

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»



«УТВЕРЖДАЮ»
Начальник управления развития
дополнительного профессионального
образования ФГАОУ ДПО
«Академия Минпросвещения России»
Т.В. Расташанская
Т.В. Расташанская
 « 08 » *сентября* 2021 г.

Дополнительная профессиональная программа
(повышения квалификации)
«Формирование естественно-научной грамотности обучающихся при
изучении раздела «Генетика» на уроках биологии»

Авторский коллектив:
ФГАОУ ДПО «Академия Минпросвещения России:
Бельшев А.Ю.

ГБОУ «Школа № 777 г. Москвы:
Бобряшова И.А.

НИЦ «Курчатовский институт»:
Борисова А.А.,
Патрушев М.В., к.б.н.

Москва 2021

Раздел 1. «Характеристика программы»

1.1. Цель реализации программы: совершенствование профессиональных компетенций слушателей в области формирования естественно-научной 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 развития генетики. Методы формирования естественно-научной грамотности на уроках биологии	Применять знания современных направлений генетики для формирования естественно-научной 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	Наименование модулей (разделов) и тем				Формы контроля	Трудоемкость, часы
		Всего часов	Онлайн-лекции	Самостоятельная работа		
1. Базовая часть						
	Входной контроль	1		1	Тестирование	1
1.1.	Модуль 1. Приоритетные направления государственной образовательной политики	7	6	1	Тестирование	7
1.1.1.	Стратегия государственной политики в образовании	3	3			3
1.1.2.	Цифровая трансформация образования: вызовы современности	3	3			3
1.1.3.	Промежуточный контроль	1		1		1
2. Профильная (предметно-методическая) часть						
2.1	Модуль 1. Гены, генетические вариации и наследственность	9	4	5	Тестирование	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		1
2.2.	Модуль 2. Основные методы молекулярной генетики и генной инженерии и их практическое применение	28	9	19	Тестирование	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		1
2.3.	Модуль 3. Формирование естественно-научной грамотности на материале раздела «Основы генетики» (современные направления)	26	11	15	Тестирование	26
2.3.1.	Естественно-научная 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 естественно-научной грамотности	9	5	4		4
2.3.3.	Современное учебное занятие по теме «Основы селекции и биотехнологии». Развитие естественно-научной грамотности	2	1	1		2
2.3.4.	Решение практико-ориентированных задач по генетике. Решение задач по генетике на ВПР и ЕГЭ	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 естественно-научной 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.

2. Профильная (предметно-методическая) часть программы

Модуль 1. Гены, генетические вариации и наследственность

1.2.1. 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.

1.2.2. 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.

1.2.3. 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, X-сцепленное рецессивное, голландрический тип наследования. Выполнение тестовых заданий.

1.2.4. Популяционная генетика (онлайн-лекция – 1 ч., самостоятельная работа – 1 ч.)

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 особенности их применения. Выполнение тестовых заданий по результатам аналитической деятельности.

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

2.1.1. 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.

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

Теоретическая часть: амплифицирование малых концентраций фрагментов ДНК. Полимеразная цепная реакция (ПЦР). Виды ПЦР. Их различия 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.

2.1.3. Электрофоретическое разделение нуклеиновых кислот и белка (онлайн-лекция – 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.

2.1.4. 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.

2.1.5. 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.

2.1.6 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.

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

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

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

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

2.2.1. Естественно-научная грамотность и ее формирование на уроках биологии. Современные требования к технологиям обучения биологии в старших классах общеобразовательной школы (онлайн-лекция – 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 взаимооценка работ слушателей через анализ содержания конспекта.

2.2.2. Современное учебное занятие по теме «Закономерности наследственности и изменчивости». Развитие естественно-научной грамотности (онлайн-лекция – 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 углубленным уровнем изучения биологии. Обзор содержания раздела «Основы генетики и селекции» в учебниках из федерального перечня. Формирование естественно-научной 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.

2.2.3. Современное учебное занятие по теме «Основы селекции и биотехнологии». Развитие естественно-научной 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 углубленным уровнем изучения биологии. Методические рекомендации по проведению уроков.

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

2.2.4. Решение практико-ориентированных задач по генетике (онлайн-лекция – 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 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.

2.2.5. 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 естественно-научных 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. Структурная часть хромосомы, образованная совместной упаковкой нити ДНК с гистоновыми белками H2A, H2B, H3 и H4, называется:
 - 1) нуклеосома
 - 2) нуклеомера
 - 3) теломера
 - 4) сестринские хроматиды
2. Центриоли входят в состав:

- 1) клеточного центра
- 2) рибосом
- 3) пластид
- 4) мембраны

3. Гены, расположенные в идентичных участках гомологичных хромосом, называются:

- 1) аллельные
- 2) гомологичные
- 3) неаллельные
- 4) кроссоверные

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

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.

Максимальное количество баллов: 15 баллов.

Интерпретация результатов:

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

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

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 (выберите все правильные ответы):

- 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

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.

Максимальное количество баллов: 15 баллов.

Интерпретация результатов:

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

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

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

1. В соответствии с законом гомологических рядов в наследственной изменчивости Н.И. Вавилова сходные ряды обнаружены у растений:

- 1) крыжовника и винограда
- 2) пшеницы и ячменя
- 3) картофеля и моркови
- 4) томата и капусты

2. Если в пептиде или белке преобладают основные аминокислоты, то при нейтральных рН заряд белка:

- 1) отрицательный
- 2) положительный
- 3) равен нулю
- 4) рН не влияет на заряд белка

3. Лаурилсульфат натрия (ЛСН) добавляют:

- 1) при изoeлектрическом фокусировании
- 2) при денатурирующем электрофорезе
- 3) при нативном электрофорезе

4) всегда

Модуль 2. Основные методы молекулярной генетики и генной 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:

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

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

Примеры заданий промежуточной аттестации по Модулю 2 «Основные методы молекулярной генетики и генной инженерии и их практическое применение»

1. Бромфеноловый голубой применяется в лабораторной практике:
 - 1) для визуализации разделения молекул при электрофорезе
 - 2) при трансформации клеток
 - 3) в качестве светящейся метки для изучения экспрессии клеточных белков
 - 4) в качестве буфера

2. Флуоресценция ДНК при облучении УФ-светом происходит благодаря добавлению:
 - 1) бромистого этидия
 - 2) лаурилсульфата натрия
 - 3) трис-ацетатного буфера
 - 4) додецилсульфата натрия

3. Для оценки длины и веса полученных фрагментов ДНК используют:
 - 1) SDS
 - 2) бромистый этидий
 - 3) ТАЕ
 - 4) ДНК-маркер

Пример задания промежуточной аттестации по Модулю 3 «Формирование естественно-научной грамотности на материале «Основы генетики» (современные направления)»

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

Задание оценивается по критериям.

Интерпретация результатов:

Зачет – слушатель сделал задание, которое способствует формированию естественно-научной 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. Последовательность нуклеотидов ДНК, узнаваемая РНК-полимеразой как стартовая площадка для начала транскрипции – это:
 - 1) промотор
 - 2) терминатор
 - 3) экзон
 - 4) оперон

2. Парные хромосомы, идентичные у разнополых особей одного и того же биологического вида, называются:
 - 1) мезосомы
 - 2) гоносомы
 - 3) аллосомы
 - 4) аутосомы

3. Гены, находящиеся в одной хромосоме, образуют группу сцепления и часто наследуются совместно. Назовите автора этого закона.
 - 1) Джеймс Уотсон
 - 2) Грегор Мендель
 - 3) Томас Морган
 - 4) Николай Вавилов

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 прохождение тем, вызвавших затруднение.

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.М. Азова. – М.: КноРус, 2018. – 539 с.
2. Ауэрман Т.Л. Основы биохимии: учеб. пособие / Т.Л. Ауэрман, Т.Г. Генералова, Г.М. Суслиянок. – М.: ИНФРА-М, 2017. – 400 с.
3. Жимулев И.Ф. Общая и молекулярная генетика: учеб. пособие / И.Ф. Жимулев; отв. ред. Е.С. Беляева, А.П. Акифьев. – 4-е изд., стереотип. 3-му. – Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2007. – 480 с.
4. Молекулярная биология: учеб. пособие / Н.Н. Мушкамбаров и др. – М., 2016.
5. Нефедова Л.Н. Применение молекулярных методов исследования в генетике: учеб. пособие / Л.Н. Нефедова. – М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016. – 104 с.
6. РНК: синтез и функции: учеб. пособие / Л.Н. Миронова и др. – СПб., 2017.
7. Саковская В.Г. Задачник по генетике / В.Г. Саковская. – М., 2008.
8. Синюшин А.А. Решение задач по генетике / А.А. Синюшин. – 2-е изд. – М.: Лаборатория знаний, 2020. – 153 с.: ил.
9. Теремов А.В. Как обучить биологии: Биологические системы и процессы. 10 класс. Метод. пособие для учителя / А.В. Теремов, Р.А. Петросова. – М.: Гуманитар. изд. центр ВЛАДОС, 2015. – 183 с.

10. Шмид Р. Наглядная биотехнология и генетическая инженерия / Р. Шмид; пер. с нем. – 3-е изд. – М.: Лаборатория знаний, 2020. – 324 с.: ил.

Дополнительная литература

1. Боголюбов Д.С. Интерхроматиновые гранулы – универсальные структуры клеточного ядра. Морфология, молекулярный состав, функции / Д.С. Боголюбов. – СПб., 2018.
2. Генная и клеточная инженерия в биотехнологии высших растений: учебник / Л.А. Лутова и др. – СПб., 2016.
3. Карманова Е.П. Практикум по генетике: учеб. пособие / Е.П. Карманова, А. Е. Болгов, В. И. Митюлько. – СПб.: Лань, 2018. – 228 с. – ISBN 978-5-8114-2897-7. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/104872> (дата обращения: 23.09.2020).
4. Кутлунина Н.А. Молекулярно-генетические методы в исследовании растений: учеб.-метод. пособие / Н.А. Кутлунина, А.А. Ермошин. – Екатеринбург, 2017.
5. Нахаева В.И. Общая генетика. Практический курс: учебное пособие для вузов / В.И. Нахаева. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство «Юрайт», 2020. – 276 с. – (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-06631-9. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/455008> (дата обращения: 23.09.2020).
6. Мустафин Р.Н. Методы анализа генома человека / Р.Н. Мустафин. – Уфа, 2016.
7. Савельев С.В. Церебральный сортинг / С.В. Савельев. – М., 2018.
8. Сальникова Т.П. Педагогические технологии: учеб. пособие / Т.П. Сальникова. – М.: ТЦ Сфера, 2005.
9. Селевко Г.К. Современные образовательные технологии / Г.К. Селевко. – М., 1998.
10. Слюсарев А.А. Биология с общей генетикой: учеб. / А.А. Слюсарев. – 3-е изд., стереотип. – М.: Альянс, 2011. – 472 с.

Электронные ресурсы

1. Биотехнологии: генная 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/>