

**Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт»
(НИЦ «Курчатовский институт»)**

«УТВЕРЖДАЮ»

Помощник президента Центра



А.В. Николаенко
А.В. Николаенко

_____ 20 ____ г.

**Дополнительная профессиональная программа
(повышения квалификации)
«Обучение основам генетического анализа в криминалистике»**

**Направление: повышение
квалификации педагогов в рамках
«КУРЧАТОВСКОГО ПРОЕКТА»**

Авторский коллектив:

Патрушев М.В. НИЦ «Курчатовский институт», к.б.н.

Чайка К.В. НИЦ «Курчатовский институт», к.б.н.

Борисова А.А. НИЦ «Курчатовский институт»

Москва, 2021

Раздел 1. «Характеристика программы»

1.1. Цель реализации программы

Совершенствование профессиональных компетенций обучающихся в области обучения основам генетического анализа в криминалистике.

Совершенствуемые компетенции

№	Компетенция	Направление подготовки 44.03.01 Педагогическое образование Код компетенции
1.	Способен осуществлять педагогическую деятельность на основе специальных научных знаний	ОПК – 8

1.1. Планируемые результаты обучения

№	Уметь – знать	Направление подготовки 44.03.01 Педагогическое образование Код компетенции
1.	<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> -решать и составлять генетические задачи, задачи на биосинтез белка повышенного уровня сложности. <p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - строение нуклеиновых кислот, генов, хромосом и генома; - биологические процессы, протекающие с участием нуклеиновых кислот; - законы Менделя, хромосомную теорию наследственности. - стратегии решения и составления генетических задач, задач на биосинтез белка повышенного уровня сложности. 	ОПК-8
2.	<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - имитировать стандартную ПЦР с последующей визуализацией в геле в программе SnapGene <p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - возможности полимеразной цепной реакции (ПЦР). Виды ПЦР. Их отличия и особенности применения; 	ОПК-8

	<ul style="list-style-type: none"> - электрофорез нуклеиновых кислот. Основные виды электрофореза, используемые для визуализации. Особенности применения; - виды секвенирования нуклеиновых кислот, особенности применения; - особенности программы SnapGene; - алгоритм имитирования стандартной ПЦР с последующей визуализацией в геле в программе SnapGene 	
3.	<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> -имитировать проведение генетического анализа в целях идентификации личности в приложении для обработки процедур молекулярной биологии SnapGene <p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основы генетической экспертизы в криминалистике; - особенности и этапы проведения криминалистической экспертизы; - алгоритм проведения генетического анализа в целях идентификации личности в приложении для обработки процедур молекулярной биологии SnapGene 	
4.	<p>Уметь:</p> <p>разрабатывать учебные занятия в рамках «Курчатовского проекта» по темам курса «Основы генетического анализа в криминалистике»</p> <p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - особенности обучения школьников в рамках «Курчатовского проекта» по темам «Основы генетического анализа в криминалистике»; - стратегию разработки учебных занятий по темам курса «Основы генетического анализа в криминалистике». 	

1.1. Категория обучающихся: уровень образования – ВО, область профессиональной деятельности – преподавание биологии, химии на уровне основного общего, среднего общего образования в рамках «Курчатовского проекта».

1.2. Программа реализуется с применением дистанционных образовательных технологий и электронного обучения.

1.3. Режим занятий: доступ к образовательной платформе организации круглосуточно при соблюдении установленных сроков обучения.

1.4. Трудоемкость программы: 36 часов.

Раздел 2. «Содержание программы»

2.1. Учебный (тематический) план

№ п/п	Наименование разделов (модулей) и тем	Внеаудиторные занятия			Формы контроля
		Трудоемкость	Лекции	Практические занятия	
	Входное тестирование	1		1	
1	Раздел 1. Изучение генов, генетических вариаций, наследственности	9	4	5	
1.1.	Строение нуклеиновых кислот, генов, хромосом и генома		1		
1.2.	Биологические процессы, протекающие с участием нуклеиновых кислот.		1	2	Практическая работа №1
1.3.	Взаимодействие генов		2	2	Практическая работа №2
1.4.	Промежуточная аттестация			1	Тестирование №1
2	Раздел 2. Основные инструменты и техники молекулярной генетики	9	6	3	
2.1.	Основы ПЦР		2	2	Практическая работа №3
2.2.	Электрофоретическое разделение нуклеиновых кислот		2		
2.3.	Секвенирование нуклеиновых кислот		2		
2.4.	Промежуточная аттестация			1	Тестирование №2
3.	Раздел 3. Генетика для криминалистики	11	6	5	
3.1.	Основы проведения генетической экспертизы в криминалистике.		2	4	Практическая работа №4
3.2.	Применение эпигенетического анализа в криминалистике		2		
3.3.	Антропология и археология в криминалистике		2		

3.4.	Промежуточная аттестация			1	Тестирование №3
4	Раздел 4. Основы генетического анализа в школе	4	2	2	
4.1	Особенности обучения школьников по темам «Основы генетического анализа в криминалистике»		2	2	Проект
	Итоговая аттестация	2		2	Зачет на основании результатов тестирования, совокупности выполненных работ и защиты итогового проекта.
	Итого:	36	18	18	

2.2 Учебная программа

№ п/п	Виды учебных занятий, учебных работ	Содержание
Входное тестирование	Практическое занятие 1 час	
Раздел 1. Изучение генов, генетических вариаций, наследственности		
Тема 1.1 Строение нуклеиновых кислот, генов, хромосом и генома	Лекция 1 часа	Основные генетические понятия: ген, хромосома и геном. Строение и функции хромосом. Хроматиды, центромеры, плечи. Гаплоидный и диплоидный наборы хромосом.
Тема 1.2 Биологические процесс, протекающие с участием нуклеиновых кислот.	Лекция 1 час	Реализация генетической информации в клетке. Центральная догма молекулярной биологии. Стратегия решения и составления задач на биосинтез белка повышенного уровня сложности.
	Практическое занятие, 2 часа	Практическая работа №1 Решение и составление задач на биосинтез белка повышенного уровня сложности.
Тема 1.3. Взаимодействие генов	Лекция 2 час	Законы Менделя. Хромосомная теория наследственности. Стратегия решения и составления генетических задач повышенного уровня сложности.
	Практическое занятие,	Практическая работа №2

	2 часа	Решение и составление генетических задач повышенного уровня сложности
Тема 1.4. Промежуточная аттестация	Практическое занятие, 1 час	Тестирование №1
Раздел 2. Основные инструменты и техники молекулярной генетики		
Тема 2.1. Основы ПЦР	Лекция 2 часа	Аmplифицирование малых концентраций фрагментов ДНК. Полимеразная цепная реакция (ПЦР). Виды ПЦР. Их отличия и особенности применения. Особенности программы SnapGene. Алгоритм имитирования стандартной ПЦР с последующей визуализацией в геле в программе SnapGene
	Практическое занятие, 2 часа	Практическая работа №3 Имитация стандартной ПЦР с последующей визуализацией в геле в программе SnapGene
Тема 2.2. Электрофоретическое разделение нуклеиновых кислот	Лекция 2 часа	Методы исследования нуклеиновых кислот. Электрофорез нуклеиновых кислот. Основные виды и компоненты электрофореза, используемые для визуализации. Особенности применения.
Тема 2.3. Секвенирование нуклеиновых кислот.	Лекция 2 часа	Виды секвенирования нуклеиновых кислот. Особенности применения.
Тема 2.4. Промежуточная аттестация	Практическое занятие, 1 час	Тестирование № 2
Раздел 3. Генетика для криминалистики.		
Тема 3.1. Основы проведения генетической экспертизы в криминалистике.	Лекция 2 часа	Основы генетической экспертизы в криминалистике. Этапы и особенности проведения генетической экспертизы в криминалистике. Алгоритм проведения генетического анализа в целях идентификации личности в приложении для обработки процедур молекулярной биологии SnapGene
	Практическое занятие, 4 часа	Практическая работа №4 Имитация проведения генетической экспертизы в приложении для обработки процедур молекулярной биологии SnapGene
Тема 3.2. Применение эпигенетического анализа в криминалистике	Лекция 2 часа	Эпигенетика. Основные эпигенетические механизмы. Применение эпигенетического анализа в криминалистике.
Тема 3.3. Антропология и археология в криминалистике	Лекция 2 часа	Методы судебной антропологии и судебной археологии.

Тема 3.4. Промежуточная аттестация	Практическое занятие, 1 час	Тестирование № 3
Раздел 4. Основы генетического анализа в школе		
Тема 4.1 Особенности обучения школьников по темам «Основы генетического анализа в криминалистике»	Лекция 2 часа	Основы генетического анализа в криминалистике: актуальность и сложности изучения в общеобразовательной организации. Стратегия разработки учебных занятий по темам курса «Основы генетического анализа в криминалистике» в рамках «Курчатовского проекта».
	Практические занятия – 2 часа	Проект. 1. Разработка учебного занятия в рамках «Курчатовского проекта» по темам курса «Основы генетического анализа в криминалистике» (тема по выбору обучающегося); 2. Создание презентации разработанного учебного занятия для защиты проекта
Итоговая аттестация	Зачет, 2 часа	Зачет на основании результатов тестирования, совокупности выполненных работ и защиты итогового проекта.

Раздел 3. «Формы аттестации и оценочные материалы»

3.1. Входной контроль

В качестве входного контроля используется тест с автоматической проверкой. Тестирование проводится с целью определения уровня владения материалом.

Пример входного тестирования

1) Полимеразная цепная реакция – это метод, имитирующий естественный процесс

- a. денатурации
- b. трансляции
- c. транскрипции
- d. репликации

2) Заряд нуклеиновых кислот:

- a. нейтрально заряжены
- b. заряжены положительно
- c. заряжены отрицательно
- d. заряд молекул зависит от многих внешних факторов

3) Фермент ревертаза

- a. фермент, катализирующий синтез ДНК на матрице РНК
- b. фермент, катализирующий синтез РНК на матрице ДНК
- c. фермент, узнающий и атакующий определенные последовательности нуклеотидов в молекуле ДНК
- d. фермент, катализирующий соединение двух молекул с образованием новой химической связи

3.2. Текущий контроль

Практическая работа №1

Решение и составление задач на биосинтез белка повышенного уровня сложности.

Требования к работе: работа осуществляется на основании стратегии решения и составления задач на биосинтез белка повышенного уровня сложности

Критерии оценивания:

1. Все шаги стратегии решения задач выполнены правильно в полном объеме.
2. Ответ не содержит биологических ошибок
3. При составлении задач предусмотрены все шаги стратегии.

Оценивание: зачет/незачет

Пример задач для практической работы №1

- 1) Известно, что все виды РНК синтезируются на ДНК-матрице. Фрагмент молекулы ДНК, на котором синтезируется участок тРНК, имеет следующую последовательность нуклеотидов АТА-ГЦТ-ГАА-ЦГГ-АЦТ. Установите нуклеотидную последовательность участка тРНК который синтезируется на данном фрагменте. Какой кодон иРНК будет соответствовать антикодону этой, тРНК, если она переносит к месту синтеза белка аминокислоту ГЛУ. Ответ поясните. Для решения задания используйте таблицу генетического кода.
- 2) Составить задачу по теме «биосинтез белка» повышенного уровня сложности.

Практическая работа №2

Решение и составление генетических задач повышенного уровня сложности.

Требования к работе: работа осуществляется на основании стратегии решения и составления генетических задач повышенного уровня сложности.

Критерии оценивания:

1. Все шаги стратегии решения задач выполнены правильно в полном объеме.
2. Ответ не содержит биологических ошибок
3. При составлении задач предусмотрены все шаги стратегии.

Оценивание: зачет/незачет

Пример задач для практической работы №2

- 1) Гены **A**, **B** и **C** находятся в одной группе сцепления. Между генами **A** и **B** кроссинговер происходит с частотой 7,4%, а между генами **B** и **C** – с частотой 2,9%. Определить взаиморасположение генов **A**, **B** и **C**, если расстояние между генами **A** и **C** равняется 10,3% единиц кроссинговера. Как изменится

взаиморасположение этих генов, если частота кроссинговера между генами А и С будет составлять 4,5%?

- 2) Составить генетическую задачу повешенного уровня сложности.

Практическая работа №3

Имитация стандартной ПЦР с последующей визуализацией в геле в программе SnapGene.

Требования к работе: работа осуществляется на основании стратегии разработки ПЦР набора с использованием алгоритма primer-blast и программы SnapGene.

Критерии оценивания:

1. Выполнены 2 и более этапов задания по разработатке ПЦР набора для последующей имитации реакции в программе SnapGene
2. Ответ представлен в виде таблицы с праймерами и скриншота фрагмента карты генома с добавленными праймерами.

Оценивание: зачет/незачет

Пример задач для практической работы №3.

Цель задания - разработать ПЦР набор для диагностики COVID-19

1. Найти геном вируса COVID-19
2. Подобрать праймеры с помощью алгоритма primer-blast
3. Импортировать вирусный геном COVID-19 в программу SnapGene
4. Добавить праймеры к карте вирусного генома

Отчет:

1. Таблица с праймерами (прямой и обратный в направлении 5'-3', температура отжига3)

2. Скриншот фрагмента карты COVID-19 с добавленными праймерами

Практическая работа №4

Имитация проведения генетической экспертизы в приложении для обработки процедур молекулярной биологии SnapGene

Требования к работе: работа осуществляется на основании стратегии проведения генетической экспертизы в приложении для обработки процедур молекулярной биологии SnapGene

Критерии оценивания:

1. Выполнены 3 и более этапов задания
2. Ответ представлен в виде результатов электрофореза, визуализированного с помощью программы SnapGene.

Оценивание: зачет/незачет

Пример задач для практической работы № 4.

Цель задания: идентифицировать преступника

- 1) Импортировать образцы геномов подозреваемых в программу SnapGene
- 2) Подобрать праймеры с помощью алгоритма primer-blast к данным последовательностям
- 3) Провести ПЦР для данных образцов
- 4) Сравнить получившиеся результаты с помощью гель-электрофореза

Отчет: результаты электрофореза

Проект

1. Разработка учебного занятия по темам курса «Основы генетического анализа в криминалистике» (тема по выбору обучающегося).
2. Создание презентации разработанного учебного занятия для защиты

проекта

Презентация должна иметь следующую структуру:

- титульный лист;
- план урока;
- основная теоритическая часть;
- практическая часть;
- заключение;
- использованная литература.

Требования к работе: работа осуществляется на основании стратегии разработки учебных занятий по темам курса «Основы генетического анализа в криминалистике»

Требования к теоретической части.

Теория к открытому уроку должна охватывать одну из тем курса «Основы генетического анализа в криминалистике». При разработке открытого урока должно использоваться не менее 3 УМК не старше 2016 года издания. Учебники должны входить в федеральный перечень учебников, пособия и научные журналы с ИФ выше 3.

Требования к практической части.

Практическая часть должна включать не менее 3 штук задач или не менее 15 штук тестовых заданий.

Критерии оценивания:

- все шаги стратегии выполнены правильно в полном объеме
- работа соответствует требованиям практической и теоретической частям
- оригинальность и творческий подход к отбору содержания урока
- креативность и оригинальность практических заданий
- связь теории с практикой
- использование наглядного материала

Оценивание: зачет/незачет

3.3 Промежуточная аттестация.

Требования к работе: тестовые задания выполняются самостоятельно.

Критерии оценивания: выполнено более 65%

Оценивание: зачет/незачет

Пример вопросов для прохождения промежуточной аттестации:

Тест №1

1. Промотор – это
 - a. участок ДНК, который способствуют ускорению транскрипции
 - b. короткий фрагмент нуклеиновой кислоты, который служит затравкой для синтеза комплементарной цепи
 - c. Последовательность нуклеотидов ДНК, узнаваемых РНК полимеразой
 - d. функциональная единица генома у прокариот
2. Оперон начинается
 - a. со старт кодона
 - b. промотора
 - c. терминатора
 - d. праймера
3. Аутосомы- это
 - a. совокупность признаков полного набора хромосом, присущая клеткам данного организма
 - b. совокупность наследственного материала, заключённого в клетке организма
 - c. парные хромосомы, одинаковые для мужских и женских организмов.
 - d. хромосомы, содержащие гены, определяющие половые признаки организма

Тест № 2.

1) Нуклеаза это

- a. белок, предотвращающий комплементарное спаривание
- b. фермент, разделяющий цепи двухцепочечной молекулы ДНК
- c. фермент, катализирующий соединение двух молекул с образованием новой химической связи
- d. фермент, гидролизующий фосфодиэфирную связь между субъединицами нуклеиновых кислот

2) Для чего в буфер для ПЦР добавляют соли магния

- a. необходимо для работы полимеразы
- b. для предотвращения нежелательных взаимодействий между комплементарными участками матрицы
- c. для предотвращения налипания компонентов реакции на стенки пробирки
- d. для поддержания нужного рН

1) При какой температуре происходит денатурация

- a. 92-98
- b. 70-75
- c. 30-49
- d. 40-75

Тест № 3.

1. С помощью какого анализа можно различить монозиготных близнецов?

- a. по группе крови
- b. с помощью полногеномного секвенирования
- c. эпигенетического анализа
- d. ДНК-дактилоскопии

2. Выберите образцы ткани, где можно обнаружить ДНК

- a. кровь
- b. слюна
- c. буккальный эпителий
- d. волос

3. Выберите верное утверждение об анализе коротких tandemных повторов.

1. суть данного метода заключается в амплификации методом ПЦР участков ДНК, содержащих эти короткие повторяющиеся последовательности, длина которых различна у двух случайно взятых людей. После амплификации длину полученных фрагментов оценивают с помощью гель-электрофореза или капиллярного электрофореза

2. Проводится полное секвенирование генома человека, затем сравнивается с ДНК, найденной на месте преступления

- a. верное только первое утверждение
- b. верно только второе утверждение
- c. оба утверждения верны
- d. оба утверждения ложны

3.4 Итоговая аттестация: зачет на основании совокупности выполненных работ, результатов тестирования и результата защиты проекта.

Раздел 4. «Организационно-педагогические условия реализации программы»

4.1. Учебно-методическое обеспечение и информационное обеспечение программы.

Нормативные документы:

1. Федеральный закон от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» (в ред. от 08.12.2020) // [Электронный ресурс] // URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_140174/ (дата обращения 03.02.2021).

2. Приказ Минобрнауки Росси № 413 от 17.05.2012 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта среднего общего образования» (в ред. от 11 декабря 2020 г.) // [Электронный ресурс] // URL: <http://base.garant.ru/70188902/> (дата обращения 03.02.2021).

3. Приказ Министерства образования и науки РФ от 17 декабря 2010 г. № 1897 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта основного общего образования» (в ред. от 11.12.2020) // [Электронный ресурс] // URL: <http://base.garant.ru/55170507/> (дата обращения 03.02.2021).

Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 29 декабря 2010 г. № 189 (с изменениями и дополнениями) // [Электронный ресурс] // URL: <http://base.garant.ru/12183577/> (дата обращения 03.02.2021).

Основная литература

1. Кребс Д., Голдштейн Э., Килпатрик С.. Гены по Льюину: Лаборатория знаний, 2020. – 919 с.

2. Нельсон Д., Кокс М. Основы биохимии Ленинджера. В 3-х томах. Том 3.

Пути передачи информации: лаборатория знаний, 2020. – 444 с.

3. Уотсон Д. ДНК: История генетической революции. СПб: «Питер», 2019;

4. Ребриков Д.В., Саматов Г.А., Трофимов Д.Ю. ПЦР в реальном времени: БИНОМ,2009.

4. Э. Пассарг. Наглядная генетика: Лаборатория знаний, 2020. – 508 с.\

5. В. А. Мамурков. Современные методы криминалистической ДНК-идентификации в расследовании преступлений: Издательские решения,2020

Дополнительная литература

1. И.О. Перепечина. Криминалистические методы ДНК-анализа: выход за традиционные рамки. 2019/ DOI 10.24411 /2073-0454-2019-10221

2. Maria Ermolaeva , Francesco Neri , Alessandro Ori ,K Lenhard Rudolph Cellular and epigenetic drivers of stem cell ageing 2018/ DOI: 10.1038/s41580-018-0020-3

3. Manfred Kayser. (2015). Forensic DNA Phenotyping: Predicting human appearance from crime scene material for investigative purposes. *Forensic Science International: Genetics*. 18, 33-48.

4. Paul D. N. Hebert, Alina Cywinska, Shelley L. Ball, Jeremy R. deWaard. (2003). Biological identifications through DNA barcodes. *Proc. R. Soc. Lond. B*. 270, 313-321;

5. Ewen Callaway. (2018). Supercharged crime-scene DNA analysis sparks privacy concerns. *Nature*. 562, 315-316;

Интернет-ресурсы

1. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/>

2. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/tools/primer-blast/>

3. <https://www.sciencemag.org/>

4. <https://www.nature.com/>

5. <https://www.snapgene.com/>
6. <https://licey.net/free/6-biologiya/20-sbornik-zadach-po-genetike-s-resheniyami.html>

4.2. Материально – технические условия реализации программы

Для реализации программы необходимо компьютерное и мультимедийное оборудование для использования видео- и аудиовизуальных средств обучения с подключением к сети Интернет, пакет слайдовых презентаций (по темам программы).

4.3. Образовательные технологии, используемые в процессе реализации программы

В процессе реализации программы используются современные образовательные информационно-коммуникационные технологии.