

**МІНІСТЕРСТВО ВНУТРІШНІХ СПРАВ УКРАЇНИ  
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ВНУТРІШНІХ СПРАВ  
Кафедра кримінального процесу, криміналістики та експертології  
факультет № 6**

**ТЕКСТ ЛЕКЦІЇ**

з навчальної дисципліни **«Криміналістичні засоби та методи розкриття і розслідування кримінальних правопорушень»** вибіркових компонент освітньої програми другого (магістерського) рівня вищої освіти  
спеціальність: 262 "Правоохоронна діяльність"

за темою: КРИМІНАЛІСТИЧНИЙ ДНК-АНАЛІЗ (лекція № 1)

Харків 2023

## **ЗАТВЕРДЖЕНО**

Науково-методичною радою  
Харківського національного  
університету внутрішніх справ  
Протокол № 7 від 30.08.2023 р.

## **СХВАЛЕНО**

Вченою радою факультету № 6  
Протокол № 7 від 25.08.2023 р.

## **ПОГОДЖЕНО**

Секцією науково-методичної ради  
ХНУВС з юридичних дисциплін  
Протокол № 7 від 29.08.2023 р.

Розглянуто на засіданні кафедри кримінального процесу, криміналістики та експертології факультету Протокол № 6 від 21.08.2023 року № 7

### **Розробник:**

Доцент кафедри кримінального процесу, криміналістики та експертології факультету № 6 кандидат юридичних наук, доцент Заяць Д.Д.

### **Рецензенти:**

Голова Київського районного суду м. Харкова, доктор юридичних наук, доцент Шаренко С.Л.

Професор кафедри криміналістики, судової експертології та домедичної підготовки факультету № 1 Харківського національного університету внутрішніх справ, доктор юридичних наук, професор Степанюк Р.Л.

## План лекції

1. ДНК як об'єкт криміналістичного дослідження.
2. Генезис криміналістичного ДНК-аналізу.
3. Загальна характеристика технології судового молекулярно-генетичного дослідження.
4. Виявлення, фіксація та вилучення об'єктів, що можуть містити сліди біологічного походження та типові місця знаходження мікрослідів з ДНК на місці події.

## Рекомендована література:

### Основна

1. Криміналістика : підручник : у 2 т. Т. 1 / [А. Ф. Волобуєв, М. В. Даньшин, А. В. Іщенко та ін.] ; за заг. ред. А. Ф. Волобуєва, Р. Л. Степанюка, В. О. Малярової ; МВС України, Харків. нац. ун-т внутр. справ. – Харків, 2018. – 384 с. – ISBN 978-966-610-231-0 (Т. 1). URL: <https://dspace.univd.edu.ua/xmlui/handle/123456789/6440>
2. Криміналістика: Підручник / Кол. авт.: В. Ю. Шепітько, В. О. Коновалова, В. А. Журавель та ін. / За ред. проф. В. Ю. Шепітька. — 4-е вид., перероб. і доп. — Х.: Право, 2008. — 464 с. URL: <https://law.sspu.edu.ua/files/documents/books/library/17/shepitko.pdf>
3. Криміналістика : підруч. для студ. вищ. навч. закл. / [К. О. Чаплинський, О. В. Лускатов, І. В. Пиріг, В. М. Плетенець, Ю. А. Чаплинська]. – 2-е вид, перероб. і доп. – Дніпро : Дніпроп. держ. ун-т внутр. справ ; Ліра ЛТД, 2017. – 480 с. URL: <https://er.dduvs.in.ua/bitstream/123456789/1191/1/%D0%9B%D0%95%D0%9A%D0%A6%D0%86%D0%87%20%D0%B7%20%D0%BA%D1%80%D0%B8%D0%BC%D0%B8%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D1%96%D1%81%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B8%202016%2B.pdf>
4. Криміналістика (криміналістична техніка): курс лекцій / П. Д. Біленчук, А. П. Гель, М. В. Салтевський, Г. С. Семаков. Київ : МАУП, 2001. 216 с. <http://www.kul-lib.narod.ru/bibl.files/krim/book-710.htm>

### Додаткова

1. Криміналістичне дослідження ДНК : технології та можливості : навч. посіб. / [Р. Л. Степанюк, С. І. Перлін, В. В. Кікінчук, Лозова С.М. та ін.], МВС України ; Харків. нац. ун-т внутр. справ; Харків. НДЕКЦ МВС України. – 2-ге вид., перероб. та допов. – Харків, 2022. – 120 с. URL: <https://dspace.univd.edu.ua/xmlui/handle/123456789/14007>
2. Степанюк, Р. Л. Дослідження ДНК як галузь криміналістичної техніки: проблеми формування та напрями розвитку // Право і безпека. - 2020. - № 2 (77). - С. 93-99. URL: <https://dspace.univd.edu.ua/xmlui/handle/123456789/9515>
3. Щербаковський М. Г. Проблеми формулювання висновків молекулярно-генетичної експертизи / // Процесуальне та техніко-криміналістичне

забезпечення досудового розслідування : тези доп. всеукр. наук.-практ. конф. (м. Харків, 28 листоп. 2019 р.) / МВС України, Харків. нац. ун-т внутр. справ. – Харків, 2019. – С. 193-195. URL: <https://dspace.univd.edu.ua/xmlui/handle/123456789/13593>

Інформаційні ресурси в Інтернеті

1. Експертна служба МВС України: <URL://dndekc.mvs.gov.ua/>
2. Харківський НДІ судових експертиз ім. Засл. проф. М.С. Бокаріуса: [URL:// www.hniise.gov.ua/](URL://www.hniise.gov.ua/)

## ТЕКСТ ЛЕКЦІЇ

### Вступ

Дуже швидкий розвиток технологій ДНК-ідентифікації, а також величезне значення її результатів для правозастосування призвели до того, що майже за чверть сторіччя, яке минуло з початку її розробки, вона зайняла в арсеналі правоохоронних органів значне місце. Без ДНК-ідентифікації зараз неможливо уявити собі ані розслідування тяжких злочинів, ані тим більше воєнних злочинів, що є актуальним і важливим.

### 1. ДНК як об'єкт криміналістичного дослідження.

Дослідження слідів біологічного походження з метою вирішення завдань кримінального судочинства досить давно й успішно застосовується в судовій медицині та криміналістиці. Проте до кінця ХХ століття можливості цього напряму обмежувалися проведенням цитологічних та імунологічних досліджень відповідних об'єктів з метою встановлення видової належності залишених слідів. Револьюційний прорив у цьому напрямі відбувся після винаходу методів ідентифікації особи за її генетичними ознаками, що містяться в ДНК. Як відомо, організм людини та тварин складається з клітин, кожна з яких має складну структуру. Усередині ядра клітини розташовані хроматин і ядерце. При цьому хроматин є комплексом молекул ДНК і білків, які утворюють хромосоми. ДНК (дезоксирибонуклеїнова кислота) є однією з трьох основних молекул (разом із РНК і білками), що утворюють клітину. Вона виконує функцію зберігання та передавання генетичної інформації, що забезпечує функціонування організму. ДНК, що міститься в ядрі клітини,

називається ядерною. Вона складається з 23 пар хромосом, у яких одну з хромосом особа успадковує від матері, а іншу від батька. Здебільшого саме ядерна ДНК піддається криміналістичному дослідженню. В еукаріотичних організмах, у тому числі в клітинах людини, окрім ядра, власна ДНК є також і в мітохондріях. Мітохондріальна ДНК (мтДНК) є незалежною від ядерної ДНК. Вона значно менша за розміром, ніж ядерна ДНК, і кодує лише незначну частину білків і РНК. Водночас у деградованих слідах біологічного походження ймовірність збереження мтДНК є вищою порівняно з ядерною ДНК. Це пов'язано з меншим розміром молекул та їх більшою кількістю в клітині, тому мтДНК легше знайти в слідах, виявлених на місці події. Крім того, аналіз мтДНК є альтернативним методом ідентифікації особи в разі якщо немає її прямих родичів. З огляду на невеликі розміри та високий поліморфізм мтДНК дає змогу вирішувати ідентифікаційні завдання, коли сліди біологічного походження мають високий ступінь руйнування, зокрема в разі деградації ядерної ДНК. Використання унікальних властивостей мтДНК суттєво розширює можливості криміналістичної ідентифікації біологічних слідів під час розслідування злочинів. Проте водночас дослідження мтДНК має певні обмеження, пов'язані з тим, що вона успадковується по материнській лінії і не є унікальною, тобто збігається в осіб, пов'язаних родинними зв'язками по материнській лінії (брат / сестра, бабуся по материнській лінії, онуки, двоюрідний брат / сестра (за умови, що у цих осіб матері є сестрами) тощо). За хімічним складом молекула ДНК складається з двох ланцюгів, кожен із яких являє собою послідовність нуклеотидів. Ланцюги в молекулі ДНК з'єднані між собою за допомогою водневих зв'язків між комплементарними нуклеотидами в різних ланцюгах (аденін (А) – тимін (Т), гуанін (Г) – цитозин (Ц)). Установлення послідовностей розташування нуклеотидів у ланцюгах молекули ДНК надає можливість визначати генетичний код. Для дослідження структури ДНК науковцями було розроблено методи її виділення з клітини, очищення, рестрикційного аналізу, ампліфікації та молекулярного клонування, секвенування. Застосування цих методів у подальшому дало змогу створити експертні методики встановлення генетичних ознак людини та її ідентифікації

за цими ознаками. На 99,9 % молекули ДНК в усіх людей є однаковими. Проте в ДНК кожної людини, за винятком однайцевих близнюків, є ділянки (локуси), які відрізняються високим поліморфізмом (відмінністю) у різних осіб. Виявлення та дослідження сукупності певних локусів дає змогу порівняти генетичні ознаки особи, яку перевіряють, із генетичними ознаками виявленого сліду, та розрахувати математично ймовірність такого збігу. Загалом між індивідуумами існує приблизно три мільйони поліморфних локусів, які можуть бути виявлені. Хоча сучасні методи криміналістичного дослідження ДНК не дозволяють досліджувати їх усі, аналіз декількох локусів дає змогу встановити ДНК-профіль, за яким можна розрізнити між собою двох осіб (окрім однайцевих близнюків). У кожному досліджуваному локусі зазвичай може бути виявлено від 1 до 2 алелів, яким присвоюється цифрове значення. Якщо кількість ядерних клітин, які містяться в сліді біологічного походження на об'єкті дослідження, є достатньою, то можна одержати повний профіль. Якщо молекула деградує, можуть бути виявлені не всі алелі, тоді встановлюється частковий профіль. Якщо у двох і більше локусах виявлено більше двох алелів, це зазвичай свідчить про наявність генетичних ознак від кількох різних осіб. Такий профіль називають змішаним. Також існують випадки мутацій, коли в отриманому ДНК-профілі однієї особи в будь-якому локусі ДНК спостерігаються три алелі. Тому експерту-генетику важливо здійснювати ретельний аналіз виявлених алелів із метою ідентифікації особи, пошуку генетичних ознак у змішаних слідах тощо. Таким чином, ДНК є молекулою, аналіз якої дає змогу ідентифікувати людину за біологічними слідами шляхом виявлення та порівняння сукупності генетичних ознак певних ділянок (локусів) її ДНК. Окрім того, за допомогою ДНК-аналізу можна встановити наявність або відсутність біологічного батьківства / материнства, спорідненості за батьківською або материнською лініями. Це має суттєве криміналістичне значення, оскільки уможливорює вирішення важливих завдань у межах кримінального провадження, а саме – встановлення особи невідомих трупів, біологічного батьківства тощо. Можливості використання технологій аналізу ДНК у кримінальному судочинстві не обмежуються дослідженням слідів

людини. За деякими видами кримінальних проваджень важливу доказову інформацію можна одержати шляхом ідентифікації тварин за їхньою ДНК. Наприклад, у деяких країнах під час розслідування незаконного полювання застосовуються методи молекулярногенетичної ідентифікації біологічних слідів диких тварин. В Україні натеper ще не сформовано окрему галузь криміналістичної техніки, присвячену дослідженню ДНК. Проте така потреба є, оскільки: 1) криміналістична теорія ідентифікації є підґрунтям для методології порівняльного дослідження індивідуальних генетичних ознак; 2) сліди людини з метою розкриття кримінальних правопорушень вивчає саме криміналістика; 3) криміналістика виконує функцію адаптації досягнень інших наук до вирішення завдань судочинства; 4) головною метою ДНК-аналізу є забезпечення потреб правоохоронних органів у розкритті злочинів, чим займається саме криміналістика; 5) крім судово-експертного напряму, важливим для вирішення практичних завдань є розвиток технологій виявлення та вилучення слідів біологічного походження та біологічних зразків під час слідчих (розшукових) дій за допомогою засобів і методів криміналістичної техніки; 6) питання одержання, зберігання та використання індивідуальної генетичної інформації про людину потребує належного правового регулювання, а криміналістика як наука, що містить юридичну складову, може на належному рівні розробляти відповідні положення. Убачається, що **криміналістичне дослідження ДНК** слід визначити – як розділ криміналістичної техніки, який вивчає індивідуальні генетичні ознаки живих організмів, що містяться в їхній ДНК, з метою ідентифікації та вирішення окремих завдань орієнтувального характеру під час розкриття та розслідування кримінальних правопорушень. До змісту цього розділу входять наукові положення та практичні рекомендації щодо: 1) загальних питань (характеристика ДНК як об'єкта криміналістичного дослідження, генезис криміналістичного ДНК-аналізу, теоретичні засади); 2) технологій криміналістичного дослідження ДНК; 3) технічних засобів, прийомів і методів виявлення, вилучення та зберігання слідів і зразків біологічного походження; 4) правових основ збирання, оброблення та використання індивідуальної генетичної інформації; 5) організаційних засад

функціонування криміналістичних обліків генетичних ознак; б) форм використання спеціальних знань у галузі молекулярно-генетичного аналізу в кримінальному судочинстві та особливостей використання одержаних результатів у доказуванні.

## **2. Генезис криміналістичного ДНК-аналізу.**

Відкриття структури ДНК у 50-х роках минулого століття започаткувало нову еру в біології та, крім того, створило передумови для пошуку можливостей ідентифікації конкретного живого організму за його генетичними ознаками. Уперше можливість дослідження індивідуальних ознак людини за ДНК установив англійський генетик Алек Джеффріс у 1984 році, виявивши в структурі ядерної ДНК індивідуальні для кожної особи відмінні за довжиною ділянки, які можна виділити та порівняти. Це дало поштовх розробленню техніки дослідження ДНК людини з метою її ідентифікації, яка була названа ДНК-дактилоскопія (англ.: DNA fingerprinting). У літературі представлено інформацію й щодо інших учених, які започаткували певні напрями у цій сфері дослідження. Наприклад, у США перший патент на методи, які сьогодні входять до процесу профілювання ДНК, був поданий у 1983 році американським біологом Д. Глассбергом, що дає підстави визначати його як піонера ДНК-дактилоскопії. У 1986–1987 роках радянські науковці Є. Рогаєв, А. Джинчарадзе, П. Іванов та А. Рисков, розробляючи цей напрям, виділили гіперваріабельні ділянки, які не були охоплені британським патентом. Проте саме завдяки науковим працям А. Джеффріса та його співавторів В. Уілсона, С. Тейна, П. Гілла та Д. Верретта, опублікованим у 1985 році, а також успішній практичній апробації цього методу, розпочалось активне розроблення та впровадження методів ідентифікації людини за її ДНК у судово-експертну діяльність. Перше застосування методу ДНК-дактилоскопії в діяльності з протидії злочинності було здійснено з метою розкриття двох убивств зі згвалтуваннями, вчинених у графстві Лестершир (Велика Британія) у 1983 і 1986 роках. У липні 1986 року в полі неподалік від містечка Нарбороу було виявлено труп 15-річної Дон Ешворт, яку було згвалтовано та вбито на шляху



додому. У такий самий спосіб у листопаді 1983 року було вбито іншу дівчинку, Лінду Манн. Для поліції стало зрозуміло, що в окрузі діє серійний убивця. У процесі розслідування поліцейські встановили можливого підозрюваного, 17-річного Річарда Бакленда. Він давав суперечливі показання, визнавав свою вину у вбивстві Дон Ешворд, проте категорично заперечував причетність до вбивства Лінди Манн. Володіючи інформацією про новий метод А. Джеффріса, британська поліція звернулася до нього з проханням перевірити підозрюваного. Проведений порівняльний аналіз генетичних ознак зразка ДНК Бакленда із ознаками ДНК, виділеного зі сперми, вилученої з місць події, установив, що злочин вчинено однією особою, проте генетичні ознаки не збігаються із ДНК Бакленда, підозру з якого було знято. З метою встановлення злочинця поліція вдалась до масштабної перевірки генетичних ознак усіх чоловіків, що проживали в районі вчинення вбивств. Протягом восьми місяців було відібрано й досліджено зразки крові понад 5,5 тисяч чоловіків, проте підозрюваного встановити не вдалося. Однак поліцейським стало відомо, що місцевий пекар, 27-річний батько двох дітей Колін Пітчфорк, умовив іншого працівника пекарні на прізвище Келлі здати аналіз замість нього. Для цього він замінив своє фото в паспорті на фото Келлі. Перевірка ДНК Пітчфорка встановила повний збіг генетичних ознак зі слідами, вилученими на місцях убивств. Підозрюваний визнав свою вину й був засуджений до довічного позбавлення волі та увійшов в історію як перша особа, викрита завдяки аналізу ДНК. Викладені події стали основою для сценарію художнього фільму «Код убивці», створеного в 2015 році. У СРСР перша генно-ідентифікаційна експертиза була виконана П. Івановим у 1988 році в справі безпритульного Сопова, якого було викрито у зґвалтуванні та вбивстві двох літніх жінок. В Україні молекулярно-генетичні експертизи почали проводитися в 1992 році. Зокрема, першу таку експертизу методом ДНК-аналізу було проведено експертом Державного науково-дослідного експертнокриміналістичного центру МВС України Н. Дяченко у справі про вбивство. У тому ж році в Одеському обласному бюро судово-медичної експертизи було запроваджено методи ДНК-аналізу, а в 1998 році Г. Кривда разом з Ю. Сиволапом у структурі цього бюро відкрили перший в

Україні центр судово-медичних молекулярно-генетичних експертиз.

Сьогодні молекулярно-генетичний аналіз ДНК людини, за оцінкою американської академії наук, є інструментом із найвищим ступенем надійності й актуальності, ніж будь-яка інша технологія судової експертизи. Проте до цього часу єдиної назви щодо цього напрямку не вироблено. В англійській літературі, крім терміну «DNA fingerprinting», нерідко застосовують «DNA profiling», «DNA barcoding», «DNA typing», «Forensic DNA analysis». У російськомовних джерелах також вживають терміни «генотипоскопія», «індивідуальний генетичний аналіз» та ін. В Україні в криміналістичному та судово-медичному контексті частіше користуються поняттями ДНК-аналізу та молекулярно-генетичної експертизи. Свого часу термін «DNA fingerprinting» (ДНК-дактилоскопія) був обраний з огляду на термінологію криміналістичної науки, у якій дактилоскопія розробляє методи ідентифікації людини за слідами пальців рук. Це не є випадковим і пояснюється схожістю концептуального підходу до ототожнення об'єктів за залишеними слідами. Використання явища поліморфізму довжини фрагментів рестрикції (RFLP), тобто відмінності в кожній особі розмірів певних фрагментів ДНК, розрізаних бактеріальними ферментами (рестриктазами), дало змогу встановлювати індивідуальний генетичний профіль людини порівнянням алельності виявлених генетичних ознак на тих ділянках (локусах) ДНК, які характеризуються поліморфізмом.

### **3. Загальна характеристика технології судового молекулярно-генетичного дослідження.**

Методи здійснення криміналістичного ДНК-аналізу постійно вдосконалюються. Спочатку процедури полягали в одержанні ДНК-профілю послідовним здійсненням кількох етапів. Завдяки цим операціям отримувався «відбиток» генетичних ознак людини, який можна було порівняти з «відбитком» з іншого зразка ДНК і встановити або спростувати тотожність. Зазначений складний лабораторний процес одержання «відбитків» стосувався дослідження відносно великих фрагментів ДНК (мінісателітів або VNTR-локусів).

***Технологія VNTR-профілювання складається з таких етапів:***

- екстракція (виділення) ДНК людини з біологічного сліду (крові, слини, сперми тощо);
- розрізання ДНК на тисячі фрагментів обробленням бактеріальними ферментами (рекстриктазами);
- розділення фрагментів за розміром шляхом гелі-електрофорезу: поміщення в спеціальний пористий гель (своєрідне сито) + піддавання дії електричного струму (коротші фрагменти ДНК проходять через гель швидше) + після відключення струму коротші фрагменти ДНК опиняються далі від довших частинок;
- блотинг – це перенесення фрагментів ДНК з гелю на шматок нейлонової мембрани, їх «розстібання» для одержання окремих ниток ДНК;
- інкубування мембрани з радіоактивними зондами (фрагментами ДНК, поміченими радіоактивним фосфором, які приєднуються до фрагментів ДНК, що мають однаковий склад) + поміщення на рентгенівську плівку + одержання картинки з понад 30 стрічок (ДНК-радіоавтографа).

Дослідження мінісателітних ділянок (VNTR-локусів) методом ДНК-дактилоскопії було дуже трудомістким і спочатку займало від чотирьох до шести тижнів. Згодом найшвидший тест, що був розроблений А. Джеффрісом у 1991 році, дав змогу провести дослідження за 2 дні. З часом методи індивідуального молекулярно-генетичного аналізу вдосконалювались і дали змогу розробити точніші й інформативніші технології. Техніка ДНК-дактилоскопії мала значні недоліки, подолати які допомогло розроблення нових способів дослідження ДНК із застосуванням методу полімеразної ланцюгової реакції (ПЛР) – процесу контрольованого копіювання ділянок ДНК. Метод ПЛР був запропонований американським ученим, співробітником хімічної лабораторії «Цетус» К. Муллісом. Його основна ідея полягає в тому, що за допомогою спеціальних реагентів і приладів – програмованих термоциклерів – можна одержати мільйони копій певної ділянки ДНК. ПЛР дозволяє використовувати для ідентифікації невелику кількість ДНК, у тому числі з високим ступенем деградації, тобто порушенням структури. Розроблення

методу ПЛР надало можливість аналізувати набагато дрібніші фрагменти ДНК (мікросателіти або STR-локуси). У свою чергу техніки аналізу VNTR-локусів виявилися менш зручними порівняно з STR-локусами. Насамперед це пояснюється тією обставиною, що під час дослідження таких локусів у ДНК, яка частково деградувала (що часто трапляється в експертній практиці), різко зростає ймовірність помилки, оскільки відносно великий розмір фрагмента швидше піддається руйнуванню. Водночас аналіз STR-локусів позбавлений цього недоліку, оскільки менший інтервал довжин алелів значно зменшує можливість їх деградації, що гарантує вищу точність одержаних результатів. Упровадження методу ПЛР також дало змогу значно скоротити строки дослідження та підвищити його чутливість (виходячи з тієї ж кількості ДНК, можна отримати більше генетичних ознак). Це сприяло широкому використанню STR-локусів у криміналістичному ДНК-аналізі та створення саме на їх основі баз даних генетичних ознак людини.

***Технологія STR-профілювання має такі етапи:***

- екстракція (виділення) ДНК людини з біологічного сліду (крові, слини, сперми тощо);
- приєднання маркованих праймерів і копіювання фрагментів ДНК за допомогою ПЛР;
- розділення фрагментів ДНК шляхом електрофорезу;
- візуалізація, детекція отриманих даних.

Розроблення технологій криміналістичного дослідження ДНК аналізуванням її мікроскопічної кількості, дало змогу значно розширити коло об'єктів, із яких можна встановити придатний для ідентифікації ДНК-профіль. Зокрема, було вдосконалено техніки дослідження ДНК зі старих та обгорілих зразків кісток і тканин, а також уперше з'явилася можливість отримувати ДНК-профіль зі слідів слини на недопалках сигарет, з окремих волосин, зі скрібків із під нігтів, зі слідів укусів, а в 1997 році було повідомлено про можливість установлення ДНК-профілю з предметів, до яких людина доторкнулася. З цього часу розпочався новий етап розвитку судової генетики. У сучасних технологіях криміналістичного ДНК-аналізу застосовується автоматизоване копіювання

(ампліфікація) певної послідовності ДНК шляхом ПЛР. При цьому дослідженні фрагменти для кожного STR помічаються спеціальною кольоровою флуоресцентною міткою за допомогою особливих реагентів (праймерів). Праймери знаходять відповідні фрагменти, приєднуються до них та відділяють їх від решти ДНК. Далі проводиться певна кількість циклів копіювання досліджуваних фрагментів та, за умови наявності мінімально необхідної кількості матричної (вихідної) ДНК, одержується велика кількість копій. Аналіз продуктів ампліфікації, а саме розділення фрагментів за довжиною, проводять за допомогою капілярного електрофорезу. Потім кожен фрагмент піддається дії лазера, що змушує фрагменти з флуоресцентними мітками світитися різними кольорами. Таким чином отримується зображення у вигляді серії кольорових піків, яке називається електрофореграма. Отже, щоб отримати індивідуальний ДНК-профіль людини не потрібно розшифровувати всю ДНК. Достатньо виділити окремі невеликі ділянки (локуси), де розташовані генетичні ознаки, визначити кількість і довжину алелів. У кожному локусі фактично є один алель, але оскільки локусів два (по одному на кожній хромосомі в парі), то і алелів, по суті, завжди два. Вони можуть збігатися (гомозигота), а можуть відрізнятися (гетерозигота), що й відображається на електрофореграмі у вигляді одного або двох піків у локусі відповідно. Для отримання достовірного результату під час встановлення ДНК-профілю необхідно перевірити кілька локусів. Наприклад, відповідно до Інструкції про порядок формування та використання обліку генетичних ознак людини, затвердженої наказом Експертної служби МВС від 20 травня 2021 року № 21-ЕС-Н-2921, мінімальна кількість локусів для поміщення до центрального обліку генетичних ознак слідів біологічного походження, вилучених за фактами вчинення нерозкритих злочинів, що залишені однією особою, повинна бути не менше 9; для невпізнаних трупів – не менше 13. Завдяки впровадженню сучасних технологій було розпочато формування й використання в практичній діяльності автоматизованих криміналістичних обліків генетичних ознак людини, які сьогодні стали потужним інструментом, що застосовується для розкриття злочинів за залишеними слідами біологічного походження, ідентифікації загиблих осіб

тощо. За рекомендаціями щодо ДНК-профілювання у Великобританії певний час аналізувалося 11 локусів і статевий маркер, у США – 13. На цей час застосовується аналіз мінімум 20 локусів. Для встановлення батьківства аналізу піддають мінімум 21 локус.

В Україні функціонує широка мережа лабораторій біологічних досліджень та обліку в підрозділах Експертної служби МВС України, а також кілька лабораторій судово-медичної генетики в Бюро судово-медичної експертизи, які проводять молекулярно-генетичні дослідження. Вони здійснюють стандартні дослідження згідно із загальноєвропейськими рекомендаціями за 24 локусами. Загалом на цей час у світі застосовується кілька основних технологій молекулярно-генетичного дослідження ДНК людини з метою вирішення завдань у сфері кримінального судочинства. Найбільшого поширення набули методи STR-профілювання, які є основними в судово-експертній діяльності й у загальному вигляді були охарактеризовані вище та розглянуті разом із питаннями методології судового молекулярно-генетичного дослідження. Водночас, у судовій генетиці виокремлюють низку додаткових технологій, застосування яких дозволяє розширити коло її можливостей. Так, Y-хромосома є тільки в чоловіків і передається нащадку чоловічої статі від батька. Тому дослідження STR на цій хромосомі дозволяє відокремлювати ДНК чоловіка від ДНК жінки під час дослідження слідів сексуальних злочинів, а також установлювати біологічну спорідненість за чоловічою лінією. Якщо клітини пошкоджені і ядерна ДНК не збереглася, можна провести дослідження за мтДНК. Вважається, що мтДНК передається дитині від матері, тому всі родичі за материнською лінією мають однакову мтДНК. Проте останнім часом з'явилися дослідження, що виявили успадкування дітьми мтДНК від обох батьків, але ці випадки не спростовують загальне правило, а, швидше, є патологією. Дослідження мтДНК здійснюється аналізуванням фрагментів, які називаються однонуклеотидним поліморфізмом (SNP). До новітніх технологій криміналістичного ДНК-аналізу, які поступово впроваджуються в практику судової генетики, належать методи секвенування нового покоління, зокрема судове фенотипування за ДНК і біогеографічне

тестування за ДНК. Крім того, у зарубіжних країнах впроваджуються техніки пошуку в базах даних ДНК-профілів за родинними зв'язками (родинний пошук за ДНК). Судове фенотипування (англ. – Forensic DNA phenotyping) як напрям криміналістичного аналізу ДНК було започатковано після виявлення гена, відповідального за колір шкіри в особи. У подальшому було встановлено 20 основних генів, які найбільш суттєво впливають на зовнішній вигляд людини. Біогеографічним тестуванням (англ. – Biogeographic ancestry) називають дослідження ДНК для висунення припущень щодо географічного походження особи на основі дослідження ДНК-маркерів, найпоширеніших у різних частинах світу. Ці методи натеper дають можливість шляхом аналізування ДНК, виявленої на місці події, створити вірогідний прогноз щодо кольору очей, волосся та шкіри, а також щодо біогеографічного походження особи, яка залишила слід. Також проводяться наукові пошуки можливостей одночасного здійснення STR-профілювання, біогеографічного тестування та фенотипування для полегшення встановлення носіїв у змішаних зразках ДНК.

*Технології секвенування нового покоління мають певні проблеми методичного, етичного та правового характеру. До їх кола належать:*

- 1) відсутність надійних технік за цими технологіями;
- 2) етичні проблеми, пов'язані з використанням кодувальних ділянок ДНК, на відміну від традиційних технологій ДНК-аналізу, де використовуються некодувальні ділянки (сміттєва ДНК);
- 3) формулювання винятково ймовірних висновків;
- 4) соціальна чутливість питань (наприклад, щодо мігрантів);
- 5) недопустимість визначення з етичних міркувань будь-якої інформації щодо стану здоров'я особи, тому тестування лише на зовнішні (морфологічні) ознаки.

Станом на грудень 2019 року в країнах ЄС чітко врегульовано й дозволено застосовувати технології ДНК-фенотипування лише в Нідерландах і Словаччині. Їх застосовують на практиці також у Великобританії, Польщі, Чеській Республіці, Швеції, Угорщині, Австрії та Іспанії. У Німеччині в листопаді 2019 року було дозволено застосовувати ці технології за винятком установлення біогеографічного походження за ДНК. До новітніх технологій криміналістичного ДНК-аналізу за базами даних ДНК-профілів належать

сімейний пошук (англ. – Familial searching), тобто виявлення профілів, які частково збігаються з тим, що перевіряється, і можуть належати біологічним родичам особи, яка залишила слід. Уперше ці методи були застосовані у Великобританії в 2006 році, що дозволило встановити особу насильника, який вчинив низку зґвалтувань ще у 1980-х роках минулого століття. Упровадження цих технологій також супроводжується низкою правових, етичних і соціальних проблем, насамперед пов'язаних із втручанням в особисте та сімейне життя людини. Але вони є потужним інструментом пошуку невідомих злочинців за слідами біологічного походження. Тому, новітні технології індивідуального молекулярно-генетичного дослідження, які дозволятимуть вирішувати завдання пошукового характеру, зорієнтовані на встановлення за певними ділянками ДНК ознак зовнішності особи, її географічного походження, виокремлення індивідуального ДНК зі змішаних зразків великої кількості людей, активно розвиваються та є перспективними напрямками для практичного впровадження. В Україні є можливість застосовувати всі зазначені технології. Проте новітні експериментальні методики потребують вартісного обладнання, значного рівня фінансування, нормативного врегулювання та поки що не відрізняються великим ступенем інформативності. Саме у вітчизняних державних судово-експертних установах проводяться молекулярно-генетичні дослідження за методиками STR-профілювання і лише в окремих лабораторіях – аналізу мтДНК. Експертною службою МВС України здійснюються заходи щодо впровадження в практику інших технологій ДНК-аналізу, у тому числі секвенування нового покоління.

З урахуванням зазначених вище положень, можна **визначити сучасні можливості криміналістичного дослідження ДНК:**

1. Установлення генетичних ознак (ДНК-профілю) людини, ведення криміналістичних обліків за цими ознаками та їх застосування для вирішення завдань із розслідування злочинів;
2. Установлення походження сліду від певної особи порівнянням генетичних ознак такого сліду, виявленого на об'єктах і в зразках, відібраних у осіб, яких перевіряють;



3. Ідентифікація невпізнаних трупів та їхніх частин за генетичними ознаками;
4. Установлення біологічного батьківства (материнства);
5. Установлення біологічної спорідненості.

На теперішній час в Україні існують такі основні напрями розвитку криміналістичного дослідження ДНК: 1) розробка нових і вдосконалення наявних методів проведення судової молекулярно-генетичної експертизи, подальша автоматизація процесів; 2) удосконалення нормативно-правового регулювання питань формування та використання обліку генетичних ознак людини, порядку одержання та використання біологічних зразків від осіб, форм використання спеціальних знань у сфері молекулярно-генетичного аналізу в кримінальному судочинстві; 3) розробка та впровадження в правозастосовну практику ефективних засобів, прийомів і методів виявлення та вилучення слідів і зразків біологічного походження; 4) формування дієвих рекомендацій щодо особливостей використання результатів застосування різних форм спеціальних знань у сфері молекулярної генетики в кримінальному провадженні; 5) розвиток новітніх технологій криміналістичного дослідження ДНК, у тому числі спрямованих на виконання пошукових завдань під час розкриття та розслідування кримінальних правопорушень.