

МІНІСТЕРСТВО ВНУТРІШНІХ СПРАВ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНА ПОЛІЦІЯ УКРАЇНИ



**ДЕПАРТАМЕНТ КАРНОГО
РОЗШУКУ**



**НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ
ВНУТРІШНІХ СПРАВ**

**ВИКОРИСТАННЯ ГЕОРАДАРІВ У ПРАКТИЦІ ВИЯВЛЕННЯ ТА
РОЗСЛІДУВАННЯ КРИМІНАЛЬНИХ ПРАВОПОРУШЕНЬ**

Аналітичний огляд

КИЇВ – 2024

Авторський колектив:

Саковський А.А. – директор навчально-наукового інституту № 2, Національної академії внутрішніх справ, доктор юридичних наук, професор;

Фурман Я.В. – старший науковий співробітник науково-дослідної лабораторії з проблем криміналістичного забезпечення та судової експертології навчально-наукового інституту № 2 Національної академії внутрішніх справ, кандидат юридичних наук, старший науковий співробітник;

Нечеснюк М.В. – провідний науковий співробітник науково-дослідної лабораторії з проблем криміналістичного забезпечення та судової експертології навчально-наукового інституту № 2 Національної академії внутрішніх справ;

Антощук А.О. – завідувач кафедри криміналістики та судової медицини, кандидат юридичних наук, доцент;

Степанюк В.М. – головний оперуповноважений Департаменту карного розшуку Національної поліції України.

Рекомендовано до друку науково-методичною радою Національної академії внутрішніх справ від 25.10.2024 року (протокол № 9).

Рецензенти:

Чорноус Ю.М. – професор кафедри криміналістики та судової медицини Національної академії внутрішніх справ, доктор юридичних наук, професор;

Крилевич Р.Б. – начальник 5-го управління Департаменту карного розшуку Національної поліції України.

Аналітичний огляд присвячено актуальним проблемам застосування техніко-криміналістичних засобів у правоохоронній діяльності. До таких засобів насамперед належить сучасний геофізичний прилад – георадар, призначений для виявлення різних об'єктів, у різних середовищах. Описано принципи побудови сучасних георадарів. Наведено характеристики найпоширеніших приладів. Проаналізовано закордонний досвід використання георадару кримінальною поліцією Португалії.

Аналітичний огляд призначений для працівників органів та підрозділів Національної поліції України, Експертної служби МВС України, науково-педагогічних працівників юридичних закладів вищої освіти та здобувачів вищої освіти.

Саковський А.А., Фурман Я.В., Нечеснюк М.В., Антощук А.О., Степанюк В.М. Використання георадарів у практиці виявлення та розслідування кримінальних правопорушень : аналітичний огляд. Київ: Нац. акад. внутр. справ, 2024. – 27 с.

ЗМІСТ

	ВСТУП	4
1.	ПРАВОВІ ЗАСАДИ ТА ПОРЯДОК ЗАСТОСУВАННЯ ПОШУКОВОЇ ТЕХНІКИ ПІДРОЗДІЛАМИ НАЦІОНАЛЬНОЇ ПОЛІЦІЇ УКРАЇНИ	5
2.	ПОНЯТТЯ, ПРИНЦИПИ РОБОТИ ТА ОСНОВНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГЕОРАДАРІВ	7
3.	ОСНОВНІ ЗАВДАННЯ ТА НАПРЯМИ ВИКОРИСТАННЯ ГЕОРАДАРІВ У ПРАВООХОРОННІЙ ДІЯЛЬНОСТІ НАЦІОНАЛЬНОЇ ПОЛІЦІЇ УКРАЇНИ	16
4.	ЗАКОРДОННИЙ ДОСВІД ВИКОРИСТАННЯ ГЕОРАДАРІВ У ПРАВООХОРОННІЙ ДІЯЛЬНОСТІ	19
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ І РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ	23

ВСТУП

Враховуючи активні бойові дії, які проходять на території України з регулярними військами російської федерації, перебування деяких територій під тимчасовою окупацією, вчинення воєнних злочинів вплинули на збільшення кількості вбивств мирного населення та військовослужбовців і, відповідно, збільшенням кількості зниклих безвісти громадян. На даний час правоохоронні органи під час здійснення досудового розслідування стикаються з проблемою пошуку та виявлення прихованих біологічних об'єктів, зокрема трупів людей. Для пошуку таких об'єктів особливу роль відіграють сучасні технології, техніко-криміналістичні засоби та методи виявлення та розслідування кримінальних правопорушень.

У сучасному світі технології відіграють ключову роль, допомагаючи різним правоохоронним органам виявляти ознаки вчинення кримінального правопорушення, які багато років тому могли залишити більше питань, ніж відповідей. Криміналістика, галузь правоохоронної діяльності, яка постійно розвивається, покладається на багато різних форм технологій, щоб допомогти правоохоронним органам збирати докази, які допоможуть у розслідуванні навіть найскладніших кримінальних правопорушень. Одним із найбільш інноваційних застосувань технологій у правоохоронних органах сьогодні є георадар, який використовує технологію дистанційного зондування для забезпечення неруйнівного дослідження об'єктів. Вважаючись одним із найефективніших інструментів правоохоронних органів, він все частіше використовується при розслідуванні кримінальних проваджень.

Одним із найефективніших способів використання георадарів правоохоронними органами є виявлення безіменних могил. Багато випадків зникнення людей часто закінчуються тим, що жертву вбивають і ховають глибоко в лісі, що робить їх фактично неможливим знайти. Однак завдяки радіолокаторам, що проникають під землю, поліція тепер може обстежувати величезні ділянки пересіченої місцевості в надії знайти місце поховання. Завдяки цій технології було виявлено велику кількість кримінальних правопорушень, а особи, які були причетні до їх вчинення і які могли б уникнути покарання, були засуджені та ув'язнені.

Водночас, на сьогоднішній день не розроблено практичних рекомендацій щодо використання георадарів у практиці виявлення та розслідування кримінальних правопорушень, а тому є необхідність у проведенні системного аналізу правових засад та порядку застосування пошукової техніки підрозділами Національної поліції України, основних завданнях та напрямках використання георадарів у правоохоронній діяльності Національної поліції України.

Проведення ефективного, повного та всебічного досудового розслідування на початковому етапі залежить у першу чергу від використання сучасних техніко-криміналістичних засобів у правоохоронній діяльності, що може мати вирішальне значення для встановлення істини у кримінальному провадженні.

Вказане зумовило необхідність підготовки пропонованого аналітичного огляду, який на думку авторського колективу, забезпечуватимуть досягнення завдань кримінального провадження, підвищать ефективність роботи правоохоронних органів під час виявлення та розслідування кримінальних правопорушень.

1. Правові засади та порядок застосування пошукової техніки підрозділами Національної поліції України

Пошукова техніка є невід'ємною частиною технічних засобів, що застосовуються правоохоронними органами. Процесуальний порядок та випадки застосування технічних засобів передбачаються відомчими нормативними актами.

Положення про органи досудового розслідування Національної поліції України, затверджене наказом МВС України від 06 липня 2017 року № 570; Положення про Експертну службу Міністерства внутрішніх справ України, затверджене наказом МВС України від 03 листопада 2015 року № 1343; наказ МВС України від 31 січня 2017 року № 77 «Про затвердження положень про Державний науково-дослідний експертно-криміналістичний центр та територіальні науково-дослідні експертно-криміналістичні центри МВС»; Інструкція про порядок залучення працівників органів досудового розслідування поліції та Експертної служби Міністерства внутрішніх справ України як спеціалістів для участі в проведенні огляду місця події, затверджена наказом МВС України від 03 листопада 2015 року №1339; наказ МВС України від 09 липня 2014 року № 653 «Про затвердження Інструкції про поведження з вибуховими матеріалами в органах і підрозділах внутрішніх справ України» тощо. У цих нормативно-правових актах певну увагу приділено саме питанням застосування науково-технічних засобів під час досудового розслідування.

Пошукові криміналістичні засоби – комплекс різноманітних технічних засобів, призначених для виявлення об'єктів – носіїв доказової чи іншої криміналістично-значимої інформації, що використовуються в ході оглядів місць подій, обшуків, інших слідчих (розшукових) дій, непроцесуальних заходів.

Пошукові криміналістичні засоби слід класифікувати за:

- 1) об'єктом пошуку, тобто для:
 - пошуку металевих об'єктів (індукційні металошукачі, магнітні шукачі-підйомники, електрощупи);
 - виявлення схованок в різного роду об'єктах (металошукачі, переносні рентгенівські установки, радіоізотопні відбивні товщинометрії, прилади, що працюють на основі звукової локації);
 - виявлення трупа (механічні щупи, ручні бури, спеціальні трали (у водному середовищі), електрощупи, газоаналізатори);
 - виявлення вибухових речовин, слідів їхнього застосування, наркотиків, дорогоцінних металів і радіоактивних речовин;
 - виявлення різного роду теплових слідів.

Застосування криміналістичних засобів і прийомів у попередженні, виявленні та припиненні кримінальних правопорушень визнається правомірним, якщо цей процес прямо передбачений законом (або іншими нормативно-правовими актами), або рекомендований законом, або не суперечить закону за своєю сутністю.

При використанні криміналістичних засобів необхідно процесуально оформити:

- 1) факт застосування технічних засобів і прийомів;
- 2) матеріали, які були отримані в результаті їх застосування.

Використання криміналістичної техніки доцільно відображати в протоколі за такою схемою: де, коли, у зв'язку з чим, стосовно яких об'єктів, ким, для чого і що застосовано, що і як саме виявлено або отримано в результаті застосування криміналістичних засобів. У протоколі слід вказати, що перед застосуванням криміналістичних засобів про це були сповіщені особи, які беруть участь у проведенні слідчої (розшукової) дії.

Існують певні вимоги, які забезпечують доказове значення результатів застосування криміналістичних засобів. При оформленні матеріалів, отриманих у результаті застосування криміналістичної техніки, необхідно:

- 1) показати зв'язок між виявленими технічними засобами та фактами проведеної слідчої (розшукової) дії;
- 2) долучити додатки засвідчені підписами учасників слідчої (розшукової) дії;
- 3) вказати, які технічні засоби захисту від фальсифікації об'єктів мають додатки;
- 4) долучити до протоколу стислі письмові пояснення до додатків.

Застосовуючи криміналістичні засоби та спеціальні знання, слід керуватися не тільки прямими вказівками закону про дозвіл їх застосування, але і тим, чи відповідає таке використання цілям і принципам правосуддя. Застосовуючи той чи інший криміналістичний засіб, необхідно дбати про збереження об'єктів, оскільки їх знищення або навіть зміна може згодом негативно позначитися на досудовому розслідуванні кримінального провадження та сильно ускладнити процес дослідження доказів у суді. Єдиним суб'єктом, який за певних умов може використовувати метод, який руйнує або видозмінює досліджуваний об'єкт, є експерт. Інші учасники процесу можуть використовувати тільки ті криміналістичні засоби і методи, які не призводять до змінення зовнішнього вигляду або до знищення об'єкта.

Методичний аспект взаємопов'язаний з технічним і тактичним, оскільки він стосується методів виявлення, фіксації, вилучення, дослідження та використання головним чином матеріальних джерел живої та неживої природи. Останні можна дослідити будь-якими методами і технічними засобами, які відповідають принципу науковості, тільки б джерело залишалось цілим, неушкодженим, а його ознаки та властивості незмінними.

Розглянуті критерії в сукупності складають правову підставу загальної допустимості криміналістичних засобів та спеціальних знань, яка характеризується загальними принципами законності, науковості та етичності.

Законність застосування криміналістичних засобів і спеціальних знань слід розуміти як точне слідування закону, тобто вони не повинні суперечити нормам кримінального процесу, а при їх використанні необхідно дотримуватися межі, встановленої цими нормами. Застосовані технічні засоби (їх вид, ознаки)

обов'язково фіксують у процесуальних документах (протоколах, висновку експерта).

Використання криміналістичної техніки є припустимим, якщо при цьому не порушуються законні права й інтереси громадян, моральні та етичні норми. Засоби і методи криміналістики повинні мати наукову основу, бути науково обґрунтованими, базуватися на вивчених об'єктивних закономірностях, а тому не можуть використовуватися в доведенні пристроїв і приладів, що засновані на невстановлених наукою явищах [1, с. 23].

2. Поняття, принципи роботи та основні характеристики георадарів

Георадар – це сучасний геофізичний прилад, застосування якого для досліджень дає змогу проводити неруйнівний моніторинг середовища на малих глибинах з високою деталізацією, що робить його унікальним серед іншого геофізичного обладнання [2, с. 153].

Основою методу георадіолокації є відбиття випромінюваної електромагнітної хвилі від межі поділу шарів з різною діелектричною проникністю. Такими межами можуть бути як геологічні об'єкти, так і локальні неоднорідності різного походження (пустоти).

Георадар складається з трьох основних частин: антенного блока (що складається з передавальної та приймальної антен), блока обробки отриманих сигналів та обчислювального блока для візуалізації та інтерпретації даних. Максимальна глибина досліджень обмежується 50 метрами в середовищі із малим загасанням сигналу (сухий ґрунт) [3, с. 50].

Принцип роботи георадара

Прилад ставиться до класу імпульсних георадіолокаторів підповерхневого зондування (ГРЛПЗ) категорії ультраширокосмугових пристроїв (UWB) і є одним з інструментів для зондування структури ґрунту на глибину декількох десятків метрів з метою виявлення й визначення просторових границь залягання різного роду підповерхневих неоднорідностей (предметів, що мають відмінні від навколишнього середовища електричні характеристики: діелектричну проникність і провідність, наприклад, зони підвищеної вологості, розщілення ґрунту – порожнечі, вкраплення менш/більш щільної речовини й ін.).

Принцип дії ГРЛПЗ заснований на зондуванні фізичного середовища електромагнітними імпульсами амплітудою 1 (5-10, версія EASYRAD GPR -Pro) КВольт тривалістю порядку 2-8 наносекунд і реєстрації амплітуди й тимчасової затримки відбитих сигналів від границь роздягнула середовищ із різною діелектричною проникністю. ГРЛПЗ здатний зондувати ґрунт на глибину до 15 (30-50, версія -Pro) метрів.

Зондувальний сигнал, випромінюваний антеною ГРЛПЗ, поширюється під поверхню землі, загасаючи в міру поширення, і, зустрічаючи неоднорідність, частково відбивається в різних напрямках, у тому числі й у напрямку прийомної

антени. Рівень прийнятих сигналів залежить від коефіцієнта відбиття сигналу від підповерхневої неоднорідності. Коефіцієнт відбиття залежить від того, наскільки електричні параметри неоднорідностей відрізняються від параметрів навколишнього середовища. Чим більше ця відмінність, тим більше відбитий сигнал.

Частина сигналу проходить далі й відбивається від наступної неоднорідності і т.д., до повного загасання сигналу.

Нижче в таблиці 1.1 представлені електричні характеристики, швидкість поширення радіохвиль і коефіцієнт загасання середовищ, що найбільше часто зустрічаються на практиці.

Відстань до неоднорідності визначається за часом затримки прийнятого сигналу щодо випромінюваного.

Фізичні властивості природних середовищ

Таблиця 1.1.

Середовище	Відносна діелектрична проникність, ϵ	Питома провідність, [ms/m]	Швидкість поширення радіохвиль, [m/ns]	Загасання, [db/m]
Повітря	1	0	0.3	0
Дистильована вода	80	0,01	0.033	0.002
Звичайна вода	80	0,5	0.033	0.1
Морська вода	80	3000	0.01	1000
Сухий пісок	3-5	0,01	0.15	0.01
Вологий пісок	20-30	0,1-1	0.06	0.03-0.3
Вапняк	4-8	0,5-2	0.12	0.4-1
Сланцювата глина	5-15	1-50	0.09	1-50
Мул	5-30	1-100	0.07	1-100
Глина	5-40	2-200	0.06	1-80
Граніт	4-6	0,01-1	0.13	0.01-1
Лід	3-4	0,01	0.16	0.01

Георадар може комплектуватися різного типу антенами для розв'язання різних завдань. Найпростішими в малобюджетному варіанті комплектації є дипольні антени.

У якості випромінюючої системи для професіоналів розроблена спеціалізована антена (опція, версія -Pro), що володіє меншим випромінюванням у верхній півпростір і зниженими пелюстками діаграми спрямованості уздовж земної поверхні. В основу антени покладена магнітна щілинна антена на основі відкритої резонаторної структури. Діаграма спрямованості антени ГРЛПЗ має ширину, що не перевищує 25 градусів.

Використання зазначеного типу зондувального сигналу дало можливість порівняно легко застосовувати методи, що приводять до виграву в співвідношенні сигнал/перешкода й, в остаточному підсумку, досягати значно більшої глибини зондування.

Основні технічні характеристики ГРЛПЗ наведено в Таблиці 1.2.

Основні параметри георадару EASYRAD GPR.

Таблиця 1.2.

Найменування параметра (стандартна комплектація з акумуляторами)	Значення
Потужність, споживана приладом, Вт	3,6
Максимальна напруга зондувального імпульсу, В	1000
Частота проходження зондувального імпульсу, кГц	70
Тривалість зондувального імпульсу, нс	2-8
Максимальна глибина зондування, м	24
Розв'язна здатність у вертикальному напрямку, см	<25
Розв'язна здатність у горизонтальному напрямку, см	<15
Точність аналізу електричних постійних і швидкості поширення радіохвиль у ґрунті, %	15-20
Точність аналізу вологості шарів ґрунту, %	20-30
Інтерфейс персонального комп'ютера	USB
Швидкість передачі даних, біт/з	115200
Час безперервної роботи від акумуляторів, година	не менш 8
Діапазон робочих температур приладу, гради. Цельсія	-10...+50
Габаритні розміри ГРЛПЗ у робочому стані (макс.): довжина, мм ширина, мм висота, мм	1050(5) 520(5) 750(10)
Маса без батареї живлення, не більш, кг	1.5

Метод георадіолокаційного зондування дає можливість:

- аналізу електричних постійних, вологості й швидкості поширення радіохвиль у шарах ґрунту;
- адаптації параметрів зондувального (ширини спектра й положення на осі частот) сигналу до типу ґрунту й глибині моніторингу;
- використовувати комплексну радіофізичну й гідрогеологічну інформацію при інтерпретації результатів моніторингу;

Перевагами георадіолокаційного зондування, у порівнянні зі стандартними методами геоелектророзвідки (метод електрокаратажа, частотного й просторового профілювання й ін.), є:

- більш висока розв'язна здатність по всіх трьом координатах – глибині й у горизонтальній площині;
- значне ослаблення сигналів перешкод, що виникають внаслідок впливів відбиттів від різних об'єктів, розташованих на поверхні землі й під її поверхнею (інженерні комунікаційні спорудження, будинки, електропроводи та ін.).

Зовнішній вигляд ГРЛПЗ наведений на мал. 1.2, мал.1.3:



Мал. 1.2.



Мал. 1.3.

Методика проведення зондування ГРЛПЗ.

Методика проведення зондування полягає в наступному.

Оператор здійснює пересування приладу уздовж поверхні землі по обраному профілю, виходячи з необхідної розв'язної здатності в горизонтальному напрямку.

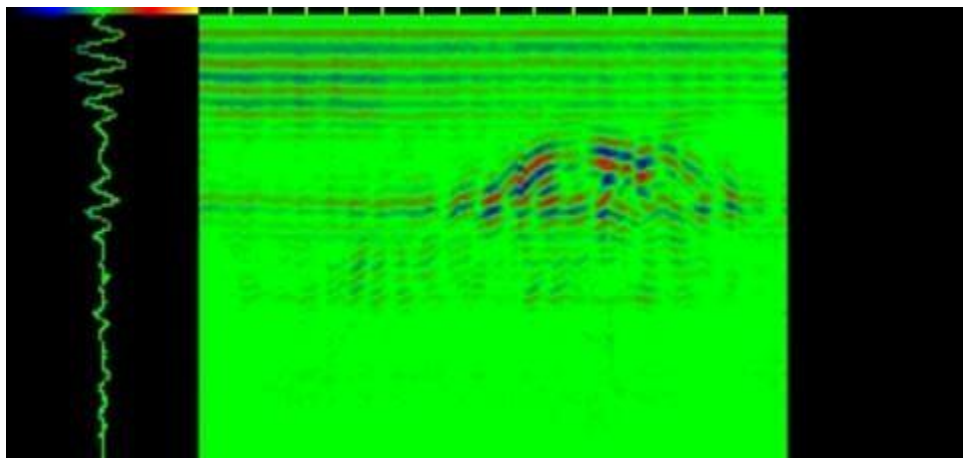
У кожній дискретній крапці випромінюється зондувальний сигнал, і ухвалюються відбиті неоднорідностями підповерхневої структури сигнали, які обробляються й запам'ятовуються в пам'яті комп'ютера.

Основною формою вистави результатів є побудова радіолокаційних зображень перетинів ґрунту по профілях руху приладу, у яких по осі ординат відкладається глибина, по осі абсцис – відстань у метрах уздовж обраного профілю.

При побудові радіолокаційних зображень використовуються спеціальні алгоритми обробки сигналів для виводу результату на монітор.

При виводі зображення на екран монітора ступінь затемнення й колірний гама ділянок зображення, що відповідають неоднорідностям підповерхневої структури, прямо пропорційна амплітуді радіолокаційних сигналів, відбитих від цих об'єктів. Тому що амплітуда радіолокаційних сигналів, відбитих від підповерхневих об'єктів, пропорційна коефіцієнтам відбиття від границь цих об'єктів, а самі коефіцієнти відбиття визначаються ступенем відмінності фізичних властивостей цих об'єктів від навколишнього середовища, то в зазначеному випадку ми можемо спостерігати ступінь відмінності спостережуваних об'єктів від навколишнього середовища. Чим більше зазначене відмінність (чим більше радіолокаційні сигнали), тим більше ступінь відмінності ділянок зображення, відповідних до зазначених об'єктів. Таким чином, ступінь здатності, що відбиває, границь підповерхневих об'єктів (наприклад, границь шарів ґрунту) представляється колірною гамою й затемненнями (зачерненнями) або колірною насиченістю областей малюнка, що відповідають неоднорідностям.

Слабко контрастні границі деяких об'єктів або шарів у цьому випадку пригнічуються відбиттями від об'єктів із сильно вираженими відмінностями їх фізичних властивостей від навколишнього середовища.



Мал.1.4.

На мал. 1.4 показаний механізм формування радіолокаційних зображень перетинів ґрунту на прикладі невеликої ділянки профілю, на якій спостерігаються відбиті сигнали від двох трубопроводів.

Переваги в порівнянні з аналогічними георадарами, що працюють на принципі імпульсного зондувального сигналу:

- унікально низька вартість + гнучкі варіанти комплектації: від малобюджетного приладу для широкого кола споживачів до професійного приладу, гідного висококваліфікованих фахівців;
- мінімальна вага й габарити, що забезпечують максимальну портативність і прохідність на пересіченій місцевості;

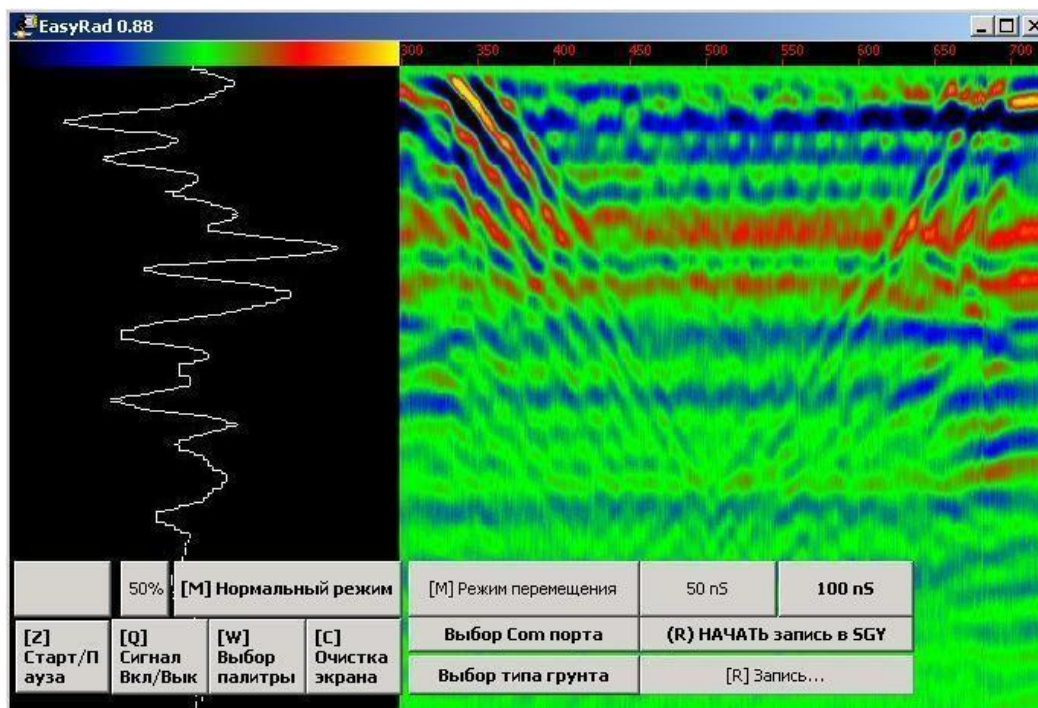
- унікально мінімальне енергоспоживання, що полегшує комплект, що носить оператором час, що й збільшує, роботи без зарядки/заміни батарей електроживлення;
- простота у використанні приладу при скануванні й відображенні інформації доступне для розуміння користувачеві, що пройшов самостійну теоретичну підготовку в самих мінімальних межах;
- можливість оперативно рознести антени передавача й приймача на значну відстань для детального обстеження глибинних і «затінених» об'єктів;
- «живе відео» – індикація результатів зондування в реальному часі на екрані монітора (у комплекті поставляється програмна система Easyrad v.XX для візуалізації й обробки радарної інформації);
- можливість подальшої обробки збережених результатів зондування в різних графічних пакетах і форматах 2D, 3D, video.
- можливість використання на борті автомобілів, літальних апаратів (версія -Pro), на льоді й воді;
- можливість зондування електричних характеристик, вологості й швидкості поширення радіохвиль у шарах ґрунту;
- можливість адаптації параметрів зондувального сигналу (ширини спектра й положення на осі частот) до типу ґрунту й глибини моніторингу;
- підвищена точність аналізу границь шарів ґрунту й об'єктів у порівнянні із класичними (імпульсними) радіолокаторами підповерхневого зондування за рахунок компенсації викривлень сигналів, викликаних дисперсійними властивостями середовища;
- можливість виділення сигналів, відбитих від слабконтрастних шарів (рівень ґрунтових вод, шар з нафтопродуктом) на глибинах до 15-20м (30-50 м версія –Pro);
- використання комплексної радіофізичної й гідрогеологічної інформації при інтерпретації результатів моніторингу.

Комплектність поставки.

Базовий комплект георадару **EASYRAD GPR** – це мінімальний набір устаткування програмного забезпечення, що комплектують і, для здійснення зондування й обробки результатів.

У базовий комплект поставки приладу входить:

- георадар **EASYRAD GPR** (модуль імпульсного передавача (Tx), модуль приймача відбитих сигналів (Rx), антена Tx, антена Rx, штанга-ручка);
- кабель для підключення георадару до комп'ютера;
- документація.
- базовий набір програмного забезпечення (Easyrad x.xx (мал.1.5), драйвери інтерфейсу RS232/USB програма, що навчає, Demo_rus і ін.).



Мал. 1.5.

Додатково до базового комплекту можуть поставлятися:

- блок акумуляторів живлення георадару;
- зарядний пристрій акумуляторів живлення георадару;
- кабель для підключення до зарядного пристрою;
- персональний комп'ютер із передвстановленим програмним забезпеченням з кейсом для носіння при зондуванні (мал.1.6).



Мал.1.6.

Вимоги до персонального комп'ютера (ПК).

Для експлуатації з георадаром **EASYRAD GPR** необхідний ПК (наприклад, notebook) з операційною системою Windows 98 і вище, ОЗП не менш 64 MB, не менш 100 MB вільного місця на жорсткому диску для зберігання одержуваних даних, послідовним портом USB.

Для нормальної роботи в жорстких умовах поза приміщеннями рекомендується використовувати так звані «захищені» ноутбуки. Головна особливість захищених ноутбуків – здатність стійко працювати й зберігати дані при експлуатації в польових і екстремальних умовах. У холод і жару, під дощем і снігом такий ПК забезпечить стійкість до зовнішніх впливів і справжню мобільність, що безумовно важливо для експлуатації в польових умовах.

Опціонально для версії **EASYRAD Gpr-pro (-Professional)** можуть поставлятися додаткові аксесуари, що розширюють можливості роботи георадару **EASYRAD GPR**. Наприклад, різного типу антени для розв'язку професійних геофізичних завдань підвищеної складності (Мал. 1.7).



Мал.1.7.

Що потрібно пам'ятати при роботі з георадаром і будь-яким іншим устаткуванням для підповерхневого зондування.

- Реальні умови роботи можуть сильно відрізнятися від ідеальних (модельних на полігонах), на яких перевіряється робота приладу.
- Результати аналізу можуть змінюватися залежно від різних факторів: типу ґрунту на різних глибинах, засміченості місцевості, погодних умов і електромагнітної обстановки.
- Запис сигналів містить велика кількість інформації.
- Правильна інтерпретація даних зондування в багатьох випадках є результатом досвіду. Але навіть експерти в області геоінформаційних систем і технологій можуть помилятися в кінцевій інтерпретації.

- Інтерпретація результатів обстеження залежить від контексту (те саме зображення можна інтерпретувати по-різному, залежно від місця, середовища обстеження...)

Навіщо використовувати георадар?

Як безпечний і неруйнівний метод георадар є ідеальним способом дослідження надр для широкого спектра застосувань. Георадар простий у застосуванні, сканування поверхні відбувається швидко і точно, що також робить його економічним вибором.

Спочатку розроблений як неруйнівний метод геофізичних досліджень, георадар можна використовувати для отримання інформації про те, що знаходиться під поверхнею землі, а також для неруйнівного виявлення і картування як природних геологічних об'єктів, так і підземної штучної інфраструктури.

Основні переваги георадара

- Компактність;
- Висока ефективність у будь-яких умовах;
- Не справляє шкідливого впливу на навколишнє середовище;
- Малі енерговитрати;
- Безпечний;
- Універсальність:
- працює через будь-які проникаючі середовища;
- може виявляти як металеві, так і неметалеві об'єкти/особливості;
- потрібен лише односторонній доступ для дослідження штучної інфраструктури.

3. Основні завдання та напрями використання георадарів правоохоронними органами України

У правоохоронній діяльності під час здійснення досудового розслідування кримінальних правопорушень інколи працівники поліції стикаються з проблемою пошуку та виявлення прихованих біологічних об'єктів, зокрема трупів людей.

Враховуючи активні бойові дії, які проходять на території України з регулярними військами російської федерації, перебування деяких територій під тимчасовою окупацією, вплинули на збільшення кількості зниклих безвісти громадян, зокрема військовослужбовців, з якими втрачено зв'язок під час виконання ними бойових завдань. Необхідно припускати, що певна кількість осіб, зниклих безвісти загинули, а їх тіла (рештки) до цього часу не знайдені.

В ході деокупації територій Київської, Чернігівської, Сумської, Харківської, Херсонської областей та документування військових злочинів вчинених представниками країни-агресора, неодноразово виникали питання щодо установа місць поховань загиблих громадян для подальшого проведення ексгумації.

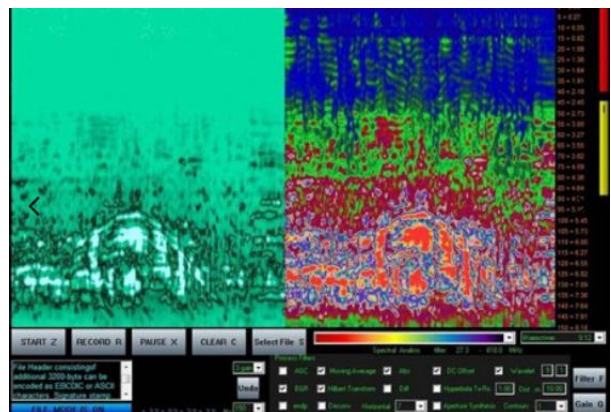
Огляд місця події, пов'язаної з пошуком місця захоронення особи, може здійснюватися із залученням спеціалістів та використанням відповідної криміналістичної і спеціальної техніки.

У разі, якщо в ході проведення слідчих (розшукових) дій або оперативно-розшукових заходів було встановлено орієнтовне місце захоронення особи, для її пошуку та виявлення застосовують різні методи та науково-технічні засоби.



- За допомогою георадара криміналісти можуть знайти докази за цегляною або бетонною стіною, під дерев'яними підлогами або в потайних нішах. Зона можливого знаходження доказів може бути перевірена за лічені хвилини.

- За допомогою георадара криміналісти досліджують ділянки з порушеною структурою і знаходять могили, які майже невидимі з поверхні.



Продукція даної компанії – георадари серії VIY5 – є локаторами підповерхневого зондування, призначені для локалізації та аналізу підземних аномалій за допомогою імпульсного електромагнітного випромінювання. Ефективно використовуються в будівництві, геофізиці, геології, археології. Дана продукція за своїми технічними характеристиками є конкурентною з іноземними аналогічними зразками.

Для пошуку захоронення можна використати георадари ТОВ «Трансієнт Текнолоджис»:

VIY5-600 GPR – виявлення позиції та глибини металевих та не металевих об'єктів.

Глибина зондування – до 3,5 метрів.

Основні застосування:

- металеві комунікації, у т.ч. кабелі;
- не металеві труби, у т.ч. поліетиленові, азбоцементні;
- бетонна каналізація;
- підземні ємності та споруди;
- підземні об'єкти (пустоти, тріщини, неоднорідності).

вартість від 453 000 до 550 000 грн.

VIY5-1500 GPR – дозволяє досліджувати бетонні, цегляні, а також конструкції з інших матеріалів, зокрема:

- положення та глибину арматури;
- виявлення кабелів та труб;
- тріщини та пустоти.

вартість до 300 000 грн.



Необхідно також зазначити про аналогічні пристрої іноземного виробництва, які ефективно використовуються поліцією



LMX150™ FINDAR® використовує технологію георадара (GPR), що дозволяє правоохоронним органам швидко й ефективно шукати об'єкти під землею.

Перевага георадара в порівнянні з іншими широко використовуваними технологіями підземного пошуку, такими як металодетектори, полягає в його здатності знаходити як металеві, так і інші об'єкти.

LMX150™ FINDAR® може виявити:

- Приховані поховання;
- Наркотики чи гроші, закопані у металеві чи пластикові контейнери;
- Закопана зброя та схованки з боєприпасами.

Radar - 250MHz Q25C

Q25C використовує найновіші розробки американської компанії RADAR. Це найкраще рішення для археологічних досліджень, локалізації тунелів, ідентифікації шарів ґрунту або навіть для пошуку глибоких інженерних мереж. Конфігурація антени виконується автоматично, щоб крок за кроком допомогти новому користувачеві дізнатися, як працює радіолокаційна технологія.

Q25C, розроблений для роботи в польових умовах, оснащений обладнанням останнього покоління (тричастотним георадаром QUANTUM GPR). Скошена антена також відстежує нерівності ґрунту, полегшуючи перетин перешкод, таких як тротуари, кам'яністі ґрунти, багнюка тощо.



Radar - GSSI UtilityScan DF GPR



UtilityScan DF зазвичай використовується для:

- Виявлення корисності;
- Екологічна оцінка;
- Запобігання пошкодженню;
- Геологічні дослідження;
- Археологія;
- Криміналістика;
- Дорожня перевірка.

Система включає в себе:

- DF антена 300/800 МГц;
- Panasonic G2 Toughpad;

- На вибір 2- або 4-х колісний візок;
- 2 м цифрового кабелю управління;
- Транзитний футляр;
- Літій-іонний акумулятор;
- Зарядний пристрій з двома відсіками.

Безпека

Унікальна чутливість георадара до неметалевих конструкцій, вбудованих у ґрунти, скелі та будівельні матеріали, призводить до використання георадара в різноманітних програмах, таких як пошук і порятунк, виявлення тунелів, виявлення вторгнень, виявлення невибухнувших боєприпасів, наземних мін і саморобних вибухових пристроїв.

Боєприпаси що не вибухнули (UXO) та наземні міни

Військове використання георадарау зосереджено в основному на локалізації та виявленні захованих вибухових пристроїв. Для очищення території георадар використовується на полігонах і ділянках для ідентифікації боєприпасів, що не вибухнули. Останні програми живої кампанії передбачають визначення місця розташування в реальному часі та ідентифікацію захованих саморобних вибухових пристроїв (СВП) і захованих механізмів запалювання.

Моніторинг вторгнень

Застосування георадара для безпеки є широким. Поширеним застосуванням є розташування вбудованих проводів і кабелів у конструкціях. Розташування закопаних бункерів, тунелів і закопаних схованок викликає зростаючий інтерес. Здатність виявляти рух людини крізь стіни та під землею передбачає використання георадара для виявлення вторгнень.



Кабелі та датчики, вбудовані в стіни



Підпільні тунелі, бункери

Пошук і порятунок

Команди реагування на надзвичайні ситуації тепер бачать переваги використання георадара для виявлення живих жертв, похованих у пошкоджених будівлях, уламках ґрунту та лавин. Негайне місцезнаходження жертви на місці може бути здійснено за допомогою рятувального радара за допомогою спеціального запису даних уповільненої зйомки [5].



Виявлення переміщення похованих жертв

4. Закордонний досвід використання георадарів у правоохоронній діяльності

Одним із поширених застосувань георадара є пошук доказів на місці злочину. У цих випадках доказами зазвичай є тіло, зброя або контейнер, в якому можуть бути наркотики, гроші чи документи. Багато правоохоронних органів у всьому світі використовують георадар, щоб допомогти знайти цей тип доказів.

Не що давно Португальська кримінальна поліція організувала поліцейську школу CSI у Лісабоні, Португалія. У ньому взяли участь судові археологи та аналітики місця злочину з Нідерландів, Швеції, Данії, Швейцарії, Німеччини та Португалії. Частина польової школи включала імітацію вправ, як описано нижче:

Поліція Португалії розслідує зникнення чотирьох осіб, які зникли безвісти на початку 2018 року. Є інформація, що зниклі люди поховані біля будівлі в чотирьох окремих могилах. Кримінальна поліція Португалії попросила міжнародну команду допомогти їм знайти ці потенційні могили за допомогою різних пристроїв георадара. Командам буде запропоновано провести розкопки,

нанести на карту, задокументувати та проаналізувати чотири могили та представити свої попередні висновки прокурору наступного дня після розкопок.

Sensors & Software брала участь у цьому навчанні, використовуючи Noggin® SmartCart® із датчиком 500 МГц. Noggin® – це потужна, проста в управлінні георадарна система, яка адаптується до широкого діапазону застосувань.

На відміну від того, що іноді зображують на телебаченні, георадар не може показати контури тіла. Замість цього оператори зазвичай шукають ділянки зруйнованого ґрунту або аномалії на поверхні, пов'язані з тілом.

Методологія пошуку спочатку передбачала збір розвідувальних лінійних сканів для виявлення ділянок порушеного ґрунту. Система Noggin® легко орієнтувалася на ділянці, незважаючи на довгу траву та рослинність. На основі результатів лінійного сканування та перешкод, таких як дерева та поверхневе коріння дерев, було створено сітку. Сітка охоплювала відстань 19 м зліва направо, причому довжина кожної лінії коливалася від 1 м до 11 м. Відстань між рядками становила 0,25 м. Метою сітки було створити серію зрізів глибини для кращого окреслення підозрілих ділянок.

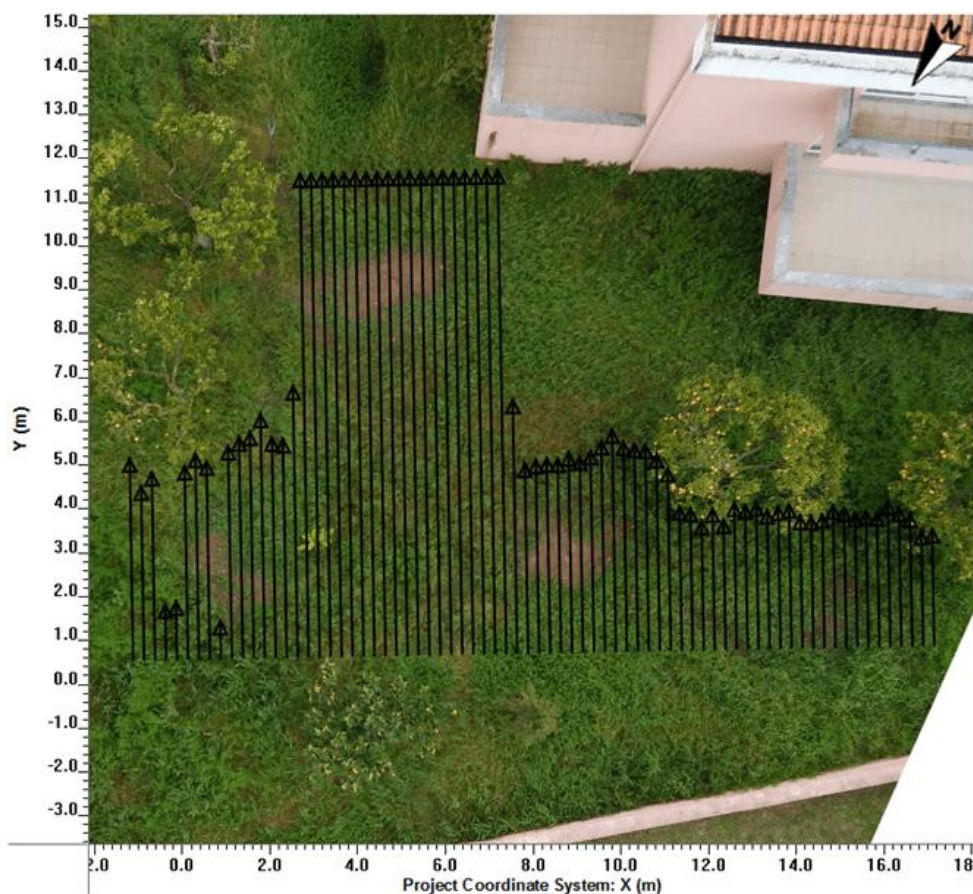


Рис. 1

Зібрані лінії, накладені на аерофотознімок

Сітка була зібрана приблизно за 30 хвилин, і за кілька секунд глибинні зрізи були готові для перегляду на Noggin® DVL (цифровий відеореєстратор).

Зріз глибини всієї сітки (Рис. 2) і лінія георадара через одну з могил (Рис. 3) ілюструють аномалії, які видно в даних георадара.

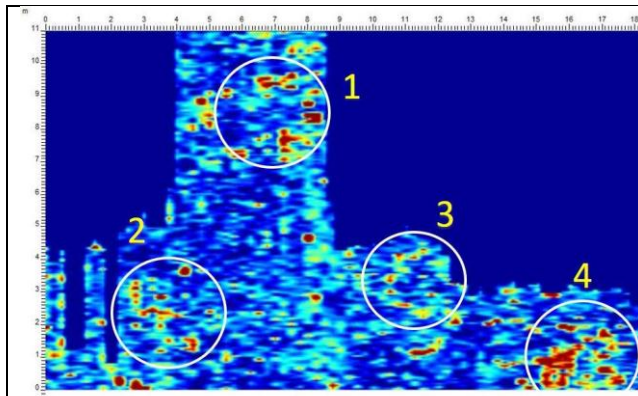


Рис. 2

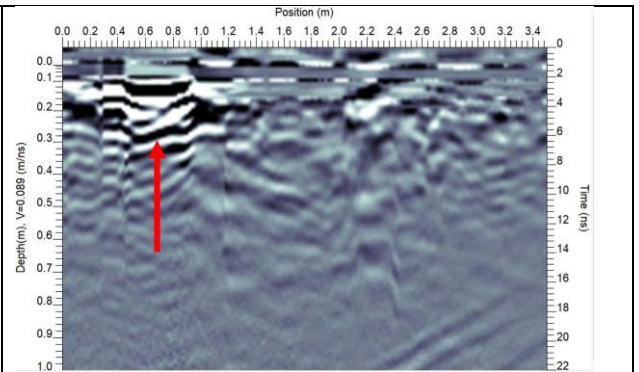


Рис. 3

Лінія розрізу, що перетинає могилу

Після того, як усі команди завершили дослідження та представили свої результати, розпочалися розкопки. Щоб імітувати тіло, пластикові манекени були закопані (рис. 4).



Рис. 4

Похований манекен

Як було виявлено під час розкопок, Noggin® SmartCart® успішно визначив розташування 4 тіл. Присутні були вражені можливостями Noggin® SmartCart®,

включаючи гнучкість адаптації макета сітки до різноманітних польових умов. Швидка генерація глибинних зрізів у полі є імпульсом для органів поліції, які повинні працювати швидко та приймати важливі рішення. Дані, зібрані за допомогою Noggin®, легко імпортувалися в програмне забезпечення ЕККО_Project®, де створювалися звіти для представлення результатів.

Лінійка георадарних продуктів Sensors & Software дозволяє криміналістиці та правоохоронним органам знаходити докази в реальному часі та спрямовувати свої зусилля на розкопки на підозрілі території, а не вгадувати, де розкопувати, – заощаджуючи час і збільшуючи ймовірність знайти важливі докази [6].

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

Нормативно-правові акти

1. Інструкція про порядок залучення працівників органів досудового розслідування поліції та Експертної служби Міністерства внутрішніх справ України як спеціалістів для участі в проведенні огляду місця події : Затверджена наказом МВС України від 03.11.2015 р. № 1339. *Верховна Рада України*. URL <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1392-15#Text>.
2. Конституція України : Закон України від 28.06.1996 р. № 254к/96-ВР. *Верховна Рада України*. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/254%D0%BA/96-D0%B2%D1%80#Text>.
3. Кримінальний кодекс України : Закон України від 05.04.2001 р. № 2341-III. *Верховна Рада України*. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2341-14#Text>.
4. Кримінальний процесуальний кодекс України : Закон України від 13.04.2012 р. № 4651-VI. *Верховна Рада України*. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/4651-17#Text>.
5. Наказ Міністерства внутрішніх справ України від 10.11.2014 № 1199 «Про затвердження норм належності матеріально-технічних ресурсів для органів та підрозділів внутрішніх справ» [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1516-14>
6. Про захист прав людини і основоположних свобод : Конвенція Ради Європи від 04.11.1950 р.(зі змінами та доповненнями, внесеними Протоколом № 11 від 11.05.1994 р., Протоколом № 14 від 13.05.2004 р.). *Верховна Рада України*. URL : https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_004#Text.
7. Про Національне антикорупційне бюро України : Закон України від 14.10.2014 р. № 1698-VII. *Верховна Рада України*. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1698-18#Text>.
8. Про Національну поліцію : Закон України від 02.07.2015 р. № 580-VIII. *Верховна Рада України*. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/580-19#Text>.
9. Про оперативно-розшукову діяльність : Закон України від 18.02.1992 р. № 2135-XII. *Верховна Рада України*. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2135-12#Text>.

Основна

1. Криміналістичні засоби та методи розкриття та розслідування кримінальних правопорушень: підручник. / О. М. Цільмак, О. Є. Користін, О. С. Шаптала, Д. В. Талалай. Одеса : ОДУВС, 2015. 302 с. з іл.
2. Фурман Я. В. Застосування сучасних техніко-криміналістичних засобів у пошуковій діяльності підрозділів національної поліції України /Ярослав Фурман // Актуальні питання та перспективи розшукової роботи в діяльності

підрозділів кримінальної поліції [Текст] : матеріали міжвідом. наук.-практ. круглого столу (Київ, 28 берез. 2024 р.) / [редкол.: В. В. Черней, С. Д. Гусарев, С. С. Чернявський та ін.]. – Київ : Нац. акад. внутр. справ, 2024. – 377 с. С. 153-155.

3. Георадари / В. І. Правда, О. Д. Мрачковський, А. О. Абрамович. Вісник Національного університету «Львівська політехніка». Радіoeлектроніка та телекомунікації. 2015. № 818. С. 49–54. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/VNULPPT_2015_818_10.

4. EASYRAD GPR – портативний багатоцільовий скануючий георадар - георадиолокатор підповерхневого зондування, для завдань інженерної геології, гідрогеології, археології, екології, саперних та пошуково-рятувальних робіт. [Електронний ресурс]. – URL:<https://www.easyrad.com.ua/>. 26.06.2024

5. LMX150 FINDAR Utility Locator – High Resolution Ground Penetrating Radar for forensics and utility locating applications. [Електронний ресурс]. – URL:<https://www.sensoft.ca/gpr-products/>. 16.07.2024

6. “Bodies” located with Noggin – [Електронний ресурс]. – URL:<https://www.sensoft.ca/blog/find-buried-bodies-with-noggin-gpr/>. 17.07.2024

Додаткова

1. Barone, P.M. Geophysics and archaeology at crime scenes. In Multidisciplinary Approaches to Forensic Archaeology. Topics Discussed during the European Meetings on Forensic Archaeology (EMFA); Barone, P.M., Groen, W.J.M., Eds.; Springer: Cham, Switzerland, 2018; pp. 41–57.

2. Congedo F., Monti G., Tarricone L. Modified bowtie antenna for GPR applications // IEEE Ground Penetrating Radar (GPR), 2010 13th International Conference.

3. Grinev A. Yu., Temchenko V. S., Ilyin E. V., Bagno D. V. The restoration of road coats and related objects parameters based on method of computation diagnostics – Ground Penetrating Radar antennas dipole approximation // IEEE Ground Penetrating Radar (GPR), 2010 13th International Conference.

4. Ihmouten A., Derobert X., Villain G. Electromagnetic dispersion estimated from multi-offset, ground-penetrating radar // IEEE Ground Penetrating Radar (GPR), 2010 13th International Conference.

5. Kelly, T.B. and Wach, G.D. 2021. Geoforensics – Innovative 3D modelling GPR Data for Graveyards and Criminal Investigations. Subsurface Views 32(66), 4-6.

6. Kelly, T.B., Angel, M.N., O'Connor, D.E., Huff, C.C., Morris, L.E., and Wach, G.D. (2021b) A novel approach to 3D modelling ground-penetrating radar (GPR) data – A case study of a cemetery and applications for criminal investigation. Forensic Science International, 325. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2021.110882>

7. Kelly, T.B., Wach, G.D., O'Connor, D.E. (2021) The technical challenges and outcomes of ground-penetrating radar: a site-specific example from Joggins, Nova Scotia. AIMS Geosci., 7 (1) pp. 22-55. DOI: [10.3934/geosci.2021002](https://doi.org/10.3934/geosci.2021002)

8. Morris, L.E. 2021. Digital photographs of GPR surveying from the Debert area, Nova Scotia.

9. Автоматизоване робоче місце слідчого : інформаційно-довідкова програма / Л. Д. Удалова, В. В. Рожнова, А. В. Самодін та ін. Київ, 2017. *Національна академія внутрішніх справ*. URL : https://www.naia.kiev.ua/arm/slidch_new/start.html.
10. Інноваційні засади техніко-криміналістичного забезпечення органів кримінальної юстиції : монографія / В. Ю. Шепітько, В. А. Журавель, Г. К. Авдєєва та ін. ; за заг. ред. В. Ю. Шепітька, В. А. Журавля. Харків : Вид. агенція «Апостіль», 2017. 260 с.
11. Криміналістика : підручник / [В. В. Пясковський, Ю. М. Чорноус, А. В. Самодін та ін.] ; за заг. ред. В. В. Пясковського. 2-ге вид., перероб. і допов. Київ : Право, 2020. 752 с.
12. Криміналістична техніка : Книга друга (частина II) : навч. посіб. / А. В. Кофанов, О. Л. Кобилянський, С. В. Хільченко, Т. В. Михальчук та ін. Київ : КИЙ, 2011. 352 с.
13. Участь спеціаліста в огляді місця події : довідник : практичний посіб. Київ, 2018. *Національна академія внутрішніх справ*. URL : https://arm.naia.kiev.ua/books/dovidnyk_ohliadmp/index.html.
14. Щербаков Г. Н. Выбор электромагнитного метода зондирования для поиска объектов в толще укрывающих сред // Радиотехника. 2005. № 3. С. 77–79.