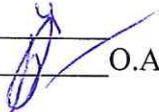


Министерство образования и науки Мурманской области  
Государственное автономное негосударственное  
Образовательное учреждение Мурманской области  
«Центр образования «Лапландия»  
(ГАОУ МО «ЦО «Лапландия»)

ПРИНЯТА  
методическим советом  
Протокол  
от 02.10.24 №  
Председатель  О.А. Бережняк

УТВЕРЖДЕНА  
приказом ГАОУ МО «ЦО «Лапландия»  
от 02.10.24 № 1078  
Директор  С. В. Кулаков



ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА  
ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ  
«Современная генетика в учебно-исследовательской деятельности учащихся»

Разработчики:

Икко Н.В., к.б.н., заведующий сектором  
Митина Е.Г., д.п.н., профессор кафедры биологии  
и биоресурсов ФГАОУ ВО «МАУ»

Мурманск  
2024

Министерство образования и науки Мурманской области  
Государственное автономное нетиповое  
Образовательное учреждение Мурманской области  
«Центр образования «Лапландия»  
(ГАНОУ МО «ЦО «Лапландия»)

ПРИНЯТА  
методическим советом  
Протокол  
от \_\_\_\_\_ № \_\_\_\_\_  
Председатель \_\_\_\_\_ О.А. Бережняк

УТВЕРЖДЕНА  
приказом ГАНОУ МО «ЦО «Лапландия»  
от \_\_\_\_\_ № \_\_\_\_\_  
Директор \_\_\_\_\_ С. В. Кулаков

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА  
ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ  
«Современная генетика в учебно-исследовательской деятельности учащихся»

Разработчики:

Икко Н.В., к.б.н., заведующий сектором  
Митина Е.Г., д.п.н., профессор кафедры биологии  
и биоресурсов ФГАОУ ВО «МАУ»

Мурманск  
2024

## I. Общая характеристика программы

### 1.1. Нормативно-правовая база разработки и реализации программы

- Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» в действующей редакции.
- Приказ Минобрнауки России от 01.07.2013 № 499 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам».
- Письмо Минобрнауки России от 30.03.2015 № АК-821/06 «О направлении методических рекомендаций по итоговой аттестации слушателей».
- Письмо Минобрнауки России от 21.04.2015 № ВК-1014/06 «О направлении методических рекомендаций по реализации дополнительных профессиональных программ с использованием дистанционных образовательных технологий, электронного обучения и в сетевой форме».
- Приказ Минтруда и социальной защиты от 22 сентября 2021 года N 652н «Об утверждении профессионального стандарта «Педагог дополнительного образования детей и взрослых»
- Локальные акты ГАНОУ МО «ЦО «Лапландия».

### 1.2. Цель программы

Повышение профессионального уровня в рамках имеющейся квалификации (получение новых компетенций) у слушателей в области преподавания дисциплин естественнонаучного профиля.

### 1.3. Планируемые результаты обучения

В результате обучения по программе «Современная генетика в учебно-исследовательской деятельности учащихся» слушатели должны освоить следующие компетенции:

ПК	Способность использовать современные методы и технологии обучения
ПК	Способность руководить учебно-исследовательской деятельностью обучающихся в области естествознания
ПК	Способность применять в образовательном процессе современные естественнонаучные методы
ПК	Способность разрабатывать мероприятия по модернизации оснащения учебного помещения, формировать его предметно-пространственную среду, обеспечивающую освоение образовательной программы

**1.4. Категория слушателей:** педагоги дополнительного и общего образования, реализующие дополнительные общеобразовательные программы естественнонаучной направленности.

**1.5. Форма реализации программы:** очно-заочная с применением дистанционных технологий

**1.6. Срок освоения:** 72 часа

**1.7. Виды учебных занятий:** лекции, лабораторные и практические занятия, консультации.

**1.8. Форма итоговой аттестации:** итоговое тестирование.

## II. Содержание программы

## 2.1. Учебный план дополнительной профессиональной программы повышения квалификации

№ п/п	Наименование модулей	Всего часов трудоемкости	Всего, ауд. часов	в том числе		Дистанционные занятия	Самостоятельная работа	Форма контроля
				Лекции	Практические занятия			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Социокультурное значение генетической информации. Генетика и этика.	4	4	4	-	-	-	Фронтальная (устный опрос)
2.	Структура генома. Геномика и другие омиксные технологии. Биоинформатика.	10	6	4	2	2	2	Групповая (практическая проверка)
3.	Методы исследования нуклеиновых кислот	18	18	10	8	-	-	Групповая (практическая проверка)
4.	Генная инженерия и редактирование геномов	12	8	4	4	2	2	Групповая (практическая проверка)
5.	Учебно-исследовательская деятельность школьников в области генетики	14	12	2	10	2	-	Групповая (практическая проверка)
6.	Олимпиады и конкурсы в области генетики	8	6	2	4	2	-	Групповая (практическая проверка)
7.	Итоговая аттестация	6	-	-	-	-	6	Тестирование
<b>ИТОГО</b>		<b>72</b>	<b>54</b>	<b>26</b>	<b>28</b>	<b>8</b>	<b>10</b>	<b>-</b>

## 2.2. Содержание рабочих программ модулей

### Тема 1. Социокультурное значение генетической информации. Генетика и этика. (4ч.)

#### Теория (4 ч.)

Социальные условия развития генетической практики. Медицинская генетика как разновидность медицинской помощи. Моральные проблемы методов медико-генетического консультирования. Риски генно-терапевтических процедур.

Этические проблемы развития геномики. Этические принципы исследования генома человека. Патентование генов.

Потребительская генетика. Этические аспекты генетической паспортизации.

Биобанкинг. Социально-гуманитарная экспертиза биобанкинга. Проблемы биоидентификации.

### Тема 2. Структура генома. Геномика и другие омиксные технологии. Биоинформатика. (8 часов)

#### Теория (4 ч.)

Центральная догма молекулярной биологии. Структура гена: промоторы, терминаторы, сплайсинг; кодирующие и некодирующие участки генома. Понятие генома. Геномика – наука о геномах живых организмов. Структура генома: хромосомы, упаковка ДНК, регуляторные элементы. Транскриптомика, протеомика, метаболомика. Омиксные данные. Биоинформатика.

#### Практика (4 ч.)

Работа с генетическими базами данных (NCBI, UniProt).

Дистанционно: Решение биоинформатических задач.

### **Тема 3. Методы исследования нуклеиновых кислот (18 ч.)**

#### **Теория (8 ч.)**

Методы экстракции нуклеиновых кислот из биологических образцов. Спектрофотометрический анализ нуклеиновых кислот.

Полимеразная цепная реакция: история открытия, классификация, использование ПЦР в молекулярной биологии, диагностике. Электрофоретический анализ нуклеиновых кислот.

Секвенирование нуклеиновых кислот.

#### **Практика (10 ч.)**

Лабораторные работы: Выделение ДНК. Спектрофотометрический анализ ДНК. Проведение полимеразной цепной реакции. Электрофоретический анализ ДНК.

Практические работы: Решение биоинформатических задач по теме «Секвенирование по Сэнгеру».

### **Тема 4. Генная инженерия и редактирование геномов (10 ч.)**

#### **Теория (4 ч.)**

Технология рекомбинантной ДНК и генная инженерия. Ферменты генной инженерии. Клонирование ДНК, векторы для клонирования. Генетическая трансформация. Редактирование генома CRISPR/Cas9, РНК-интерференция.

#### **Практика (6 ч.)**

Лабораторная работа: Рестрикционный анализ ДНК.

Практические работы: Решение биоинформатических задач по теме «Рестрикционный анализ плазмид».

Дистанционно: Создание генетической конструкции *in silico*.

### **Тема 5. Учебно-исследовательская деятельность школьников в области генетики (16 ч.)**

#### **Теория (2 ч.)**

Нормы исследовательской деятельности. Организация исследовательской деятельности учащихся.

#### **Практика (14 ч.)**

Практические работы: Поиск информации для научного исследования. Оформление библиографических ссылок и списка литературы. Формулировка цели, задач и гипотезы исследования.

Лабораторные работы: Наследование признаков, сцепленных с полом (наследование рецессивного, сцепленного с полом признака *white* у *Drosophila melanogaster*). Определение полового хроматина человека. Изучение политенных хромосом у двукрылых насекомых. Изучение полиморфизма популяций.

Дистанционно: обзор тематики исследовательских работ школьников по генетике.

### **Тема 6. Олимпиады и конкурсы в области генетики (10 ч.)**

#### **Теория (2 ч.)**

Обзор олимпиад и конкурсов по генетике для школьников.

#### **Практика (8 ч.)**

Разбор примеров олимпиадных заданий по генетике.

Дистанционно: решение биоинформатических задач, работа с базами генетических данных.

### **Тема 7. Итоговая аттестация (6 ч.)**

Заочно: Итоговое тестирование.

**Организационно-педагогические условия реализации программы  
Календарный учебный график  
Очное обучение**

№ п/п	Тема	Часов			Дата	Место проведения
		Всего	ЛК	ПР		
1 сессия						
1.	Социокультурное значение генетической информации. Генетика и этика.	4	4	-	03.03.25	208 ауд.
2.	Структура гена. Структура генома	2	2	-	03.03.25	120 ауд.
3.	Геномика и другие омиксные технологии. Биоинформатика.	2	2		04.03.25	120 ауд.
4.	Работа с генетическими базами данных	2		2	04.03.25	120 ауд.
5.	Методы выделения ДНК	2	2		04.03.25	120 ауд.
6.	Выделение ДНК разными методами	4		4	05.03.25	120 ауд.
7.	Электрофоретический и спектрофотометрический методы анализа ДНК	2	2		05.03.25	120 ауд.
8.	Полимеразная цепная реакция (ПЦР).	2	2		06.03.25	120 ауд.
9.	Секвенирование ДНК	2	2		06.03.25	120 ауд.
10.	Постановка ПЦР	2		2	06.03.25	120 ауд.
11.	Электрофорез ДНК	2		2	07.03.25	120 ауд.
12.	Решение биоинформатических задач по теме «Секвенирование по Сэнгеру»	2		2	07.03.25	120 ауд.
13.	Генная инженерия	2	2		07.03.25	120 ауд.
14.	Работа с генетическими базами данных	2		2	12.03.25	дистанционно
15.	Создание генетической конструкции in silico	2		2	19.03.25	дистанционно
2 сессия						
16.	Решение биоинформатических задач на рестрикционный анализ	2		2	24.03.25	120 ауд.
17.	Рестрикционный анализ	2		2	24.03.25	120 ауд.
18.	Редактирование геномов	2	2		24.03.25	120 ауд.
19.	Поиск информации для научного исследования. Оформление библиографических ссылок и списка литературы	2		2	25.03.25	120 ауд.

20.	Формулировка цели, задач и гипотезы исследования	2		2	25.03.25	120 ауд.
21.	Организация исследовательской деятельности учащихся	2	2		25.03.25	120 ауд.
22.	Наследование признаков, сцепленных с полом (наследование рецессивного, сцепленного с полом признака white у <i>Drosophila melanogaster</i> )	2		2	26.03.25	120 ауд.
23.	Определение полового хроматина человека. Изучение политенных хромосом у двукрылых насекомых.	2		2	26.03.25	120 ауд.
24.	Исследование полиморфизма популяций	2		2	26.03.25	120 ауд.
25.	Обзор олимпиад и конкурсов по генетике для школьников	2	2		27.03.25	120 ауд.
26.	Разбор примеров олимпиадных заданий по генетике	4		4	27.03.25	120 ауд.
27.	Обзор тематики исследовательских работ школьников по генетике	2		2	28.03.25	дистанционно
28.	Решение биоинформатических задач, работа с базами генетических данных	2		2	28.03.25	дистанционно
	<b>Итого</b>	<b>62</b>	<b>24</b>	<b>38</b>		

#### Заочное обучение

№ п/п	Тема	Часов			Дата	Место проведения
		Всего	ЛК	ПП		
1.	Самостоятельная работа с базами данных	4		4	15.03.2025	Самостоятельная работа
2.	Подготовка к итоговому тестированию	4		4	22.03.2025	Самостоятельная работа
3.	Итоговое тестирование	2		2	28.03.2025	
	<b>Итого</b>	<b>10</b>		<b>10</b>		

#### Условия реализации программы

- Материально-техническое обеспечение

Для проведения лекций, практических занятий предусмотрен кабинет, оснащенный компьютерной техникой, не менее 1 ПК на 2 слушателя, проектором, экраном, магнитно-маркерной доской, магнитно-маркерным флип-чартом.

Лабораторные занятия проводятся в учебной лаборатории, предназначенной для подготовки и проведения микробиологических исследований. Оборудование и техника работ в учебной лаборатории должны соответствовать требованиям, предъявляемым к производственным и другим лабораториям соответствующего профиля.

В состав учебной лаборатории входят: комната для исследований-занятий; автоклавная (стерилизационная); моечная, оборудованная для мытья посуды; препараторская, где проводят подготовку лабораторной посуды и хранят питательные среды; материальная комната – для хранения запасов реактивов, посуды, аппаратуры, приборов, хозяйственного инвентаря. Для

проведения посевов, стерильной разливки сред и других работ с соблюдением правил асептики в помещении для исследований установлен бокс-ламинар.

Для проведения практических занятий необходим свободный доступ к сети «Интернет» и следующее программное обеспечение:

- программа UGENE (ссылка для скачивания <http://ugene.net/download.html>);
- программа PyMOL 3.0 (ссылка для скачивания [PyMOL | pymol.org](http://pymol.org));
- онлайн приложение «CCTop - CRISPR/Cas9 target online predictor» - URL: [CCTop - CRISPR/Cas9 target online predictor \(uni-heidelberg.de\)](http://CCTop-CRISPR/Cas9-target-online-predictor.uni-heidelberg.de);
- онлайн приложение «RNAfold web server» - URL: <http://rna.tbi.univie.ac.at/cgi-bin/RNAWebSuite/RNAfold.cgi>

**- специальное оборудование:**

1. Баня-термостат водяная WB-4MS
2. Термостат «ТС-1/80 СПУ»
3. Микроволновая печь
4. Шейкер-инкубатор «BioSan ES-20/60»
5. Лабораторные весы
6. Аналитические весы «"A & D" HR-100AZG»
7. Прибор вакуумного фильтрования ПВФ-47
8. Спектрофотометр
9. Автоматические пипетки и наконечники для них
10. Штативы-подставки для автоматических пипеток
11. Химическая посуда
12. Штативы для пробирок
13. Химические реактивы

### **Форма аттестации**

Аттестация предполагает написание эссе и его итоговую защиту, а также прохождение итогового тестирования по всем темам.

#### **Критерии оценки эссе**

1. Соответствие содержания эссе заявленной теме.
2. Полнота раскрытия темы.
3. Наличие в работе позиции ее автора.
4. Аргументированность выдвинутого тезиса работы.
5. Четкость и логичность изложения.
6. Обоснованность выводов.
7. Грамотное оформление.

#### **Критерии оценки тестирования**

Менее 60% правильно выполненных заданий – незачтено

Более 61-100% правильно выполненных заданий - зачтено

#### **Список использованной литературы: (для педагога)**

1. Великов В.А. Молекулярная биология. Практическое руководство: Учеб. пособие для студ. биол. фак. и фак. нано- и биомед. технол., обуч-ся по напр. «Биология (020400)», «Биология-пед (050100)», «Биотехнические системы и технологии (200100)», «Медицинская физика (011200)» и по спец. «Биоинженерия и биоинформатика (020501)». – Саратов: Издательство «Саратовский источник», 2013. – 84 с.
2. Генетические экскурсии на Белом море: Учебно-методическое пособие [текст] / Под редакцией С.А. Кожина – СПб: Издательство Н-Л, ООО, 2006. – 138 с.
3. Гончаренко Г. Г. Основы генетической инженерии. Методическое пособие /Отв.ред. Л.В. Хотылева.– Гомель: УО «ГГУ им. Ф.Скорины», 2003. – 118 с.

4. Гребенкина, Н.А., Андреюк Д.А. Генная инженерия. – М.: Фонд новых форм развития образования. – 2018. – 148 с.
5. Джеральд М. Фаллер, Деннис Шилдс . Молекулярная биология клетки – М.: Бином, 2011 – 256 с.
6. Каюмов, А.Р. Молекулярный анализ генома. Учебно-методическое пособие /А.Р. Каюмов – Казань: Казань, КФУ, 2016. – 60 с.
7. Кони́чев, А.С. Молекулярная биология [Текст]: учебник для студентов учреждений высшего педагогического профессионального образования, обучающихся по профилю "Биология" / Кони́чев А. С., Севастьянова Г. А. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Академия, 2012. – 399 с.
8. Кузнецов И. Н. Научное исследование: методика проведения и оформление. — М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К», 2004.
9. Руководство к практическим занятиям по генетике: Учебно-методическое пособие/ Авторы-составители Н.В. Быстракова, О.А. Ермаков, С.В. Титов – Пенза, 2011. – 69 с.

### Список литературы для слушателя

1. Артамонова И., Гоглева А. CRISPR-системы: иммунизация прокариот /Биомолекула - <https://biomolecula.ru/articles/crispr-sistemy-immunizatsiia-prokariot>.
2. Биоинформатика: виртуальный эксперимент в шаге от реальности / Наука и жизнь – 2004. - № 11. – URL: <https://www.nkj.ru/archive/articles/310/>
3. Биохимия : учебник / под ред. Е. С. Северина. - 5-е изд., испр. и доп. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2015. – 768 с.
4. Бисерова Н.М. Методы визуализации биологических ультраструктур. – М.: Издательство «КМК», 2013 – 104 с.
5. Гельфанд М.С. Что может биоинформатика / Химия и жизнь. – 2009. - № 9. - URL: [https://elementy.ru/nauchno-populyarnaya\\_biblioteka/430895/Chto\\_mozhet\\_bioinformatika](https://elementy.ru/nauchno-populyarnaya_biblioteka/430895/Chto_mozhet_bioinformatika)
6. Гончаренко Г. Г. Основы генетической инженерии. Методическое пособие /Отв.ред. Л.В. Хотылева.– Гомель: УО «ГГУ им. Ф.Скорины», 2003. – 118 с.
7. Джагаров Д.Э. Умные ножницы для ДНК / Химия и жизнь – 2014 – № 7 - [https://elementy.ru/nauchno-populyarnaya\\_biblioteka/432418/Umnye\\_nozhnitsy\\_dlya\\_DNK](https://elementy.ru/nauchno-populyarnaya_biblioteka/432418/Umnye_nozhnitsy_dlya_DNK).
8. Джеральд М. Фаллер, Деннис Шилдс . Молекулярная биология клетки – М.: Бином, 2011 – 256 с.
9. Загоскина, Н. В. Генетическая инженерия: учебник и практикум для вузов / Н. В. Загоскина, Л. В. Назаренко. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 118 с.
10. Кузнецов И. Н. Научное исследование: методика проведения и оформление. — М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К», 2004.
11. Леонтович А. В., Калачихина О. д., Обухов А. С. Тренинг «Самостоятельные исследования школьников». — М., 2003.
12. Попов В.В. Геномика с молекулярно-генетическими основами - URSS. - 2009. - 304 с.
13. Принципы и методы биохимии и молекулярной биологии [Электронный ресурс] / ред. К. Уилсон и Дж. Уолкер ; пер. с англ.—2-е изд. (эл.).—Электрон. текстовые дан. (1 файл pdf : 855 с.).—М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015.
14. Разнообразие и эволюция систем CRISPR/Cas / Фармакогенетика - [https://pharmacogenetics-pharmacogenomics.ru/libs/item/raznoobrazie-i-evolyutsiya-sistem-crispr-cas?category\\_id=16](https://pharmacogenetics-pharmacogenomics.ru/libs/item/raznoobrazie-i-evolyutsiya-sistem-crispr-cas?category_id=16).
15. Руководство к практическим занятиям по генетике: Учебно-методическое пособие/ Авторы-составители Н.В. Быстракова, О.А. Ермаков, С.В. Титов – Пенза, 2011. – 69 с.

16. Шмонин, А.В., Комаристая, В.П. Геномная дактилоскопия: ДНК-технологии в криминалистике // Биологический вестник. - 2001. - Т.5, №1-2. - С. 3-16. - URL: <http://dspace.univer.kharkov.ua/handle/123456789/10496>
17. 12 методов в картинках: генная инженерия. Часть I, историческая. Волкова О., Пташник О. / Биомолекула. – 2017. – URL: <https://biomolecula.ru/articles/12-metodov-v-kartinkakh-gennaia-inzheneriia-chast-i-istoricheskaja>
18. 12 методов в картинках: генная инженерия. Часть II: инструменты и техники. Волкова О., Пташник О. / Биомолекула. – 2017. – URL: <https://biomolecula.ru/articles/12-metodov-v-kartinkakh-gennaia-inzheneriia-chast-ii-instrumenty-i-tekhniki>
19. 12 методов в картинках: полимеразная цепная реакция. Панов А., Пташник О. / Биомолекула – 2017 г. – URL: <https://biomolecula.ru/articles/metody-v-kartinkakh-polimeraznaia-tsepnaia-reaktsiia>
20. 12 методов в картинках: секвенирование нуклеиновых кислот. Недолужко А., Пташник О. / Биомолекула. – 2017. – URL: <https://biomolecula.ru/articles/metody-v-kartinkakh-sekvenirovanie-nukleinovyx-kislot>
21. 12 методов в картинках: протеомика. Мошковский С., Пташник О. / Биомолекула – 2017. – URL: <https://biomolecula.ru/articles/12-metodov-v-kartinkakh-proteomika>
22. 12 методов в картинках: «сухая» биология. Табакмахер В., Пташник О. / Биомолекула – 2017. – URL: <https://biomolecula.ru/articles/12-metodov-v-kartinkakh-sukhaia-biologija>
23. Флямер И. Важнейшие методы молекулярной биологии и генной инженерии / Биомолекула - <https://biomolecula.ru/articles/vazhneishie-metody-molekuliarnoi-biologii-i-gennoi-inzhenerii>

#### Электронные ресурсы:

1. База данных медицины и молекулярной биологии NSBI - URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/>
2. База данных плазмид - URL: <https://www.addgene.org/>
3. База данных протеинов - URL: [RCSB PDB: Homepage](https://www.rcsb.org/)
4. Биоинформатика - наука XXI века (видео) - URL: [https://www.youtube.com/watch?v=R6\\_19X6fNPU](https://www.youtube.com/watch?v=R6_19X6fNPU)
5. Видео «Создание множественного выравнивания последовательностей из файла формата FASTA» - URL: [https://vk.com/video-74359225\\_169913986](https://vk.com/video-74359225_169913986)
6. Видео «Работа с последовательностью: основные операции, часть 1» - URL: [https://vk.com/video-74359225\\_169913996](https://vk.com/video-74359225_169913996)
7. Видео «Поиск повторов в последовательности ДНК с помощью UGENE» - URL: [https://vk.com/video-74359225\\_169981847](https://vk.com/video-74359225_169981847)
8. Видео «Поиск сайтов рестрикции в UGENE» - URL: [https://vk.com/video-74359225\\_169934704](https://vk.com/video-74359225_169934704)
9. Видео «Работа с множественным выравниванием последовательностей, основы» - URL: [https://vk.com/video-74359225\\_169914004](https://vk.com/video-74359225_169914004)
10. Видео «Работа с Open Reading Frames (ORF-ы) в UGENE» - URL: [https://vk.com/video-74359225\\_169981845](https://vk.com/video-74359225_169981845)
11. Видео «Методы построения филогенетических деревьев» - URL: [https://vk.com/video-74359225\\_170064984](https://vk.com/video-74359225_170064984)
12. Лекции «Генная инженерия в школе» - URL: [https://www.youtube.com/@gen\\_eng](https://www.youtube.com/@gen_eng)
13. Северинов Константин. Редактирование генома с CRISPR/Cas9 / Постнаука - <https://postnauka.ru/animate/154870>