



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 № 2 от 16 декабря 2024 г.

**УТВЕРЖДЕНО:**

Директором Центра «Поиск»  
Томилиной О.А.

приказ № 170 от 27 декабря 2024 г.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ  
ОБЩЕРАЗВИВАЮЩАЯ ПРОГРАММА

**«МОЛЕКУЛЯРНАЯ БИОЛОГИЯ»**

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

Ставрополь  
2025

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА.....	3
УЧЕБНЫЙ ПЛАН .....	12
КАЛЕНДАРНЫЙ УЧЕБНЫЙ ГРАФИК .....	13
РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНО-ОТБОРОЧНОГО КУРСА «МОЛЕКУЛЯРНЫЕ ОСНОВЫ НАСЛЕДСТВЕННОСТИ. СТРУКТУРА И ФУНКЦИИ ДНК» .....	14
СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНО-ОТБОРОЧНОГО КУРСА «МОЛЕКУЛЯРНЫЕ ОСНОВЫ НАСЛЕДСТВЕННОСТИ. СТРУКТУРА И ФУНКЦИИ ДНК».....	14
РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОГО КУРСА «МОЛЕКУЛЯРНАЯ БИОЛОГИЯ» .....	15
СОДЕРЖАНИЕ КУРСА «МОЛЕКУЛЯРНАЯ БИОЛОГИЯ».....	19
РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНО-ТРЕНИНГОВОГО КУРСА «МОЛЕКУЛЯРНАЯ ВИРУСОЛОГИЯ».....	21
СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНО-ТРЕНИНГОВОГО КУРСА «МОЛЕКУЛЯРНАЯ ВИРУСОЛОГИЯ» .....	22
ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ.....	23
МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ.....	26
КАДРОВОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ .....	29
ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ .....	29
УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОГРАММЫ.....	31

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Молекулярная биология является одной из наиболее стремительно развивающихся областей биологии. Ее методы и достижения позволили осуществить настоящий прорыв в исследованиях других областей биологии. Так, в области иммунологии удалось идентифицировать антигенраспознающие рецепторы иммунокомпетентных клеток и выяснить механизмы иммунологического распознавания, в области онкологии – изучить молекулярно-генетические аспекты патогенеза злокачественных опухолей и т.д. Можно с уверенностью сказать, что в настоящее время нет ни одной области науки, в которой не использовались бы методы и достижения молекулярной биологии.

Развитие молекулярной биологии позволяет делать большие шаги в фундаментальных научных исследованиях очень редких заболеваний.

Наиболее впечатляющими не только для биологов, но и для ученых всего мира явились успехи Международной программы «Геном человека». Ее достижения индуцировали возникновение ряда новых научных направлений и методологий. Появилась возможность клонировать гены и переносить их (трансгенез) в другие организмы. В результате возникли новые биотехнологии. Наибольшее развитие получили методы получения трансгенных микроорганизмов, синтезирующий труднодоступные биопрепараты для лечения различных заболеваний. Внедряются трансгенные растения, устойчивые к гербицидам и инсектицидам, а также обладающие ценными пищевыми качествами. Уже получены так называемые «съедобные вакцины» на основе трансгенных растений.

Трансгенные животные, продуцирующие человеческие белки для лечения заболеваний, также постепенно распространяются по свету. Успехи в клонировании животных явились настоящей сенсацией, причем не только для биологов, но и для ученых всех специальностей, а также людей, не связанных с наукой. В настоящее время вряд ли можно утверждать, что этот метод окажется подходящим для получения копий животных, а тем более человека. Но из этого достижения вытекает очень важный для биологии, и в частности для биологии развития принцип, а именно, что возможно репрограммирование генома млекопитающих, так что из дифференцированной клетки можно получить развитие целого организма. Так собственно и получена ставшая знаменитой овечка Долли и последующие клонированные другие животные.

На основании этого подхода становится возможным репрограммирование любой дифференцированной клетки человека и направление ее развития в необходимом направлении, например, развития нервной ткани, которую потом можно трансплантировать тому же пациенту для восстановления функции пострадавшего органа. При этом нет опасности отторжения пересаженной ткани, как это происходит при трансплантации донорских тканей.

Методы молекулярной биологии индуцировали возникновение новейших методов лечения заболеваний человека, а именно метода генной терапии,

направленного на исправление генетических механизмов заболевания. В настоящее время в мире 22 заболевания лечатся таким методом.

## **1. Основные характеристики программы**

### **1.1. Направленность программы**

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Молекулярная биология» имеет естественно-научную направленность.

### **1.2. Адресат программы**

Программа адресована обучающимся от 15 до 17 лет.

Программа предназначена для одаренных школьников 9-11 классов, проявляющих повышенный интерес к генетике, биохимии и молекулярной биологии 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, цитогенетика, биомедицина, биохимия, молекулярная генетика и вирусология, биотехнологии и биоинженерия и др.), а также содействовать формированию у обучающихся представления о наиболее современных и перспективных направлениях развития молекулярной биологии.

### **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 цивилизацией.

Отличительной особенностью программы является то, что она дает возможность обучающимся освоить разделы 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, применяемых в молекулярной биологии; новых материалов, не затрагиваемых в базовом школьном курсе, что позволит сформировать повышенный интерес как к биологическим наукам, так и к процессу обучения в целом.

Отличительной особенностью программы также является применение дистанционных образовательных технологий – предпрофильное и постпрофильное сопровождение обучающихся.

Предпрофильное сопровождение – дистанционный учебно-отборочный курс, который погружает обучающегося в основную тему программы.

Постпрофильное сопровождение - дистанционный учебно-тренинговый курс, который способствует закреплению, расширению и углублению знаний, полученных в ходе очной профильной смены.

### **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 и проектами в сфере молекулярной биологии, а также работой с исследовательским оборудованием.

#### **Задачи программы**

1. Обучающие:

- углубленное изучение вопросов молекулярной биологии;
- изучение областей применения и использования молекулярной

биологии;

- обучение работе с лабораторным оборудованием (основные принципы, этапы);

- изучение последних достижений науки и техники в области, молекулярной и медицинской генетики, биохимии, цитогенетики и молекулярной вирусологии;

- обучение конкретной поисковой, исследовательской, творчески-продуктивной деятельности.

## 2. Развивающие:

- развитие умений и навыков работы с исследовательским оборудованием, решение задач по молекулярной биологии;

- развивать поисково-исследовательскую деятельность;

- получение навыков 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 интереса к научно-исследовательской деятельности;

- развитие навыков работы в команде и небольших группах;

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

## 3. Воспитательные:

- воспитать чувство ответственности, нравственного отношения к окружающему живому и неживому миру, к самому себе;

- способствовать формированию собственного мнения о фактах биотехнологического внедрения в повседневную жизнь;

- духовно-нравственное ориентирование на великих ученых;

- совершенствование исполнительских навыков;

- 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 естественнонаучного 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;
- узнают о последних достижениях науки и техники в области молекулярной биологии;
- обучающиеся изучат основные методы работы с культурами клеток;
- изучат области применения молекулярной биологии.

### **2. Метапредметные результаты:**

- у обучающихся усилятся и закрепятся междисциплинарные знания: научатся применять законы физики, химии, математики при изучении биологии клеток, а также изучат области применения молекулярной биологии;
- овладение навыками самостоятельного приобретения новых знаний, организации учебной деятельности, постановки целей, планирования, самоконтроля и оценки результатов своей деятельности, умениями предвидеть возможные результаты своих действий;
  - умение самостоятельно планировать пути достижения целей, в том числе альтернативные, осознанно выбирать наиболее эффективные способы решения учебных и познавательных задач;
  - умение соотносить свои действия с планируемым;
  - понимание различий между исходными фактами и гипотезами для их объяснения, теоретическими моделями и реальными объектами, овладение универсальными учебными действиями на примерах гипотез для объяснения известных фактов и экспериментальной проверки выдвигаемых гипотез, разработки теоретических моделей процессов или явлений;
  - формирование умений 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;
  - приобретение опыта самостоятельного поиска, анализа и отбора информации с использованием различных источников, и новых информационных технологий для решения познавательных задач;
  - 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;
  - развитие монологической и диалогической речи, умения выражать свои мысли и способности выслушивать собеседника, понимать его точку зрения, признавать право другого человека на иное мнение;

- освоение приёмов действий в нестандартных ситуациях, овладение эвристическими методами решения проблем;
- формирование умений 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;
- формирование и развитие компетентности в области использования информационно-коммуникационных технологий (ИКТ– компетенции).

### 3. Личностные результаты:

- сформированность познавательных интересов, интеллектуальных и творческих способностей учащихся;
- сформированность представлений о биологии как части общечеловеческой культуры, понимание значимости биологии для общественного прогресса;
- самостоятельность в приобретении новых знаний и практических умений;
- готовность к выбору жизненного пути в соответствии с собственными интересами и возможностями;
- мотивация образовательной деятельности школьников на основе личностно ориентированного подхода;
- сформированность ценностных отношений друг к другу, учителю, авторам открытий и изобретений, результатам обучения;
- сформированность ответственного отношения к учению, готовности и способности, обучающихся к саморазвитию и самообразованию на основе мотивации к обучению и познанию, осознанному выбору и построению дальнейшей индивидуальной траектории образования на базе ориентировки в мире профессий и профессиональных предпочтений, с учётом устойчивых познавательных интересов;
- сформированность целостного мировоззрения, соответствующего современному уровню развития науки и общественной практики, учитывающего социальное, культурное, языковое, духовное многообразие современного мира;
- сформированность коммуникативной компетентности в общении и сотрудничестве со сверстниками, старшими и младшими в процессе образовательной, общественно полезной, учебно-исследовательской, творческой и других видов деятельности.

## 2. Организационно-педагогические условия реализации программы

### 2.1 Язык реализации программы

Реализация дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы «Молекулярная биология» 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 применением дистанционных образовательных технологий.

1 модуль – дистанционный учебно-отборочный курс в течение 2-х;

2 модуль – очная профильная смена в течение 2-х недель;

3 модуль – дистанционный учебно-тренинговый курс в течение 3-х недель.

Основная часть содержания программы реализуется в формате очной профильной смены в течение 2-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 решения задач по молекулярной биологии, проведение эксперимента и обработку полученных экспериментальных данных, выполнение контрольных и тестовых заданий, участие в семинарах.

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 регионального центра «Сириус 26»,

– пройти дистанционный учебно-отборочный курс;

- выполнить задание отборочного теста;
- документально подтвердить высокие достижения в интеллектуальных конкурсах и соревнованиях регионального, всероссийского и международного уровней по направлению программы (если имеются).

На обучение зачисляются зарегистрированные на сайте учащиеся 9-11 классов образовательных организаций Ставропольского края в соответствии с рейтингом и установленной квотой:

- 1) подавшие заявку и успешно прошедшие конкурсный отбор;
- 2) по результатам участия в олимпиадах и других интеллектуальных конкурсах по биологии регионального и всероссийского уровней начисляются дополнительные баллы.

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

Количество обучающихся – 28 человек, 2 группы по 14 человек.

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 – дистанционные (самостоятельная работа), аудиторные (под непосредственным руководством преподавателя).

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

Формы организации деятельности обучающихся: фронтальная, групповая, индивидуальная.

### **Режим занятий:**

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

Дистанционная форма обучения: обучающиеся проходят учебно-отборочный курс в течение 2-х недель, который завершается отборочным тестированием и выполнением творческих заданий или заданий с развернутым ответом.

Обучающиеся, участвующие в очной профильной смене по её завершении проходят в течение 3-х недель учебно-тренинговый курс и получают сертификат об освоении программы установленного Региональным центром «Сириус 26» образца.

Продолжительность одного урока (академического часа) – 40 минут. Учебное занятие состоит из двух уроков.

## 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 задач по молекулярной биологии 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 «Молекулярные основы наследственности. Структура и функции ДНК»	4	2	6	тестирование
2.	Учебный курс «Молекулярная биология»	48	32	80	тестирование контрольная работа
3.	Учебно-тренинговый курс «Молекулярная вирусология»	2	2	4	самостоятельная работа с самопроверкой
<b>Итого:</b>		<b>54</b>	<b>36</b>	<b>90</b>	

## 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 «Молекулярные основы наследственности. Структура и функции ДНК»	30.12.2024	15.01.2025	2		6	Дистанционное обучение
Учебный курс «Молекулярная биология»	27.01.2025	08.02.2025	2	10	80	Очное обучение 5 раз в неделю по 8 часов
Учебно-тренинговый курс «Молекулярная вирусология»	09.02.2025	23.02.2025	3		4	Дистанционное обучение

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**УЧЕБНО-ОТБОРОЧНОГО УЧЕБНОГО КУРСА**  
**«Молекулярные основы наследственности. Структура и функции ДНК»**  
**10-11 классы**

Курс «Молекулярные основы наследственности. Структура и функции ДНК» предназначен для учащихся, 10-11 классов. Способствует индивидуализации процесса обучения, ориентирован на удовлетворение потребностей, обучающихся в изучении молекулярной биологии, способствует развитию их познавательной активности.

В курсе «Молекулярные основы наследственности. Структура и функции ДНК» систематизируются и обобщаются знания о механизмах хранения, передачи и реализации генетической информации в клетке, составляющие материальную основу наследственности живых организмов.

Курс позволит повторить и вспомнить строение нуклеиновых кислот, роль ДНК и РНК в хранении и передаче наследственной информации, особенности регуляции генетической активности у прокариота и эукариот на уровне транскрипции и трансляции.

**В результате освоения учебного курса обучающийся должен:**

знать:

- основные положения клеточной теории;
- особенности строения животной клетки;
- особенности роста и развития клетки, процессы деления клетки, митоз, процессы;
- особенности структуры и основных функций ДНК

уметь:

- применять полученные знания из области молекулярной биологии клетки в учебной деятельности

**Тематический план**

№ темы	Наименование раздела, темы	Количество часов		
		Теория	Практика	Всего
1.	Молекулярные основы наследственности. Структура и функции ДНК.	4	-	4
2.	Отборочный тест	-	2	2
<b>Итого:</b>		<b>4</b>	<b>2</b>	<b>6</b>

**СОДЕРЖАНИЕ КУРСА «МОЛЕКУЛЯРНЫЕ ОСНОВЫ НАСЛЕДСТВЕННОСТИ. СТРУКТУРА И ФУНКЦИИ ДНК»**

Тема 1. Молекулярные основы наследственности. Структура и функции ДНК.

*Теория:* История открытия и изучения нуклеиновых кислот. Механизмы хранения, передачи и реализации генетической информации в клетке, составляющие материальную основу наследственности живых организмов. Строение нуклеиновых кислот, роль ДНК и РНК в хранении и передаче наследственной информации;

основные этапы экспрессии генов; особенности регуляции генетической активности у про- и эукариот на уровне транскрипции, трансляции, посттрансляционной модификации белков, а также эпигенетические механизмы регуляции.

*Основные методы и формы реализации содержания программы:* лекция, иллюстрации, выполнение практических работ, самостоятельная работа.

*Средства обучения:* компьютер с выходом в интернет, образовательная платформа «Геткурс» (презентации, видеофайлы, дидактические материалы).

*Форма подведения итогов:* выполнение письменных тестовых заданий с самопроверкой, отборочного теста, творческого задания с развернутым ответом.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОГО КУРСА «Молекулярная биология» 10-11 классы**

Курс «Молекулярная биология» предназначен для учащихся 10-11 класса.

В курсе на углубленном уровне рассматриваются основные вопросы «Молекулярной биологии».

Курс знакомит обучающихся с современными достижениями в области молекулярной биологии, их применением в биомедицине, селекции растений и животных и основными принципами постановки биологического эксперимента.

### **В результате освоения учебного курса обучающийся должен:**

знать:

- основные этапы становления молекулярной биологии как отдельной отрасли знания;
- технику безопасной работы в лабораториях;
- материалы, инструменты, реактивы, используемые в лабораториях;
- понятия и определения клеточной биологии;
- устанавливать связь строения и функций основных биологических макромолекул, их роль в процессах клеточного метаболизма;
- области применения методов молекулярной биологии;
- решать задачи на определение последовательности нуклеотидов ДНК и иРНК (мРНК), антикодонов тРНК, последовательности аминокислот в молекуле белка, применяя знания о реакциях матричного синтеза, генетическом коде, принципе комплементарности;
- делать выводы об изменениях, которые произойдут в процессах матричного синтеза в случае изменения последовательности нуклеотидов ДНК;
- представлять биологическую информацию в виде текста, таблицы, схемы, графика, диаграммы и делать выводы на основании представленных данных; преобразовывать график, таблицу, диаграмму, схему в текст биологического содержания.

уметь:

- соблюдать технику безопасности в лабораториях;
- грамотно пользоваться инструментами и приборами, используемыми в лабораториях;
- 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.

### ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

№ темы	Наименование модуля, учебного курса	Количество часов			Формы контроля
		Теория	Практика	Всего	
<b>Тема 1. Молекулярная биология как наука.</b>					
1.	Введение в молекулярную биологию.	2		2	фронтальный опрос
2.	Методы молекулярной биологии.	2		2	фронтальный опрос
3.	Структура молекулярно-генетической лаборатории.	2		2	фронтальный опрос
4.	Выделение и очистка ДНК.	2		2	фронтальный опрос
5.	<u>Пр/р№1</u> «Электрофорез ДНК»		2	2	отчёт
6.	<u>Пр/р№2</u> «Подбор праймеров и маркеров»		2	2	отчёт
7.	ПЦР по конечной точке, real-time нового поколения.	2		2	фронтальный опрос
8.	<u>Пр/р №3</u> «Навыки работы с ПЦР анализаторами».		2	2	отчёт
9.	Секвенирование ДНК.	2		2	фронтальный опрос
10.	Основы полимеразной цепной реакции. Современные методы генотипирования.	4	4	8	Противочумный институт (экскурсия)
11	Семинар по теме «Молекулярная биология как наука»		4	4	ЦОПП (открытый микрофон)

<b>Тема 2. Биохимия.</b>					
1.	Нуклеиновые кислоты-биополимеры. Составные компоненты нуклеотидов. Правило Чартгафа.	2		2	фронтальный опрос
2.	ДНК, структура, масса, размеры. Физико-химические методы исследования.	2		2	фронтальный опрос
3.	<u>Л/р№1</u> «Выделение нуклеиновых кислот из клеток печени»		2	2	фронтальный опрос
4.	Белки — полимеры. Аминокислоты — мономеры белковых молекул. Особенности их строения, атмосферные свойства.	2		2	фронтальный опрос
5.	<u>Л/р№2</u> «Качественные реакции на белки» <u>Л/р№3</u> «Денатурация белков высокой температурой, спиртом. Ренатурация».		2	2	отчёт
6.	Белки — ферменты. Функции белков.	2		2	фронтальный опрос
7.	<u>Л/р№4</u> «Катализ процесса разложения»		2	2	отчёт
8.	Семинар по теме «Биохимия»		4	4	Открытый микрофон
<b>Тема 3. Молекулярная генетика</b>					
1.	Основные направления исследований в области молекулярной генетики.	2		2	фронтальный опрос
2.	Генетическая основа наследственных заболеваний. Генная терапия.	2		2	фронтальный опрос
3.	Молекулярно-генетическая экспертиза племенного материала сельскохозяйственных животных.	4	4	8	фронтальный опрос

4.	Молекулярные основы иммуногенетики. Представления об иммунитете и развитие иммунной системы.	2	2	4	фронтальный опрос отчёт
5.	Молекулярно-генетические основы канцерогенеза. Онкогены и актионкогены.	2		2	фронтальный опрос
6.	Этические вопросы современной молекулярной генетики.	2		2	фронтальный опрос
7.	Генетически-модифицированные организмы.	2		2	фронтальный опрос
8.	Семинар по разделу «Молекулярная генетика».		2	2	Круглый стол
<b>Тема 4. Цитогенетика</b>					
1.	Теоретические основы кариотипа человека.	2		2	фронтальный опрос
2.	Изучение кариотипа человека.		2	2	Отчёт о работе
3.	Контрольная работа по теме: «Молекулярная биология»		2	2	Тест
4.	Анализ итоговой контрольной работы		2	2	Тест
	<b>Итого:</b>	<b>42</b>	<b>38</b>	<b>80</b>	

## СОДЕРЖАНИЕ КУРСА «Молекулярная биология»

### Тема 1. Молекулярная биология как наука.

*Теория:* введение в молекулярную биологию. Методы молекулярной биологии. Структура молекулярно-генетической лаборатории. Выделение и очистка ДНК. ПЦР по конечной точке, real-time нового поколения. Секвенирование ДНК. Основы полимеразной цепной реакции. Современные методы генотипирования.

*Практика:* практические работы «Электорофорез ДНК», «Подбор праймеров и маркеров», «Навыки работы с ПЦР анализаторами».

*Основные методы и формы реализации содержания программы:*

наглядные: презентация,

словесные: видеолекция,

практические: работа в лаборатории

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

*Форма подведения итогов:* семинар (открытый микрофон)

### Тема 2. Биохимия

*Теория:* нуклеиновые кислоты - биополимеры. Составные компоненты нуклеотидов. Правило Чартафа. ДНК, структура, масса, размеры. Физико-химические методы исследования. Белки — полимеры. Аминокислоты-мономеры белковых молекул. Особенности их строения, атмосферные свойства. Белки- ферменты. Функции белков.

*Практика:* лабораторные работы «Выделение нуклеиновых кислот из клеток печени», «Качественные реакции на белки», «Денатурация белков высокой температурой, спиртом. Ренатурация», «Катализ процесса разложения».

*Основные методы и формы реализации содержания программы:*

наглядные: презентация,

словесные: видеолекция,

практические: работа в лаборатории

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

*Форма подведения итогов:* семинар (открытый микрофон)

### Тема 3. Молекулярная генетика

*Теория:* основные направления исследований в области молекулярной генетики. Генетическая основа наследственных заболеваний. Генная терапия. Генетическая инженерия растений и животных. ДНК тесты в криминалистике. Исследование ДНК ископаемых останков. Молекулярные основы иммуногенетики. Представления об иммунитете и развитие иммунной системы. Молекулярно-генетические основы канцерогенеза. Онкогены и актионкогены. Клонирование животных. Перспективы, проблемы. Этические вопросы современной молекулярной генетики. Генетически-модифицированные организмы.

*Практика:* практическая работа «Молекулярно-генетическая диагностика».

*Основные методы и формы реализации содержания программы:*  
наглядные: презентация,  
словесные: видеолекция,  
практические: работа в лаборатории

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

*Форма подведения итогов:* семинар (круглый стол)

### Тема 4. Цитогенетика

*Теория:* теоретические основы кариотипа человека.

*Практика:* практическая работа «Изучение кариотипа человека»  
*Основные методы и формы реализации содержания программы:*  
наглядные: презентация,  
словесные: видеолекция,  
практические: работа в лаборатории

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

*Форма подведения итогов:* тестирование

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА  
УЧЕБНО-ТРЕНИНГОВОГО КУРСА  
«Молекулярная вирусология»  
10-11 классы**

Курс «Молекулярная вирусология» предназначен для учащихся 10-11 классов, участников образовательной программы «Молекулярная биология».

Курс способствует повторению, расширению и практическому закреплению материала, изученного на профильной смене по «Молекулярной биологии». В разделе «Молекулярная вирусология» обучающиеся знакомятся со строением вирусов, механизмами поражения клеток человека взаимодействием вирусов с иммунной системой человека.

В результате освоения учебного курса обучающийся должен:  
знать:

- понятия и термины вирусологии, а также классификацию вирусов.
- взаимосвязь вирусологии с клеточной и молекулярной биологией, иммунологией.
- методы обнаружения вирусных белков и нуклеиновых кислот.

уметь:

- применять знания о путях распространения вирусов по организму и путях обхода защитных сил иммунной системы вирусами.

**Тематический план**

№ тем ы	Наименование раздела, темы	Количество часов		
		Теория	Практика	Всего
1	Молекулярная вирусология	2	2	4
<b>Итого:</b>		<b>2</b>	<b>2</b>	<b>4</b>

**СОДЕРЖАНИЕ КУРСА**

Тема 1. Молекулярная вирусология.

*Теория:* введение в молекулярную вирусологию. Вирусы и иммунная система.

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

*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.

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

Оценка осуществляется по 100-балльной шкале.

Наименование уровня/оценка	Результат диагностики, %
Элементарный уровень/неудовлетворительно	0 – 49 % (0-14)
Низкий уровень/удовлетворительно	50 – 69 % (15-20)
Средний уровень/хорошо	70 – 84 % (21- 25)
Высокий уровень/отлично	85 – 100 % (26-30)

### 1) Входной контроль

Цель входного контроля — оценка общего уровня подготовки каждого обучающегося и группы в целом. Входной контроль проводится дистанционно в форме отборочного теста, который проводится после прохождения учебно-отборочного курса. По результатам входного контроля составляется рейтинговая таблица, которая используется для принятия решения о зачислении школьника на основную программу.

Работа содержит один вариант.

Вариант состоит из 30 заданий:

- 15 заданий с выбором одного верного ответа из предложенных, которые оцениваются по 3 балла;
- 5 заданий с множественным выбором ответа — каждый правильный ответ оценивается в 6 баллов;
- 4 задания на установление последовательности — каждый правильный ответ оценивается в 6 баллов.

В работе содержатся как задания базового уровня сложности, так и задания повышенного уровня сложности (до 30% заданий). Содержание работы

охватывает учебный материал по молекулярной биологии, изученный к моменту проведения отборочного теста .

Работа позволяет оценить освоение обязательного минимума содержания основной образовательной программы по темам 10-11 классов.

По результатам входного контроля составляется рейтинговая таблица, которая используется для принятия решения о зачислении обучающегося на основную программу.

Примеры заданий:

**1. В организме человека ядро отсутствует в клетках**

- 1) эпителиальной ткани
- 2) нервных узлов
- 3) половых желёз
- 4) зрелых эритроцитов

**2. Число хромосом в клетке**

- 1) может отличаться у различных организмов внутри одной популяции
- 2) одинаково, как в животных, так и в растительных клетках
- 3) одинаково у всех представителей данного вида
- 4) одинаково у всех представителей семейства

**3. ДНК содержится в следующие клеточные органоиды**

- 1) комплекс Гольджи
- 2) ядро
- 3) митохондрии
- 4) рибосомы
- 5) лизосомы

**4. К пуриновым относятся азотистые основаниям**

- 1) аденином
- 2) урацилом
- 3) цитозин
- 4) тимин
- 5) гуанин

**5. Установите последовательность процессов при биосинтезе белка в клетке. Запишите в ответе соответствующую последовательность цифр.**

- 1) образование пептидной связи между аминокислотами
- 2) взаимодействие кодона иРНК и антикодона тРНК
- 3) выход тРНК из рибосомы
- 4) соединение иРНК с рибосомой
- 5) выход иРНК из ядра в цитоплазму

## б) синтез иРНК

### 2) Промежуточная аттестация

Проводится в конце первого и третьего модуля в форме теста или самостоятельной работы с самопроверкой.

### 3) Итоговая (тематическая) аттестация

Завершает второй модуль образовательной программы, который проводится в очной форме.

Итоговая аттестация проводится в форме итогового теста и итоговой контрольной работы по теме образовательной программы с использованием телекоммуникационных технологий, а также в форме отчетов по выполнению экспериментальных задач.

Результатом работы на смене является средняя оценка.

#### Порядок и время выполнения итоговой контрольной работы.

Обучающимся необходимо выполнить итоговую контрольную работу по завершению изученных тем образовательной программы «Молекулярная биология».

На выполнение тестов отводится по 2 часа. На выполнение работы дается одна попытка.

#### Структура и содержание итоговой контрольной работы.

Вариант теста содержит 30 заданий, различающихся формой и уровнем сложности. Итоговая контрольная работа содержит задания с выбором ответа и с кратким ответом базового уровня сложности, так и задания повышенного уровня сложности. Содержание работы охватывает учебный материал изученный во время очного учебного курса.

Итоговая контрольная работа позволяет проверить следующие виды деятельности: понимание смысла основных понятий и процессов в молекулярной биологии (биохимии, молекулярной генетике и цитогенетике).

Умение решать задачи различного уровня сложности по молекулярной биологии.

Примеры заданий:

#### **Задание 1**

В двуцепочечной молекуле ДНК количество нуклеотидов с гуанином составляет 15% от общего числа. Каковы доли других нуклеотидов в этой молекуле?

#### **Задание 2**

Участок смысловой цепи молекулы ДНК имеет последовательность нуклеотидов АГТЦТА. Запишите последовательность нуклеотидов матричной цепи ДНК.

### Задание 3

Хромосомный набор соматических клеток речного рака равен 116. Определите хромосомный набор и число молекул ДНК в одной из клеток во время фаз митоза.

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 Региональным центром «Сириус 26» образца.

## МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

№ п/п	Название раздела, темы	Формы учебного занятия	Формы, методы, приемы обучения. Педагогические технологии	Материально-техническое оснащение, дидактико-методический материал	Формы контроля
1.	Тема 1. Молекулярная биология как наука	Комбинированная	1) Информационно-рецептивный. 2) Репродуктивный. 3) Проблемное изложение. 4) Поисковый, исследовательский.	1) Раздаточные материалы 2) ЦОРы и презентации 3) Демонстрационное оборудование	1) Семинар (круглый стол) 2) Отчёт о выполнении лабораторной работы
2.	Тема 2. Биохимия	Комбинированная	1) Информационно-рецептивный. 2) Репродуктивный. 3) Проблемное изложение. 4) Поисковый, исследовательский.	1) Раздаточные материалы 2) ЦОРы и презентации 3) Демонстрационное оборудование	1) Семинар (круглый стол) 2) Отчёт о выполнении лабораторной работы
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. Цитогенетика	Комбинированная	1) Информационно-рецептивный. 2) Репродуктивный. 3) Проблемное изложение.	1) Раздаточные материалы 2) ЦОРы и презентации 3) Демонстрационное оборудование	1) Семинар (круглый стол) 2) Отчёт о выполнении

		4) Поисковый, исследовательский. 5) Дистанционный.	4)Лабораторное оборудование	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.

Для реализации образовательной программы необходимы высококвалифицированные специалисты:

- учитель биологии для проведения лекционных и практических занятий – 4-5
- 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 «Молекулярная биология» 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 12 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. Мушкамбаров Н.Н. Молекулярная биология: учебное пособие — МИА, 2007.

5. Коничев А.С. Молекулярная биология— Академия, 2005

6. Белясова Н.А. Биохимия и молекулярная биология: учебное пособие — Минск:Книжный Дом,2004

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

8. 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.

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

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

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

12. 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>
11. Курс на Moodle "Молекулярная биология" <https://portal.edu.asu.ru/course/view.php?id=1666>

**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 задач.