

Министерство образования и науки Пермского края  
Государственное бюджетное образовательное учреждение  
«Академия первых»

ПРИНЯТА

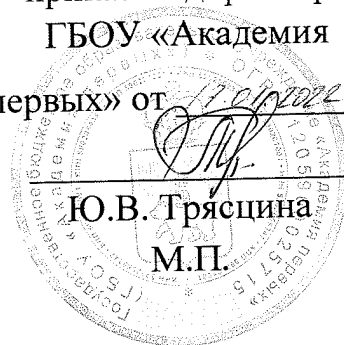
педагогическим советом  
ГБОУ «Академия первых»

Протокол от 17.01.2022 № 1

УТВЕРЖДЕНА

приказом директора  
ГБОУ «Академия  
первых» от 17.01.2022 № 4

Ю.В. Трясцина  
М.П.



**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕРАЗВИВАЮЩАЯ ПРОГРАММА**

**«Молекулярные основы жизни»**

Возраст обучающихся: 14-17 лет

Срок реализации программы: 72 часа

Составитель программы: Нестерова Лариса Юрьевна, педагог  
дополнительного образования

Пермь  
2022

Министерство образования и науки Пермского края  
Государственное бюджетное образовательное учреждение  
«Академия первых»

**ПРИНЯТА**

педагогическим советом  
ГБОУ «Академия первых»

Протокол от 17.01.2022 № 1

**УТВЕРЖДЕНА**

приказом директора  
ГБОУ «Академия  
первых» от \_\_\_\_\_ №

\_\_\_\_\_  
Ю.В. Трясцина  
М.П.

**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕРАЗВИВАЮЩАЯ ПРОГРАММА**

**«Молекулярные основы жизни»**

Возраст обучающихся: 14-17 лет

Срок реализации программы: 72 часа

Составитель программы:  
педагог дополнительного образования,  
Нестерова Лариса Юрьевна

Пермь  
2022

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

**Направленность (профиль) программы.** Дополнительная общеразвивающая программа «Молекулярные основы жизни» имеет естественно-научную направленность. По уровню освоения является углубленной.

**Краткое описание программы.** В ходе реализации программы обучающимся предоставляется современная информация по вопросам происхождения жизни, эволюции живых существ, обмена веществ у про- и эукариот, воспроизведению и реализации генетической информации, методах генной инженерии. Курс включает практические и лабораторные занятия, дающие представление о современных подходах и методах работы в современной биологии.

**Новизна программы.** На данный момент как в школьной программе, так и в доступных дополнительных источниках нет аналогичных программ для школьников, дающих комплексное представление о вопросах возникновения жизни, молекулярных основах жизни, ее биохимических аспектах, воспроизведении и передаче генетической информации, использовании генной инженерии для создания генетически модифицированных организмов. Программа создана на основе новейших научных данных.

**Актуальность программы.** Вопросы, на освещение которых направлена представленная программа, традиционно являются сложными для восприятия на всех уровнях образования. Основы для освоения представленных в программе разделов даются в отдельных темах, которые изучаются в рамках разных школьных дисциплин (биология, химия, физика, география). Для всестороннего понимания таких сложных вопросов, как происхождение жизни на Земле, молекулярная эволюция, эволюция обмена веществ и др. необходим комплексный подход. Данная область знаний на современном этапе развития науки прогрессирует очень быстро и буквально ежедневно появляется новая информация, которая не успевает попадать в специальную литературу и тем более в учебники. Обобщение новой информации по предусмотренным в программе темам возможно только при анализе современной научной литературы, большая часть которой выходит на английском языке и недоступна для широкой аудитории, в том числе школьников, углубленно изучающих биологию. Однако, изучение представленных в программе тем необходимо для комплексного понимания школьниками, участвующими в олимпиадах, углубленно изучающими биологию, планирующими сдавать ЕГЭ по биологии и просто интересующимися данными проблемами, вопросов, касающихся особенностей строения и функционирования организмов в различных условиях обитания, особенностей реализации и передачи генетической информации и многих других.

**Отличительной особенностью данной программы** является расширение и углубление знаний школьников о сложных вопросах биологии путем доступного изложения современной научной информации. В представленной программе предусмотрен комплексный подход к изложению вопросов, которые обычно изучаются в рамках различных дисциплин. В рамках программы предусмотрено рассмотрение различных точек зрения и различных подходов к изучению актуальных проблем современной биологической науки. В программе предусмотрены творческие задания, которые будут способствовать формированию интереса к научно-исследовательской деятельности, к глубокому анализу информации. В данной программе акцент будет сделан на самых современных данных, полученных учеными во всем мире и касающихся вопросов возникновения жизни, молекулярной эволюции, появления клеток, происхождения эукариот, эволюции метаболических путей, различных типах обмена веществ, особенностей реализации и воспроизведения генетической информации, межклеточной коммуникации, геной инженерии, биотехнологии и других вопросах, информация о которых постоянно пополняется и обновляется.

**Методика преподавания курса** строится на основе практикоориентированного обучения. Реализация программы курса осуществляется преподавателем с использованием следующих педагогических технологий:

- **деятельностные:** ориентированные на овладение навыками поиска анализа информации;
- **личностно-ориентированные:** технологии, направленные на развитие личности.

Для активизации мыслительной деятельности и развития познавательных способностей в процессе обучения используются методы групповой и индивидуальной работы, которые являются условием реализации вышеперечисленных технологий.

Для проверки знаний и умений, обучающихся проводятся:

- входной контроль умений;
- текущий контроль для отслеживания уровня усвоения материала на учебных занятиях;
- рубежный контроль по окончании курса.

В рамках входного, текущего и рубежного контроля для проверки знаний, умений и навыков используются различные типы заданий (задачи, кейсы, упражнения).

**Адресат программы:** программа «Молекулярные основы жизни» предназначена для детей 14-18 лет, интересующихся биологией, углубленно изучающих биологию. Так как программа относится к дополнительному образованию и подразумевает определенный уровень готовности, набор на обучение осуществляется на основании результатов конкурсного отбора на

обучение, позволяющего оценить уровень готовности ребенка к обучению. Материалы и критерии конкурсного отбора разрабатываются и формируются Экспертным советом ГБОУ «Академия первых».

**Срок реализации программы:** 72 академических часа (теоретическая подготовка и практические занятия).

**Формы обучения:** настоящая программа предполагает, как очное обучение, так и обучение с использованием дистанционных электронных технологий. Состав объединения обучающихся (группы) – 20-30 человек.

**Режим занятий:** одно учебное занятие продолжительностью 90 астрономических минут, состоящее из двух академических часов по 40 минут каждый с перерывом 10 минут между ними.

**Форма занятий:** очная – групповая и индивидуальная; дистанционная – онлайн-урок, онлайн-семинар, онлайн-мастер-класс, практикум.

**Форма отбора:** эссе «Перспективы использования молекулярной биологии». Критерии оценки: использование научной терминологии (10 баллов), логичность и структурированность повествования (5 баллов), достоверность и опора на современные научные реалии (10 баллов).

## **1. ЦЕЛЬ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ**

**Целью программы** является формирование комплексного понимания сложных вопросов современной биологии за счет изложения в доступной для школьников форме современной научной информации.

## **2. ЗАДАЧИ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ**

### **2.1. Образовательные задачи:**

- помочь школьникам разобраться в вопросах, касающихся молекулярной эволюции, реализации и передачи генетической информации, функционирования живых организмов на клеточном уровне и др.,
- дать обучающимся представление о современных подходах к обозначенным проблемам и методах, которые применяются для их решения.

### **2.2. Развивающие задачи:**

- обучить навыкам и умениям в работе над практическими и теоретическими заданиями, осмыслению и сопоставлению фактов, и формулированию на их основе выводов;
- интеллектуально развивать обучающихся для обеспечения перехода от обучения к самообразованию.

### **2.3. Воспитательные задачи:**

- поддержать интерес обучающихся к выбранной области знаний, развивать мотивацию личности к познанию;
- развивать навыки необходимые для проектной деятельности; способствовать профессиональному самоопределению.

### **3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ**

В результате освоения дополнительной общеразвивающей программы «Молекулярные основы жизни» обучающийся должен **знать**:

- что из себя представляет процесс молекулярной эволюции,
- особенности реализации и передачи генетической информации у разных организмов,
- особенности функционирования живых организмов на клеточном уровне, и др., а также современные подходы к обозначенным проблемам и методы, которые применяются для их решения.

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

- получать необходимую информацию об интересующих вопросах биологии из научной литературы,
- анализировать информацию, касающуюся гипотез возникновения жизни, молекулярной и биохимической эволюции, строения и функционирования генома живых организмов,
- уметь формулировать цели, задачи и выводы при проведении биологических экспериментов,
- формулировать и выражать свою точку зрения по изучаемым

вопросам как устной, так и в письменной форме,

- взаимодействовать со сверстниками и педагогом при обсуждении научных вопросов.

### **ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И СПОСОБЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИХ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ**

Реализация содержания программы «Молекулярные основы жизни» обеспечивает формирование и развитие общекультурных и профессиональных компетенций учащихся. Освоение программы будет способствовать развитию критического мышления, аналитических навыков, и даст новые знания о сложных вопросах биологической науки. Результатом освоения программы должно быть успешное прохождение защиты реферативной исследовательской работы.

**Ожидаемый результат по образовательному компоненту программы:**

- Обучающиеся углубят знания в области молекулярной биологии, биохимии, микробиологии, эволюционной биологии;
- Обучающиеся овладеют навыками поиска и анализа научной литературы по интересующим их областям знаний;
- Обучающиеся приобретут новые знания в стремительно развивающихся областях современной биологии;
- Обучающиеся приобретут базовые навыки работы в лаборатории;
- Обучающиеся овладеют навыками представления результатов работы в устном и письменном виде;
- Обучающиеся приобретут навыки работы с международными информационными базами данных.

**Ожидаемый результат по развивающему компоненту программы:**

- обучающиеся научатся анализировать результаты собственной и коллективной работы;
- обучающиеся освоят навыки творческой работы в группе, повысят уровень социально коммуникативной компетентности, коммуникативной толерантности.

**Ожидаемый результат по воспитательному компоненту программы:**

У обучающихся увеличится познавательная активность, возрастет самостоятельность в обучении и нахождении необходимой информации и ее источников.

**Способы определения результативности:**

- педагогический анализ результатов конкурсного отбора (входного контроля);
- педагогическое наблюдение - изучение активности обучающихся на занятиях;
- диагностика личностного роста и продвижения (устный опрос, рефлексия);
- анализ усвоения знаний по изученным темам на основании тестирования;
- тестирование
- выборочный опрос
- проверка творческих заданий
- самостоятельная работа по анализу данных
- домашняя работа с решением задач
- рефераты
- ведение журнала учета;
- презентация итоговой работы.

**4. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ УЧЕБНЫЙ ПЛАН**  
**ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ОБЩЕРАЗВИВАЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ**  
**«Молекулярные основы жизни»**

**СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО ПЛАНА**

№	Наименование раздела (модуля)/ темы	Количество часов			Формы аттестации/ контроля
		Всего	Теория	Практика	
1.	Введение в образовательную программу «Молекулярные основы жизни»	2	1	1	Входной опрос
2.	Молекулярная эволюция, возникновение жизни. Эволюция живых организмов	8	4	4	Творческая работа (эссе)
3.	Энергетический метаболизм.	20	10	10	Тестирование
4.	Строение и функции макромолекул (РНК, ДНК, белки).	20	10	10	Контрольная работа
5.	Генетически модифицированные организмы. Генная инженерия и биотехнология.	20	10	10	Проверка рефератов
6.	Итоговое занятие.	2	0	2	Защита рефератов
	<b>ИТОГО</b>	<b>72</b>	<b>20</b>	<b>42</b>	

**СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО ПЛАНА**

**Тема 1.** Введение в образовательную программу. (2 часа)

**Теория.** Ознакомление с расписанием занятий, правилами поведения на занятии, планом работы в течение курса, способами взаимодействия, формами отчетности. Краткая характеристика тем, рассматриваемых в течение курса.

**Практика.** Устный опрос, направленный на выявление уровня начальной подготовки обучающихся. Ответы на вопросы обучающихся.

**Тема 2.** Молекулярная эволюция, возникновение жизни. Эволюция живых организмов. (8 часов)

**Теория.** Краткий обзор современных представлений об эволюции вселенной, возникновении солнечной системы и Земли. Условия на Земле в начале ее существования, абиогенный синтез простых и сложных органических соединений. Возникновение репликаторов, их эволюция.



Появление клетки. LUCA. Краткий обзор эволюции прокариот. Возникновение эукариот.

**Практика.** Дискуссия на темы, изложенные в теоретической части. Выполнение творческого домашнего задания в виде эссе, на тему, предложенную педагогом. Обсуждение эссе.

### **Тема 3. Энергетический метаболизм (20 часов)**

**Теория.** Основные пути извлечения и запасаения энергии в клетках. Макроэргические соединения, АТФ. Брожение, субстратное фосфорилирование, дыхательные цепи, электронтранспортное фосфорилирование, трансмембранный протонный градиент, АТФ-аза. Связь между основными катаболитными путями и работой дыхательной цепи.

**Практика.** Дискуссия на тему энергетического метаболизма. Выполнение тестовых заданий.

### **Тема 4. Строение и функции макромолекул (РНК, ДНК, белки). (20 часов)**

**Теория.** Строение РНК и ДНК: азотистые основания нуклеотиды, нуклеозиды, комплементарность, вторичная структура, суперспирализация ДНК. Строение белка: белковые аминокислоты, вторичная и третичная структура белков, четвертичная структура. Ферменты. Основы ферментативного катализа.

**Практика.** Выполнение самостоятельной работы по теме: Строение и функции макромолекул.

### **Тема 5. Генетически модифицированные организмы. Генная инженерия и биотехнология. (20 часов)**

**Теория.** Методы генной инженерии. Получение и применение ГМО. Использование микроорганизмов и культур клеток в биотехнологии.

**Практика.** Дискуссия на тему ГМО. Опрос учащихся.

### **Тема 6. Итоговое занятие. (2 часа)**

**Практика.** Защита рефератов.

**КАЛЕНДАРНЫЙ УЧЕБНЫЙ ГРАФИК**  
**(УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН)**  
**ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ОБЩЕРАЗВИВАЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ**  
**«Молекулярные основы жизни»**

№ п/п	Месяц	Число	Время проведения занятия	Форма занятия	Кол-во часов	Тема занятия	Место проведения	Форма контроля
<b>1.</b>	Конкретная дата и время указываются преподавателем в журнале				<b>2 часа, в т.ч.:</b>	<b>Введение в образовательную программу «название»</b>	Аудитория/ Дистанционное обучение	<b>Опрос</b>
1.1.				Методическое занятие	1	Введение в курс. Знакомство.	Аудитория/ Дистанционное обучение	
1.2				Лекция	1	Знакомство со спецификой курса	Аудитория/ Дистанционное обучение	
<b>2.</b>	Конкретная дата и время указываются преподавателем в журнале				<b>8 часов, в т.ч.:</b>	<b>Молекулярная эволюция, возникновение жизни. Эволюция живых организмов</b>	Аудитория/ Дистанционное обучение	<b>Творческая работа (эссе)</b>

2.1	2-й день смены	Лекция/практика	2	Краткий обзор современных представлений об эволюции вселенной, возникновении солнечной системы и Земли.	Аудитория/ Дистанционное обучение	
-----	----------------	-----------------	---	---	--------------------------------------	--

№ п/п	Месяц	Число	Время проведения занятия	Форма занятия	Кол-во часов	Тема занятия	Место проведения	Форма контроля
						Условия на Земле в начале ее существования, абиогенный синтез простых и сложных органических соединений.		
2.2				Консультация	2	Возникновение жизни	Аудитория/ Дистанционное обучение	
2.3				Лекция/практика	2	Возникновение репликаторов, их эволюция. Появление клетки. LUCA. Краткий обзор эволюции прокариот. Возникновение эукариот.	Аудитория/ Дистанционное обучение	
2.4				Самостоятельная работа	2	Анализ полученной информации, работа с литературой. Выполнение домашнего задания (эссе)	Дистанционное обучение Дистанционное обучение	Проверка домашнего задания (эссе)

№ п/п	Месяц	Число	Время проведения занятия	Форма занятия	Кол-во часов	Тема занятия	Место проведения	Форма контроля
<b>3</b>	Конкретная дата и время указываются преподавателем в журнале				<b>20 часов, в т.ч.:</b>	<b>Энергетический метаболизм (20 часов)</b>	Аудитория/ Дистанционное обучение	<b>Тестирование</b>
3.1					2	Основные пути извлечения и запасаения энергии в клетках. Макроэргические соединения, АТФ.	Аудитория/ Дистанционное обучение	
3.2					2	Брожение, типы брожения, субстратное фосфорилирование	Аудитория/ Дистанционное обучение	
3.3					2	Энергетический метаболизм про- и эукариот.	Аудитория/ Дистанционное обучение	
3.4					2	Дыхательные цепи, электронтранспортное фосфорилирование, трансмембранный протонный градиент, АТФ-аза. Связь между основными катаболитными путями и работой дыхательной цепи.	Аудитория/ Дистанционное обучение	
3.5					2	Энергетический метаболизм (работа с литературой)	Дистанционное обучение	

№ п/п	Месяц	Число	Время проведения занятия	Форма занятия	Кол-во часов	Тема занятия	Место проведения	Форма контроля
3.6				Самостоятельная работа (работа с литературой, выполнение тестового задания)	10	Энергетический метаболизм (выполнение теста)	Дистанционное обучение	Проверка теста
<b>4</b>	Конкретная дата и время указываются преподавателем в журнале				<b>20 часов, в т.ч.:</b>	<b>Строение и функции макромолекул (РНК, ДНК, белки). (12 часов)</b>	Аудитория/ Дистанционное обучение	<b>Контрольная работа</b>
4.1				Лекция	2	Теория. Строение РНК и ДНК: азотистые основания нуклеотиды, нуклеозиды, комплементарность, вторичная структура, суперспирализация ДНК.	Аудитория/ Дистанционное обучение	.
4.2.				Практическое занятие. (практикум)	2	Строение белка: белковые аминокислоты, вторичная и третичная структура белков, четвертичная структура.	Аудитория/ Дистанционное обучение	
4.3.				Консультация	2	Особенности строения макромолекул	Аудитория/ Дистанционное обучение	
4.4.				Лекция	2	Ферменты. Основы ферментативного катализа.	Аудитория/ Дистанционное обучение	

4.5.		Самостоятельная работа (работа с литературой)	2	Строение и функции Макромолекул (работа с литературой)	Дистанционное обучение	
4.6.	29-й день смены	Самостоятельная работа выполнение контрольной работы)	10	Строение и функции макромолекул (выполнение контрольной работы)	Дистанционное обучение	Проверка контрольной работы

№ п/п	Месяц	Число	Время проведения занятия	Форма занятия	Кол-во часов	Тема занятия	Место проведения	Форма контроля
<b>5.</b>	Конкретная дата и время указываются преподавателем в журнале				<b>20 часов, в т.ч.:</b>	<b>Генетически модифицированные организмы. Генная инженерия и биотехнология. (12 часов)</b>	<b>Аудитория/ Дистанционное обучение</b>	<b>Проверка рефератов</b>
5.1				Лекция/практика	2	Генная инженерия. Основные	Аудитория/	

№ п/п	Месяц	Число	Время проведения занятия	Форма занятия	Кол-во часов	Тема занятия	Место проведения	Форма контроля
						понятия и методы. Получение и применение ГМО. Проблемы, связанные с использованием ГМО.	Дистанционное обучение	

5.2		Лекция/практика	2	Биотехнология. Использование микроорганизмов и культур клеток для получения целевых веществ. Биоремедиация	Аудитория/ Дистанционное обучение	
5.3		Консультация	2	Методы получения ГМО	Аудитория/ Дистанционное обучение	
5.4		Самостоятельная работа (подготовка реферата)	2	Определяется педагогом	Дистанционное обучение	
5.5		Самостоятельная работа (подготовка реферата)	10	Определяется педагогом	Дистанционное обучение	Проверка рефератов

№ п/п	Месяц	Число	Время проведения занятия	Форма занятия	Кол-во часов	Тема занятия	Место проведения	Форма контроля
5.6				Лабораторное занятие	2	Морфология микроорганизмов	ПГНИУ	Проверка отчетов
<b>6.</b>	Конкретная дата и время указываются преподавателем в журнале				<b>2 часа, в т.ч.:</b>	<b>Итоговое занятие.</b>		<b>Защита рефератов</b>

6.1		Итоговое занятие	2	Защита рефератов	Аудитория/ Дистанционное обучение	Защита рефератов
-----	--	------------------	---	------------------	--------------------------------------	------------------



## **5. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ (ОРГАНИЗАЦИОННОПЕДАГОГИЧЕСКИЕ)**

### **5.1. Материально-технические условия реализации программы**

<b>Наименование специализированных помещений, площадок, аудиторий, кабинетов, лабораторий</b>	<b>Форма (вид) занятий</b>	<b>Оборудование, программное обеспечение</b>
Учебный класс (аудитория) при проведении очного обучения	Лекция, беседа, индивидуальный практикум, групповой практикум	Компьютер, мультимедийный проектор, экран, доска, принтер

При проведении обучения с использованием дистанционных, в том числе электронных технологий, рабочее место учителя оснащается монитором с большой диагональю (не менее 22 дюймов), звуковыми колонками и микрофоном или головной гарнитурой, веб-камерой (графическое разрешение не менее 1080p). Рабочее место обучающегося оборудуется его родителями (законными представителями) персональным компьютером или ноутбуком с устройствами ввода-вывода графической и звуковой информации. Для доступа в информационно-телекоммуникационную сеть интернет рекомендуется использовать скорость подключения не менее 10 Мбит/сек. В качестве платформы для организации дистанционного обучения рекомендуется Интернет-среда или приложение «СФЕРУМ».

Не рекомендуется использовать мобильные электронные устройства в качестве технических средств оснащения рабочих мест преподавателя и обучающихся для изучения данного курса.

### **5.2. Учебно-методическое обеспечение программы**

Образовательная программа направлена на теоретическую и практическую подготовку учащихся, большее количество времени уделяется выработке практических навыков на основе

- обеспечения программы методическими видами продукции (разработки игр, бесед, походов, конкурсов, конференций и т.д.);
- соблюдения рекомендаций по проведению лабораторных и практических работ, по постановке экспериментов или опытов и т.д.;
- подборки и разработки дидактических и лекционных материалов, методики по исследовательской работе, тематик опытнической или исследовательской работы и т.д.

Занятия проводит педагог, имеющий высшее педагогическое образование и опыт работы в сфере дополнительного образования детей.

Программа составлена с учетом санитарно-гигиенических требований к порядку проведения занятий и адаптирована к возрастным особенностям обучающихся.

### **5.3. Учебно-методическое обеспечение программы.**

#### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ И РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

##### **Использована литература:**

- Нельсон Д. Основы биохимии Ленинджера. В 3 томах / Д. Нельсон, М. Кокс.- Москва : Лаборатория знаний, 2020. – Т. 1-3.
- Кольман Я. Наглядная биохимия / Я. Кольман, К.-Г. Рём.- Москва: Лаборатория знаний, 2019. – 514 с.
- Никитин М. Происхождение жизни от туманности до клетки. М. Никитин.-Москва: Альпина нон-фикшн, 2018. – 540 с.
- Марков А. Рождение сложности / А. Марков. – Москва: АСТ, 2012. – 528 с.
- Гусев М.В. Микробиология / Микробиология : учебник для студ. биол. спец. вузов / М. В. Гусев, Л. А. Минеева. – Москва., 2007. – 464 с
- Коничев А.С. Молекулярная биология / А.С.Коничев, Г.А. Севастьянова.- Москва: Академия, 2005. - 400 с.
- Патрушев Л.И. Экспрессия генов / Л.И. Патрушев. – Москва: Наука, 2000. – 830 с.
- Патрушев Л.И. Искусственные генетические системы / Л.И. Патрушев. – Москва: Наука, 2004. – 526 с.
- Сингер М. Гены и геномы / М. Сингер, П. Берг. - Москва: Мир, 1998. Т. 1-2.
- Страйер Л. Биохимия. М.: Мир, 1984-1985. - Т. 1-3.
- Льюин Б. Гены / Б. Льюин. - Москва: Бином. Лаборатория знаний, 2012. - 893с.
- Альбертс Б. Основы молекулярной биологии клетки / Б. Альбертс, Д. Брей, К. Хопкин. Москва: Бином. Лаборатория знаний, 2015. - 768 с.
- Нетрусов, А. И. Экология микроорганизмов: учебник для бакалавров / А. И. Нетрусов. Москва: Юрайт, 2017. — 267 с.
- Сайт <https://elementy.ru>
- Статьи из базы данных PubMed <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>

##### **Рекомендовано для педагога (вариативно):**

- Нельсон Д. Основы биохимии Ленинджера. В 3 томах / Д. Нельсон, М. Кокс.- Москва : Лаборатория знаний, 2020. – Т. 1-3.

- Кольман Я. Наглядная биохимия / Я. Кольман, К.-Г. Рём.- Москва: Лаборатория знаний, 2019. – 514 с.
- Никитин М. Происхождение жизни от туманности до клетки. М. Никитин.-Москва: Альпина нон-фикшн, 2018. – 540 с.
- Марков А. Рождение сложности / А. Марков. – Москва: АСТ, 2012. – 528 с.
- Гусев М.В. Микробиология / Микробиология : учебник для студ. биол. спец. вузов / М. В. Гусев, Л. А. Минеева. – Москва., 2007. – 464 с
- Коничев А.С. Молекулярная биология / А.С.Коничев, Г.А. Севастьянова.- Москва: Академия, 2005. - 400 с.
- Патрушев Л.И. Экспрессия генов / Л.И. Патрушев. – Москва: Наука, 2000. – 830 с.
- Патрушев Л.И. Искусственные генетические системы / Л.И. Патрушев. – Москва: Наука, 2004. – 526 с.
- Сингер М. Гены и геномы / М. Сингер, П. Берг. - Москва: Мир, 1998. Т. 1-2.
- Страйер Л. Биохимия. М.: Мир, 1984-1985. - Т. 1-3.
- Льюин Б. Гены / Б. Льюин. - Москва: Бином. Лаборатория знаний, 2012. - 893с.
- Альбертс Б. Основы молекулярной биологии клетки / Б. Альбертс, Д. Брей, К. Хопкин. Москва: Бином. Лаборатория знаний, 2015. - 768 с.
- Нетрусов, А. И. Экология микроорганизмов: учебник для бакалавров / А. И. Нетрусов. Москва: Юрайт, 2017. — 267 с.

**Рекомендовано для детей (вариативно):**

- Тейлор Д. Биология / Д. Тейлор, Н. Грин, У. Стаут. Москва: Лаборатория знаний, 2021. – Т. 1-3.
- Де Крюи П. Охотники за микробами. П. Де Крюи.- Москва: АСТ, 2017. – 480с.
- Кольман Я. Наглядная биохимия / Я. Кольман, К.-Г. Рём.- Москва: Лаборатория знаний, 2019. – 514 с.
- Никитин М. Происхождение жизни от туманности до клетки. М. Никитин.-Москва: Альпина нон-фикшн, 2018. – 540 с.

**Рекомендовано для родителей (вариативно):**

- Марков А. Рождение сложности / А. Марков. – Москва: АСТ, 2012. – 528 с.