

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«УДМУРТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Ключевой центр дополнительного образования детей  
«Дом научной коллаборации имени В.И. Вернадского»  
(ДНК им. В.И. Вернадского))

УТВЕРЖДАЮ:



Ректор ФГБОУ ВО «УдГУ»

\_\_\_\_\_ 2022 г.

Мерзлякова Г.В.

Директор ДНК им. Вернадского

« / » \_\_\_\_\_ 2022 г.

Галушко Г.Ю.

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа  
**ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ВИДОВАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ**

Срок реализации: 1 год

Возраст обучающихся: 15-17 лет

Базовый уровень

Разработчик:

Михайлова У.В, педагог доп. образования ДНК

г. Ижевск, 2022

## **1. Пояснительная записка**

### **Категория обучающихся (адресат программы)**

Программа адресована обучающимся возрастом от 15 до 17 лет, имеющими базовые представления в области биологии, молекулярной биологии и генетики, предусмотренные школьной программой. Дисциплина подойдет тем, кто хочет получить углубленные знания в области естественных наук, познакомится с основами построения научного эксперимента. Программа предусматривает использование современных методов анализа в области молекулярной биологии и цитогенетики.

**Формы организации образовательного процесса:** экскурсии, лекции, практические и лабораторные занятия, семинары, круглый стол, диспут, дебаты.

### **Сроки реализации программы, режим занятий и формы**

Объем программы - 72 часа. Срок освоения программы 1 год.

Занятия проводятся в разновозрастных группах по 10-12 человек в форме лекций, практических и лабораторных занятий.

Режим занятий в соответствии с санитарно-эпидемиологическими требованиями к образовательной организации дополнительного образования. Режим проведения занятий: 1 раз в неделю по 2 часа.

**Форма реализации** – очная с применением дистанционных образовательных технологий.

### **1. Цель и задачи программы:**

**Цель:** формирование интереса к фундаментальным естественнонаучным дисциплинам, таким как биология, химия, биохимия, генетика. Привитие интереса к науке и к получению профессии в естественнонаучной области на уровне высшего и среднего образования. Знакомство с этапами построения научного эксперимента.

#### **Задачи:**

1. Сформировать представление о современных методах в области генетики, молекулярной биологии и цитогенетики.
2. Сформировать навыки работы с современными научными приборами и прочим лабораторным оборудованием.

3. Обучить основным правилам работы в научно-исследовательской лаборатории, а также соблюдению техники безопасности и организации рабочего пространства.
4. Сформировать навыки поиска, анализа и обработки научной информации, работы с научной литературой и воспроизведения готовых научных методов и методик.
5. Обеспечить возможность самостоятельной организации рабочего процесса при проведении научного эксперимента.
6. Обеспечить развитие способностей делать выводы о проделанном научном эксперименте, формулировать мысли и аргументировать современные научные представления в области молекулярной биологии и цитогенетики.

## **2. Планируемые результаты**

Предметными результатами освоения дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы учащимися являются следующие знания и умения:

1. Знать устройство и принципы работы основного оборудования научно-исследовательской биологической лаборатории.
2. Демонстрировать устойчивые навыки работы с общелабораторным оборудованием, специальным оборудованием, используемым при реализации программы и подготовки биологических объектов к исследованию молекулярными, цитогенетическими методами.
3. Формулировать системные научные представления о процессах в области молекулярной биологии и цитогенетики.
4. Демонстрировать устойчивые навыки научного мышления: способен выдвигать гипотезы, на основании имеющихся фактов, планировать эксперимент, анализировать экспериментальные данные и формулировать выводы.
5. Уметь формулировать и аргументировать основные научные положения в области молекулярной биологии, клеточной биологии и генетике.

Метапредметными результатами освоения, учащимися содержания программы по формированию умения проектировать свою деятельность являются следующие умения:

1. Формулировать и аргументировать основные научные положения в области молекулярной биологии и цитогенетики.
2. Демонстрировать системные научные представления о строении, разнообразии и процессах жизнедеятельности клеток, тканей и целостного организма.
3. Демонстрировать естественнонаучное мировоззрение, элементы научного мышления, критического отношения к искажению естественнонаучной картины мира.

Личностными результатами освоения, учащимися содержания программы по формированию умения проектировать свою деятельность являются следующие умения:

1. Демонстрировать навыки самодисциплины при выполнении лабораторных работ.
2. Выполнять требования техники безопасности и правила поведения в биологических лабораториях при выполнении лабораторных работ.

### 3. Учебно-тематический план

№ п.п.	Название раздела, темы	Количество часов				Формы аттестации/ контроля
		Всего	Теория	Практика	Экскурсия	
1	<b>Модуль 1. Генетическая видовая идентификация методами молекулярной биологии.</b>					
1.1.	Вводное занятие.	4	4			Ситуационн

	Генетическая идентификация вида методом молекулярной биологии.					ые задачи (кейсы)
1.2.	Современные методы генетической идентификации вида.	4	4			Подготовка реферата, доклада (кейсы)
1.3.	Использование методов молекулярная биологии для идентификации вида.	8	4		4	Тесты, ситуационные задачи (кейсы)
1.4.	Знакомство с основами работы в ПЦР-лаборатории. Изучение основных компонентов и реактивов необходимых для выделения ДНК (РНК) и постановки ПЦР.	4		4		
1.5	Первый этап: выделение ДНК из различных пищевых продуктов.	4	2	2		
1.6	Второй этап: постановка ПЦР. Игровая модель ПЦР.	4	2	2		
1.7	Третий этап: детекция результатов ПЦР методом электрофореза.	4	2	2		
1.8	Итоговый отчет о проделанной работе в	4	4			Подготовка реферата,

	форме сообщения, презентации или доклада.					доклада (кейсы)
Итого часов по разделу		36	22	10	4	
2	<b>Модуль 2. Генетическая видовая идентификация цитогенетическими методами</b>					
2.1	Генетическая идентификация вида цитогенетическим методом. Вводное занятие.	4	4			
2.2	Постановка клеточной культуры из лейкоцитов крови крысы.	4	2	2		
2.3	Фиксация культуры лейкоцитов крови крысы.	4	2	2		Тесты, ситуационные задачи (кейсы)
2.4	Окраска препаратов метафазных пластин.	6	2	4		Тесты, ситуационные задачи (кейсы)
2.5	Анализ препаратов под микроскопом	14	6	4	4	
2.6	Итоговый отчет о проделанной работе в форме сообщения, презентации или доклада.	4	4			Подготовка реферата, доклада (кейсы)
Итого часов по разделу		36	20	12	4	

Всего часов	72	42	22	8	
-------------	----	----	----	---	--

## Содержание программы

Программа построена по модульному типу и включает в себя два модуля:

### **Модуль 1. Генетическая видовая идентификация методами молекулярной биологии.**

**1.1. Тема 1:** Вводное занятие. Генетическая идентификация вида методом молекулярной биологии. Вводное занятие.

**Теория:** Основные понятия и термины современной генетики. Определение проблемы идентификации вида. Области применения генетической идентификации вида. Постановка проблемы, целей и задач модуля.

**1.2. Тема 2:** Современные методы генетической идентификации вида.

**Семинар:** Сообщения и доклады на тему: современные методы генетической идентификации вида. Обсуждение путей решения поставленной проблемы.

**1.3. Тема 3:** Использование методов молекулярная биологии для идентификации вида.

**Теория:** Основные этапы выделения ДНК (РНК) и проведения полимеразной цепной реакции (ПЦР). Основные компоненты и условия протекания реакции.

**Экскурсия:** Знакомство с общим и специализированным лабораторным оборудованием.

**1.4. Тема 4:** Знакомство с основами работы в ПЦР-лаборатории. Изучение основных компонентов и реактивов необходимых для выделения ДНК (РНК) и постановки ПЦР.

**Практика:** изучение основ работы в стерильных условиях, приготовления реактивов для работы в ПЦР-лаборатории.

**1.5. Тема 5:** Первый этап: выделение ДНК из различных пищевых продуктов.

**Теория:** Основные способы выделение ДНК и РНК из различных биологических объектов. Химические реакции и процессы, используемые для экстракции молекул ДНК из тканей и клеточных суспензий.

**Практика:** проведение выделения ДНК из различных пищевых продуктов.

**1.6. Тема 6:** Второй этап: постановка ПЦР. Игровая модель ПЦР.

**Теория:** Химические реакции, происходящие в процессе полимеразной цепной реакции.

**Практика:** постановка полимеразной цепной реакции.

**1.7. Тема 7:** Третий этап: детекция результатов ПЦР методом электрофореза.

**Теория:** представление об электрофорезе, физические и биологические предпосылки для электрофореза ДНК.

**Практика:** постановка электрофореза ДНК.

**1.8. Тема 8:** Итоговый отчет о проделанной работе в форме сообщения, презентации или доклада.

**Модуль 2. Генетическая видовая идентификация цитогенетическими методами.**

**2.1. Тема 1:** Генетическая идентификация вида цитогенетическим методом. Вводное занятие.

**Теория:** Основные понятия и термины современной цитогенетики. Определение проблемы идентификации вида. Области применения генетической идентификации вида. Постановка проблемы, целей и задач модуля.

**2.2. Тема 2:** Постановка клеточной культуры из лейкоцитов крови крысы.

**Теория:** Особенности работы с клеточной культурой. Знакомство с питательными средами для посадки клеточных культур. Знакомство с разнообразием митогенов, используемых для посадки клеточных культур. Изучение влияния колхицина на веретено деления клеток.

**Практика:** Постановка клеточной культуры из лейкоцитов крови крысы в стерильных условиях.

**2.3. Тема 3:** Фиксация культуры лейкоцитов крови крысы.

**Теория:** Влияние гипотонического раствора на культуру клеток. Механизм фиксации клеток в клеточной культуре и вещества-фиксаторы. Химическое и гипотоническое лизирование клеток.

**Практика:** Лабораторное занятие по фиксации культуры лейкоцитов крови крысы.



**2.4. Тема 4:** Окраска препаратов метафазных пластин.

**Теория:** Типы окраски хромосом (G-окраска, Q-окраска, R-окраска, T-окраска).  
Возможные механизмы различных типов окраски хромосом.

**Практика:** Лабораторное занятие по окраске хромосом методом GTG-окраски.

**2.5. Тема 5:** Анализ препаратов под микроскопом

**Теория:** Основы работы с микроскопом. Фотографирование, как этап анализа метафазных пластин. Специализированные цитогенетические программы для анализа метафазных пластин.

**Практика:** Современная номенклатура ISCN. Знакомство с идиограммами хромосом. Правила построения кариограммы.

**Экскурсия:** Знакомство со специализированной цитогенетической программой для анализа метафазных пластин в цитогенетической лаборатории БУЗ УР «Первая РКБ МЗ УР».

**2.6. Тема 6:** Итоговый отчет о проделанной работе в форме сообщения, презентации или доклада.

## **Организационно-педагогические условия**

### **Условия реализации программы:**

#### **Материально-техническая база**

1. Занятия проводятся на базе кафедры физиологии, клеточной биологии и биотехнологии. Аудитории, задействованные в учебном процессе, укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации. Кроме того, имеется компьютерный класс на 15 посадочных мест.

Для проведения занятий лекционного типа имеются наборы демонстрационного оборудования, наглядный раздаточный материал и презентации, обеспечивающие тематические иллюстрации, соответствующие всем модулям рабочей программы. Для проведения лабораторных работ в аудиториях имеется соответствующее оборудование. Часть оборудования размещена в учебно-научной лаборатории иммуногистохимии, где будет организована работа с микрогруппами. Отдельные занятия, связанные с биоинформаткой и тестированием, будут проводиться в компьютерных классах. Для организации некоторых занятий по молекулярной биологии возможно использование лаборатории и оборудования Республиканского центра одаренных детей «ГАУ». Материально-техническая база аудиторий соответствует действующим противопожарным правилам и нормам и обеспечивает проведение всех видов работ.

Для реализации программы имеется необходимое специализированное оборудование:

1. Микроскоп цифровой люминесцентный Nikon Eclipse 200.
2. Лицензионное ПО для обработки и анализа изображений ImagePro Plus 7.0.
3. Ламинар Ламинарные системы.
4. Амплификатор Mastercycler personal Eppendorf.

5. Центрифуга Элекон ЦЛМН-Р10-01.
6. Источник тока PowerPac HC, Bio-Rad.
7. Камера для электрофореза Helicon.
8. Система детекции электрофореза в геле SERIAL N VILBER  
LOURMAT.
9. Вытяжка Ламинарные системы.
10. CO<sub>2</sub>-инкубатор Sanyo.

## **Кадровые условия**

Программа обеспечена квалифицированными научно-педагогическими работниками. Все специалисты имеют многолетний опыт работы по направлению подготовки данной программы. Организовывать лабораторные работы и обслуживать научное оборудование будут квалифицированные лаборанты и инженеры, имеющие профильное высшее образование. Возможно привлечение специалистов-практиков клинической лабораторной службы и молекулярной криминалистики.

## **Формы аттестации и оценочные материалы**

Основной формой аттестации является решение ситуационных задач по пройденному теоретическому материалу, а также по работе с лабораторным оборудованием, проведению лабораторных экспериментов по физиологии, знанию и соблюдению правил поведения и техники безопасности в биологической лаборатории. По ряду тем предусмотрена подготовка и защита рефератов и презентаций, а также выполнение тестовых заданий. Оценочные материалы представлены в Приложении 1

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

Для обеспечения данной программы научной библиотекой университета осуществляется подписка на лицензионные российские и зарубежные информационные базы данных, в том числе, по профилю образовательной программы. Обучающимся может быть обеспечен доступ к электронно-библиотечным системам:

– УДНОЭБ (Удмуртская научно-образовательная электронная библиотека), обеспечивающая возможность индивидуального доступа каждого обучающегося из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет.

– Электронно-библиотечная система (ЭБС) "Лань" - ресурс, включающий в себя электронные версии книг издательства Лань и других ведущих издательств учебной литературы по естественным, техническим и гуманитарным наукам.

– "ЭБС ЮРАЙТ" – коллекция электронных книг, содержащая издания по экономике, бизнесу, гуманитарным и общественным наукам, юриспруденции, праву.

– Электронно-библиотечная система IPRbooks — научно-образовательный ресурс для решения задач обучения в России и за рубежом. Уникальная платформа ЭБС IPRbooks объединяет новейшие информационные технологии и учебную лицензионную литературу.

## Календарный учебный график

Первое полугодие	Сентябрь	4	1	У, А
		11	2	У, А
		18	3	У, А
		25	4	У, А
	Октябрь	2	5	У, А
		9	6	У, А
		16	7	У, Э
		23	8	У, Э
		30	9	У, А
	Ноябрь	6	10	У, А
		13	11	У, А
		20	12	У, А
		27	13	У, А
	Декабрь	4	14	У, А
		11	15	У, А
		18	16	У, А
		25	17	ИА
	Январь	15	18	ИА
		22	19	У, А
		29	20	У, А
	Февраль	5	21	У, А
		12	22	У, А
		19	23	У, А
		26	24	У, А
	Март	5	25	У, А
		12	26	У, А
		19	27	У, А
		26	28	У, А
	Апрель	2	29	У, А
		9	30	У, А
		16	31	У, А
		23	32	У, А
		30	33	У, Э
	Май	7	34	У, Э
		14	35	ИА
		21	36	ИА

Обозначения: У – учебные занятия по расписанию; А – аттестация (текущая); ИА – итоговая аттестация, Э - экскурсия.

## Список литературы

### Список литературы для педагога:

#### Основная:

1. ПЦР в реальном времени / Д. В. Ребриков и др. – М. : Лаборатория знаний, 2019. – 223с.
2. Хромосомы. Структура и функции / Д. Е. Коряков, И. Ф. Жимулёв – Новосибирск: Из-во Со РАН, 2009. – 258с.
3. Хромосомы человека в норме и патологии. Учебное пособие / А. Ю. Петруничев, М. В. Прозорова. - Сер. Последипломное медицинское образование / [МАПО].
4. Генетика человека: проблемы и подходы: в 3 т. Т. 1. История. Хромосомы человека. Формальная генетика / Ф. Фогель, А. Г. Мотульски ; пер. с англ. Ю. Переслени ; под ред.: Ю. П. Алтухова, В. М. Гиндилиса. - М. : Мир, 1989. - 312с. : ил. - Перевод изд.: Human genetics / F. Vogel, A. G. Motulsky (Berlin etc.). - Рус. яз. - Содерж. на рус. яз. - ISBN 5-03-000286-3. - 5-03-000287-1.

### Список литературы для обучающихся:

#### Основная:

1. ПЦР в реальном времени / Д. В. Ребриков и др. – М. : Лаборатория знаний, 2019. – 223с.
2. Хромосомы. Структура и функции / Д. Е. Коряков, И. Ф. Жимулёв – Новосибирск: Из-во Со РАН, 2009. – 258с.
3. Хромосомы человека в норме и патологии. Учебное пособие / А. Ю. Петруничев, М. В. Прозорова. - Сер. Последипломное медицинское образование / [МАПО].
4. Генетический и цитогенетический словарь / Р. Ригер, А. Михаэлис ; под ред. Я. М. Глямбицкого. - М. : Колос, 1967. - 607 с. : ил. - Пер. с нем. - Библиогр.: с.504-560. - Рус. яз.

5. Цитогенетика : [Учеб. для вузов] / В. Г. Смирнов; Под ред. С. Г. Инге-Вечтомова. - М. : Высш. шк., 1991. - 247 с. : ил. ; 24 см. - Библиогр.: с. 241-242. - Предм. указ.: с. 243-245. - ISBN 5-06-001024-4.



## Приложение 1.

### Контрольно-измерительные материалы

#### Темы для подготовки докладов

1. Секвенирование. Область применения, история возникновения, принцип метода.
2. Технология NGS. Область применения, предпосылки возникновения, принцип метода.
3. FISH-метод. Область применения, предпосылки возникновения, принцип метода.
4. CGH-метод. Область применения, предпосылки возникновения, принцип метода.
5. Открытие ДНК Утсоном и Криком

#### Примеры тестовых заданий

1. Гипотонический раствор в процессе приготовления препаратов метафазных хромосом необходим для:
  - а) увеличения количества метафазных пластинок;
  - б) блокировки веретена деления;
  - в) улучшения качества метафазных пластинок.
2. Колхицин в цитогенетике применяется для:
  - а) разрушения веретена деления;
  - б) в качестве митогена;
  - в) в качестве фиксатора.
3. Недостатки использования культуры клеток:
  - а) монослой;
  - б) изменение хромосомного набора при длительном культивировании;
  - в) высокая митотическая активность по сравнению с тканями *in vivo*.

4. Первым в истории цитогенетики установил правильное количество хромосом:

- а) Тjю;
- б) Ford;
- в) Painter.

5. Единая номенклатура хромосом человека ISCN:

- а) не принята до сих пор;
- б) была принята на Денверовской конференции;
- в) была принята на Филадельфийской конференции.

6. В структуру хромосомы не входит:

- а) центромера;
- б) кинетохор;
- в) миоген.

7. Моноцентрическими называют хромосомы:

- а) прикрепляющиеся к веретену деления;
- б) с одной центромерой;
- в) прикрепляющиеся центромерой к метафазной пластинке.

8. В какой период жизненного цикла клетки лучше всего видны хромосомы в световой микроскоп?

- а) анафаза;
- б) интерфаза;
- в) метафаза.

9. По химическому составу в хромосомах клеток эукариот больше всего

- а) белков;
- б) ДНК;

в) РНК.

10. Метацентрическими хромосомами называются, если плечи хромосом:

- а) равны между собой;
- б) разной длины;
- в) одно плечо отсутствует.

11. Выберите правильную запись кариотипа: кариотип мужской, уменьшенный гетерохроматиновый блок на длинном плече хромосомы Y.

- а) 46,XY,-h;
- б) 46,X,Yqh-;
- в) 46,X,Yh-.

12. Выберите правильную запись кариотипа: кариотип женский, увеличение спутника на коротком плече хромосомы 21.

- а) 46,XX,21ps+;
- б) 47,XX,+21;
- в) 46,XX,+21s.

13. Выберите правильную запись кариотипа: кариотип женский, увеличение спутничных нитей на коротком плече хромосомы 22.

- а) 46,XX,+stk;
- б) 46,XX,+22qstk;
- в) 46,XX,22pstk+.

14. Выберите правильную запись кариотипа: кариотип мужской аномальный, делеция короткого плеча хромосомы 5.

- а) 46,XY,del5p;
- б) 46,XY,del(5p);
- в) 45,XY,del(5p).

15. Выберите правильную запись кариотипа: кариотип женский аномальный, трисомия хромосом 13 и 21

а) 48,XX,+13and21;

б) 48,XX,+13,+21;

в) 46,XX,+13,+21.

16. В состав белковой части нуклеосомы входят:

а). пять гистоновых молекул

б). шесть гистоновых молекул

в). семь гистоновых молекул

г). восемь гистоновых молекул

д). девять гистоновых молекул

17. Хромосомы с терминальной центромерой называются

а). политенные

б). метацентрические

в). субметацентрические

г). акроцентрические

д) телоцентрические

### **Типовые ситуационные задачи**

1. При изучении метафазных хромосом, окрашенных рутинным способом, врач-лаборант обратил внимание, что одна из хромосом имеет более короткие плечи, чем ее гомолог — произошла утрата участка хромосомы. Каким образом можно идентифицировать данную структурную мутацию? Объясните свой ответ.

2. В препарате видны две клетки. Ядро одной из них содержит много интенсивно окрашенных глыбок хроматина. В другой клетке ядро светлое,

хроматин распределён диффузно. Какой тип хроматина преобладает в той и другой клетках, и чем они отличаются функционально?

**Критерии достижения метапредметных результатов обучения учащегося при представлении кейсов, решений ситуационных задач и защите рефератов**

Критерии	Баллы
1. Показаны знания из различных областей естественных наук, ответ изложен литературным языком, логичен, доказателен.	5
2. Свободное оперирование биологическими понятиями и терминами.	5
3. Представлена личная, обоснованная и аргументированная позиция учащегося по вопросу.	5
1. Показаны знания из нескольких (не более трёх) областей науки, ответ изложен литературным языком, логичен; допускается не более одной ошибки, которую учащийся может самостоятельно исправить.	4
2. Оперировать биологическими понятиями и терминами; допускается не более одной ошибки.	4
3. Представлена личная позиция учащегося по вопросу.	4
1. Показаны знания из нескольких (не более двух) областей науки, ответ изложен литературным языком, логичен; допускается несколько ошибок (не более трёх), которые учащийся может исправить как самостоятельно, так и с помощью преподавателя.	3
2. Оперировать биологическими понятиями и терминами; допускается не более двух ошибок, которые может исправить как самостоятельно, так и с подсказкой преподавателя.	3
3. Личная позиция учащегося по вопросу не представлена.	0
1. Показаны разрозненные знания по теме вопроса с	1

существенными ошибками, ответ не логичен;	
2. Путается в основных понятиях и терминах; допускает много ошибок (более трёх), которые не может исправить как самостоятельно, так и с подсказкой преподавателя.	1
3. Личная позиция учащегося по вопросу не представлена.	0

Максимальное количество баллов 15.

Оценка «отлично», если набрано 14-15 баллов;

Оценка «хорошо», если набрано 10-13 баллов;

Оценка «удовлетворительно», если набрано 6-9 баллов;

Оценка «неудовлетворительно», если набрано 0-5 баллов.