

**Муниципальное автономное общеобразовательное учреждение  
«Средняя общеобразовательная школа № 3»**

«РАССМОТРЕНО»

На заседании ШМО  
учителей искусства и  
дополнительного  
образования

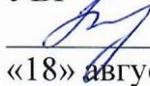
Руководитель ШМО

 / Д.Ф. Алиева

Протокол от «18» августа  
2024г. № 3

«СОГЛАСОВАНО»

Заместитель директора по  
УВР

 / Э.Ю. Тилтиной  
«18» августа 2024г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор МАОУ «Средняя  
школа № 3»

 В.М. Маренюк  
Приказ от «18» августа  
2024г. № 



**Дополнительная образовательная программа**

**«Геномное редактирование»**

\_\_\_\_\_  
(наименование программы)

**Естественно-научная**

\_\_\_\_\_  
(направление программы)

**14–17 лет (8-11 класс), 1 год (базовый уровень)**

\_\_\_\_\_  
(возраст (класс), срок реализации программы)

**Газизова Альфия Халяфовна**

\_\_\_\_\_  
(ФИО учителя, составившего рабочую программу)

## Пояснительная записка

Дополнительная общеразвивающая программа разработана в соответствии с паспортом Федерального проекта «Современная школа» национального проекта

«Образование», во исполнение перечня поручений Президента Российской Федерации по итогам совещания по вопросам развития генетических технологий в Российской Федерации от 14 мая 2020г. (подпункт «а» пункта 1 № Пр-920 от 4 июня 2020г.).

Программа направлена на знакомство обучающихся с профессиями в области современной биологии и медицины.

В ходе освоения программы, школьники погружаются в решение комплексных междисциплинарных задач на стыке естественных наук: биологии, химии и физики с применением современных биоинженерных и биоинформатических подходов, анализируют полученные в ходе экспериментов результаты, работают с литературой, осуществляют поиск информации в интернете на специализированных сайтах.

### **1.1. Программа разработана в соответствии со следующими нормативно-правовыми актами:**

– Федеральный закон РФ 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» от 29 декабря 2012 г. (с изменениями и дополнениями от 14.07.2022);

– Указ Президента Российской Федерации от 01 декабря 2016 г. № 642 «О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации» (с изменениями и дополнениями от 15.03.2021);

– Указ Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 г. № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» (в ред. от 21.07.2020). Национальный проект

«Образование», Федеральные проекты «Современная школа» и «Успех каждого ребенка»;

– Постановление Правительства Российской Федерации от 18 апреля 2016 г. № 317 «О реализации Национальной технологической инициативы» (в ред. от 16.05.2022);

– Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам» (приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 09 ноября 2018 № 196), (с изменениями от 30.09.2022);

– Приказ Министерства науки и высшего образования РФ и Министерства просвещения РФ от 30 июня 2020 г. № 845/369 «Об утверждении Порядка зачета организацией, осуществляющей образовательную деятельность, результатов освоения обучающимися учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), практики, дополнительных образовательных программ в других организациях, осуществляющих образовательную деятельность»;

– «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи». Постановление Главного

государственного санитарного врача РФ от 28 сентября 2020 г. № 28 «Об утверждении санитарных правил СП 2.4.3648-20»;

– Концепция развития системы дополнительного образования детей Ханты-Мансийского автономного округа – Югры до 2030 г., утвержденная Распоряжением Правительства Российской Федерации от 31 марта 2022 г. №678- р.

**1.2. Направленность:** естественно-научная.

### **1.3. Актуальность программы**

В России развитие генетических технологий является одним из приоритетов государственной научной политики и осуществляется в рамках Федеральной научно-технологической программы генетических технологий на 2019-2027 годы. В этой программе определено, что развитие генетических технологий позволит обеспечить разработки биологических препаратов, диагностических систем и иммунобиологических средств для сферы здравоохранения, биотехнологий для сельского хозяйства и промышленности, а также усовершенствовать меры по предупреждению чрезвычайных ситуаций биологического характера и осуществлению контроля в этой области.

Серьезным препятствием развитию биомедицины, биотехнологии, является недостаток специалистов, способных квалифицированно подходить к организации проектной работы в промышленности и научно-исследовательской деятельности. Тематика программы позволяет получить теоретические знания, выходящие за рамки школьного курса биологии, химии и физики. Освоить современные методы исследования. Получить навык проектной деятельности, в том числе, работы в команде и профориентацию в области биологии, медицины и сельского хозяйства.

Актуальность программы «Геномное редактирование» определяется перспективой развития этой научной области и возможностью примерить роль современного профессионала: молекулярного биолога, генетика, биоинформатика. В ходе освоения программы, обучающиеся смогут получить первичный опыт участия в современных генетических исследованиях в рамках решения учебных задач, выполнения прикладных исследовательских проектов в условиях учебных лабораторий, оснащенных высокотехнологичным оборудованием.

**1.4. Цель программы:** вовлечение обучающихся в исследовательскую деятельность в области медицины и генетических технологий.

Задачи программы:

- формирование естественно-научного мировоззрения;
- освоение в теории и на практике методов молекулярной биологии, генетики, биоинформатики;
- развитие интереса к проектной деятельности;
- профориентация в области биологии, медицины, сельского хозяйства и промышленности.

### **1.5. Отличительная особенность программы**

Особенностью программы является ее практикоориентированность: решение генетических задач, лабораторный практикум выступает в качестве малого самостоятельного исследования, позволяющего связать теоретические основы с практическими проблемами, выдвигаемыми современной жизнью человека.

### **1.6. Целевая аудитория программы**

Программа рассчитана на обучающихся 14-17 лет (8-11 классы), мотивированных на получение повышенных образовательных результатов и участие в конкурсных мероприятиях. Наполняемость группы 20 человек.

**1.7. Объем программы:** 72 академических часа на протяжении 1 календарного года.

### **1.8. Форма и режим занятий**

Занятия проводятся: в очном формате - 1 раз в неделю по 2 академических часа.

Формы и стили обучения

**Групповое обучение** осуществляется в ходе обсуждения идеи и решения вопросов в группе. Обучающиеся учатся говорить сами и слушать других. Ролевые игры с обсуждением разных точек зрения способствуют профориентации обучающихся.

Работа в группе организуется так, чтобы каждый мог высказаться, и никто не доминировал, она включает этапы:

- определение проблемы;
- мозговой штурм;
- составление интеллект-карты.

**Индивидуальное обучение** включает в себя умение обучающихся сформулировать вопросы к себе, которые будут стимулировать работу мысли. Обучающиеся составляют учебные модули из карточек в программе Quizlet по изучаемым темам.

**Задания программы** комбинируют разные формы обучения. Методы, используемые на практических и теоретических занятиях, различаются, меняются и способы повышения эффективности. Комбинирование стилей способствует гармоничному интеллектуальному развитию обучающихся.

**Визуальный стиль обучения** – развивает пространственное мышление, обучающиеся зарисовывают схемы, строят интеллект-карты, используют цветовую маркировку элементов органических соединений, строят диаграммы для упорядочения информации и планирования задач.

**Логический стиль** – в программе собран материал решения задач по молекулярной биологии и биоинформатике. Обучающиеся строят модели органических соединений. Учатся группировать родственную информацию. В личностном плане составляют списки дел в порядке важности и срочности.

**Вербальный стиль** - учатся выражать свои мысли при помощи устной и письменной речи. Читают дополнительную литературу по программе, тем самым расширяя словарный запас в области современной биологии.

**Физический стиль** – в обучении используются интеллектуальные подвижные игры (работа с карточками) позволяющие обдумывать задачи в движении - динамичные перемены. Работают с моделями органических соединений.

**Слуховой стиль** - теоретический материал сформирован в лекционной форме, работа с подкастами в области современной биологии и их обсуждение (в программе

We.Study по мере прохождения курса планируется создание подкаст по изученным темам).

**Мотивация обучающихся** по программе осуществляется в ходе проектной деятельности и решения задач. Выбирая тему проекта обучающиеся должны понимать причины ее выбора, что в свою очередь мотивирует к поиску правильного решения и успешному выполнению проекта.

В ходе прохождения программы с обучающимися проводится индивидуальная работа, формируется позитивный настрой, желание принять вызов и справиться с трудностями.

Рейтинговая система позволяет выявить достижения обучающихся, успехи отмечаются грамотами, а признание успехов – неотъемлемая часть формирования уверенности в собственных силах.

Обучение по программе построено в соответствии с принципами **активного обучения**. Занятие строится из теоретической и практической части между которыми проводятся 15 минутные динамичные перемены. Усвоение учебного материала осуществляется с использованием разных видов деятельности и анализа содержания вместо зазубривания. Обучающийся занимает активную позицию в учебном процессе: задает вопросы, самостоятельно добывает знания, использует исследовательский подход к обучению.

**1.9. Уровень освоения программы: базовый.**

**1.10. Планируемые результаты**

**Предметные:**

В результате изучения программы обучающиеся смогут:

- называть и аргументировать основные положения молекулярной биологии, генетики, биоинформатики;
- характеризовать методы исследования генетического материала в современной лаборатории;
- владеть начальными навыками обработки биоинформатических данных;
- планировать и проводить лабораторный эксперимент: определять необходимое лабораторное оборудование и реактивы, проводить опыт, фиксировать его результаты и формулировать выводы;
- соблюдать правила безопасной работы с лабораторным оборудованием и реактивами при осуществлении учебно-исследовательской и проектной деятельности;
- ориентироваться в выборе профессии.

**Метапредметные / Развивающие:**

После изучения программы обучающиеся будут способны:

- выполнять исследовательские проекты: выдвигать гипотезы, планировать работу, отбирать и преобразовывать необходимую информацию, проводить эксперименты, интерпретировать результаты, делать выводы на основе полученных результатов;
- составлять алгоритм решения задачи, выбирать способ решения учебной задачи с учетом имеющихся ресурсов и собственных возможностей, аргументировать предлагаемые варианты решений;
- публично представлять результаты выполненного опыта (эксперимента, исследования, проекта), выбирать формат выступления с учетом задач презентации и особенностей аудитории и в соответствии с ним составлять устные и письменные тексты с использованием иллюстративных материалов;

- использовать преимущества командной и индивидуальной работы при выполнении исследовательских учебных проектов.

**Личностные/воспитательные:**

В результате изучения программы обучающиеся смогут:

- объяснять собственное отношение к явлениям, объектам, процессам в области генетики и биомедицины;
- объяснять причины достижения (недостижения) результатов деятельности, оценивать приобретенный опыт, находить позитивное в произошедшей ситуации;
- формулировать жизненные планы в соответствии с осознанными им самим собственными способностями, интересами и убеждениями.

**1.11. Формы контроля и подведения итогов реализации программы**

Применяется рейтинговая оценка деятельности обучающихся.

Баллы начисляются за все виды учебной деятельности обучающегося:

- решение учебных задач;
- выполнение практической работы;
- выполнение и защита учебно-исследовательского проекта (индивидуального или группового).

**2.Учебный план  
1 модуль**

№ п/п	Наименован	Количество часов			Формы контроля
		Всего	Теория	Практик	
1.	Раздел 1. Общелабораторные методы исследования	6	4	2	Выполнение практических заданий. Решение задач
2.	Раздел 2. Основы молекулярно й биологии	26	16	10	Выполнение практических заданий. Решение задач
3.	Раздел 3. Полимеразная цепная реакция	6	2	4	Выполнение практических заданий
4	Раздел 4. Проектная деятельност	2	-	2	Защита проектной работы
	Всего	40	22	18	

**2 модуль**

№ п/п	Название раздела	Количество часов			Формы контроля
		Всего	Теория	Прак-тика	
1.	Раздел 5. Основные молекулярно-	9	7	2	Выполнение практических заданий. Решение
2.	Раздел 6. Биоинженерия	7	3	4	Выполнение практических заданий
3.	Раздел 7. Введение в биоинформатику	9	7	2	Выполнение практических заданий
4.	Раздел 8. Изменчивость материала	7	7	-	Выполнение практических заданий
Итого		32	24	8	

## Календарный учебный график

Продолжительность программы: 36 учебных недель.

Занятия по дополнительной образовательной программе:

1 модуль начинается с 09 января 2025г. и заканчиваются 31 мая 2025г.

Летние каникулы: 01.06.2025 – 31.08.2025

2 модуль начинается с 01 сентября 2025г. и заканчиваются 31 декабря 2025г.

## 2. Организационно-педагогические условия реализации программы

### 2.1. Материально-техническое обеспечение:

1. Лекционная аудитория с проектором, интерактивной доской, возможностью выхода в интернет.
2. Аудитория для практических занятий (на 20 чел.) с проектором, возможностью выхода в интернет.
3. Компьютерный класс (20 комп.) с возможностью выхода в интернет.

### 2.2. Оборудование

№ п/	Наименование	Назначение/краткое описание функционала
1	<b>Оборудование для освоения практических и теоретических навыков:</b>	
1.1	Оборудование	<b>Термоциклер</b> (ДНК-амплификатор, программируемый термостат). Предназначен для проведения полимеразной цепной реакции (ПЦР) и других термоциклических процессов. <b>Термостат твердотельный.</b> Предназначен для термостатирования микропробирок. <b>Камера для горизонтального электрофореза.</b> Предназначена для разделения молекул нуклеиновых кислот в агарозном геле в постоянном электрическом поле. <b>Источник постоянного тока.</b> Предназначен для подачи электрического тока к прибору для электрофореза. <b>Трансиллюминатор.</b> Предназначен для подсветки геля после электрофореза светом определенного спектра и визуализации фрагментов нуклеиновых кислот и белков. <b>Гель-документирующая видеосистема.</b> Предназначена для получения цифрового изображения гелей, их первичной обработки и хранения в памяти ПК. <b>Микроцентрифуга-вортекс.</b> Предназначена для встряхивания, перемешивания и центрифугирования микропробирок (0,5- 2,0мл) на небольших скоростях вращения ротора (до 2 тыс.об./мин). <b>Высокоскоростная микроцентрифуга.</b> Предназначена для центрифугирования микропробирок (0,5-2,0мл) на больших скоростях (до 15-20 тыс.об./мин и выше).

		<p><b>Автоматические дозаторы переменного объёма.</b> Предназначены для отбора и внесения необходимых объёмов жидкости.</p> <p><b>Электрическая плитка или СВЧ-печь.</b> Предназначена для приготовления агарозного геля.</p> <p><b>Весы лабораторные</b> на 0,01-10г.</p>
1.2	Необходимые реактивы:	<p><b>Реагенты для электрофореза:</b> смесь для приготовления электродного ТВЕ-буфера (Трис-борат-ЭДТА), агароза, раствор бромида этидия; раствор краски-лидера (бромфеноловый синий).</p> <p><b>Реактив для растворения РНК:</b> 0,05 М NaCl, 0,01 М ацетат натрия, 0,0001М MgCl<sub>2</sub></p> <p>Жидкий азот в сосуде Дьюара. Деионизованная вода, мл.</p> <p>1М трис-HCl pH8, мл 5M NaCl, мл 0,5М ЭДТА-Na pH 10%-ный ДДС-Na, мл Раствор протеиназы К, мкл Раствор РНКазы А, мкл Хлороформ мл Изоамиловый спирт мл Фенол мл 10М раствор ацетат аммония мл Этанол мл NaOH Хлорид магния 0,2%-ный раствор додецилсульфата натрия Поливинилсульфат 0,01 М ацетатный буфер pH 5,2</p>
1.3.	Химическая посуда:	<p>Колба мерная вместимостью 100 и 1000мл. Колба коническая вместимостью 0,5л., 200мл. Цилиндр мерный вместимостью 250мл. Кристаллизатор. Фарфоровые ступки с пестиками. Пробирки центрифужные вместимостью до 1,5мл с завинчивающейся крышкой. Микропробирки вместимостью до 1,5мл. Гомогенизатор. Шприц стеклянный вместимостью 50мл. Воронка Бюхнера диаметром</p>

1.4.	Наборы МБС-Детям	<p>Набор” Определение ГМО в продуктах питания”</p> <p><a href="https://pharmase.ru/equipments/oborudovanie-i-materialy-dlya-obrazovatelnykhuchrezhdeniy/sovremennye-laboratornye-raboty-po-biologii/nabor-mbs-detyamopredelenie-gmo-v-produktakh-pitaniya-lineyka-ptsr/">https://pharmase.ru/equipments/oborudovanie-i-materialy-dlya-obrazovatelnykhuchrezhdeniy/sovremennye-laboratornye-raboty-po-biologii/nabor-mbs-detyamopredelenie-gmo-v-produktakh-pitaniya-lineyka-ptsr/</a></p> <p>Набор “Состав злаков в хлебной продукции”</p> <p><a href="https://pharmase.ru/equipments/oborudovanie-i-materialy-dlya-">https://pharmase.ru/equipments/oborudovanie-i-materialy-dlya-</a></p>
------	------------------	---

		<p><a href="https://pharmase.ru/equipments/oborudovanie-i-materialy-dlya-obrazovatelnykhuchrezhdeniy/sovremennye-laboratornyeraboty-po-biologii/nabor-mbs-detyam-sostavzlakov-v-khlebnoy-produktsii-lineyka-ptsr/">obrazovatelnykhuchrezhdeniy/sovremennye-laboratornyeraboty-po-biologii/nabor-mbs-detyam-sostavzlakov-v-khlebnoy-produktsii-lineyka-ptsr/</a> Набор “Определение гена метаболизма кофеина” <a href="https://pharmase.ru/equipments/oborudovanie-i-materialy-dlya-obrazovatelnykhuchrezhdeniy/sovremennye-laboratornyeraboty-po-biologii/nabor-mbs-detyamopredelenie-gena-metabolizma-kofeina-lineyka-ptsr/">https://pharmase.ru/equipments/oborudovanie-i-materialy-dlya-obrazovatelnykhuchrezhdeniy/sovremennye-laboratornyeraboty-po-biologii/nabor-mbs-detyamopredelenie-gena-metabolizma-kofeina-lineyka-ptsr/</a> Набор “Определение пола человека” <a href="https://pharmase.ru/equipments/oborudovanie-imaterialy-dlya-obrazovatelnykhuchrezhdeniy/sovremennye-laboratornyeraboty-pobiologii/nabor-mbs-detyamopredelenie-pola-cheloveka-lineyka-ptsr/">https://pharmase.ru/equipments/oborudovanie-imaterialy-dlya-obrazovatelnykhuchrezhdeniy/sovremennye-laboratornyeraboty-pobiologii/nabor-mbs-detyamopredelenie-pola-cheloveka-lineyka-ptsr/</a> Набор “Равновесие в популяции” <a href="https://pharmase.ru/equipments/oborudovanie-imaterialy-dlya-obrazovatelnykhuchrezhdeniy/sovremennye-laboratornyeraboty-pobiologii/nabor-mbs-detyam-ravnovesie-v-populyatsii-lineyka-ptsr/">https://pharmase.ru/equipments/oborudovanie-imaterialy-dlya-obrazovatelnykhuchrezhdeniy/sovremennye-laboratornyeraboty-pobiologii/nabor-mbs-detyam-ravnovesie-v-populyatsii-lineyka-ptsr/</a> Набор “Определение резус-фактора” <a href="https://pharmase.ru/equipments/oborudovanie-imaterialy-dlya-obrazovatelnykhuchrezhdeniy/sovremennye-laboratornyeraboty-pobiologii/nabor-mbs-detyamopredelenie-rezus-faktora-lineyka-ptsr/">https://pharmase.ru/equipments/oborudovanie-imaterialy-dlya-obrazovatelnykhuchrezhdeniy/sovremennye-laboratornyeraboty-pobiologii/nabor-mbs-detyamopredelenie-rezus-faktora-lineyka-ptsr/</a> Набор “Тонкослойная хроматография, определение активности ферментов” <a href="https://pharmase.ru/equipments/oborudovanie-i-materialy-dlya-obrazovatelnykhuchrezhdeniy/sovremennye-laboratornyeraboty-po-biologii/nabor-tskh-mbs-detyamaktivnost-fermentov-lineyka-khromatografiy">https://pharmase.ru/equipments/oborudovanie-i-materialy-dlya-obrazovatelnykhuchrezhdeniy/sovremennye-laboratornyeraboty-po-biologii/nabor-tskh-mbs-detyamaktivnost-fermentov-lineyka-khromatografiy</a></p>
2	<b>Компьютерное оборудование:</b>	
2.1.	Ноутбук, мультимедийное оборудование	Для технического сопровождения лекций и практических занятий

### 2.3. Кадровое обеспечение программы:

Занятия проводят:

- Педагог дополнительного образования (специализация биология и химия);

### 2.4. Информационное обеспечение:

Сайт Регионального модельного центра дополнительного образования детей – модельный центр.рф

### 2.5. Методическое обеспечение программы

Методические указания по выполнению практических работ.

Методические указания по выполнению учебных исследовательских проектов.

## 2.6. Программное обеспечение

1. Программа UGENE (<http://ugene.net>).
2. Программа Chromas (<http://www.technelysium.com.au>)

## 3. Информационные источники

### ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. Алферова, Г. А. Генетика: учебник для вузов / Г. А. Алферова, Г. П. Подгорнова, Т. И. Кондаурова; под редакцией Г. А. Алферовой. – 3-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2022. – 200 с. – (Высшее образование). – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/490670> (дата обращения: 08.04.2022). – Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.
2. Молекулярная биология. Практикум.: учебное пособие для вузов/А.С.Коницев[и др.]; под редакцией А.С.Коницева. -2-е изд.- Москва.:Издательство Юрайт, 2021.- 169с.
3. Коницев, А.С. Молекулярная биология: учебник для студ. пед. вузов / А.С. Коницев, Г.А. Севастьянова. - 2-е изд., испр.-М.: Издательский центр «Академия», 2005.- 400с.

### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. Генетика. Словарь основных терминов и понятий: словарь / составители С. Н. Кузнецова [и др.]. – 2-е изд., испр. и доп. – Тверь: Тверская ГСХА, 2020. – 102 с. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/146942> (дата обращения: 08.04.2022). – Режим доступа: для авторизованных пользователей.
2. Синюшин, А. А. Решение задач по генетике / А. А. Синюшин. — Москва: Лаборатория знаний, 2019. — 154 с. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/89223.html> (дата обращения: 03.08.2022). — Режим доступа: для авторизованных пользователей.
3. Генетика: ежемесячный журнал Российской Академии Наук / РАН, Отделение биологических наук. - Москва, 1965- . Ежемес. - URL: <https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7761> (дата обращения: 03.08.2022). – Режим доступа: для зарегистр. пользователей. – Текст: электронный.
4. Молекулярная генетика, микробиология и вирусология: научно-теоретический журнал / учредитель: Институт молекулярной генетики РАН. М.: Медицина, 1994-1995, 2001- . Т. 38, № 1-4. 2020.

### ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

1. Осипова, Л. А. Генетика в 2 ч. Часть 1: учебное пособие для вузов / Л. А. Осипова. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2022. – 243 с. – (Высшее образование). – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/490838> (дата обращения: 08.04.2022). – Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.
2. Осипова, Л. А. Генетика. В 2 ч. Часть 2: учебное пособие для вузов / Л. А. Осипова. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2022. – 251 с. –

- (Высшее образование). – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/491746> (дата обращения: 08.04.2022). – Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.
3. Генетика: каталог ресурсов. - Текст: электронный // Лекториум: бесплатный онлайн-курс “Генетика”. - 2009-2022. - URL: <https://www.lektorium.tv/genetics> (дата обращения: 03.08.2022).
  4. Дымшиц, Г.М. Основные начала молекулярной биологии: 25 иллюстрированных лекций: учебное пособие / Г.М. Дымшиц, О.В. Саблина.- Новосибирск: Новосибирский государственный университет, 2018.-180с.- Текст: электронный//Цифровой образовательный ресурс IPR SMART:[сайт].- URL: <https://www.iprbookshop.ru/93471.html> (дата обращения: 03.08.2022).- Режим доступа: для авторизованных пользователей.
  5. Шаг 7. 2.4 Вариации ПЦР: [видеоурок]. - Текст: электронный // Stepik [сайт]. - 2013-2022. - URL: <https://stepik.org/lesson/13696/step/7> (дата обращения: 03.08.2022)
  6. 12 методов в картинках: секвенирование нуклеиновых кислот / А. Недолужко, О. Пташник, А. Чугунов, А. Панов. - Текст: электронный // Биомолекула [сайт]. - 2007-2022. - URL: <https://biomolecula.ru/articles/metody-v-kartinkakh-sekvenirovanie-nukleinoxykh-kisloty> (дата обращения: 03.08.2022)
  7. Голосова, О. Секвенограммы / Ольга Голосова. - Текст: электронный. - URL: <https://youtu.be/1MLPqFIVPFM> (дата обращения: 03.08.2022).
  8. 12 методов в картинках: генная инженерия. Часть I, историческая / О. Волкова, О. Пташник, А. Чугунов, А. Панов. - Текст: электронный // Биомолекула [сайт]. - 2007-2022. - URL: <https://biomolecula.ru/articles/12-metodov-v-kartinkakh-gennaia-inzheneriia-chast-i-istoricheskaia?ysclid=l6d9rebws9167381293> (дата обращения: 03.08.2022)
  9. 12 методов в картинках: полимеразная цепная реакция / А. Панов, О. Пташник, А. Чугунов, О. Волкова. - Текст: электронный // Биомолекула [сайт]. - 2007- 2022. - URL: <https://biomolecula.ru/articles/metody-v-kartinkakh-polimeraznaia-tsepnaia-reaktsiia> (дата обращения: 03.08.2022).
  10. Кузнецов, В. В. Молекулярно-генетические и биохимические методы в современной биологии растений / Кузнецов В. В., Ралдугина Г. Н., Кузнецов В. В. - Текст: электронный // Портал РФФИ [сайт]. - URL: [http://www.rfbr.ru/rffi/ru/books/o\\_1781847](http://www.rfbr.ru/rffi/ru/books/o_1781847) (дата обращения: 03.08.2022).
  11. Оберемок, В. В. К применению ПЦР-метода: метод. рек. / В. В. Оберемок. - Текст: электронный // Cyberpedia: информ. ресурс. - 2017-2022. - URL: <https://cyberpedia.su/2x6e17.html> (дата обращения: 03.08.2022).
  12. Тикунов, А. Полимеразная цепная реакция: видеолекция / Артем Тикунов. - Текст: электронный. - URL: <https://youtu.be/V2qm9jTNRKI> (дата обращения: 03.08.2022)
  13. Голосова, О. Полимеразная цепная реакция: видеолекция / Ольга Голосова. - Текст: электронный. - URL: <https://youtu.be/kc6DakXUtUU> (дата обращения: 03.08.2022).
  14. Северинов, К. Редактирование генома с CRISPR/Cas9 / Константин Северинов. - Текст: электронный // Пост Наука : [сайт]. - 2012-2022. - URL: <https://postnauka.ru/faq/59807>

15. Немудрый А. А., Валетдинова К. Р., Медведев С. П., Закиян С. М. Системы редактирования геномов TALEN и CRISPR/Cas – инструменты открытий. - Текст [Электронный ресурс]: Журнал Acta Naturae: официальный сайт. - Режим доступа: URL: <https://actanaturae.ru/2075-8251/index> (дата обращения: 03.08.2022).
16. Unipro UGENE podcast #52: The Sanger Reads Editor in UGENE 1.27: Video blog. - Text: English. - URL: <https://www.youtube.com/watch?v=IDovNM1oZEw> (date of application: 03.08.2022).

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ПЕРВОГО МОДУЛЯ ОБУЧЕНИЯ**

### **1.1. Цель и планируемые результаты первого модуля**

Цель: освоение в теории и на практике основных методов исследований, навыков планирования и представлений об особенностях обработки и интерпретации экспериментальных данных в области молекулярной биологии.

#### **Планируемые результаты первого модуля**

##### **Предметные результаты:**

обучающиеся смогут:

- соблюдать правила безопасной работы с лабораторным оборудованием и реактивами при осуществлении учебно-исследовательской и проектной деятельности;
- характеризовать методы исследования генетического материала в современной лаборатории (выделять методами электрофореза и хроматографии различные белки);
- применять метод гель-электрофореза для выделения ДНК;
- анализировать продукты работы системы редактирования генома с помощью ПЦР;
- объяснять строение и функции белков;
- характеризовать нуклеиновые кислоты, их строение и функции.

##### **Метапредметные / Развивающие:**

обучающиеся будут способны:

- выполнять исследовательские проекты: выдвигать гипотезы, планировать работу, отбирать и преобразовывать необходимую информацию, проводить эксперименты, интерпретировать результаты, делать выводы на основе полученных результатов;
- составлять алгоритм решения задачи, выбирать способ решения учебной задачи с учетом имеющихся ресурсов и собственных возможностей, аргументировать предлагаемые варианты решений;
- публично представлять результаты выполненного опыта (эксперимента, исследования, проекта), выбирать формат выступления с учетом задач презентации и особенностей аудитории и в соответствии с ним составлять устные и письменные тексты с использованием иллюстративных материалов;
- использовать преимущества командной и индивидуальной работы при выполнении исследовательских учебных проектов.

##### **Личностные/воспитательные:**

обучающиеся смогут:

- объяснять собственное отношение к явлениям, объектам, процессам в области генетики и биомедицины;
- объяснять причины достижения (недостижения) результатов деятельности, оценивать приобретенный опыт, находить позитивное в произошедшей ситуации.

### 1.2. Учебный план первого модуля обучения

№ п/п	Наименование раздела	Количество часов			Формы контроля
		Всего	Теория	Практика	
1.	Раздел 1. Общелабораторные методы исследования	6	4	2	Выполнение практических заданий. Решение задач
2.	Раздел 2. Основы молекулярной биологии	26	16	10	Выполнение практических заданий. Решение задач
3.	Раздел 3. Полимеразная цепная реакция	6	2	4	Выполнение практических заданий
4	Раздел 4. Проектная деятельность	2	-	2	Защита проектной работы
	Всего	40	22	18	

### 1.3. Календарный учебный график

Период реализации	Разделы
09.01.2025-28.03.2025	Раздел 1, 2
07.04.2025-27.05.2025	Раздел 3,4

### Календарный учебный график

Модуль обучения	Дата начала обучения по программе	Дата окончания обучения по программе	Всего учебных недель	Количество учебных часов	Режим занятий *
1 модуль	09.01.2025	27.05.2025	20	40	офлайн

\*Занятия 1 раз в неделю по 2 академических часа

#### 1.4. Календарно-тематическое планирование

дата	Тема	Количество часов		
		Теория	Практика	Всего
	<b>Раздел 1. Общелабораторные методы исследования</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>6</b>
	Молекулярная биология - новое направление современной биологии	1		1
	<b>Практическая работа №1.</b> Приборы и оборудование для практикума по молекулярной биологии		1	1
	Методы молекулярной биологии	2		2
	<b>Практическая работа №2.</b> Микроскопия (микроскопические организмы)		1	1
	Подготовительный этап работы над проектом	1		1
	<b>Раздел 2. Основы молекулярной биологии</b>	<b>16</b>	<b>10</b>	<b>26</b>
	Белки. Аминокислотный состав белков. Пептиды	1		1
	<b>Практическая работа №3.</b> Экстракция белков из животных и растительных тканей		2	2
	Структурная организация белков	2		2
	<b>Практическая работа №4.</b> Хроматография. Гель-фильтрация		2	2
	Нуклеиновые кислоты. Первичная структура нуклеиновых кислот	2		2
	<b>Практическая работа №5.</b> Определение первичной структуры ДНК		2	2
	Определение нуклеотидной последовательности ДНК и РНК	2		2
	Макромолекулярная структура ДНК	2		2
	<b>Практическая работа №6.</b> Анализ ДНК методом электрофореза в агарозном геле		2	2

	Структура и функции РНК. Макромолекулярная структура РНК	2		2
	<b>Практическая работа №7.</b> Выделение и фракционирование нуклеиновых кислот эукариот классическими методами		2	2
	Структура генома вирусов и фагов	2		2
	Геном прокариот и эукариот. Структура прокариотических и эукариотических генов	2		2
	Программа «Геном человека». Геномы органелл эукариот. ДНК митохондрий и хлоропластов	2		2
	Планирование работы над проектом	1		1
	<b>Раздел 3. Полимеразная цепная реакция (ПЦР)</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>6</b>
	Полимеразная цепная реакция (ПЦР). Компоненты и стадии ПЦР	1		
	<b>Практическая работа №8.</b> Полимеразная цепная реакция «Равновесие в популяции»		2	
	<b>Практическая работа №9.</b> Полимеразная цепная реакция «Состав злаков в хлебной продукции»		2	
	Основной этап работы над проектом	1		
	<b>Раздел 4. Проектная деятельность</b>		<b>2</b>	<b>2</b>
	Заключительный этап работы над проектом Защита / презентация проекта		2	
<b>ИТОГО</b>		<b>40</b>	<b>22</b>	<b>18</b>

### 1.5. Содержание программы первого модуля

#### 1.6. Раздел 1. Общелабораторные методы исследования.

**Молекулярная биология - новое направление современной биологии.**

**Теория.** Молекулярная биология, цели и задачи. История развития и основополагающие открытия. Профессии, в основе которых лежат знания в области современной биологии.

**Практика.** Обсудить мысли и идеи в группе о роли молекулярной биологии и профессиях будущего. Сделать рисунки, поясняющие понятие «Центральная догма молекулярной биологии» и расскажи материал «Структура физико-химической биологии» группе обучающихся.

**Практическая работа №1. Приборы и оборудование для практикума по молекулярной биологии.**

**Теория.** Правила техники безопасности при работе в лаборатории. Оказание первой медицинской помощи. Перечень препаратов и средств первой помощи в аптечке. Приборы и оборудование для практикума по молекулярной биологии. Первоначальные навыки обращения с приборами и реактивами. Растворы. Способы выражения количественных соотношений между компонентами системы. Работа с автоматической пипеткой.

**Практика.** Ведение рабочего журнала:

- сделать записи о целевом назначении каждого прибора, особенностях работы с ним, технике безопасности;

- зарисовать рисунки знаков опасности используемых в маркировке компонентов набора МБС-детям.

Приготовить растворы с заданной концентрацией (см. ФОС).

С помощью автоматических дозаторов и наконечников отобрать следующие объёмы воды: 1,3,5,10,20,50,100,200,400,600,1000,3000 и 5000 мкл.

Оформить в рабочем журнале выводы к практической работе.

**Методы молекулярной биологии.**

**Теория.**

Методы молекулярной биологии (микроскопия, рентгеноструктурный анализ, метод радиоактивных изотопов, ультрацентрифугирование, хроматография, культура клеток).

**Практика.**

В рабочем журнале составьте таблицу методов и отметьте сферы их применения.

При помощи электронного сервиса Quizlet создайте карточки «Методы молекулярной биологии».

**Практическая работа №2 Микроскопия (микроскопические организмы).**

**Теория.**

Устройство светового микроскопа и техника микроскопирования. Понятие световая микроскопия – метод исследовательской биологии.

**Практика.**

В рабочем журнале сделать рисунок, поясняющий устройство светового микроскопа. Приготовить препараты из объектов, часто встречающихся в быту: дрожжей, без которых немислима пекарная индустрия, и гаммаруса – корма аквариумных обитателей. Рассмотреть и зарисовать объекты. Оформить в рабочем журнале выводы к практической работе.

**Подготовительный этап работы над проектом (выбор темы проекта).**

**Теория.**

**Тип проекта** – учебный исследовательский проект.

**Примерные темы проектов:**

- Определение полиморфизма гена ACE.
- Определение злаков в хлебной продукции.
- Определение пола человека.
- Определение гена метаболизма кофеина.
- Определение ГМО в продуктах питания.
- Клонирование фрагментов ДНК в клетках E. Coli.
- Изучение содержания аскорбиновой кислоты (витамин С) в северных ягодах (брусника, клюква, черника).
- Изучение эффективности метода гель-фильтрации при очистке раствора белков от солей.
- Исследование содержания кофеина в напитках (растворимый кофе, кока-кола, зеленый и черный чай).
- Исследование содержания лизоцима - защитного белка слизистых оболочек человека методом триптического анализа.
- Исследование плодов клюквы и брусники на наличие природных консервантов методом ВЭЖХ.
- Анализ лекарственных растений (лист малины, брусники, багульника) на наличие салицилатов.
- Экстракция хлорофиллов из листьев растений и определение их содержания в экстракте хлорофиллов а и в.
- Исследование ферментативной активности при биотехнологическом процессе методом тонкослойной хроматографии (ТСХ).
- Сравнительный анализ содержания пигментов у растений.

**Практика.**

Подумайте над вопросами. Кратко запишите ответы.

Почему именно эта тема вас заинтересовала?

Почему этот проект значим для вас, как его результат будет использоваться на практике.

**Раздел 2. Основы молекулярной биологии.**

**Белки. Аминокислотный состав белков. Пептиды.**

**Теория.**

Строение и функции белков. Аминокислотный состав белков. Определение пептидов. Пептидная связь.

**Практика.**

Составить, в ходе командной работы, интеллект-карту на тему «Белки. Строение и функции».

Изучить материал учебника (Коничев А.С., Молекулярная биология, 2005г.) таблицу «Протеиногенные аминокислоты и амиды».

Составить модели протеиногенных аминокислот и амидов, цис- и транс-пептидных связей. Разобрать строение пептидной группы.

**Практическая работа №3. Экстракция белков из животных и растительных тканей.**

### **Теория.**

Отличие экстракции белков от экстракции нуклеиновых кислот. Особенности экстрагирующей жидкости и методики выделения белка из животных и растительных тканей.

### **Практика.**

Освоить методы экстракции белков из животных и растительных объектов. Оформить в рабочий журнал ход эксперимента и сделать выводы.

### **Структурная организация белков.**

#### **Теория.**

Уровни структурной организации белков. Первичная структура белка. Метод Эдмана. Вторичная структура белков. Сверхвторичные структуры. Домены. Третичная структура белка. Четвертичная структура белка.

#### **Практика.**

При помощи электронного сервиса Quizlet создайте карточки по теме «Структурная организация белка». Создать модель: первичной, вторичной, третичной и четвертичной структур белка.

### **Практическая работа №4. Хроматография. Гель-фильтрация.**

#### **Теория.**

Метод хроматографии, его использование в молекулярной биологии. Варианты данного метода. Высоко эффективная жидкостная хроматография.

#### **Практика.**

Составить таблицу «Виды хроматографии и их применение». Провести разделение окрашенных веществ, сильно различающихся по молекулярной массе с помощью хроматографической колонки с сорбентом. Оформить в рабочий журнал ход исследования и полученные выводы.

### **Нуклеиновые кислоты. Первичная структура нуклеиновых кислот.**

#### **Теория.**

Особенности первичной структуры нуклеиновых кислот.

#### **Практика.**

Составить, в ходе командной работы, интеллект-карту на тему «Нуклеиновые кислоты». Создать модель первичной структуры нуклеиновых кислот.

### **Практическая работа №5. Определение первичной структуры ДНК.**

#### **Теория.**

Определение первичной структуры ДНК. Определение последовательности нуклеотидов ДНК, или секвенирование. Методы секвенирования ДНК.

#### **Практика.**

Секвенирование ДНК методом Ф.Сэнджера.

Оформить в рабочий журнал ход исследования и выводы.

### **Определение нуклеотидной последовательности ДНК и РНК.**

#### **Теория.**

Нуклеотидная последовательность ДНК и РНК, определение и проведение компьютерного анализа. Понятие конформации компонентов нуклеиновых кислот.

### **Практика.**

Создать модели анти- и син- конформации в нуклеотидах и структурных формул пуриновых и пиримидиновых оснований в ДНК и РНК.

### **Макромолекулярная структура ДНК.**

#### **Теория.**

История открытия и строение ДНК.

Взаимодействия между гетероциклическими основаниями в нуклеиновых кислотах. Феномен полиморфизма двойной спирали. Разнообразие форм ДНК, понятие сверхспирализации. Виды топоизомераз.

#### **Практика.**

Составить таблицу конформационных состояний ДНК, смоделировать пространственную структуру полинуклеотидной цепи.

**Практическая работа №6. Анализ ДНК методом электрофореза в агарозном геле.**

#### **Теория.**

Метод электрофореза. Причины влияющие на скорость движения ДНК в геле в процессе электрофореза.

#### **Практика.**

Выполнить исследование методом горизонтального электрофореза ДНК в агарозном геле.

Оформить в рабочий журнал ход исследования и выводы.

### **Структура и функции РНК. Макромолекулярная структура РНК.**

#### **Теория.**

Роль РНК в клетке, ее виды. Строение и функции двутяжевых и одnytяжевых РНК. Структура и функции транспортных, рибосомальных, матричных, гетерогенных ядерных, малых ядерных, цитоплазматических РНК. Концепция «Мир РНК».

#### **Практика.**

Составить таблицу «Виды РНК». Составить схему «Роль РНК в биохимических процессах». Смоделировать виды РНК. При помощи электронного сервиса Quizlet создайте карточки по теме «Виды РНК».

**Практическая работа №7. Выделение и фракционирование нуклеиновых кислот эукариот классическими методами.**

#### **Теория.**

Выделение (экстракция) нуклеиновых кислот эукариот. Механизмы разрушения клеточных стенок и клеточных и ядерных мембран, очистка ДНК от примесей низкомолекулярных веществ.

#### **Практика.**

Выделить и очистить ДНК животных объектов «классическим» методом. Оформить в рабочий журнал ход исследования и выводы.

### **Структура генома вирусов и фагов.**

#### **Теория.**

Понятия вирус, варион, фаг. Типы генетического материала и механизм его репликации у различных вирусов. Типы взаимодействия вирусов с клеткой

хозяйном. Характеристика вирусов. Происхождение вирусов и их роль в эволюции.

### **Практика:**

Составить, в ходе командной работы, интеллект-карту на тему «Геном вирусов и фагов». Зарисовать схему «Структура генома вирусов».

**Геном прокариот и эукариот. Структура прокариотических и эукариотических генов.**

### **Теория.**

Структура бактериальной хромосомы. Структура прокариотических генов. Роль бактериальных плазмид. Структура генома эукариот и их сравнение с прокариотами. Сложность генома эукариот. Последовательности нуклеотидов эукариотического генома и их структура.

### **Практика.**

Составить, в ходе командной работы, интеллект-карту на тему «Структура генома эукариот и прокариот». Разобрать схему «Характеристика бактериальных геномов». Зарисовать схему «Оперонная организация генов прокариот».

**Программа «Геном человека». Геномы органелл эукариот. ДНК митохондрий и хлоропластов.**

### **Теория.**

Положения программы «Геном человека». Механизмы картирования генома человека. Геном органелл эукариот, ДНК митохондрий и хлоропластов.

### **Практика.**

Сделать рисунок, поясняющий строение митохондриальной ДНК человека. Смоделировать структуру молекулы ДНК из нуклеотидов. Решение задач: определение строения молекулы белка по структуре молекулы ДНК; определение структуры ДНК по строению молекулы белка; выявление зависимости между изменениями триплетного состава ДНК и последовательностью аминокислот в полипептиде.

### **Планирование работы над проектом.**

#### **Теория.**

Определение и анализ проблемы. Механизмы постановки цели и задач, объекта и предмета проекта. Навыки составления плана реализации проекта: планирование работ и распределение обязанностей в группе.

#### **Практика.**

Определить проблему, цели, задачи, объект и предмет проекта. Изучить источники необходимой информации (литературы). Определиться со способом представления результатов (формой проекта). Составить план реализации проекта.

### **Раздел 3. Полимеразная цепная реакция (ПЦР).**

**Полимеразная цепная реакция (ПЦР). Компоненты и стадии ПЦР.**

#### **Теория.**

История создания метода полимеразной цепной реакции (ПЦР). Репликация ДНК, ее принципы. Проблемы недорепликации концов ДНК эукариот. Этапы ПЦР.

### **Практика.**

Посмотреть видео запись проведения ПЦР, составить конспект.

### **Практическая работа №8. Полимеразная цепная реакция «Равновесие в популяции».**

#### **Теория.**

Понятие равновесной популяции, в которой вероятность проявления у потомства определенного признака остается постоянной. Закон Харди-Вайнберга.

#### **Практика.**

Определить, равновесна ли популяция в классе по гену фермента, участвующего в поддержании артериального давления. Исследование проводится методом ПЦР, а обработка данных – статистическим методом.

### **Практическая работа №9. Состав злаков в хлебной продукции.**

#### **Теория.**

Возможности метода ПЦР определять состав продуктов питания.

#### **Практика.**

Определить состав хлебной продукции, которую обучающиеся ежедневно употребляют. Анализ построен на методе ПЦР с использованием специфичных праймеров на ДНК пшеницы, ржи, овса. Оформить в рабочий журнал ход работы и выводы.

### **Основной этап работы над проектом.**

#### **Теория.**

Анализ литературы. Планирование проведения эксперимента, систематизация полученных результатов в соответствии с задачами проекта.

#### **Практика.**

Составить обзор литературы по теме проекта, провести исследование, обработать полученные результаты.

### **Раздел 4. Проектная деятельность**

### **Заключительный этап работы над проектом. Защита / презентация проекта:**

#### **Практика.**

Подготовка продукта по проекту (презентационные материалы, схемы, модели, текстовые работы). Организация защиты проекта. Публичная защита проекта.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ВТОРОГО МОДУЛЯ ОБУЧЕНИЯ

### 2.1. Цель и планируемые результаты второго модуля обучения

Цель: формирование представлений о молекулярно-генетических процессах овладение навыками использования методов биоинженерии и биоинформатики.

#### **Предметные результаты:**

обучающиеся смогут:

- характеризовать основные пластические процессы в клетке (репликация, транскрипция, трансляция);
- описывать свойства и строение генетического кода, в том числе структуру генов и генома;
- сравнивать основные методы селекции, генетики, биоинженерии;
- решать биоинформатические задачи с использованием баз данных;
- определять вероятность появления мутаций и их последствия.
- ориентироваться в выборе профессии.

#### **Метапредметные / Развивающие:**

обучающиеся будут способны:

- составлять алгоритм решения задачи, выбирать способ решения учебной задачи с учетом имеющихся ресурсов и собственных возможностей, аргументировать предлагаемые варианты решений;
- использовать преимущества командной и индивидуальной работы при выполнении практических работ.

#### **Личностные/воспитательные:**

обучающиеся смогут:

- объяснять собственное отношение к явлениям, объектам, процессам в области генетики и биомедицины;
- объяснять причины достижения (недостижения) результатов деятельности, оценивать приобретенный опыт, находить позитивное в произошедшей ситуации;
- формулировать жизненные планы в соответствии с осознанными им самим собственными способностями, интересами и убеждениями.

### 2.2. Учебный план второго модуля обучения

№ п/п	Название раздела	Количество часов			Формы контроля
		Всего	Теория	Практика	
1.	Раздел 5. Основные молекулярно-генетические процессы	9	7	2	Выполнение практических заданий. Решение задач
2.	Раздел 6. Биоинженерия	7	3	4	Выполнение практических заданий. Решение задач

3.	Раздел 7. Введение в биоинформатику	9	7	2	Выполнение практических заданий. Решение задач
4.	Раздел 8. Изменчивость материала наследственности	7	7	-	Выполнение практических заданий. Решение задач
Итого		32	24	8	

### 2.3. Календарный учебный график

Период реализации	Разделы
01.09.2025-24.10.2025	Раздел 5,6
05.11.2025-30.12.2025	Раздел 7,8

### Календарный учебный график

Год обучения	Дата начала обучения по программе	Дата окончания обучения по программе	Всего учебных недель	Количество учебных часов	Режим занятий*
1 год	01.09.2025	30.12.2025	16	32	офлайн

\*Занятия проводятся по 2 часа, один раз в неделю.

### 2.4. Календарно-тематическое планирование

дата	Тема	Количество часов		
		Теория	Практика	Всего
	<b>Раздел 5. Основные молекулярно-генетические процессы</b>	<b>7</b>	<b>2</b>	<b>9</b>
	Репликация ДНК	1		1
	Генетическая рекомбинация	1		1
	Транскрипция у про- и эукариот	1		1
	Процессинг	1		1
	<b>Практическая работа №1 (10). Реакция обратной транскрипции</b>		2	2

	Биосинтез белка. Генетический код	2		2
	Репарация ДНК.	1		1
	<b>Раздел 6. Биоинженерия</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>7</b>
	Инженерная биология. История инженерной биологии, биотехнологии	1		1
	Сравнение методов селекции, генетики, генетической инженерии.	1		1
	Клонирование ДНК, эндонуклеазы рестрикции, плазмидная ДНК	1		1
	<b>Практическая работа №2 (11).</b> Клонирование фрагментов ДНК в клетках E. Coli		2	2
	Генетически модифицированные организмы <b>Практическая работа №3 (12).</b> Определение ГМО в продуктах питания		2	2
	<b>Раздел 7. Введение в биоинформатику</b>	<b>7</b>	<b>2</b>	<b>9</b>
	Основы биоинформатики.	1		1
	<b>Практическая работа №4 (13).</b> Информационный поиск с использованием баз данных интернета		2	2
	Выравнивание последовательностей	1		1
	Поиск гомологии в базах данных	1		1
	Паттерны в нуклеотидных и аминокислотных последовательностях и их статистическая значимость	1		1
	Анализ с ферментами рестрикции	1		1
	Поиск консенсусов. Оценки статистической значимости	1		1
	Применение методов биоинформатики для решения экспериментальных задач	1		1

	Базы биоинформатических данных	1		1
	<b>Раздел 8. Изменчивость материала наследственности</b>	<b>7</b>	<b>-</b>	<b>7</b>
	Популяция и генофонд. Понятие биологического вида. Уровни организации живой материи. Ген. Генетический груз	1		1
	Мутационная изменчивость	1		1
	Комбинативная изменчивость	1		1
	Структурные мутации хромосом	1		1
	Мутагены. Мутирование генов in vivo	1		1
	Изменчивость митохондриальной ДНК	1		1
	Подведение итогов (рейтинг обучающихся). Презентация жизненных планов	1		1
<b>ИТОГО</b>		<b>56</b>	<b>16</b>	<b>72</b>

## 2.5. Содержание программы второго модуля обучения

### Раздел 5. «Основные молекулярно-генетические процессы»

#### Репликация ДНК.

##### Теория.

Белки и ферменты участвующие в репликации ДНК. Репликация хромосомы E. Coli. Репликация хромосом у эукариот. Биосинтез ДНК на матрице РНК (обратная транскрипция).

##### Практика.

Составить, в ходе командной работы, интеллект-карту на тему «Репликация ДНК». Разобрать схему «Характеристика бактериальных геномов». Зарисовать схемы «Оперонная организация генов прокариот». «Репликация ДНК».

#### Генетическая рекомбинация.

##### Теория.

Понятия генетическая рекомбинация, общая рекомбинация и сайт-специфическая рекомбинация.

##### Практика.

Составить, в ходе командной работы, интеллект-карту на тему «Генетическая рекомбинация». Разобрать схему «Характеристика бактериальных

геномов». Зарисовать схемы «Оперонная организация генов прокариот» и «Генетическая рекомбинация».

### **Транскрипция у про- и эукариот.**

#### **Теория.**

Определение транскрипции. Особенности протекания транскрипции у про- и эукариот. Механизмы транскрипции у про- и эукариот. Регуляция транскрипции у про- и эукариот.

#### **Практика.**

Создать учебный модуль из карточек в программе Quizlet по теме «Транскрипция». Зарисовать схему транскрипции у про- и эукариот. Создать модель стадии компактизации молекулы ДНК в составе хроматина. Решение задач.

### **Процессинг.**

#### **Теория.**

Процессинг у прокариот. Процессинг тРНК, рРНК и мРНК у эукариот. Особенности протекания процессинга у про- и эукариот.

#### **Практика.**

Составить, в ходе командной работы, интеллект-карту на тему «Процессинг». Зарисовать схемы процессинга у про- и эукариот.

### **Практическая работа №1(10). Реакция обратной транскрипции.**

#### **Теория.**

Определение обратной транскрипции, стадии и ферменты ее катализирующие.

#### **Практика.**

Составить конспект, ознакомиться с методами реакции обратной транскрипции. В рабочий журнал оформите ход работы и выводы.

### **Биосинтез белка. Генетический код.**

#### **Теория.**

Процесс биосинтеза белка. Представление о генетическом коде и активации аминокислот. Строение и функции рибосом, этапы и регуляция трансляции.

#### **Практика.**

Составить, в ходе командной работы, интеллект-карту на тему «Биосинтез белка». Разобрать схему «Характеристика бактериальных геномов». Зарисовать схему «Оперонная организация генов прокариот».

Зарисовать схему биосинтеза белка, сделать ее модель.

Решение генетических задач.

### **Репарация ДНК.**

#### **Теория.**

Репарация ДНК. Репарация ошибок репликации ДНК. SOS и рекомбинантная репарация.

#### **Практика.**

Составить, в ходе командной работы, интеллект-карту на тему «Репарация ДНК». Разобрать схему «Характеристика бактериальных геномов». Зарисовать схему «Оперонная организация генов прокариот».

Зарисовать схемы репарации. Экскурсия в медико-генетическую лабораторию.

## **Раздел 6. Биоинженерия.**

### **Инженерная биология. История инженерной биологии, биотехнологии.**

#### **Теория.**

Инженерная биология, биотехнология. История развития инженерной биологии и биотехнологии.

#### **Практика.**

Обсуждение в группе на тему «Предстоящие открытия в области инженерной биологии и биотехнологии». Создать учебный модуль из карточек в программе Quizlet по теме «Биоинженерия».

### **Сравнение методов селекции, генетики, генетической инженерии.**

#### **Теория.**

Методы селекции, генетики и генетической инженерии.

#### **Практика.**

Создать учебный модуль из карточек в программе Quizlet по теме «Методы селекции, генетики, генетической инженерии». Составить сравнительную таблицу методов селекции, генетики и генетической инженерии. Решение задач.

### **Клонирование ДНК, эндонуклеазы рестрикции, плазмидная ДНК.**

#### **Теория.**

Механизмы клонирования ДНК, эндонуклеазы рестрикции. Строение и функциями плазмидной ДНК.

#### **Практика.**

Разобрать механизмы клонирования ДНК. Обсудить в группе проблемы клонирования.

### **Практическая работа №2(11) Клонирование фрагментов ДНК в клетках E. Coli.**

#### **Теория.**

Определение клонирования.

#### **Практика.**

Освоить приемы клонирования фрагментов ДНК. В рабочий журнал оформить ход работы и сделать выводы.

### **Генетически модифицированные организмы.**

#### **Теория.**

Свойства генетически модифицированных организмов. Перспективы ГМО.

#### **Практика.**

Создать учебный модуль из карточек в программе Quizlet по теме «Свойства генетически модифицированных организмов».

### **Практическая работа №3(12) Полимеразная цепная реакция «Определение ГМО в продуктах питания».**

#### **Теория.**

ГМО в продуктах питания.

#### **Практика.**

Определить в продуктах питания искусственно встроенные конструкции, характерные для ГМО методом ПЦР, который позволяет определить

регуляторные несвойственные для данного типа организма последовательности, например, участки ДНК вируса у растений. Экскурсия в агробиологическую лабораторию.

## **Раздел 7. Введение в биоинформатику**

### **Основы биоинформатики.**

#### **Теория.**

Основные понятия в области биоинформатики. История развития и перспективы современной биоинформатики.

#### **Практика.**

Сформулировать особенности современного биоинформатического анализа. Создать учебный модуль из карточек в программе Quizlet по теме «Основы биоинформатики».

### **Практическая работа №4 (13). Информационный поиск с использованием баз данных интернета.**

#### **Теория.**

Механизмы использования современной информационной сети Интернет. Поиск научных статей, работа с популярными научными сайтами и ресурсом NSBI.

#### **Практика.**

Использовать изученные приемы работы в информационной сети Интернет в ходе поиска литературы и систематизации полученной информации.

### **Выравнивание последовательностей.**

#### **Теория.**

Понятие выравнивания, оптимальное выравнивание, локальное выравнивание, псевдоглобальное выравнивание, функция штрафа. Основные алгоритмы сравнения последовательностей.

#### **Практика.**

Разобрать примеры выравниваний, выполнить сравнение подобных последовательностей.

### **Поиск гомологии в базах данных.**

**Теория:** Основные алгоритмы сканирования существующих БД нуклеотидных и белковых последовательностей, доступных on-line. Работа с весовыми РАМ-матрицами, алгоритмами BLAST-семейства сравнения последовательностей и FAST-семейством программ для поиска совпадений в БД.

#### **Практика.**

Оценить вероятность появления различных аминокислот в дифференцированном наборе белковых последовательностей.

### **Паттерны в нуклеотидных и аминокислотных последовательностях и их статистическая значимость.**

#### **Теория.**

Понятие «случайные» модели последовательности. Свойства распределения размера и количества длинных общих слов и паттернов между последовательностями и в последовательностях для случайных моделей.

#### **Практика.**

Выполнить задания на умение отличать значимые свойства от свойств, возникающих случайно.

### **Анализ с ферментами рестрикции.**

#### **Теория.**

Распределение длин фрагментов рестрикции. Порядок расположения фрагментов. Разрешение проблемы DDP.

#### **Практика.**

Составить библиотеку, применять алгоритм Пирсона для упорядочения сайтов рестрикции, картировать гены с помощью полиморфизма длин рестрикционных фрагментов.

### **Поиск консенсусов. Оценки статистической значимости.**

#### **Теория.**

Одна из наиболее сложных проблем распознавания образов в анализе последовательностей - поиском консенсусов.

#### **Практика.**

Составить консенсусные слова, консенсус-палиндромы в нескольких последовательностях. Осуществлять оценку статистической значимости.

**Применение методов биоинформатики для решения экспериментальных задач.**

#### **Теория.**

Разработка алгоритма для анализа сложности мутационного спектра и его зависимости от нуклеотидного контекста.

#### **Практика.**

Провести анализ сложности мутационного спектра хромосом. Решение задач.

### **Базы биоинформатических данных.**

#### **Теория.**

Сайты, содержащие биоинформатические данные.

#### **Практика.**

Обработать биоинформатические данные из электронных баз.

### **Раздел 8. Изменчивость материала наследственности.**

**Популяция и генофонд. Понятие биологического вида. Уровни организации живой материи. Ген. Генетический груз**

#### **Теория.**

Шесть критериев, характеризующих биологический вид. Структурно-функциональные уровни организации живой материи. Определение наследственности - свойства организмов передавать при размножении свои признаки и особенности развития потомству. Ген, генотип и генетического груз. Механизм наследования при межвидовой гибридизации.

#### **Практика.**

Создать учебный модуль из карточек в программе Quizlet по теме «изменчивость материала наследственности». Составить таблицу критериев биологического вида. Составить таблицу структурно-функциональных уровней организации

живой материи. Зарисовать схему реализации генетической информации от гена к фенотипу.

### **Мутационная изменчивость.**

#### **Теория.**

Понятие мутации. Типы мутаций.

#### **Практика.**

Провести обсуждение в группе на тему «Изменчивость организмов – основа для выведения новых пород животных, сортов растений и штаммов микроорганизмов».

### **Комбинативная изменчивость.**

#### **Теория.**

Понятия комбинативная (комбинационная) изменчивость, коррелятивная изменчивость, модификационная изменчивость.

#### **Практика.**

Провести сравнение мутационной и комбинативной изменчивостей.

### **Структурные мутации хромосом.**

#### **Теория.**

Понятия биологический мутаген, индуцированные мутации, фагоустойчивые мутанты, кольцевые хромосомы и изохромосомы.

#### **Практика.**

Дать характеристику типам структурных мутаций хромосом – транслокациям, инверсиям, делециям, дупликациям. Составить таблицу «Генные мутации, причины их возникновения».

### **Мутагены. Мутирование генов *in vivo***

#### **Теория.**

Молекулярный механизм и причины возникновения генных мутаций. Определение мутагенов. Основы селекции. Понятие мутантности генов. Гены-мутаторы.

#### **Практика.**

Разобрать подходы направленного предотвращения (выключения) экспрессии определенных генов в клетке. Выписать в тетрадь причины и факторы спонтанного мутагенеза. Решение задач.

### **Изменчивость митохондриальной ДНК.**

#### **Теория:**

Характеристика митохондриального генома. Полиморфизм ядерного и митохондриального генома. Поиск специфических маркеров материнских линий мтДНК для исследования вопросов о происхождении и дифференцировании популяций животных.

#### **Практика.**

Изучить использование полиморфных вариантов мтДНК, как базы для оценки роли цитоплазматического фактора в формировании продуктовых характеристик.

**Подведение итогов (рейтинг обучающихся). Презентация жизненных планов.**

## **Теория.**

Итоги рейтинга.

## **Практика.**

Составить жизненный план в соответствии с осознанными им самими собственными способностями, интересами и убеждениями

# **1. ФОРМЫ АТТЕСТАЦИИ И ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

## **3.1. Формы аттестации**

Оценка качества освоения программы осуществляется в форме текущего контроля успеваемости, промежуточной и итоговой аттестации слушателей.

**Текущий контроль успеваемости:** осуществляется в форме решения учебных задач, выполнения практических работ, составления учебных модулей из карточек в программе Quizlet и интеллект-карт.

**Промежуточная аттестация:** проводится на основании публичной защиты проекта. После успешного прохождения промежуточной аттестации обучающиеся переводятся на 2 год обучения.

**Итоговая аттестация:** реализация программы завершается итоговой аттестацией, которая проводится на основе принципов объективности и независимости оценки качества подготовки обучающихся, в форме подведения итога рейтинговой оценки за 1 и 2 модули обучения.

## **3.2. Фонд оценочных средств**

### **3.2.1. Перечень практических работ**

№ п/п	Наименование практической работы
<b>Первый год обучения</b>	
<b>Раздел 1. Общелабораторные методы исследования</b>	
1.	Приборы и оборудование для практикума по молекулярной биологии
2.	Микроскопия (микроскопические организмы)
<b>Раздел 2. Основы молекулярной биологии.</b>	
3.	Экстракция белков из животных и растительных тканей
4.	Хроматография. Гель-фильтрация
5.	Определение первичной структуры ДНК
6.	Анализ ДНК методом электрофореза в агарозном геле
7.	Выделение и фракционирование нуклеиновых кислот эукариот классическими методами
<b>Раздел 3. Полимеразная цепная реакция (ПЦР)</b>	
8.	Полимеразная цепная реакция «Равновесие в популяции»
9.	Полимеразная цепная реакция «Состав злаков в хлебной продукции»
<b>Второй год обучения</b>	
<b>Раздел 5. Основные молекулярно-генетические процессы</b>	
10.	Реакция обратной транскрипции
<b>Раздел 6. Биоинженерия</b>	
11.	Клонирование фрагментов ДНК в клетках E. Coli
12.	Определение ГМО в продуктах питания
<b>Раздел 7. Введение в биоинформатику</b>	

### **3.2.2. Темы учебных модулей из карточек в программе Quizlet по темам:**

- Методы молекулярной биологии
- Структурная организация белка
- Виды РНК
- Транскрипция
- Биоинженерия
- Методы селекции, генетики, генетической инженерии
- Свойства ГМО
- Основы биоинформатики
- Изменчивость материала наследственности

### **3.2.3. Интеллект-карты по темам:**

- Белки. Строение и функции
- Нуклеиновые кислоты
- Структура генома вирусов и фагов
- Структура генома эукариот и прокариот
- Репликация ДНК
- Генетическая рекомбинация
- Процессинг
- Биосинтез белка
- Репарация ДНК
- Генетическая инженерия

### **3.2.4. Примерные темы проектов:**

- Определение полиморфизма гена ACE.
- Определение злаков в хлебной продукции.
- Определение пола человека.
- Определение гена метаболизма кофеина.
- Определение ГМО в продуктах питания.
- Клонирование фрагментов ДНК в клетках E. Coli.
- Изучение содержания аскорбиновой кислоты (витамин С) в северных ягодах (брусника, клюква, черника).
- Изучение эффективности метода гель-фильтрации при очистке раствора белков от солей.
- Исследование содержания кофеина в напитках (растворимый кофе, кока-кола, зеленый и черный чай).
- Исследование содержания лизоцима - защитного белка слизистых оболочек человека методом триптического анализа.
- Исследование плодов клюквы и брусники на наличие природных консервантов методом ВЭЖХ.
- Анализ лекарственных растений (лист малины, брусники, багульника) на наличие салицилатов.

- Экстракция хлорофиллов из листьев растений и определение их содержания в экстракте хлорофиллов а и b.
- Исследование ферментативной активности при биотехнологическом процессе методом тонкослойной хроматографии (ТСХ).
- Сравнительный анализ содержания пигментов у растений.

### 3.2.5. Рейтинговая оценка:

Баллы рейтинговой оценки начисляются за все виды учебной деятельности обучающегося:

№ п/п	Вид учебной деятельности	Критерий	Количество баллов
1.	Решение учебных задач на практических занятиях	Правильно решенная задача	3
2.	Выполнение практической работы	Оформленная работа	5
3.	Выполнение учебно-исследовательского проекта (индивидуального или группового)	Презентация (индивидуального или группового) проекта	50

### Критерии оценивания итогового проекта

<i>Рекомендуемые к оцениванию составляющие</i>	<i>Критерии для оценивания</i>	<i>Баллы</i>
Постановка проблемы и ее обоснованность	<ul style="list-style-type: none"> <li>• актуальность темы исследования;</li> <li>• постановка и обоснованность проблемы исследования;</li> <li>• корректность постановки целей и задач, их соответствие заявленной теме и содержанию работы.</li> </ul>	10
Проработка проектного задания	<ul style="list-style-type: none"> <li>• достоверность используемых источников информации;</li> <li>• полнота представленных данных для решения поставленных задач;</li> <li>• участие всех членов команды в работе над проектным заданием</li> </ul>	10
Результат выполнения исследовательского проекта	<ul style="list-style-type: none"> <li>• достоверность полученных результатов;</li> <li>• самостоятельность, обоснованность и логичность выводов;</li> <li>• полнота решения поставленных задач;</li> <li>• грамотность и логичность письменного изложения</li> </ul>	15
Презентация результатов работы над проектным заданием	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ясность, логичность изложения результатов работы над проектом;</li> <li>• наглядность и структурированность материала презентации;</li> <li>• умение корректно отвечать на вопросы, использовать профессиональную лексику и понятийный аппарат;</li> </ul>	15

	• участие всех членов команды в защите проектного задания	
Всего:		50

### **Критерии оценивания решения задач**

Генетические задачи имеют четкую структуру ответа и оцениваются максимально в 3 балла при наличии трех элементов.

При решении генетических задач наличие схемы скрещивания обязательно. В ней должны быть указаны генотипы родителей, гаметы, генотипы и фенотипы потомства. Должен быть представлен ход решения задачи, без которого невозможно получить правильные элементы ответа.

Если в ответе правильно дан первый элемент, комментарии отсутствуют, схема решения задачи приведена неполно – такой ответ оценивается в 1 балл. Если в ответе правильно дан первый элемент, допущены ошибки – такой ответ оценивается в 0 баллов.

Если в ответе правильно даны два элемента, верно составлена схема решения – такой ответ оценивается в 2 балла.

Количество решенных задач определяется методическими указаниями.

### **Критерии оценивания выполнения практических работ**

Работа выполнена в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности. Обучающийся работал полностью самостоятельно, без замечаний. Работа оформлена аккуратно - 5б.

Работа выполнена правильно с учетом 2-3 несущественных ошибок исправленных самостоятельно по требованию преподавателя. Работа оформлена аккуратно - 4б.

Работа выполнена правильно не менее чем на половину или допущена существенная ошибка. Допущены неточности и небрежность в оформлении результатов работы- 3б.

Допущены две (и более) существенные ошибки в ходе работы, которые обучающиеся не может исправить даже по требованию преподавателя или работа не выполнена. Обнаружено плохое знание теоретического материала и отсутствие необходимых умений – 0б.

### **3.2.6. Примерные варианты задач.**

#### **Раздел 1. Общелабораторные методы исследования.**

**Задания по теме «Приготовление растворов».**

##### **Вариант 1.**

1. Какова нормальная (эквивалентная) концентрация 16 % (по массе) раствора соляной кислоты плотностью 1,079 г/мл?
2. На нейтрализацию 20 мл щелочи неизвестной концентрации израсходовано 25 мл 0,1 н. раствора фосфорной кислоты. Вычислите нормальную, молярную концентрации и титр раствора щелочи NaOH.
3. Какой объем газообразного сероводорода H<sub>2</sub>S (н. у.) надо растворить в 250 г воды для получения 1,5 % раствора H<sub>2</sub>S?

##### **Вариант 2.**

1. Рассчитайте массовую долю безводного сульфата железа (III) в растворе, полученном растворением 62 г кристаллогидрата  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$  в 138 г воды.
2. Какой объем 6 % (по массе) раствора едкого натра NaOH плотностью 1,069 г/мл потребуется для приготовления 100 мл 3 % (по массе) раствора?
3. Вычислите массовую долю, молярную и моляльную концентрации раствора гидроксида калия KOH с плотностью 1,065 г/мл.

#### Вариант 3.

1. Рассчитайте молярную концентрацию 3 н. раствора  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  в реакции получения гидроксида свинца.
2. Какой объем 0,2 н. раствора азотной кислоты  $\text{HNO}_3$  нужно добавить к 0,2 л 0,3 н раствора  $\text{HNO}_3$ , чтобы получить 0,25 н. раствор?
3. Смешали 3 л 60 % (по массе) раствора  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ( $\rho = 1,503$  г/мл) и 1,5 л 16 % (по массе) раствора той же кислоты ( $\rho = 1,113$  г/мл). Вычислите массовую долю растворенного вещества в полученном растворе.

#### Вариант 4.

1. Какую массу  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  следует добавить к 300 г 7 % (по массе) раствора той же соли для получения 10 % (по массе) раствора?
2. В 200 г раствора содержится 15 г  $\text{K}_2\text{CO}_3$  ( $\rho = 1,2$  г/мл). Определите массовую долю, титр раствора, молярную и нормальную концентрации.
3. Какой объем воды следует прибавить к 250 мл 12 % (по массе) раствора NaOH ( $\rho = 1,137$  г/мл) для получения 5 % (по массе) раствора?

#### Вариант 5.

1. Вычислите молярность и нормальность 22 % (по массе) раствора NaCl ( $\rho = 1,17$  г/мл).
2. В 1020 г воды растворили 60 г сероводорода  $\text{H}_2\text{S}$ . Вычислите все известные виды концентраций полученного раствора, если плотность этого раствора  $\rho = 1,0$  г/мл.
3. Какой объем 6,0 М раствора соляной кислоты надо взять для приготовления 25 мл 2,5 н. раствора HCl?

## Раздел 2. Основы молекулярной биологии.

### Необходимые пояснения:

- Один шаг — это полный виток спирали ДНК—поворот на  $360^\circ$
- Один шаг составляют 10 пар нуклеотидов
- Длина одного шага – 3,4 нм
- Расстояние между двумя нуклеотидами – 0,34 нм
- Молекулярная масса одного нуклеотида – 345 г/моль
- Молекулярная масса одной аминокислоты – 120 г/мол
- В молекуле ДНК:  $\text{A}+\text{Г}=\text{T}+\text{Ц}$  (Правило Чаргаффа:  $\sum(\text{A}) = \sum(\text{T})$ ,  $\sum(\text{Г}) = \sum(\text{Ц})$ ,  $\sum(\text{A}+\text{Г}) = \sum(\text{T}+\text{Ц})$ )
- Комплементарность нуклеотидов:  $\text{A}=\text{T}$ ;  $\text{Г}=\text{Ц}$
- Цепи ДНК удерживаются водородными связями, которые образуются между комплементарными азотистыми основаниями: аденин с тиминном соединяются 2 водородными связями, а гуанин с цитозином тремя.
- В среднем один белок содержит 400 аминокислот;

### Вычисление молекулярной массы белка:

$$M_{\min} = \frac{a}{b} \times 100\%,$$

где

$M_{\min}$  — минимальная молекулярная масса белка,  
 а — атомная или молекулярная масса компонента,  
 в — процентное содержание компонента.

Задача № 1. Одна из цепочек ДНК имеет последовательность нуклеотидов: АГТ АЦЦ ГАТ АЦТ ЦГА ТТТ АЦГ ... Какую последовательность нуклеотидов имеет вторая цепочка ДНК той же молекулы. Для наглядности можно использовать магнитную "азбуку" ДНК.

Задача № 2. Последовательность нуклеотидов в начале гена, хранящего информацию о белке инсулине, начинается так: ААА ЦАЦ ЦТГ ЦТТ ГТА ГАЦ. Напишите последовательности аминокислот, которой начинается цепь инсулина.

Задача № 3. Большая из двух цепей белка инсулина имеет (так называемая цепь В) начинается со следующих аминокислот: фенилаланин-валин-аспарагин-глутаминовая кислота-гистидин-лейцин. Напишите последовательность нуклеотидов в начале участка молекулы ДНК, хранящего информацию об этом белке.

Задача № 4. Участок гена имеет следующее строение, состоящее из последовательности нуклеотидов: ЦГГ ЦГЦ ТЦА ААА ТЦГ ... Укажите строение соответствующего участка белка, информация о котором содержится в данном гене. Как отразится на строении белка удаление из гена четвертого нуклеотида?

Задача № 5. Вирусом табачной мозаики (РНК-содержащий вирус) синтезируется участок белка с аминокислотной последовательностью: Ала – Тре – Сер – Глу – Мет-. Под действием азотистой кислоты (мутагенный фактор) цитозин в результате дезаминирования превращается в урацил. Какое строение будет иметь участок белка вируса табачной мозаики, если все цитидиловые нуклеотиды подвергнутся указанному химическому превращению?

## **Раздел 5. Основные молекулярно-генетические процессы**

### **«Генетический код и его свойства. Репликация ДНК. Транскрипция».**

Задача 1. Представлена последовательность оснований матричной цепи ДНК: 5'-TACGCCTTCGCCTTCGCC-3'. Закодированный полипептид состоит из 6 аминокислотных остатков. При гидролизе этого пептида, получается смесь трех аминокислот, которая содержит: аминокислота М (1 часть), аминокислота К (2 части), аминокислота А (3 части). Запишите последовательность аминокислот в пептиде

Задача 2. Представлена последовательность оснований матричной цепи ДНК: 5'-TGGGCTGTTGAAGTTGAAGTT-3'. Закодированный полипептид состоит из 7 аминокислотных остатков. При гидролизе этого пептида, получается смесь 4 аминокислот, которая содержит: аминокислота Q (3 части), аминокислота L (2 части), аминокислота R (1 часть), аминокислота Т (1 часть). Запишите последовательность аминокислот в пептиде.

Задача 3. В каком направлении происходит синтез ДНК, катализируемый ДНК-полимеразой и обратной транскриптазой? Выберите все подходящие ответы из списка

Задача 4. Исследователь пытался получить комплементарную ДНК, кодирующую целевой белок. Он выделил и размножил образец мРНК. В конце эксперимента студент получил молекулы, содержащие только рибонуклеотиды. Выберите правильные тезисы

Задача 5. База данных NCBI содержит несколько последовательностей, соответствующих гену ACE2 человека (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/gene/59272>). Используя последовательности NM\_021804.3 и NP\_068576.1, найдите информацию о мРНК и белковом продукте гена ACE2.

## **Раздел 6. Биотехнология**

### **«Методы генной инженерии»**

Задача 1. Ферменты метаболизма ДНК используют в генетической инженерии для получения двуцепочечных молекул ДНК из одноцепочечных, а также для синтеза ДНК на матрице РНК. Выберите наиболее корректные варианты пропущенных фраз в тексте.

Задача 2. В результате разрезания плазмиды pBR322 (длина 4361 п.н.) рестриктазой AccBSII образовались два фрагмента длиной 2560 п.н. и 1801 п.н. Определите массу фрагмента длиной 1801 п.н., если известно, что масса исходной плазмиды составляла 1000 нг.

Задача 3. Плазида pBluescript содержит 2961 пар оснований. Эндонуклеаза рестрикции узнает сайт NaeIII распознает сайт GGCC. Предположим, что нуклеотиды в плазмиде распределены случайно, количество А=Т=Ц=Г. Сколько сайтов рестрикции в данной плазмиде могла бы иметь данная рестриктаза? Введите число предполагаемых сайтов рестрикции.

Задача 4. Плазмида содержит 4000 пар оснований. Эндонуклеаза рестрикции узнает сайт HaeIII распознает сайт GGCC. Предположим, что нуклеотиды в плазмиде распределены случайно, количество A=T=Ц=Г. Сколько сайтов рестрикции в данной плазмиде могла бы иметь данная рестриктаза? Введите число предполагаемых сайтов рестрикции.

Задача 5. Плазмида содержит 3000 пар оснований. Эндонуклеаза рестрикции узнает сайт HaeIII распознает сайт GGCC. Предположим, что нуклеотиды в плазмиде распределены случайно, количество A=T=Ц=Г. Сколько сайтов рестрикции в данной плазмиде теоретически имеет данная рестриктаза?

### **«Генетически модифицированные организмы, трансформация бактерий»**

Задача 1. Исследователь пытался экспрессировать ген в бактериальной клетке. Для этого кДНК гена была клонирована в плазмиду. Клетки бактерий были трансформированы полученной плазмидой. Вечером исследователь понял, что забыл добавить на чашку Петри, куда были помещены трансформированные бактерии, антибиотик. Что увидит исследователь в чашке Петри на следующий день?

Задача 2. После трансформации компетентных клеток в таком случае используют среду, содержащую соединение X-gal. Трансформированные клетки, содержащие плазмиду со вставкой и без вставки, отличаются по цвету. Выберите правильные суждения.

Задача 3. После трансформации компетентных клеток в таком случае используют среду, содержащую соединение X-gal. Трансформированные клетки, содержащие плазмиду со вставкой и без вставки, отличаются по цвету. Выберите правильные суждения.

Задача 4. «Редактирование генома CRISPR/Cas9, РНК-интерференция»

Дан текст, который посвящен использованию метода редактирования генома CRISPR-Cas9. Выберите корректные по смыслу варианты из выпадающего списка. В некоторых местах возможно несколько правильных вариантов, выберите любой из них.

Представлена кодирующая цепь: 5'- GTCGCCAGCCGAGCCACATCGCTCAGACA CCATGGGAAGTGA-3' Выберите корректные последовательности PAM

Представлена кодирующая цепь: 5'- AAGTTGTCTGATTTTAAAACACTGATGCA GCTGGCCTCA-3' Выберите корректные последовательности PAM.

Сопоставьте значения из списка с нумерацией на картинке. Система редактирования генома включает следующие белково-нуклеиновые компоненты:

- фермент Cas9;
- направляющая РНК (sgRNA) — синтетический олигонуклеотид, который содержит два участка, в природе представленные в виде двух молекул: crRNA и tracrRNA;
- мотив протоспейсера (PAM).

Заполните пропуски. Зачем нужно получать новые белки-гомологи инструментов геномного редактирования?

## **Раздел 7. Введение в биоинформатику.**

### **«Решение биоинформатических задач»**

Решение Биоинформатических задач по теме «Секвенирование по Сэнгеру»

Задача 1. Определите последовательность нуклеотидов и с помощью сервиса Blast определите, какому гену она принадлежит.

Задача 2. Используя программу для анализа результатов секвенирования, определите ген человека, последовательность которого была амплифицирована при помощи ПЦР и далее в реакции Сэнгера Ссылка для скачивания файла с секвенограммой - [https://yadi.sk/d/5L7HCaMMYD\\_YbQ](https://yadi.sk/d/5L7HCaMMYD_YbQ)

Задача 3. Используя программу для анализа результатов секвенирования, определите ген человека, последовательность которого была амплифицирована при помощи ПЦР и далее в реакции Сэнгера Ссылка для скачивания файла с секвенограммой - <https://yadi.sk/d/9kOZjICH52zVKw>

Задача 4. Используя программу для анализа результатов секвенирования, определите ген человека, последовательность которого была амплифицирована при помощи ПЦР и далее в

реакции Сэнгера. Ссылка для скачивания файла с секвенограммой с Яндекс-диска <https://yadi.sk/d/9kOZjICHs2zVKw>

Задача 5. Используя программу UGENE проведите сборку контига двух продуктов секвенирования. Ответ представьте в виде числа, соответствующего длине контига. Ссылка для скачивания файла с секвенограммой <https://yadi.sk/d/zZ0gnpHP3uos7g>

## **Раздел 8. Изменчивость материала наследственности «Мутагенез»**

Задача 1. Чтобы получить мутантный белок Cas9 аспирант взял плазмиду pVIP1 (карта плазмиды pVIP1.gb) с фрагментом гена Cas9 и высокоточную ДНК-полимеразу Q5 (NEB <https://international.neb.com/products/m0491-q5-high-fidelity-dnapolymerase#Product%20Information>) для сайтнаправленного мутагенеза.

Задача 2. После ПЦР с праймерами, содержащими тринуклеотидную замену, лигирования и трансформации клеток *E. coli* были получены плазмиды с пяти разных колоний (pVIP1\_\*). Проведите множественное выравнивание секвенограмм (файлы \*.ab1). Какую аминокислотную замену хотел произвести аспирант? Папка с файлами, необходимыми для решения задачи - [https://yadi.sk/d/8wWYNff2j5\\_1-g](https://yadi.sk/d/8wWYNff2j5_1-g)

Задача 3. Охарактеризуйте каждую из плазмид, полученных на предыдущем этапе, на наличие мутаций.