

Министерство просвещения Российской Федерации

Федеральное государственное образовательное учреждение дополнительного образования
"Федеральный центр дополнительного образования и организации отдыха и
оздоровления детей"

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный
исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени
Н.И. Вавилова» (ВИР)

Государственное автономное образовательное учреждение дополнительного
профессионального образования Владимирской области «Владимирский институт
развития образования имени Л.И. Новиковой»

СОГЛАСОВАНО:

Протокол Педагогического совета

№ 7 от 15 октября 2021 г.



УТВЕРЖДАЮ
Директор ФГБОУ ДО ФЦДО

И.В. Козин

«18 октября 2021 г.»

Дополнительная профессиональная программа
повышения квалификации
«ГЕНЕТИКА И ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ РАСТЕНИЙ»

(36 ч.)

Разработчики программы:

- Леншин Александр Анатольевич,
ведущий специалист отдела управления
проектами ФГБНУ ВИР
- Федосеева Дарья Николаевна, педагог
дополнительного образования Детского
технопарка «Кванториум - 33» ГАОУ ДПО
ВО ВИРО

Москва – Санкт-Петербург - Владимир
2021

Раздел 1. «Характеристика программы»

1.1. Цель реализации программы

Повысить уровень профессиональных естественнонаучных компетенций педагогических работников в области реализации дополнительных общеобразовательных программ генетической направленности

Совершенствуемые компетенции

№ пп	Компетенция	Код компетенции
44.03.01 Педагогическое образование. Бакалавриат		
1	Способен осуществлять педагогическую деятельность на основе специальных научных знаний	ОПК-8
050100.62 - Педагогическое образование. Бакалавриат		
2	Следует этическим и правовым нормам в отношении других людей и в отношении природы (принципы биоэтики), имеет четкую ценностную ориентацию на сохранение природы и охрану прав и здоровья человека	ОК-1
3	Использует в познавательной и профессиональной деятельности базовые знания в области математики и естественных наук, применяет методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	ОК-6
4	Демонстрирует базовые представления об основных закономерностях и современных достижениях генетики, о геномике, протеомике	ПК - 6
5	Демонстрирует современные представления об основах биотехнологии и генной инженерии, нанобиотехнологии, молекулярного моделирования	ПК-11
35.03.06 Педагогическое образование. Агроинженерия. Бакалавриат		
6	Способен реализовывать современные технологии и обосновывать их применение в профессиональной деятельности	ОПК - 4
7	Способен участвовать в проведении экспериментальных исследований в профессиональной деятельности	ОПК - 5
06.03.01 Биология. Академический бакалавриат		
	Способен к самоорганизации и самообразованию	ОК-7
8	Способен применять знания клеточной организации биологических объектов, биофизических и биохимических основ, мембранных процессов и молекулярных механизмов жизнедеятельности	ОПК - 5

1.2. Планируемые результаты обучения

№	Знать-уметь	Шифр направления подготовки / Компетенции
---	-------------	--

	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - современные образовательные технологии профессионального образования (профессионального обучения) - методику применения технических средств обучения, информационно-коммуникационных технологий, электронных образовательных и информационных ресурсов, дистанционных образовательных технологий и электронного обучения - сущности процесса обучения, содержания образования, методов обучения, форм организации обучения, диагностики знаний, умений, навыков <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - анализировать примерные программы, оценивать и выбирать учебники, учебные и учебно-методические пособия, электронные образовательные ресурсы и иные материалы - применять образовательные технологии в учебном процессе, в том числе при необходимости осуществлять электронное обучение - знакомить обучающихся с опытом успешных профессионалов, работающих в осваиваемой сфере профессиональной деятельности 	<p>44.03.01 ОПК-8</p>
	<p>знать:</p> <p>действующее законодательство и правовые нормы, регулирующие профессиональную деятельность</p> <p>уметь:</p> <p>использовать нормативно-правовую документацию в сфере профессиональной деятельности.</p>	<p>050100.62 ОК-1</p>
	<p>знать:</p> <p>методики поиска, сбора и обработки информации, метод системного анализа</p> <p>уметь:</p> <p>применять методики поиска, сбора, обработки информации, системный подход для решения поставленных задач и осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из актуальных российских и зарубежных источников.</p>	<p>050100.62 ОК-6</p>
	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - историю становления генетики и ее место в системе естественных наук - фундаментальные законы наследования 	<p>050100.62 ПК - 6</p>

	<p>и изменчивости признаков - генетические основы селекции</p> <p>уметь: - ориентироваться в вопросах биохимического единства органического мира, молекулярных основах наследственности, изменчивости и методах генетического анализа - уметь работать с классическими объектами генетических исследований, находить логическую связь между основными разделами курса и проводить анализы результатов</p>	
	<p>знать: - молекулярные механизмы генетических процессов, основы генетической инженерии, популяционной и эволюционной генетики</p> <p>уметь: проводить генетического, мутационного, цитологического, биохимического, молекулярно-генетический, популяционно-генетический анализ - применять генетические знания для анализа прикладных проблем - реализовывать полученные знания в педагогической деятельности</p>	<p>050100.62 ПК-11</p>
	<p>уметь: - использовать материалы научных исследований в области генетических и клеточных технологий - применять современные генетические технологии в селекционной практике</p>	<p>35.03.06 ОПК - 4</p>
	<p>уметь: - под руководством специалиста более квалификации проводить экспериментальные исследования - использовать классические и современные методы исследования</p>	<p>35.03.06 ОПК - 5</p>
	<p>знать: - правила организации самостоятельной работы по дисциплине</p> <p>уметь: - качественно выполнять самостоятельные и контрольные задания, предусмотренные дисциплиной, представлять результаты собственной деятельности в различных формах</p>	<p>06.03.01 ОК-7</p>
	<p>знать: - строение и уровни организации биополимеров, взаимосвязь их структуры и функции;</p>	<p>06.03.01 ОПК - 5</p>

	- молекулярные механизмы репликации, транскрипции, трансляции, и регуляции этих процессов у эукариот уметь: - правильно использовать терминологию - использовать теоретические знания для решения практических задач	
--	--	--

1.2.1. Категория обучающихся:

Уровень образования: высшее образование

Направление подготовки: педагогическое образование естественнонаучной направленности

Область профессиональной деятельности: основное общее образование, дополнительное образование

1.2.2. Программа реализуется в очной, дистанционной или гибридной форме с применением электронного обучения.

1.2.3. Трудоемкость программы: 36 часов. Может реализовываться в экспресс-формате и интенсив-формате.

Раздел 2. «Содержание программы»

2.1. Учебный (тематический) план

№	Наименование разделов (модулей) и тем	Аудиторные учебные занятия, учебные работы		Формы контроля	Трудоемкость
		Лекции	Практ. занятия		
1	Генетические ресурсы и генетическое разнообразие	2	-		2
2	Генетика растений: Что особенного?	2	-		2
3	Экстракция суммарной ДНК в школьной лаборатории	-	2	Практическая работа, домашняя самостоятельная работа	2
4	Основы биоинформатики и анализ генома. Генетические базы данных. Знакомство с биоинформатическими программами	2	-		2
5	Анализ генома растений биоинформатическими методами	-	2	Практическая работа, домашняя самостоятельная работа	2

6	Введение в биотехнологию растений: современные методы, тенденции, практическое значение для селекции	2	-		2
7	Методы сохранения генетических ресурсов растений	2	-		2
8	Молекулярно – генетические методы для сохранения ресурсов растений и эффективного использования их в селекции	-	2	Практическая работа	2
9	Методы культивирования <i>in vitro</i> для сохранения генетических ресурсов растений и для ускоренной селекции. Молекулярно-генетические и физиологические механизмы, определяющие особенности культивирования <i>in vitro</i>	2	-		2
10	Подготовка эксплантов для введения в культуру <i>in vitro</i>	-	2	Практическая работа	2
11	Клональное размножение растений. Самоклональная изменчивость	2	-		2
12	Оздоровления вегетативно размножаемых культур Полимеразная цепная реакция как основной диагностический метод исследований растений на наличие инфекция.	2	-		2
13	Постановка ПЦР	-	2	Практическая работа	2
14	Создание диагностических/научных тест-систем ПЦР	-	2	Практическая работа, домашняя самостоятельная работа	2
15	Генетическая модификация растений	Лекция	2		2
16	Итоговый контроль	-	5	Круглый стол/ Тестирование, эссе	5
17	Итоговая конференция	-	1	Беседа, рефлексия	1

	ИТОГО	16	20		36
--	--------------	-----------	-----------	--	-----------

2.2. Учебная программа

Тема	Виды учебных занятий/работ	Содержание
Генетические ресурсы и генетическое разнообразие	Лекция 2 часа	Современная парадигма изучения генетических ресурсов растений. Основные задачи по управлению и сохранению генетических ресурсов растений, биотехнологические подходы к расширению генетического разнообразия; сохранение генетических ресурсов растений и их эффективное использование в селекции. Формирование современной агробиотехнологии.
Генетика растений: Что особенного?	Лекция 2 часа	Особенности генома растений. Генетические основы селекции. Гибридизация у растений. Гетерозис, полиплоидизация. Методы геномного анализа.
Экстракция суммарной ДНК в школьной лаборатории	Практическая работа 2 часа	Техника безопасности при работе в лаборатории. Минимально необходимая комплектация лаборатории. Описание и методика постановки наглядных реакций по выделению ДНК
Основы биоинформатики и анализ генома. Генетические базы данных. Знакомство с биоинформатическими программами	Лекция 2 часа	Секвенирование – основы реакции, обработка полученных данных. National Center for Biotechnology Information (NCBI) как самая крупная база генетических данных. Основные открытые и учебные программы для обработки биоинформатических

		данных.
Анализ генома растений биоинформатическими методами	Практическая работа 2 часа	Поиск и сравнение генетических маркеров, филогенетический и филодинамический анализ данных.
Введение в биотехнологию растений: современные методы, тенденции, практическое значение для селекции.	Лекция 2 часа	Развитие биотехнологии растений и ее основные направления. Практическое значение для селекции. Биотехнологические подходы для сохранения генетических ресурсов.
Методы сохранения генетических ресурсов растений	Лекция 2 часа	Методы <i>in situ</i> и <i>ex situ</i> сохранения генетических ресурсов растений. Особенности сохранения генетических ресурсов семенных и вегетативно-размножаемых культур.
Молекулярно – генетические методы для сохранения ресурсов растений и эффективного использования их в селекции	Практическая работа 2 часа	Знакомство с комплектацией генетической лаборатории. Основное оборудование и сферы его применения. Стерильность, контаминация.
Методы культивирования <i>in vitro</i> для сохранения генетических ресурсов растений и для ускоренной селекции Молекулярно-генетические и физиологические механизмы, определяющие особенности культивирования <i>in vitro</i>	Лекция 2 часа	Культивирование растительных клеток и их особенности. История развития метода культуры клеток, тканей и органов. Источники питания растений в условиях <i>in vitro</i> . Основные компоненты питательных сред. Введение образцов в культуру <i>in vitro</i> . Каллусогенез. Системы регуляторов контроля роста и развития растений на геномном и биохимическом уровне.
Подготовка эксплантов для введения в культуру <i>in vitro</i>	Практическая работа 2 часа	Подготовка растительного материала, стерилизация эксплантов.
Клональное микроразмножение растений. Соматоклональная изменчивость..	Лекция 2 часа	Клональное микроразмножение и его типы. Этапы и техника культивирования растительных тканей на разных этапах клонального размножения. Процесс клонального микроразмножения. Растения-

		регенеранты. Соматклоны. Проявление генетической изменчивости.
Оздоровление вегетативно размножаемых культур. Полимеразная цепная реакция как основной диагностический метод исследований растений на наличие инфекции.	Лекция 2 часа	Методы in vitro для оздоровления и размножения растений. Тестирование микрорастений на наличие инфекций. Криотерапия. Репликация ДНК. Полимеразная цепная реакция – история разработки, типы и сфера применения, необходимые компоненты.
Постановка ПЦР	Практическая работа 2 часа	Подготовка образцов, экстракция ДНК, постановка ПЦР, методы детекции результатов.
Создание диагностических/научных тест-систем ПЦР	Практическая работа 2 часа	Расчет праймеров для заданного участка генома. Расчет компонентов реакционной смеси, подбор и отработка условий реакции
Генетическая модификация растений	Лекция 2 часа	Генно – модифицированные объекты, трансгенез. Способы переноса генетической информации в эукариотические клетки. CRISPR – Cas система. Применение ГМ-растений

Раздел 3. «Формы аттестации и оценочные материалы»

Характеристика оценочных средств

В качестве контроля выступает промежуточная и итоговая аттестация. Учебные материалы и задания для слушателей размещены в информационно - образовательной среде (ИОС) образовательной организации.

3.1. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация осуществляется преподавателем, который фиксирует результаты прохождения разделов, учитывая участие слушателей в различных мероприятиях

программы (выполнение лабораторных работ, проектная деятельность, семинар, работа во время дискуссии, ответы на вопросы, активность на занятиях), осуществляет консультирование слушателей и корректировки подачи материала программы.

Практическая работа № 1 Экстракция суммарной ДНК в школьной лаборатории

Требования к практической работе:

1. Работа выполнена по предлагаемому алгоритму
2. Освоены принципы комплектации школьной лаборатории, проанализированы списки необходимого оборудования. Основены правила техники безопасности
3. Освоены методы подготовки помещения, материалов, инструментов и оборудования к работе.
4. Освоена методика постановки реакции экстракции ДНК из растительного материала.

Критерии оценивания: все требования выполнены в полном объёме.

Оценивание: зачёт / незачёт.

Практическая работа № 2 Анализ генома растений биоинформатическими методами

Требования к практической работе:

1. Работа выполнена по предлагаемому алгоритму.
2. Овладение алгоритмом поиска необходимой информации в базе данных NCBI
3. Овладение алгоритмом работы при сравнении генетических последовательностей
4. Овладение алгоритмом работы при филогенетическом анализе.

Критерии оценивания: все требования выполнены в полном объёме.

Оценивание: зачёт / незачёт.

Практическая работа №3 Молекулярно – генетические методы для сохранения ресурсов растений и эффективного использования их в селекции

Требования к практической работе:

1. Работа выполнена по предлагаемому алгоритму.
2. Освоена минимальная спецификация генетической лаборатории. Освоены правила техники безопасности
3. Освоены методики дезинфекции и деконтаминации помещений и оборудования

Критерии оценивания: все требования выполнены в полном объёме.

Оценивание: зачёт / незачёт.

Практическая работа №4 Подготовка эксплантов для введения в культуру in vitro

Требования к практической работе:

1. Работа выполнена по предлагаемому алгоритму.
2. Овладение методикой подготовки растительных объектов.
3. Овладение методикой стерилизации эксплантов

Критерии оценивания: все требования выполнены в полном объёме.

Оценивание: зачёт / незачёт.

Практическая работа № 5 Постановка ПЦР

Требования к практической работе:

1. Работа выполнена по предлагаемому алгоритму.
2. Овладение методами экстракции ДНК из растительного материала
3. Овладение методом постановки ПЦР в режиме реального времени
3. Овладение методом постановки ПЦР с электрофоретической детекцией результатов

Критерии оценивания: все требования выполнены в полном объёме.

Оценивание: зачёт / незачёт.

Практическая работа № 6 Создание диагностических/научных тест-систем ПЦР*Требования к практической работе:*

1. Работа выполнена по предлагаемому алгоритму
2. Овладение методикой расчета диагностических- праймеров
3. Овладение методикой расчета основных компонентов реакции, составления схемы отработки условий реакции

Критерии оценивания: все требования выполнены в полном объеме.*Оценивание:* зачёт / незачёт.

Так же в ходе дистанционного обучения на курсе для промежуточного контроля слушателям будет необходимо выполнить 3 самостоятельные домашние работы.

Домашняя работа №1. Экстракция суммарной ДНК в школьной лаборатории.*Требования к домашней работе:*

1. Работа выполнена по изученному алгоритму
2. Соблюдена техника безопасности
3. Освоена методика постановки реакции экстракции ДНК из растительного материала.

Критерии оценивания: все требования выполнены в полном объеме.*Оценивание:* зачёт / незачёт.Домашняя работа №2. Анализ генома растений биоинформатическими методами*Требования к домашней работе:*

1. Работа выполнена по изученному алгоритму
2. Использован изученный алгоритм поиска необходимой информации в базе данных NCBI
3. Использован изученный алгоритм работы при сравнении генетических последовательностей
4. Использован изученный алгоритм работы при филогенетическом анализе.

Критерии оценивания: все требования выполнены в полном объеме.*Оценивание:* зачёт / незачёт.Домашняя работа №3. Создание учебного комплекта реагентов для постановки ПЦР*Требования к домашней работе:*

1. Работа выполнена по изученному алгоритму
2. Освоена методика расчета диагностических- праймеров
3. Освоена методика расчета основных компонентов реакции, составлена схемы отработки условий реакции

Критерии оценивания: все требования выполнены в полном объеме.*Оценивание:* зачёт / незачёт.

3.2. Итоговая аттестация

При очном обучении итоговый контроль осуществляется в формате круглого стола, при дистанционном или гибридном - выполнения письменного задания.

Круглый стол проводится в формате дискуссии – мини конференции. Слушатели получают заранее перечень тем для обсуждения. Готовят устное сообщение с мультимедийной презентацией, иллюстрирующей основные разделы по теме. Далее слушатель выступает с докладом перед аудиторией не более 7 минут. Преподаватель проводит дискуссию по каждому

выступлению с вовлечением всех слушателей в обсуждение.

Примерный перечень тем, выносимых на итоговую аттестацию в виде круглого стола:

1. Генетические банки растений: проблемы формирования, сохранения и использования;
2. Криосохранение генетических ресурсов растений в условиях многолетней мерзлоты;
3. Стратегия сохранения диких сородичей культурных растений;
4. Методы криосохранения генетических ресурсов растений;
5. Биологические свойства семян;
6. Технологии среднесрочного хранения генетических ресурсов растений;
7. Основные этапы схемы криосохранения;
8. Особенности замораживания почек стебля и меристем, культур клеток и тканей;
9. Факторы, влияющие на жизнеспособность клеток после криосохранения;
10. Методы длительного хранения генетических ресурсов растений;
11. Криосохранение вегетативно размножаемых культур;
12. Технологии криосохранения пыльцы плодовых культур и последующее использование;
13. Определение качества семян (всхожесть, энергия прорастания, жизнеспособность, чистота семян, влажность семян, масса 1000 семян, хозяйственная годность семян);
14. Методы восстановления всхожести семян;

Письменное задание включает в себя тестирование по темам, пройденным в лекционном блоке курса, а так же написание эссе. Задания письменной работы размещаются в информационно - образовательной среде (ИОС) образовательной организации. Доступ к ним открывается после прохождения всех тем, предусмотренных данной программой.

Примерный перечень тем эссе:

1. Петлевая изотермическая полимеразная цепная реакция и перспективы ее применения
2. Возможности транскриптомики в генетике растений
3. Этические проблемы современных генетических технологий
4. Научные и этические проблемы генетических технологий
5. ГМО – «за» и «против»
6. Протеомика, геномика, метаболомика – какие новые направления могут еще появиться в биологии.

Раздел 4. «Организационно-педагогические условия реализации программы»

4.1. Учебно-методическое обеспечение и информационное обеспечение программы

4.1.1. Основная литература

1. Практическая молекулярная генетика для начинающих. 8-9 классы. под ред. Бородина П.М., Ворониной Е.Н. М.: Просвещение, 2021, 272 с.
2. Кузьмин И. В., Ким А.И., Кукушкина И.В., Нефедова Л.Н. и др. Генетика 10-11 классы. М.: Просвещение, 2021, 304 с.
3. Шумный В.К., Дымшиц Г.М., Саблина О.В. и др. Биология. 11 класс. Учебник. Углублённый уровень. ФГОС. М.: Просвещение, 2021. 383 с.
4. Высоцкая Л.В., Дымшиц Г.М., Рувинский А.О. Биология. 10 класс. Учебник. Углублённый уровень. М.: Просвещение, 2021, 368 с.
5. Анисимова И.Н., Алпатьева Н.В., Абдулаев Р.А., Карабицина Ю.И., Кузнецова Е.Б. Скрининг генетических ресурсов растений с использованием ДНК-маркеров: основные принципы, выделение ДНК, Постановка ПЦР, Электрофорез в агарозном геле // Методические указания, СПб, 2018.
6. Дунаева С.Е., Пендинен Г.И., Антонова О.Ю., Швачко Н.А., Ухатова Ю.В., Шувалова Л.Е., Волкова Н.Н. Сохранение вегетативно размножаемых культур в *in vitro* и крио коллекциях // методические указания, СПб, 2017.
7. Журавлева Г.А. Генная инженерия в биотехнологии. Издательство: Эко-Вектор, 2016 г.
8. Иванов В.И. Генетика. М.: Академкнига ИКЦ, 2008.
9. Инге-Вечтомов С.Г. Генетика с основами селекции. Санкт-Петербург: Издательство Н-Л, 2015.
10. Клаг У.С., Каммингс М.Р., Спенсер Ш.А., Палладино М. А. Основы генетики. Техносфера, 2016
11. Кребс Дж., Голдштейн Э., Килпатрик С. Гены по Льюису М.: Лаборатория знаний, 2017.
12. Редактирование генов и геномов (в 3-х томах). отв. ред. С.М. Закиян, С.П. Медведев, Е.В. Дементьева, Е.А. Покушалов, В.В. Власов – Новосибирск: Издательство СО РАН, 2018, 386 с., ISBN 978-5-7692-1580-3

4.1.2. Дополнительная литература

1. Альбертс Б. и др. «Молекулярная биология клетки.» В 3 т. R&D Dynamics, 2013.

2. Батыгина, Т.Б. Эмбриология растений / Т.Б. Батыгина и др. // М.: Агропромиздат, 1990
3. Герасимова С.В., Хлесткина Е.К., Кочетов А.В., Шумный В.К. Система CRISPR/Cas9 для редактирования геномов и особенности ее применения на однодольных растениях // Физиология растений. 2017. Т. 64. №2. С. 92-108.
4. Гилберт, С. Биология развития. т. 1 - 3. / Гилберт // М.: Мир, 1993-95
5. Жимулев И.Ф. Общая и молекулярная генетика. Сибирское университетское издательство, 2007 г.
6. Короткова А.М., Герасимова С.В., Шумный В.К., Хлесткина Е.К. Гены сельскохозяйственных растений, модифицированные с помощью системы CRISPR/Cas. Вавиловский журнал генетики и селекции. 2017;21(2):250-258. DOI 10.18699/VJ17.244
7. Лутова Л.А., Н.А. Проворов, О.Н. Тиходеев, И.А. Тихонович, Л.Т. Ходжайова, С.О. Шишкова Генетика развития растений/// Центр «Интеграция», 2000
8. Лутова Л.А., Ежова Т.А., Додуева И.Е., Осипова М.А. Генетика развития растений. Изд-во Н-Л, 2010. 432 с.
9. Лутова, Л. А. Биотехнология высших растений. Издательство Санкт-Петербургского университета, 2010
10. Медведев С.С. Физиология растений. Изд-во СПбГУ. СПб. 2004. Учебник для университетов.
11. Медведев С.С., Шарова Е.И. Биология развития растений. Том 1. Начала биологии развития растений. Фитогормоны. Изд-во Санкт-Петербургского университета. 2010. 367 с.
12. Рыбчин В.Н. Основы генетической инженерии. Издательство СПбГТУ, 1999.
13. Стрыгина К. В., Хлесткина Е. К. Редактирование генов пшеницы, ячменя и кукурузы с использованием системы CRISPR/Cas. Биотехнология и селекция растений. 2020;3(1): 46-56. DOI: 10.30901/2658-6266-2020-1-о2.
14. Тихонова Н.Г., Хлесткина Е.К. Генетическое редактирование для улучшения плодовых и ягодных культур. Садоводство и виноградарство. 2019;(4):10-15. <https://doi.org/10.31676/0235-2591-2019-4-10-15>
15. Хлесткина Е. К., Чухина И. Г. Генетические ресурсы растений: стратегия сохранения и использования. Вестник Российской академии наук, 2020, том 90, № 6, с. 22–27. DOI: 10.31857/S0869587320060043
16. Хлесткина Е.К., Шумный В.К. Перспективы использования прорывных технологий в селекции: система CRISPR/Cas9 для редактирования генома растений. Генетика. 2016. том 52. № 7. Стр 774 – 787. DOI: 10.7868/S0016675816070055.

17. Щелкунов С.Н. Генетическая инженерия. Сибирское университетское издательство. 2004.

4.1.3. Интернет-ресурсы

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

<https://www.clarivate.ru/products/web-of-science/>

<https://www.vir.nw.ru/>

<http://www.vir.nw.ru/trudy/>

<http://www.vir.nw.ru/vavilovia/>

<http://www.vir.nw.ru/pbi/>

4.2. Материально-технические условия реализации программы

Для реализации дополнительной общеобразовательной программы «Генетика и генетические технологии растений» необходимо наличие учебной аудитории, соответствующей действующим санитарным правилам и нормам и обеспеченной стандартной учебной мебелью в соответствии с комплектностью учебных групп. Аудитория должна быть оснащена стандартным компьютерным оборудованием – компьютер для преподавателя и компьютеры для выполнения самостоятельной работы слушателями (по возможности) с доступом к сети Интернет и соответствующим лицензионным программным обеспечением, МФУ (цветной принтер, сканер), мультимедийное оборудование (проектор, проекционный экран, акустическая система).

Обязательным условием для реализации программы является наличие специализированной лаборатории, оснащенной специальным оборудованием для проведения генетических практических работ.

Программа «Генетика и генетические технологии растений» также может быть реализована в дистанционном/гибридном (очно-дистанционном) формате. В связи с этим учебная аудитория и компьютерное оборудование в ней должны обеспечивать возможности преподавателя и учащихся к использованию платформы для организации дистанционного обучения.

Также обучающие материалы размещаются в информационно-образовательной среде образовательной организации, реализующей программу.