛОГИИ

Авторский коллектив:

Бельшев А.Ю., ФГАОУ ДПО «Академия Минпросвещения России»
Бобряшова И.А., ГБОУ города Москвы «Школа №777»
Патрушев М.В., НИЦ «Курчатовский институт», к.б.н.
Чайка К.В., НИЦ «Курчатовский институт», к.б.н.

Москва – 2020

Раздел 1. Характеристика программы

1.1. Цель реализации программы: совершенствование профессиональных компетенций слушателей в области формирования естественнонаучной грамотности обучающихся при изучении раздела «Генетика» на уроках биологии для выполнения трудовой функции ОБУЧЕНИЕ профессионального стандарта ПЕДАГОГ.

1.2. Планируемые результаты обучения:

Трудовые действия	Знать	Уметь
Осуществление профессиональной деятельности в соответствии с требованиями федеральных государственных образовательных стандартов дошкольного, начального общего, основного общего, среднего общего образования	Приоритетные направления государственной политики в сфере образования. Современные направления генетики	Применять знания современных направлений генетики для формирования естественнонаучной грамотности на уроках биологии

1.3. Категория обучающихся (слушателей): учителя биологии, естествознания.

1.4. Форма обучения: заочная с применением дистанционных образовательных технологий (онлайн-курс).

1.5. Срок освоения программы: 72 академических часа.

Раздел 2. Содержание программы

2.1. Учебный (тематический) план

№ п/п	Название модулей (разделов) и тем	Всего часов	Онлайн-лекции	Самостоятельная работа	Формы контроля	Трудоёмкость
1. Базовая часть						
	Входной контроль	1		1	Тестирование	1
1.1.	Модуль 1. Приоритетные направления государственной образовательной политики	7	6	1		7

1.1.1.	Государственная политика в сфере общего образования Российской Федерации	3	3			3
1.1.2.	Цифровая трансформация образования	3	3			3
1.1.3.	Промежуточный контроль	1		1	Тестирование	1
2. Профильная (предметно-методическая) часть						
2.1.	Модуль 1. Гены, генетические вариации и наследственность	9	4	5		9
2.1.1.	Актуальность генетики в современном мире	2	1	1		2
2.1.2.	Ген, хромосома и геном	2	1	1		2
2.1.3.	Генетические признаки и способы их изучения	2	1	1		2
2.1.4.	Популяционная генетика	2	1	1		2
2.1.5.	Промежуточный контроль	1		1	Тестирование	1
2.2.	Модуль 2. Основные методы молекулярной генетики и геномной инженерии и их практическое применение	28	9	19		28
2.2.1.	Получение образцов ДНК (экстрагирование)	5	1	4		5
2.2.2.	Метод полимеразной цепной реакции (ПЦР)	6	2	4		6
2.2.3.	Электрофоретическое разделение нуклеиновых кислот и белков	6	2	4		6
2.2.4.	Биотехнология	3	1	2		3
2.2.5.	Генетическая инженерия	3	1	2		3
2.2.6.	Генетика и структурная биология	2	1	1		2
2.2.7.	Медицинская генетика и стволовые клетки	2	1	1		2
2.2.8.	Промежуточный контроль	1		1	Тестирование	1
2.3.	Модуль 3. Формирование естественнонаучной грамотности на материале раздела «Основы генетики» (современные направления)	26	11	15		26
2.3.1.	Естественнонаучная грамотность и ее формирование на уроках биологии. Современные требования к технологиям обучения биологии в старших классах общеобразовательной школы	4	2	2		4

2.3.2.	Современное учебное занятие по теме «Закономерности наследственности и изменчивости». Развитие естественнонаучной грамотности	9	5	4		4
2.3.3.	Современное учебное занятие по теме «Основы селекции и биотехнологии». Развитие естественнонаучной грамотности	2	1	1		2
2.3.4.	Решение практико-ориентированных задач по генетике	8	2	6		13
2.3.5.	Технология тьюторского сопровождения учителей в освоении программы повышения квалификации	2	1	1		2
2.3.6.	Промежуточный контроль	1		1	Создание пакета заданий, направленных на формирование естественнонаучной грамотности на материале раздела «Генетика»	1
	Итоговая аттестация	1		1	По совокупности результатов промежуточных аттестаций + итоговое тестирование	1
	ИТОГО	72	30	42		72

2.2. Рабочая программа (содержание):

1. Базовая часть программы

Модуль 1. Приоритетные направления государственной образовательной политики

1.1.1. Государственная политика в сфере общего образования Российской Федерации (онлайн-лекция – 3 ч.)

Теоретическая часть: образовательное законодательство Российской Федерации. Цели и ключевые задачи Российской Федерации в сфере

образования. Показатели федеральных проектов.

Механизмы достижения поставленных целей. Единая система научно-методического сопровождения педагогических работников и управленческих кадров.

1.1.2. Цифровая трансформация образования (онлайн-лекция – 3 ч.)

Теоретическая часть: национальная цель «Цифровая трансформация». Суть цифровой трансформации образования. Технологическое обновление и новая дидактика образования, персонализации образовательного процесса на основе использования растущего потенциала цифровых технологий. Актуальные навыки и практики преподавания в цифровую эпоху.

Профильная (предметно-методическая) часть

Модуль 1. Гены, генетические вариации и наследственность

2.1.1. Актуальность генетики в современном мире (онлайн-лекция – 1 ч., самостоятельная работа – 1 ч.)

Теоретическая часть: понятие о генетике. Генетика как наука о наследственной информации. Понятие о наследственной информации, ее дискретности и целостности. Актуальность генетических исследований и фундаментальное значение генетики.

Практическая часть: выполнение тестовых заданий по результатам аналитической деятельности.

2.1.2. Ген, хромосома и геном (онлайн-лекция – 1 ч., самостоятельная работа – 1 ч.)

Теоретическая часть: базовые генетические понятия: ген, хромосома и геном. Морфология, внутренняя структура и функция хромосом. Хроматиды, центромеры, вторичные перетяжки, спутники, плечи. Гаплоидный и диплоидный наборы хромосом.

Практическая часть: выявление различий между организацией генома прокариот и эукариот. Выполнение тестовых заданий по результатам аналитической деятельности.

2.1.3. Генетические признаки и способы их изучения (онлайн-лекция – 1 ч., самостоятельная работа – 1 ч.)

Теоретическая часть: понятие о генетическом анализе. Особенности проведения генетического анализа, генетические признаки и способы их изучения. Генетическая символика. Сущность гибридологического, генеалогического, близнецового, популяционно-генетического, цитогенетического и молекулярного методов. Полное доминирование, неполное, или частичное доминирование и кодоминирование.

Практическая часть: анализ основных типов наследования признака: аутосомно-доминантное, аутосомно-рецессивное, X-сцепленное доминантное

наследование, Х-сцепленное рецессивное, голандрический тип наследования. Выполнение тестовых заданий.

2.1.4. Популяционная генетика (онлайн-лекция – 1 час, самостоятельная работа – 1 час)

Теоретическая часть: общее представление о популяционной генетике. Понятие о разных уровнях организации жизни и определение сущности популяций. Генофонд. Системность, целостность. Популяции панмиктические и идеальные.

Практическая часть: освоение основных понятий популяционной генетики и особенностей их применения. Выполнение тестовых заданий по результатам аналитической деятельности.

Модуль 2. Основные методы молекулярной генетики и геномной инженерии и их практическое применение

2.2.1. Получение образцов ДНК (экстрагирование) (онлайн-лекция – 1 ч., самостоятельная работа – 4 ч.)

Теоретическая часть: процедура выделения ДНК из клеток и тканей. Основные задачи экстрагирования. Методы выделения ДНК. Этапы выделения ДНК. Протоколы экстракции ДНК.

Практическая часть: освоение методов экстрагирования ДНК. Специфика работ по экстрагированию нуклеиновых кислот. Выделение и очистка ДНК. Практическая работа по освоению классического метода выделения геномной ДНК из буккального эпителия человека фенол-хлороформным методом: лизис клеток, осаждение белков, центрифугирование для удаления денатурированных белков и фрагментов клеточных органелл, осаждение ДНК из раствора.

2.2.2. Метод полимеразной цепной реакции (ПЦР) (онлайн-лекции – 2 ч., самостоятельная работа – 4 ч.)

Теоретическая часть: амплифицирование малых концентраций фрагментов ДНК. Полимеразная цепная реакция (ПЦР). Виды ПЦР. Их отличия и особенности применения.

Практическая часть: освоение метода полимеразной цепной реакции (ПЦР). Создание копий последовательности ДНК. Организация рабочего места. Необходимое оборудование и расходные материалы. Расчеты объемов каждого компонента реакционной смеси. Мастермиксы. Протокол, ведение лабораторного журнала. Пипетирование смеси, центрифугирование. Амплификация, выбор режима.

2.2.3. Электрофоретическое разделение нуклеиновых кислот и белка (онлайн-лекции – 2 ч., самостоятельная работа – 4 ч.)

Теоретическая часть: методы исследования белков и нуклеиновых кислот. Электрофорез нуклеиновых кислот и белка. Основные виды электрофореза, используемые для визуализации. Особенности применения.

Практическая часть: освоение метода горизонтального электрофореза нуклеиновых кислот в агарозном геле. Подготовка агарозы. Сборка заливочного столика. Установка геля в форезную камеру. Нанесение фореза на гель. Установка вольтажа форезной камеры. Анализ результата.

2.2.4. Биотехнология (онлайн-лекция – 1 ч., самостоятельная работа – 2 ч.)

Теоретическая часть: значение бактерий в биотехнологии. Экстремофильные микроорганизмы и их значение для промышленной микробиологии и развития генетических технологий. Промышленные микроорганизмы и оцифровка их коллекций. Цели секвенирования геномов микроорганизмов.

Практическая часть: выполнение тестовых заданий по результатам аналитической деятельности.

2.2.5. Генетическая инженерия (онлайн-лекция – 1 ч., самостоятельная работа – 2 ч.)

Теоретическая часть: технологии геномного редактирования. Мегануклеазы, нуклеазы с цинковыми пальцами, нуклеазы TALEN и системы CRISPR-Cas - особенности применения. Белковая инженерия. Рациональный дизайн или рациональное конструирование, иррациональное конструирование. Создание белков de novo. Особенности генетически модифицированных организмов. Цели создания ГМО. Области применения ГМО: исследования, медицина, фармацевтическая промышленность, сельское хозяйство. Безопасность применения ГМО. Регулирование.

Практическая часть: анализ различных методов создания ГМО. Выполнение тестовых заданий по результатам аналитической деятельности.

2.2.6. Генетика и структурная биология (онлайн-лекция – 1 ч., самостоятельная работа – 1 ч.)

Теоретическая часть: структурная биология как наука. Ее основные задачи. Основная методологическая база современной структурной биологии: ЯМР, криоэлектронная микроскопия, рентгеноструктурный анализ.

Практическая часть: анализ достижений структурной биологии в медицине и фармацевтике. Выполнение тестовых заданий по результатам аналитической деятельности.

2.2.7. Медицинская генетика и стволовые клетки (онлайн-лекция – 1 ч., самостоятельная работа – 1 ч.)

Теоретическая часть: прикладное значение генетики для медицины и геномной инженерии. Наследственные болезни: особенности, примеры. Моногенные болезни.

Практическая часть: анализ последних достижений медицинской генетики. Выполнение тестовых заданий по результатам аналитической деятельности.

Модуль 3. Формирование естественнонаучной грамотности на материале раздела «Основы генетики» (современные направления)

2.3.1. Естественнонаучная грамотность и ее формирование на уроках биологии. Современные требования к технологиям обучения биологии в старших классах общеобразовательной школы (онлайн-лекции – 2 ч., самостоятельная работа – 2 ч.)

Теоретическая часть: особенности современной системы образования. Биологическое образование. Ключевые компетенции обучающихся. Типы уроков в старших классах общеобразовательных организаций. Алгоритм действий учителя при подготовке к уроку. Рекомендации по проведению современного урока биологии. Критерии оценивания современного урока. Современные образовательные технологии для уроков биологии.

Практическая часть: Составление конспекта урока и их взаимооценка через анализ содержания конспекта.

2.3.2. Современное учебное занятие по теме «Закономерности наследственности и изменчивости». Развитие естественнонаучной грамотности (онлайн-лекции – 5 ч., самостоятельная работа – 4 ч.)

Теоретическая часть: Содержание раздела «Основы генетики и селекции» в ПООП. Планируемые результаты. УТП подраздела «Закономерности наследственности и изменчивости» для классов с базовым уровнем изучения биологии и для классов с углублённым уровнем изучения биологии. Обзор содержания раздела «Основы генетики и селекции» в учебниках из Федерального перечня учебников, допущенных к использованию при реализации имеющих государственную аккредитацию образовательных программ начального общего, основного общего, среднего общего образования организациями, осуществляющими образовательную деятельность. Формирование естественнонаучной грамотности при изучении раздела «Закономерности наследственности и изменчивости». Методические рекомендации по проведению уроков. Обучение решению задач. Типичные ошибки обучающихся при решении генетических задач. Генеалогический метод. Обучение составлению и анализу родословных. Обучение составлению ситуационных задач по генетике человека (кейсов).

Практическая часть: Разработка разноуровневых заданий к урокам по генетике.

2.3.3. Современное учебное занятие по теме «Основы селекции и биотехнологии». Развитие естественнонаучной грамотности (онлайн-лекция – 1 ч., самостоятельная работа – 1 ч.)

Теоретическая часть: значение изучения темы «Основы селекции и биотехнологии». Особенности заданий итоговой аттестации на тему «Основы селекции и биотехнологии». УТП подраздела «Основы селекции и биотехнологии» для классов с базовым уровнем изучения биологии и для классов с углублённым уровнем изучения биологии. Методические рекомендации по проведению уроков.

Практическая часть: анализ выполнения заданий по теме «Основы селекции и биотехнологии» выпускниками.

2.3.4. Решение практико-ориентированных задач по генетике (онлайн-лекции – 2 ч., самостоятельная работа – 6 ч.)

Теоретическая часть: типы генетических задач на итоговой аттестации. Разбор задач на сцепленное наследование. Разбор задач на наследование групп крови. Разбор задач на наследование летальных генов. Разбор задач на наследование, сцепленное с полом: 1) аутосома + X-хромосома; 2) два признака в X-хромосоме.

Практическая часть: решение генетических задач. Анализ родословной. Составление кейса (ситуационной задачи). Самопроверка генетических задач через анализ полученных результатов и сравнение с эталоном решения.

2.3.5. Технология тьюторского сопровождения учителей в освоении программы повышения квалификации (онлайн-лекция – 1 ч., самостоятельная работа – 1 ч.)

Теоретическая часть: технология и методика обучения взрослых. Адресное региональное сопровождение учителей в целях повышения качества образования обучающихся.

Практическая часть: подготовка плана организации методического сопровождения учителей естественнонаучных дисциплин на региональном уровне.

Раздел 3. Формы аттестации и оценочные материалы

Оценка качества освоения слушателями программы включает: *входной контроль, промежуточную и итоговую аттестацию.*

Входной контроль проводится в форме *тестирования*. Входное тестирование состоит из 10 заданий с выбором правильного (одного) ответа. Каждый правильный ответ оценивается в 1 балл.

Максимальное количество баллов: 10 баллов.

Интерпретация результатов:

50% набранных баллов и более – достаточные исходные (базовые) знания в области направления программы, слушатель готов к обучению по данной программе повышения квалификации.

Менее 50% набранных баллов – недостаточные исходные (базовые) знания в области направления программы, рекомендована индивидуальная траектория освоения программы, включающая дополнительные задания для ликвидации дефицитов базовых знаний и умений.

Примеры заданий входного тестирования

Задания с выбором ответа.

1. Взаимодействие ДНК и гистоновых белков приводит к формированию:

- А) нуклеосомы;
- Б) нуклеомеры;
- В) хромомеры;
- Г) хроматиды.

2. Геномом называют:

- А) ядерную ДНК без внехромосомных элементов;
- Б) ядерную и митохондриальную ДНК;
- В) ядерную ДНК и ДНК пластид;
- Г) ядерную, митохондриальную и ДНК пластид.

3. Мономером ДНК является:

- А) нуклеосома;
- Б) нуклеоид;
- В) нуклеотид;
- Г) нуклеозид.

Промежуточная аттестация проводится по каждому модулю в виде тестирования. Успешное прохождение промежуточной аттестации – условие допуска к освоению следующего модуля и к итоговой аттестации.

Модуль 1. Приоритетные направления государственной образовательной политики

Обучение по модулю 1.1 завершается тестированием.

Тест включает 15 вопросов, каждый верный ответ оценивается в 1 балл. Тестирование пройдено успешно, если правильно выполнено не менее 60% заданий, соответственно набрано не менее 9 баллов.

Интерпретация результатов:

60% выполненных заданий и выше – слушатель освоил содержание темы.

Менее 60% выполненных заданий – результат недостаточен, рекомендовано повторное прохождение темы.

1.1.3. Примеры тестовых заданий.

1. Расставьте в иерархической последовательности нижеприведенные документы:

- 1) Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации».
- 2) Национальная доктрина образования в Российской Федерации.
- 3) Конституция Российской Федерации.
- 4) Указ Президента Российской Федерации «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 г.».

2. Основными принципами цифровой дидактики выступают (выбор всех правильных вариантов):

- 1) персонализация образовательного процесса;
- 2) ограниченный набор верифицированных образовательных ресурсов;
- 3) многоступенчатый мониторинг достижений ребенка;
- 4) сохранение традиционной роли учителя.

Профильная (предметно-методическая) часть

2.1. Модуль 1. Гены, генетические вариации и наследственность

Промежуточное тестирование состоит из 15 заданий (вопросов) с выбором правильного (одного) ответа. Каждый правильный ответ оценивается в 1 балл.

Максимальное количество баллов: 15 баллов.

Интерпретация результатов:

От 60% выполненных заданий и выше – слушатель освоил содержание Модуля 1 программы.

Менее 60% выполненных заданий – результат недостаточен для освоения содержания Модуля 1 программы, рекомендовано повторное прохождение Модуля 1.

2.1.5. Примеры заданий промежуточной аттестации по Модулю 1 «Гены, генетические вариации и наследственность»

1. Два контрастных состояния гена называются:
А) комплементарными;

- Б) аллелем;
- В) гибридными;
- Г) гемизиготой.

2. Аутосомно-доминантное наследование характеризуется тем, что:

- А) изучаемый признак проявляется у потомков, родители которых могут проявления этого признака не иметь;
- Б) все отцы, страдающие расстройством, будут поражать дочерей, но не сыновей;
- В) мужчина не может передать заболевание своему сыну за очень редким исключением;
- Г) изучаемый признак проявляется в каждом поколении, независимо от пола.

3. Аутосомно-рецессивное наследование характеризуется тем, что:

- А) изучаемый признак проявляется у потомков, родители которых могут проявления этого признака не иметь;
- Б) все отцы, страдающие расстройством, будут поражать дочерей, но не сыновей;
- В) мужчина не может передать заболевание своему сыну за очень редким исключением;
- Г) изучаемый признак проявляется в каждом поколении, независимо от пола.

2.2. Модуль 2. Основные методы молекулярной генетики и геномной инженерии и их практическое применение

Промежуточное тестирование состоит из 15 заданий (вопросов) с выбором правильного (одного) ответа. Каждый правильный ответ оценивается в 1 балл.

Максимальное количество баллов: 15 баллов.

Интерпретация результатов:

От 60% выполненных заданий и выше – слушатель освоил содержание Модуля 2 программы.

Менее 60% выполненных заданий – результат недостаточен для освоения содержания Модуля 2 программы, рекомендовано повторное прохождение Модуля 2.

2.2.8. Примеры заданий промежуточной аттестации по теме «Основные методы молекулярной генетики и геномной инженерии и их практическое применение»

1. Методика проведения анализа с использованием метода ПЦР включает в себя (выберите все правильные ответы):

- А) пробоподготовку;

- Б) секвенирование;
- В) амплификацию фрагментов ДНК;
- Г) детекцию продуктов амплификации.

2. Что такое праймеры?

- А) искусственно синтезированные короткие цепочки нуклеотидов, комплементарные выбранному участку одной из цепей анализируемой ДНК;
- Б) короткие фрагменты ДНК или РНК, получаемых либо путем химического синтеза, либо расщеплением более длинных полинуклеотидов;
- В) хроматиды, образовавшиеся в результате репликации хромосомы и соединенные в области центромеры;
- Г) ферменты, главной биологической функцией которых является синтез полимеров нуклеиновых кислот.

3. Олигонуклеотидами называют:

- А) искусственно синтезированные короткие цепочки нуклеотидов, комплементарные выбранному участку одной из цепей анализируемой ДНК;
- Б) короткие фрагменты ДНК или РНК, получаемых либо путем химического синтеза, либо расщеплением более длинных полинуклеотидов;
- В) хроматиды, образовавшиеся в результате репликации хромосомы и соединенные в области центромеры;
- Г) ферменты, главной биологической функцией которых является синтез полимеров нуклеиновых кислот.

2.3.6. Пример задания промежуточной аттестации по Модулю 3 «Формирование естественнонаучной грамотности на материале «Основы генетики» (современные направления)»

Промежуточная аттестация по Модулю 3 предполагает подготовку слушателями пакета заданий, направленных на формирование естественнонаучной грамотности на материале раздела «Генетика».

Задание оценивается по критериям.

Интерпретация результатов:

Зачет – слушатель сделал задание, которое способствует формированию естественнонаучной грамотности и использует материалы курса.

Незачет – результат недостаточен для перехода к итоговому тестированию, рекомендовано повторное прохождение Модуля 3.

Итоговая аттестация проводится в форме тестирования.

Итоговое тестирование состоит из заданий по всем Модулям программы.

Примеры заданий итогового тестирования

1. Генотип с аллелем, содержащим только один ген из аллельной пары, называется ...

- А) гетерозигота;
- Б) гомозигота;
- В) гемизигота;
- Г) гетерозис.

2. Какой метод генетических исследований используется преимущественно

в генетике растений?

- А) генеалогический;
- Б) биохимический;
- В) цитогенетический;
- Г) гибридологический.

3. Генетическая изоляция обусловлена:

- А) несоответствием в строении копулятивных органов;
- Б) несовместимостью гамет, а также появлением гибридов с пониженной жизнеспособностью, плодовитостью или стерильностью;
- В) разными сроками спаривания;
- Г) различиями в поведении особей при размножении.

Итоговое тестирование состоит из 35 заданий (вопросов) с выбором правильного (одного) ответа. Каждый правильный ответ оценивается в 1 балл.

Итоговое тестирование состоит из заданий по всем Модулям программы. Результат *итогового тестирования* является критерием определения качества усвоения слушателями содержания программы.

Максимальное количество баллов: 35 баллов.

Интерпретация результатов:

60% выполненных заданий и выше – слушатель освоил программу на достаточном уровне.

Менее 60% – результат недостаточен, рекомендовано повторное изучение тем, вызвавших затруднения.

Раздел 4. Организационно-педагогические условия реализации программы

4.1. Учебно-методическое и информационное обеспечение программы

Основная литература

1. Азова М.М. Генетика человека с основами медицинской генетики (для СПО). – М.: КноРус, 2018.
2. Жимулев И.Ф. Общая и молекулярная генетика: учебное пособие / И.Ф. Жимулев; отв. ред. Е.С. Беляева, А.П. Акифьев. – Изд. 4-е, стереотип. 3-му. – Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2007. – 480 с.
3. Миронова Л.Н. и др. РНК: синтез и функции: Учебное пособие – С.-Пб., 2017.
4. Мушкамбаров Н.Н. и др. Молекулярная биология: учебное пособие – М., 2016.
5. Основы биохимии : учеб. пособие / Т.Л. Ауэрман, Т.Г. Генералова, Г.М. Суслиянок. – М.: ИНФРА-М, 2017.
6. Применение молекулярных методов исследования в генетике: Учебное пособие/Нефедова Л.Н. – М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016.
7. Саковская В.Г. Задачник по генетике. – М., 2008.
8. Синюшин А. А. Решение задач по генетике. – М.: Лаборатория знаний, 2020.
9. Теремов А.В., Петросова Р.А. Как обучить биологии: Биологические системы и процессы. 10 класс. Методическое пособие для учителя. / А. В. Теремов, Р. А. Петросова. – М.: Гуманитар. Изд. Центр ВЛАДОС, 2015.
10. Шмид Р. Наглядная биотехнология и генетическая инженерия. – 3-е изд. – М.: Лаборатория знаний, 2020. – 324 с.

Дополнительная литература

1. Боголюбов Д.С. Интерхроматиновые гранулы – универсальные структуры клеточного ядра. Морфология, молекулярный состав, функции. – С.-Пб., 2018.
2. Карманова Е.П. Практикум по генетике: учебное пособие / Е.П. Карманова, А.Е. Болгов, В.И. Митюлько. – Санкт-Петербург: Лань, 2018.
3. Кутлунина Н.А., Ермошин А.А. Молекулярно-генетические методы в исследовании растений. Учебно-методическое пособие. – Екатеринбург, 2017.
4. Лутова Л.А. и др. Генная и клеточная инженерия в биотехнологии высших растений: учебник. – С.-Пб., 2016.
5. Мустафин Р.Н. Методы анализа генома человека. – Уфа, 2016.
6. Нахаева В.И. Общая генетика. Практический курс: учебное пособие для вузов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2020.
7. Савельев С.В. Церебральный сортинг. – М., 2018.

8. Сальникова Т.П. Педагогические технологии: Учебное пособие – М.: ТЦ Сфера, 2005.
9. Селевко Г.К. Современные образовательные технологии. – М., 1998.
10. Слюсарев А.А. Биология с общей генетикой: учеб. – М.: Альянс, 2011.

Электронные ресурсы

1. Биотехнологии: геновая инженерия, онлайн-курс на платформе Степик <https://stepik.org/course/94/syllabus>.
2. Виртуальные лаборатории Genetic Science Learning Center <https://learn.genetics.utah.edu/content/labs/>.

4.2. Материально-технические условия реализации программы

Компьютерное оборудование; видео- и аудиовизуальные средства обучения.

Наличие доступа педагогических работников и слушателей к информационно-телекоммуникационной сети Интернет, оснащение компьютерным оборудованием: веб-камерой, микрофоном, аудиокolonками и (или) наушниками.

Функционирующий интернет-портал с разработанным специализированным разделом, на базе которого реализуется обучение с использованием дистанционных образовательных технологий. В специализированном разделе интернет-портала размещаются лекционные материалы, материалы практических и самостоятельных работ, оценочные материалы согласно разработанной программе повышения квалификации.

4.3. Кадровое обеспечение программы

Проведение программы обеспечивают сотрудники ФГАОУ ДПО «Академия Минпросвещения России» и ЦГИМУ (Центр геномных исследований мирового уровня) «Курчатовский геномный центр» – НИЦ «Курчатовский институт».