



РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР ВЫЯВЛЕНИЯ, ПОДДЕРЖКИ И РАЗВИТИЯ
СПОСОБНОСТЕЙ И ТАЛАНТОВ ДЕТЕЙ И МОЛОДЁЖИ
СТАВРОПОЛЬСКОГО КРАЯ «СИРИУС 26»

СОГЛАСОВАНО

Экспертным советом регионального центра
выявления, поддержки и развития
способностей и талантов детей и молодёжи
Ставропольского края «Сириус 26»,
протокол № 1/2025 от 03.02.2025 г .

УТВЕРЖДЕНО

Директором Центра «Поиск»
Томилиной О.А.

приказ № 13/1 от 04.02.2025 г.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ
ОБЩЕРАЗВИВАЮЩАЯ ПРОГРАММА

«ГЕНЕТИКА И ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ»

Направленность:	естественно-научная
Возраст обучающихся:	15-17 лет
Объем программы:	90 часов
Срок освоения:	2 месяца
Форма обучения:	очная с использованием дистанционных образовательных технологий
Авторы программы:	Гурина Екатерина Романовна, руководитель структурного подразделения – методического объединения естественных наук Центра «Поиск»

г. Ставрополь
2025

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА.....	3
УЧЕБНЫЙ ПЛАН	11
КАЛЕНДАРНЫЙ УЧЕБНЫЙ ГРАФИК	12
РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНО - ОТБОРОЧНОГО КУРСА «ВВЕДЕНИЕ В ГЕНЕТИКУ».....	13
СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНО- ОТБОРОЧНОГО КУРСА «ВВЕДЕНИЕ В ГЕНЕТИКУ».....	13
РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОГО КУРСА «ГЕНЕТИКА И ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ»	14
СОДЕРЖАНИЕ КУРСА «ГЕНЕТИКА И ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ»	18
РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНО - ТРЕНИНГОВОГО КУРСА «МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ В ГЕНЕТИКЕ».....	20
СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНО - ТРЕНИНГОВОГО КУРСА «МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ В ГЕНЕТИКЕ».....	21
ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ.....	21
МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ.....	26
КАДРОВОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ	28
ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ	29
УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОГРАММЫ.....	31

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Генетика одна из важнейших наук современности. Сегодня она имеет колоссальное значение для медицины и сельского хозяйства. Наличие собственного генетического материала необходимо для обеспечения продовольственной безопасности страны и национальной безопасности в целом.

Развитие и широкое использование современных генетических технологий в медицине, пищевой, фармацевтической промышленности, сельском хозяйстве и других отраслях экономики является определяющим для устойчивого социально-экономического развития страны, повышения качества жизни населения. Важнейшим фактором успешного развития генетических технологий является дальнейшее совершенствование системы биотехнологического образования.

Развитие генетических технологий позволяет делать большие шаги в фундаментальных научных исследованиях очень редких заболеваний.

Сейчас меняется понимание врачей, клинических специалистов о вкладе наследственных заболеваний в структуру ненаследственных болезней. Раскрытие цепочек реализации генетической информации на пути от гена до появления симптомов является базовой информацией для разработки терапевтических подходов влияния на те или иные патогенетические механизмы развития заболевания.

Генетические технологии в медицине претерпевают настоящий скачок развития. Секвенирование генома широко используется в программах управления здоровьем, что позволяет выявлять заболевания на ранней стадии и проводить эффективную терапию. Широкое внедрение в клиническую практику клеточных и генотерапевтических технологий открывает сегодня перед медициной беспрецедентные возможности в борьбе с заболеваниями, которые сегодня считаются неизлечимыми. При этом вопросы допустимости вмешательства в геном человека создают сегодня огромный резонанс, сталкиваясь с вопросами социально-этического характера и вмешательства в эволюцию человечества в целом.

Бесспорно, развитие генетических технологий — это вопрос прогрессивной медицины и национальной биобезопасности.

1. Основные характеристики программы

1.1. Направленность программы

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Генетика и генетические технологии» имеет естественно-научную направленность.

1.2. Адресат программы

Программа предназначена для одаренных школьников 9-11 классов, проявляющих повышенный интерес к генетике, демонстрирующих высокую мотивацию к обучению и высокие академические способности. Образовательная программа ориентирована на углублённую подготовку по биологии высокомотивированных талантливых учащихся, а также выявленных путем конкурсного отбора по итогам учебно-отборочного курса.

1.3. Актуальность программы

Программа направлена на вовлечение обучающихся в научную работу, в деятельность, связанную с проведением экспериментов, наблюдением, описанием, моделированием различных явлений, происходящих на клеточном уровне в организации живого.

Вместе с этим, актуальность программы обусловлена также тем, что она призвана обеспечить междисциплинарный подход в части интеграции с различными областями знаний (цитология, генетика, биомедицина, биотехнологии и биоинженерия и др.), а также содействовать формированию у обучающихся представления о наиболее современных и перспективных направлениях развития генетических технологий.

1.4. Отличительные особенности/новизна программы

Данная программа является одной из составляющих биологического образования современного человека. Значение биологии в жизни человека становится понятным, если провести параллель между основными проблемами жизнедеятельности индивида, например, здоровьем, питанием, а также выбором оптимальных условий существования.

На сегодняшний день известны многочисленные науки, которые отделились от биологии, став не менее важными и самостоятельными. К таким можно отнести зоологию, ботанику, микробиологию, а также вирусологию и биотехнологию. Из них трудно выделить наиболее значимые, все они представляют собой комплекс ценнейших фундаментальных знаний, накопленных цивилизациями.

Отличительной особенностью программы является то, что она дает возможность обучающимся освоить раздел биологии, не рассматривающийся в школьной программе. Программа учитывает интересы и склонности учащихся и предоставляет возможность выбора собственной траектории обучения, позволяет учащимся, целенаправленно готовящимся к поступлению в вузы по биологическим и медицинским специальностям, убедиться в правильности выбора будущей профессии.

Новизна программы заключается в использовании современных научно-исследовательских методов и генетических технологий; новых материалов, не затрагиваемых в базовом школьном курсе, что позволит сформировать повышенный интерес как к биологическим наукам, так и к процессу обучения в целом.

Уровень освоения программы - углубленный

Программа предполагает использование форм организации материала, обеспечивающих доступ к сложным, узкоспециализированным и нетривиальным разделам в рамках содержательно-тематического направления программы. Также предполагает углубленное изучение содержания программы и доступ к профессиональным знаниям в рамках содержательно-тематического направления программы.

1.5 Объем и срок освоения программы

Объем программы – 90 часов.

Срок реализации программы – 2 месяца.

1.6 Цели и задачи программы

Цель программы - выявление и сопровождение высокомотивированных и одаренных детей Ставропольского края через развитие у учащихся интереса к изучению естественных наук путем знакомства с современными научными открытиями, проектами в сфере биологических (генетических) технологий, работой с исследовательским оборудованием.

Задачи программы

1. Обучающие:

- углубленное изучение вопросов генетики;
- получение представления о генетических технологиях;
- изучение областей применения и использования генетических технологий;
- обучение работе с лабораторным оборудованием (основные принципы, этапы);
- изучение последних достижений науки и техники в области агrobiотехнологии, молекулярной и медицинской генетики;
- обучение конкретной поисковой, исследовательской, творчески-продуктивной деятельности.

2. Развивающие:

- развитие и поощрение стремления обучающихся к установлению связи между изменениями в жизни растительного и животного мира и состоянием среды обитания;
- развитие умений и навыков работы с исследовательским оборудованием,
- развитие навыков поисково-исследовательской деятельности и оптимизации биотехнологических процессов;
- развитие способностей самостоятельно приобретать и применять знания, умений, навыков, ускорение процесса перехода от обучения к научению, самообучению – наивысшей ступени образовательного процесса;

- развитие способностей эффективной работы в условиях ограничений (время, отводимое на решение задач, ресурсы лаборатории при выполнении эксперимента);

- развитие навыков работы в команде и небольших группах;

- развитие мотивации на дальнейший выбор пути своего профессионального совершенствования в избранном виде деятельности.

3. Воспитательные:

- воспитание чувства ответственности, нравственного отношения к окружающему живому и неживому миру, к самому себе;

- создание условий для формирования собственного мнения о фактах биотехнологического внедрения в повседневную жизнь;

- духовно-нравственное ориентирование на великих ученых;

- воспитание ответственности, трудолюбия, добросовестности и доброжелательности;

- формирование социальной активности, культуры общения и поведения в коллективе;

- воспитание убежденности в возможности познания законов природы и использования достижений науки на благо развития человеческой цивилизации; необходимости сотрудничества в процессе совместного выполнения задач, уважительного отношения к мнению оппонента при обсуждении проблем естественно-научного содержания; готовности к морально-этической оценке использования научных достижений, чувства ответственности за защиту окружающей среды;

- формирование проявления собственной гражданской позиции, направленной на защиту уважительного отношения к собственному выбору дальнейшего профессионального развития.

1.7. Планируемые результаты освоения программы

1. Предметные результаты:

обучающиеся изучат:

- морфологию и физиологию клеток человека, животных и растений на углубленном уровне;

- основные методы работы с культурами клеток;

- области применения генетических технологий (молекулярная биология, биоинформатика);

- узнают о последних достижениях науки и техники в области генетики и генетических технологий.

2. Метапредметные результаты:

- у обучающихся усилятся и закрепятся междисциплинарные знания;

- научатся применять законы физики, химии, математики при изучении биологии клеток;

- овладеют навыками самостоятельного приобретения новых знаний, организации учебной деятельности, постановки целей, планирования, самоконтроля и оценки результатов своей деятельности, умениями предвидеть возможные результаты своих действий;

- сформируют умение самостоятельно планировать пути достижения целей, в том числе альтернативные, осознанно выбирать наиболее эффективные способы решения учебных и познавательных задач, соотносить свои действия с планируемыми;

- научатся понимать различия между исходными фактами и гипотезами для их объяснения, теоретическими моделями и реальными объектами;

- овладеют универсальными учебными действиями на примерах гипотез для объяснения известных фактов и экспериментальной проверки выдвигаемых гипотез, разработки теоретических моделей процессов или явлений;

- сформируют умения воспринимать, перерабатывать и предъявлять информацию в словесной, образной, символической формах, анализировать и перерабатывать полученную информацию в соответствии с поставленными задачами, выделять основное содержание прочитанного текста, находить в нём ответы на поставленные вопросы и излагать его;

- приобретут опыт самостоятельного поиска, анализа и отбора информации с использованием различных источников для решения познавательных задач;

- сформируют умение определять понятия, создавать обобщения, устанавливать аналогии, классифицировать, самостоятельно выбирать основания и критерии для классификации, устанавливать причинно-следственные связи, строить логическое рассуждение, умозаключение (индуктивное, дедуктивное и по аналогии) и делать выводы;

- освоят приёмы действий в нестандартных ситуациях, овладение эвристическими методами решения проблем;

- сформируют умения работать в группе с выполнением различных социальных ролей, представлять и отстаивать свои взгляды и убеждения, вести дискуссию, находить общее решение и разрешать конфликты на основе согласования позиций и учёта интересов; формулировать, аргументировать и отстаивать своё мнение.

3. Личностные результаты:

- сформированность познавательных интересов, интеллектуальных и творческих способностей учащихся;

- убеждённость в возможности познания природы, в необходимости разумного использования достижений науки и технологий для дальнейшего развития человеческого общества, уважение к творцам науки и техники, отношение к физике как элементу общественной культуры;

- самостоятельность в приобретении новых знаний и практических умений;

- готовность к выбору жизненного пути в соответствии с собственными интересами и возможностями;
- формирование ценностных отношений друг к другу, учителю, авторам открытий и изобретений, результатам обучения;
- формирование ответственного отношения к учению, способности, обучающихся к саморазвитию и самообразованию;
- формирование коммуникативной компетентности в общении и сотрудничестве со сверстниками.

2. Организационно-педагогические условия реализации программы

2.1 Язык реализации программы

Реализация дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы «Генетика и генетические технологии» осуществляется на государственном языке Российской Федерации (на русском языке).

2.2. Форма обучения: очная с применением дистанционных образовательных технологий.

2.3. Особенности реализации программы

Программа реализуется по модульному принципу с использованием дистанционных образовательных технологий.

- 1 модуль – дистанционный учебно-отборочный курс в течение 2-х недель;
- 2 модуль – очная профильная смена в течение 2-х недель;
- 3 модуль – дистанционный учебно-тренинговый курс в течение 3-х недель.

Программой предусмотрена система взаимосвязанных занятий, выстроенных в логической последовательности и направленных на активизацию познавательной сферы обучающихся.

При реализации программы используется технология крупноблочной подачи информации и погружения в предмет с последующей самостоятельной проработкой основных вопросов, обозначенных темой программы (учебно-тренинговый курс).

Программой предусмотрено проведение практических и лабораторных работ по изучаемым темам и знакомство с основами проведения биологического эксперимента.

Углубленный уровень предполагает формирование способности использовать приобретенные знания в практической деятельности (в самостоятельных действиях в окружающей природной и социальной среде) и представлять свои исследовательские работы на конференциях и олимпиадах разного уровня, обсуждать их результаты с учеными. Существенная особенность программы состоит в том, что в ней заложена содержательная основа для широкой реализации межпредметных связей, приучая детей к

рационально-научному и эмоционально-ценностному постижению окружающего мира.

Образовательная программа включает в себя лекции, семинары, практикумы по решению генетических задач, проведение эксперимента и обработку полученных экспериментальных данных, выполнение контрольных и тестовых заданий.

Программа оснащена системой электронного тестового контроля знаний учащихся по изучаемым темам.

Система оценки знаний учащихся осуществляется по международной шкале.

Участие школьников в программе осуществляется на бюджетной основе.

2.4. Условия набора и формирования групп

Для участия в образовательной программе школьникам необходимо:

- подать заявку на официальном сайте Центра «Сириус 26»,
- пройти кратковременный учебно-отборочный курс;
- выполнить вступительное задание (отборочный тест).

На обучение зачисляются зарегистрированные на сайте учащиеся 9-11 классов образовательных организаций Ставропольского края, успешно прошедшие учебно-отборочный курс и отборочный тест.

Победители и призеры олимпиад и конкурсов по биологии получают дополнительные баллы.

Условия конкурсного отбора гарантируют соблюдение прав учащихся в области дополнительного образования и обеспечивают зачисление наиболее способных и подготовленных обучающихся к освоению программы.

Условия формирования групп: разновозрастные – группы формируются из учащихся одного класса, также возможно формирование групп по уровню их подготовки (например, по результатам отборочного теста или результатам дополнительно входного контроля в начале профильной смены).

2.5. Формы организации и проведения занятий

Формы организации занятий – аудиторные, групповые (под непосредственным руководством преподавателя) и индивидуальные при прохождении учебно-отборочного и учебно-тренингового курсов, контрольных заданий.

Формы проведения занятий: комбинированные, теоретические, практические, лабораторные, самостоятельные, контрольные.

Формы организации деятельности обучающихся: фронтальная, групповая, индивидуальная.

Режим занятий:

Очная форма обучения: по 8 уроков в день в течение 10 учебных дней. Программа реализуется в г. Ставрополе.

Дистанционная форма обучения: обучающиеся проходят учебно-отборочный курс в течение 3-х недель в удобное для обучающегося время, который завершается отборочным тестированием. Учащиеся, участвующие в очной профильной смене по её завершении проходят в течение 3-х недель учебно-тренинговый курс и получают сертификат об освоении программы установленного образца.

Продолжительность учебного часа – 40 минут.

2.6. Основные методы реализации содержания программы

Проблемный метод

Проблемный метод включает спектр приемов, которые используются для выполнения интеллектуальных задач, заданий и упражнений с неоднозначными вариантами разрешения учебных или реальных противоречий в условиях недостатка или избытка информации.

Исследовательский метод

В рамках программы предусмотрены занятия биологического эксперимента, где учащиеся смогут лучше понять изучаемые процессы, овладеть методами проведения исследования, постановки экспериментов, планирования своей деятельности.

Практический метод

В основу практического метода положено формирование знаний, умений, навыков и компетенций за счет решения генетических задач повышенного уровня сложности.

Словесные методы

Лекция с обратной связью — один из словесных методов при изложении теоретических сведений, характеризующийся тем, что при изложении материала учитель периодически задает вопросы с целью выяснения усвоения содержания.

Эвристическая беседа — вопросно-ответная форма. Суть метода заключается в том, что учитель выстраивает определенный ряд вопросов, которые направляют мысли и ответы детей в нужное русло.

УЧЕБНЫЙ ПЛАН

№ п/п	Наименование модуля, учебного курса	Количество часов			Формы контроля
		Теория	Практика	Всего	
1.	Учебно-отборочный курс «Введение в генетику»	4	2	6	тестирование
2.	Учебный курс «Генетика и генетические технологии»	52	28	80	тестирование контрольная работа
3.	Учебно-тренинговый курс «Методы исследования в генетике»	2	2	4	самостоятельная работа
Итого:		58	32	90	

КАЛЕНДАРНЫЙ УЧЕБНЫЙ ГРАФИК

Наименование модуля, учебного курса	Дата начала обучения	Дата окончания обучения	Количество учебных недель	Количество учебных дней	Количество учебных часов	Режим занятий
Учебно-отборочный курс «Введение в генетику»	03.02.2025	12.02.2025	2		6 ч.	Дистанционное обучение
Учебный курс «Генетика и генетические технологии»	10.03.2025	22.03.2025	2	10	80 ч., 40 часов в неделю	Очно 5 раз в неделю по 8 часов
Учебно-тренинговый курс «Методы исследования в генетике»	22.03.2024	13.04.2024	2		2 ч.	Дистанционное обучение

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
УЧЕБНО-ОТБОРОЧНОГО УЧЕБНОГО КУРСА
«Введение в генетику»
9-11 классы**

Курс «Введение в генетику» предназначен для учащихся, окончивших 9-11 классов. Способствует индивидуализации процесса обучения, ориентирован на удовлетворение потребностей, обучающихся в изучении биологии, способствует развитию их познавательной активности. В курсе «Введение в генетику» систематизируются и обобщаются знания о клеточной биологии, полученные учащимися в школе.

Курс позволяет обучающимся узнать и повторить основные положения хромосомной теории, помогает обучающимся глубже понять основные генетические закономерности, закономерности наследственности, знакомит с основами молекулярной генетики.

В результате освоения учебного курса обучающийся должен:
знать:

- основные положения хромосомной теории;
- особенности строения хромосом;
- понятия ген, генотип, кариотип;
- понятия генотип и фенотип особей;
- применять полученные знания из области генетической биологии в учебной деятельности.

Тематический план

№ темы	Наименование раздела, темы	Количество часов		
		Теория	Практика	Всего
1.	Введение в генетику	4	-	4
2.	Отборочный тест	-	2	2
Итого:		2	2	6

СОДЕРЖАНИЕ КУРСА «ВВЕДЕНИЕ В ГЕНЕТИКУ»

Тема 1. Понятие «генетика»

Теория: Предмет и задачи генетики. Место генетики в системе биологических дисциплин. Основные положения хромосомной теории Развитие и современное состояние теории. История развития генетики.

Основные методы и формы реализации содержания программы:
наглядные: презентация

Средства обучения: персональный компьютер с выходом в интернет; демонстрационные материалы; обучающие и демонстрационные файлы.

Форма подведения итогов: тестирование.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
УЧЕБНОГО КУРСА
«Генетика и генетические технологии»
9-11 классы**

Курс «Генетика и генетические технологии» предназначен для учащихся 9-11 классов.

В курсе на углубленном уровне рассматриваются основные вопросы «Генетики».

Курс знакомит обучающихся с современными достижениями в области генетических технологий, их применением в биомедицине и основными принципами постановки биологического эксперимента.

В результате освоения учебного курса обучающийся должен:

знать:

- основные этапы становления генетики как отдельной отрасли знания;
- технику безопасной работы в лаборатории;
- материалы, инструменты, реактивы, используемые в лаборатории;
- понятия и определения хромосомной биологии;
- основные методы работы с культурами клеток;
- области применения генетических технологий в медицине.

уметь:

- соблюдать технику безопасности в лаборатории;
- грамотно пользоваться инструментами и приборами, используемыми в лаборатории;
- выделять существенные признаки биологических объектов и процессов;
- проводить сравнение биологических объектов и процессов и делать выводы на основе сравнения;
- ставить цели и задачи научного эксперимента;
- провести биологический эксперимент, систематизировать и проанализировать данные;
- систематизировать, предоставлять полученные данные научного исследования, а также отстаивать свои аргументы в дискуссии;
- объяснять роль генетических технологий в современной медицине.

Тематический план

№ темы	Наименование модуля, учебного курса	Количество часов			Формы контроля
		Теория	Практика	Всего	
Тема 1. Классическая генетика					
1.	Лекция №1 «Основные закономерности генетики»	2	2	4	фронтальный опрос
2.	Лекция № 2 «Взаимодействие генов»	2		2	фронтальный опрос
3.	Лекция № 3 «Хромосомная	2		2	фронтальный

	теория наследования»				опрос
Тема 2. Популяционная генетика					
1.	Лекция № 4 «Предмет, история развития и методы популяционной генетики»	2		2	фронтальный опрос
2.	Лекция №5 «Наследование в популяциях»	2		2	фронтальный опрос
3.	Лекция №6 «Генетическая гетерогенность и полиморфизм популяции»	2		2	фронтальный опрос
4.	Лекция №7 «Источники генетической изменчивости в популяциях»	2		2	фронтальный опрос
5.	П/р Решение задач по теме «Основные закономерности генетики»		2	2	отчёт
Тема 3. Молекулярная генетика					
1.	Лекция №8 «Основные генетические процессы в клетках микроорганизмов и их регуляции»	2		2	фронтальный опрос
2.	Лекция №9 «Механизмы репликации и контроль копийности плазмид»	2		2	фронтальный опрос
3.	Лекция №10 «Механизмы общей и сайт-специфической рекомбинации»	2		2	фронтальный опрос
4.	Лекция №11 «Транскрипция и её регуляция на различных уровнях»	2		2	фронтальный опрос
5.	Лекция №12 «Синтез белка — генетический код, механизм трансляции и её регуляция»	2		2	фронтальный опрос
6.	Лекция №13 «Методы генетического обмена»	2		2	фронтальный опрос
7.	Лекция №14 «Генетическая трансформация, природная и индуцированная»	2		2	фронтальный опрос
8.	Семинар по теме «Молекулярная генетика»		2	2	круглый стол

Тема 4. Медицинская генетика					
1.	Лекция №15 «Объект и методы медицинской генетики. Генетическое консультирование»	2		2	фронтальный опрос
2.	П/р 1 «Клинико-генеалогический метод»		2	2	отчёт
3.	Лекция №16 «Генные и хромосомные болезни»	2		2	фронтальный опрос
4.	П/р 2 «Определение кариотипа»		2	2	отчёт
5.	Лекция №17 «Митохондриальные болезни. Болезни с наследственным предрасположением»	2		2	фронтальный опрос
6.	Лекция №18 «Принципы диагностики, профилактики и лечения наследственных болезней»	2		2	фронтальный опрос
7.	П/р 3 «Молекулярно-генетическая диагностика»		2	2	отчёт
8.	Семинар по теме «Медицинская генетика»		2	2	круглый стол
Тема 5. Агробиотехнологии					
1.	Лекция №19 «Генетика растений»	2		2	фронтальный опрос
2.	Лекция №20 «Основы генетики и селекции»	2		2	фронтальный опрос
3.	Лекция №21 «Использование метода культуры клеток»	2		2	фронтальный опрос
4.	П/р 4 «Прижизненное наблюдение клеток с помощью микроскопа»		2	2	отчёт
5.	Лекция №22 «Физиологические основы клонального микроразмножения растений»	2		2	фронтальный опрос
6.	П/р 5 « Принцип организации лаборатории «Клонального		2	2	отчёт

	микроразмножения»				
7.	Лекция №23 «Питательные среды и их виды»	2		2	фронтальный опрос
Тема 6. Биоинформатика					
1.	Лекция №24 «Введение в биоинформатику».	2		2	фронтальный опрос
2.	Лекция №25 «Базы данных генетических последовательностей».	2		2	фронтальный опрос
3.	П/р 7 «Развитие технологий секвенирования».		2	2	отчёт
4.	Лекция №26 «Применение ПЦР для изучения эволюции».	2		2	фронтальный опрос
5.	П/р 8 «Выделение и очистка ДНК».		2	2	отчёт
6.	П/р 9 «Секвенирование и биоинформатика»		2	2	отчёт
7.	Контрольная работа.		2	2	контрольная работа
8.	Анализ контрольной работы.		2	2	
Итого:		52	28	80	

СОДЕРЖАНИЕ КУРСА «Биология. Генетические технологии»

Тема 1. Классическая генетика

Теория: основные закономерности генетики. Взаимодействие генов. Хромосомная теория наследственности.

Практика: решение генетических задач по применению теории наследственности.

Основные методы и формы реализации содержания программы:

наглядные: презентация,

словесные: видеолекция,

практические: решение задач.

Средства обучения: персональный компьютер с выходом в интернет; демонстрационные материалы; обучающие и демонстрационные файлы.

Форма подведения итогов: фронтальный опрос

Тема 2. Популяционная генетика.

Теория: Предмет, история развития и методы популяционной генетики. Наследование в популяциях. Генетическая гетерогенность и полиморфизм

популяции. Источники генетической изменчивости в популяциях. Решение задач по теме «Основные закономерности генетики».

Практика: решение генетических задач.

Основные методы и формы реализации содержания программы:

наглядные: презентация,

словесные: видеолекция,

практические: решение задач.

Средства обучения: персональный компьютер с выходом в интернет; демонстрационные материалы; обучающие и демонстрационные файлы.

Форма подведения итогов: фронтальный опрос

Тема 3. Молекулярная генетика

Теория: основные генетические процессы в клетках микроорганизмов и их регуляция. Механизмы репликации и контроль копийности плазмид. Механизмы общей и сайт-специфической рекомбинации. Транскрипция и её регуляция на различных уровнях. Синтез белка-генетический код, механизм трансляции и её регуляция. Методы генетического обмена. Генетическая трансформация, природная и индуцированная.

Практика: решение задач по молекулярной генетике.

Основные методы и формы реализации содержания программы:

наглядные: презентация,

словесные: видеолекция,

практические: решение задач.

Средства обучения: персональный компьютер с выходом в интернет; демонстрационные материалы; обучающие и демонстрационные файлы.

Форма подведения итогов: фронтальный опрос, семинар (круглый стол)

Тема 4. Медицинская генетика.

Теория: объект и методы медицинской генетики. Генетическое консультирование. Генные болезни. Хромосомные болезни. Митохондриальные болезни. Болезни с наследственным предрасположением. Принципы диагностики, профилактики и лечения наследственных болезней.

Практика: практические работы «Клинико-генеалогический метод», «Определение кариотипа», «Молекулярно-генетическая диагностика».

Основные методы и формы реализации содержания программы:

наглядные: презентация,

словесные: видеолекция,

практические: решение задач.

Средства обучения: персональный компьютер с выходом в интернет; демонстрационные материалы; обучающие и демонстрационные файлы.

Форма подведения итогов: фронтальный опрос, отчет, семинар (круглый стол)

Тема 5. Агробиотехнологии.

Теория: генетические ресурсы России. Основы генетики и селекции. Использование метода культуры клеток. Физиологические основы клонального микроразмножения растений. Питательные среды и их виды.

Практика: практические работы «Принцип организации лаборатории клонального размножения растений», «Прижизненное наблюдение клеток с помощью микроскопа», «Технологии приготовления маточных растворов и питательных сред».

Основные методы и формы реализации содержания программы:

наглядные: презентация,

словесные: видеолекция,

практические: решение генетических задач.

Средства обучения: персональный компьютер с выходом в интернет; демонстрационные материалы; обучающие и демонстрационные файлы.

Форма подведения итогов: фронтальный опрос, отчет,

Тема 6. Биоинформатика

Теория: введение в биоинформатику. База данных генетических последовательностей. Применение ПЦР для изучения эволюции.

Практика: практические работы «Развитие технологий секвенирования», «Выделение и очистка ДНК», «Секвенирование и биоинформатика».

Основные методы и формы реализации содержания программы:

наглядные: презентация,

словесные: видеолекция,

практические: решение генетических задач.

Средства обучения: персональный компьютер с выходом в интернет; демонстрационные материалы; обучающие и демонстрационные файлы.

Форма подведения итогов: фронтальный опрос, отчет, контрольная работа.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
УЧЕБНО-ТРЕНИНГОВОГО КУРСА
«Методы исследования в генетике»
9-11 классы**

Курс «Методы исследования в генетике» предназначен для учащихся 9-11 классов, участников образовательной программы «Генетика и генетические технологии».

Курс способствует повторению, расширению и практическому закреплению материала, изученного на профильной смене по разделу биологии «Введение в генетику». В разделе «Методы исследования в генетике» обучающиеся знакомятся с методиками исследований кариотипа.

В результате освоения учебного курса обучающийся должен:

знать:

- методику исследования культур клеток.

уметь:

- применять цитологические методы исследования для анализа микрофотографий культур клеток.

Тематический план

№ темы	Наименование раздела, темы	Количество часов		
		Теория	Практика	Всего
1	Методы исследования в генетике	2	2	4
Итого:		2	2	4

СОДЕРЖАНИЕ КУРСА

Тема 1. Методы исследования в генетике.

Теория: Инструментарий и технологии современных генетических исследований.

Практика: Применение методов исследования для анализа кариотипа.

Основные методы и формы реализации содержания программы: лекция, тест с применением дистанционных образовательных технологий, выполнение практического задания.

Средства обучения: дистанционные образовательные технологии.

Форма подведения итогов: самостоятельная работа с самопроверкой.

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Оценивание результативности деятельности обучающихся направлено на анализ освоения обучающимися содержания дополнительной образовательной программы.

Оценка уровня усвоения содержания образовательной программы проводится по следующим показателям:

- степень усвоения содержания;
- степень применения знаний на практике;
- умение анализировать и делать выводы.

При оценивании письменной работы оценка выставляется по следующим критериям:

Уровень по сумме баллов, %	Уровни освоения программного материала	Результат
0-54	Неудовлетворительный	Обучающийся не владеет программным материалом, не понимает его важности, не пытается его применять.
55-69	Удовлетворительный	Обучающийся находится в процессе освоения данного материала. Обучающийся понимает важность освоения навыков, однако не всегда эффективно применяет его в практике.
70-84	Хороший	Обучающийся полностью освоил программный материал. Обучающийся эффективно применяет навык во всех стандартных, типовых ситуациях.
85-100	Отличный	Особо высокая степень освоения программного материала. Обучающийся способен применять знания и умения в нестандартных ситуациях или ситуациях повышенной сложности.

Освоение обучающимися содержания дополнительной образовательной программы проводится с помощью следующих форм контроля: входной, промежуточный, итоговый (тематический).

Входной контроль проводится целью выявления первоначального уровня знаний и умений, возможностей обучающихся.

Формы: тестирование.

Отборочный тест проводится в рамках дистанционного учебно-отборочного курса с целью отбора участников очной профильной смены.

Отборочный тест состоит из 25 заданий разного уровня сложности и задания со свободным ответом.

Примерные задания:

Вопросы с одним правильным ответом (каждый правильный ответ оценивается в 3 балла)

1. Одно из положений клеточной теории

1) при делении клетки хромосомы способны к самоудвоению

- 2) новые клетки образуются при делении исходных клеток
- 3) в цитоплазме клеток содержатся различные органоиды
- 4) клетки способны к росту и обмену веществ

2. Согласно клеточной теории, возникновение новой клетки происходит путем

- 1) обмена веществ
- 2) деления исходной клетки
- 3) размножения организмов
- 4) взаимосвязи всех органоидов клетки

Множественный выбор (каждый правильный ответ оценивается в 4 балла)

1. Некоторые из перечисленных ниже признаков, используют для описания процессов, происходящих в митохондриях. Определите признаки, «выпадающие» из общего списка, и запишите в ответе цифры, под которыми они указаны.

- 1) фотолиз воды
- 2) биосинтез белков
- 3) расщепление глюкозы до двух молекул ПВК
- 4) транспорт электронов переносчиками в мембране
- 5) возбуждение электрона светом
- 6) синтез молекул АТФ

Установление последовательности (каждый правильный ответ оценивается в 4 балла)

1. Какова последовательность процессов энергетического обмена в клетке? Запишите в ответе соответствующую последовательность цифр.

- 1) расщепление биополимеров до мономеров
- 2) лизосома сливается с частицей пищи, содержащей белки, жиры и углеводы
- 3) расщепление глюкозы до пировиноградной кислоты и синтез двух молекул АТФ
- 4) поступление пировиноградной кислоты (ПВК) в митохондрии
- 5) окисление пировиноградной кислоты и синтез 36 молекул АТФ

Установление соответствия (каждый правильный ответ оценивается в 6 баллов)

1. Установите соответствие. Запишите в ответ цифры, расположив их в порядке, соответствующем буквам

- А) обмен веществ и энергии
- Б) секреция
- В) проводимость
- Г) изменчивость
- Д) дыхание
- Е) способность к движению

- Ж) рост и размножение
- З) рост, саморепродукция и развитие
- И) сократимость
- К) старость и смерть
- 1) свойства живого
- 2) физиологические свойства клеток

Задания со свободным ответом

Какова судьба органических молекул, попавших в вакуолярную систему клетки? Что образует вакуолярную систему клетки? Значение этой системы для жизнедеятельности клетки.

Промежуточный контроль проводится в рамках очной профильной смены на занятиях в виде наблюдения за успехами каждого обучающегося, процессом формирования компетенций. Текущий контроль успеваемости служит для определения педагогических приемов и методов для индивидуального подхода к каждому обучающемуся, корректировки плана работы с группой.

Формы:

- устные и письменные работы;
- индивидуальный опрос.

Практические задания, домашние работы, учащиеся выполняют в форме устной или письменной речи. Оценка основывается на ясности выражения мыслей и использовании предметных знаний.

Текущий контроль успеваемости служит для определения педагогических приемов и методов для индивидуального подхода к каждому обучающемуся, корректировки плана работы с группой. Осуществляется в форме наблюдения, тестирования, контрольного опроса (устного или письменного), собеседования, психологического мониторинга.

Варианты примерных заданий.

1. Явление, которое приводит к изменению генофонда популяций

- 1) панмиксия
- 2) мутационная изменчивость
- 3) модификационная изменчивость
- 4) обособление вида

2. Фенокопии — это

- 1) изменения фенотипа, обусловленные изменением генотипа
- 2) изменения фенотипа, сходные с мутациями и обусловленные действием средовых факторов, не затрагивающих генотип
- 3) изменения фенотипа, обусловленные комбинациями генов
- 4) изменения фенотипа, обусловленные изменением структуры отдельных хромосом

3. Цель медико-генетического консультирования

1. выявлять предрасположенность родителей к инфекционным заболеваниям
2. определять возможность рождения близнецов
3. определять вероятность проявления у детей наследственных недугов
4. выявлять предрасположенность родителей к нарушению процесса обмена веществ

Сказочная генетическая задача (20 баллов)

Гены длины языка и длины хохолка у сказочной птицы Говоруна находятся в одной хромосоме. Скрещивали самку Говоруна с коротким языком и длинным хохолком и самца с длинным языком и коротким хохолком. Все полученные гибриды F1 имели длинные хохолки и длинные языки. Получившихся в F1 самцов скрестили с исходной родительской особью. В потомстве получилось расщепление по фенотипу и генотипу 1:1. **Составьте схему решения задачи. Определите генотипы родительских особей, генотипы и фенотипы потомства. Объясните формирование двух фенотипических групп во втором скрещивании. Какой закон наблюдается в данной задаче?**

Итоговый контроль проводится целью выявления итогового уровня знаний и умений, возможностей обучающихся.

Формы: тестирование.

Итоговый тест проводится в рамках дистанционного учебно-тренингового курса с целью отбора участников очной профильной смены.

Итоговый тест состоит из 20 заданий разного уровня сложности и задания со свободным ответом.

Примерные задания:

1. Материалом для цитологического исследования является
 - а) отпечаток биоптатов
 - б) волосы
 - в) ногти
 - г) ресницы
2. Эксфолиативным материалом является
 - а) секрет
 - б) биоптат
 - в) аспират
 - г) отпечаток

Задания на установление соответствия между системами микроскопа и их составными частями:

1. Оптическая
2. Осветительная
3. Механическая

Составная часть

А. Конденсатор

Б. Колонка

В.Объектив

Г. Диафрагма

Д.Тубус

Е.Окуляр

Ж.Зеркало

З.Макро и микроскопические винты.

Формы отслеживания результатов: наблюдение, тестирование, контрольная письменная работа, устный опрос, фронтальный опрос, собеседование, отчет о выполнении экспериментальных (лабораторных) работ.

Формы фиксации результатов: рейтинговая таблица по результатам итогового теста, контрольной работы, отчетов по экспериментальным работам.

Документальной формой подтверждения участия, обучающегося в образовательной программе и её освоения является документ об обучении - «Сертификат» (без оценки) установленного Центром образца. Сертификат выдаётся после завершения учебно-тренингового курса.

МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

№ п/п	Название раздела, темы	Формы учебного занятия	Формы, методы, приемы обучения. Педагогические технологии	Материально-техническое оснащение, дидактико-методический материал	Формы контроля/ аттестации
1.	Тема 1. Классическая генетика	Комбинированная	1) Информационно-рецептивный. 2) Репродуктивный. 3) Проблемное изложение. 4) Поисковый, исследовательский.	1) Раздаточные материалы 2) ЦОРы и презентации 3) Демонстрационное оборудование	1) Контрольная работа 2) Контрольный тест
2.	Тема 2. Популяционная генетика	Комбинированная	1) Информационно-рецептивный. 2) Репродуктивный. 3) Проблемное изложение. 4) Поисковый, исследовательский.	1) Раздаточные материалы 2) ЦОРы и презентации 3) Демонстрационное оборудование	1) Контрольная работа 2) Контрольный тест
3.	Тема 3. Молекулярная генетика	Комбинированная	1) Информационно-рецептивный. 2) Репродуктивный. 3) Проблемное изложение. 4) Поисковый, исследовательский. 5) Дистанционный.	1) Раздаточные материалы 2) ЦОРы и презентации 3) Демонстрационное оборудование	1) Семинар (круглый стол)
4.	Тема 4. Медицинская генетика	Комбинированная	1) Информационно-рецептивный. 2) Репродуктивный. 3) Проблемное изложение. 4) Поисковый,	1) Раздаточные материалы 2) ЦОРы и презентации 3) Демонстрационное оборудование 4) Лабораторное оборудование	1) Семинар (круглый стол) 2) Отчёт о выполнении лабораторной

			исследовательский. 5) Дистанционный.		работы
5.	Тема 5. Агробιοтехнологии	Комбинированная	1) Информационно-рецептивный. 2) Репродуктивный. 3) Проблемное изложение. 4) Поисковый, исследовательский. 5) Дистанционный.	1) Раздаточные материалы 2) ЦОРы и презентации 3) Демонстрационное оборудование 4) Лабораторное оборудование	1) Контрольная работа 2) Контрольный тест 3) Отчёт о выполнении лабораторной работы
6.	Тема 6. Биоинформатика	Комбинированная	1) Информационно-рецептивный. 2) Репродуктивный. 3) Проблемное изложение. 4) Поисковый, исследовательский. 5) Дистанционный.	1) Раздаточные материалы 2) ЦОРы и презентации 3) Демонстрационное оборудование 4) Лабораторное оборудование	1) Контрольная работа 2) Контрольный тест 3) Отчёт о выполнении лабораторной работы

КАДРОВОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Обеспечение реализации образовательной программы, нацеленной на предоставление высокого качества обучения, планируется за счет педагогических кадров, имеющих необходимую квалификацию для решения задач, определенных образовательной программой, способных к инновационной профессиональной деятельности.

Требования к кадровым условиям включают:

- высшее педагогическое образование по предмету;
- знание предмета, владение методикой его преподавания, педагогическими технологиями;
- опыт работы по программам углубленного изучения биологии;
- опыт подготовке учащихся к олимпиадам и проектным конкурсам;
- высшая квалификационная категория, кандидат наук;
- непрерывность профессионального развития и самообразования;
- наличие навыков работы с компьютерной техникой;
- трудолюбие, открытость новшествам и освоению новых форм и методов работы;
- коммуникабельность;
- творческая активность;
- аккуратность, целеустремленность, ответственность, доброжелательность, забота о развитии индивидуальности ученика, заинтересованность в его результатах;
- наличие удостоверения о повышении квалификации в Образовательном центре «Сириус».

Для реализации образовательной программы необходимы высококвалифицированные специалисты:

- учитель биологии для проведения лекционных и практических занятий – 2-3 чел.;
- учитель биологии для проведения лабораторного практикума – 2 чел.;
- руководитель программы – 1 чел.

ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ПРОГРАММЕ

Требования к зданию/помещению

Для реализации образовательной программы «Биология. Генетические технологии» учебные кабинеты должны удовлетворять строительным, санитарным и противопожарным нормам.

Учебные кабинеты укомплектованы удобными рабочими местами за ученическими столами в соответствии с возрастом обучающихся.

В целях организации антитеррористической защищённости охрана здания учреждения должна быть обеспечена системой наружного видеонаблюдения, пропускным режимом и штатными охранниками. Территория учреждения должна иметь периметральное ограждение и наружное освещение в темное время суток.

Материально-техническое обеспечение

Аудитории:

- аудитория для теоретических занятий с необходимой ученической мебелью, пластиковой доской;
- лаборатория генетических технологий для проведения экспериментальных работ на 13 ученических и 1 учительское место;
- демонстрационное и лабораторное оборудование для проведения экспериментальных работ;
- коворкинг-зона.

Технические средства и оборудование:

- проекционное оборудование;
- компьютеры для учащихся;
- телевизор;
- белая бумага для стандартной печати формата А4;
- маркеры для пластиковой доски;
- сплит-система.

Средства защиты:

- антибактериальные салфетки;
- антибактериальный спрей;
- огнетушитель;
- рециркулятор.
- Каждый обучающийся выполняет практические работы за отдельным столом с микроскопом.
- Перечень оборудования и оснащение помещения:
 - — комната для обработки и хранения информации исследования;
 - — адаптационная комната;
 - — влажные препараты;

- – питательные среды;
- – микропрепараты;
- – автоклав;
- – прибор для определения бактериального загрязнения;
- – пинцеты;
- – спиртовки;
- – стекла предметные;
- – микроскоп бинокулярный;
- – чашки Петри;
- – перчатки медицинские;
- – плитка нагревательная лабораторная;
- – пластиковые емкости для питательных сред;
- – пробирки лабораторные;
- – рН-метр;
- – портативный спектральный цветометр;– вортекс Teta 2;
- – центрифуга Экрос 6926;
- – твердотельный термостат ДНК технология Гном;
- – камера для горизонтального электрофореза 2 шт.;
- – источник питания для электрофореза ДНК технология Эльф-4;
- – система «Взгляд» для фото фиксации агарозного геля;
- – ДНК наноспектрофотометр Drawell;
- – ПЦР анализатор real time, ДНК-технология s1;
- – дозаторы переменного объема от 1 мкл до 1000 мкл;
- – ПЦР бокс;
- – трансиллюминатор;
- – весы аналитические МИДЛ.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОГРАММЫ

1. Перечень литературы, необходимой для освоения программы:

1.1. Перечень литературы, использованной при написании программы:

1. Фрешни, Р. Я. Культура животных клеток / Р. Я. Фрешни; пер. с англ. Ю. Н. Хомякова, Т. И. Хомяковой. – 5-е изд., эл. – Москва: Лаборатория знаний, 2022. – 791 с.

2. Афанасьев, Ю. И. Гистология, эмбриология, цитология: учебник / Ю. И. Афанасьев, Б. В. Алешин, Н. П. Барсуков [и др.]; под ред. Ю. И. Афанасьева, Н. А. Юриной. - 7-е изд., перераб. и доп. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2022. - 832 с.

3. Биология. Т. 1.: учебник: в 2 т. / под ред. В. Н. Ярыгина. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2023. - 736 с.

4. Медицинская генетика в иллюстрациях и таблицах / А.В. Агаджанян, а.ф. Фучич и др.- Москва: «Практическая медицина», 2022.- 504 с.

1.2. Перечень литературы, рекомендованной обучающимся:

1. Биология клетки: учебное пособие / А. Ф. Никитин, Е. Я. Адоева, Ю. Ф. Захаркив [и др.]; ред. А. Ф. Никитин. – 2-е изд. – Санкт-Петербург: СпецЛит, 2015. – 168 с.

2. Данилов Р. К. Цитология (биология клетки): карманный атлас-справочник / Р. К. Данилов. – Санкт-Петербург: СпецЛит, 2019. – 96 с.

3. Рис Дж. Биология Campbell в 3 т. Т 1. Химия жизни. Клетка. Генетика / Рис Дж., Урри Л., Кейн М., Вассерман С., Минорски П., Джексон Р. - Диалектика, 2021. – 672 с.

4. Биотехнология: Учеб. пособие. / Под ред. Н.С. Егорова, В.Д. Самуилова. – М.: Высш. шк., 1987.

5. Бекер, М.Е. и др. Биотехнология / М.Е. Бекер, Г.К. Лиепииньш, Е.П. Ройпулис. – М.: Агропромиздат, 1990. – 333 с.

6. Бутенко Р.Г. Биология клеток высших растений *in vitro* и биотехнологии на их основе: Учебное пособие. М.:ФБК-ПРЕСС, 1999, - 160 с.

7. Калашникова Е.А. Клеточная инженерия растений./ Учебное пособие, РГАУ-МСХА, 2012, 318 с.

8. Калашникова, Е.А. Основы биотехнологии. Учебное пособие. / Е.А. Калашникова, М.Ю. Чередниченко.— М:МСХА, 2016. — 168 с.

9. Лутова Л.А., Матвеева Т.В. Генная и клеточная инженерия в биотехнологии высших растений. 2016, 168 с.

10. Сельскохозяйственная биотехнология и биоинженерия. Учебник / под ред. В.С. Шевелухи. - Изд.4, знач.перераб. и доп.-М.:Изд-во URSS.2015. — 704 с.

11. Современные аспекты биотехнологии : учебно-методическое пособие / Е. А. Калашникова, Р. Н. Киракосян ; М-во сельского хоз-ва Российской Федерации, Российский гос. аграрный ун-т МСХА им. К. А. Тимирязева. - Москва : Изд-во РГАУ-МСХА, 2016. - 124 с.

2. Информационное обеспечение

2.1 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения программы:

1. Клеточные технологии и терапия. URL: <http://www.stemcells.ru/>.
2. Общество регенеративной медицины. URL: <https://www.regenerative-med.ru/>.
3. База знаний по биологии человека. URL: <http://humbio.ru/>.
4. Федеральная электронная медицинская библиотека. URL: <http://feml.scsml.rssi.ru/feml>.
5. Научная электронная библиотека «Кибер Ленинка». URL: <http://cyberleninka.ru/>.
6. Пост Наука. URL: <https://postnauka.ru/>.
7. Он–line библиотека <http://www.bestlibrary.ru>
8. Научная библиотека МГУ <http://www.lib.msu.su/>
9. Государственная публичная научно–техническая библиотека России <http://www.vavilon.ru/>
10. Электронные словари <http://www.edic.ru>

2.2 Учебный комплекс: лаборатория микробиологии, биотехнологии и микроклонирования.

3. Перечень раздаточного материала:

1. Лабораторное оборудование для проведения экспериментальных работ.
2. Дидактические материалы по решению генетических задач.