

**НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ВНУТРІШНІХ СПРАВ**

**ЗАСОБИ ВИЯВЛЕННЯ ЗНАРЯДЬ ТА ПРЕДМЕТІВ ЗЛОЧИНУ**

Навчально-практичний посібник

*Рекомендовано Міністерством освіти і науки України як  
навчальний посібник для вищих навчальних закладів*

Київ - 2011

**УДК 343.983.4:662**

**ББК Х 91**

**К 552**

Рекомендовано Міністерством науки і освіти України як навчальний  
 посібник для вищих навчальних закладів  
 (лист №1/11-4859 від 08.06.2010)

**Автори:**

Кобець М.В. – доцент кафедри оперативно-розшукової діяльності та спеціальної техніки Національної академії внутрішніх справ, кандидат юридичних наук, старший науковий співробітник

Іщенко А.В. – професор кафедри криміналістики Національної академії внутрішніх справ, доктор юридичних наук, професор, заслужений юрист України

Кофанов А.В. – доцент кафедри криміналістичної техніки Національної академії внутрішніх справ, кандидат юридичних наук

**Рецензенти:**

Лук'янчиков Є.Д. – професор кафедри інформаційного та підприємницького права Національного технічного університету України "КПІ", доктор юридичних наук, професор;

Беляков К.І. – заступник начальника Державного науково-дослідного інституту МВС України, доктор юридичних наук, старший науковий співробітник;

Гетманець О.В. – завідувач спеціальною кафедрою Національної академії Служби безпеки України, кандидат технічних наук.

**Кобець М.В., Іщенко А.В., Кофанов А.В.**

**К 552 Засоби виявлення знарядь та предметів злочину:** [навчально-практичний посібник]. – К.: «Три К», 2011. – 144 с.

У посібнику розглянуто основні науково-технічні засоби і методи виявлення знарядь та предметів злочину, які можуть використовуватися залежно від різних криміногенних, кримінальних та інших обставин і ситуацій, викладено принципи дії технічних засобів, що забезпечують ефективне виявлення, розпізнання знарядь та предметів злочину.

Посібник призначено для студентів (курсантів), аспірантів (ад'юнктів), викладачів та науковців вищих навчальних закладів, в яких викладається дисципліна "Криміналістика", "Спеціальна техніка" та інші дисципліни з таких тематик у вищих навчальних закладах юридичного профілю. Може бути корисним як для практичних працівників правоохоронних органів, так і недержавних служб безпеки і охорони.

© Кобець М.В., Іщенко А.В., Кофанов А.В.

**ISBN 978-966-7690-01-4**

## ЗМІСТ

|                                                           |            |
|-----------------------------------------------------------|------------|
| <b>ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ ТА АБРЕВІАТУР.....</b>       | <b>5</b>   |
| <b>ВСТУП.....</b>                                         | <b>6</b>   |
| <b>Розділ 1. ЗАСОБИ ПОШУКОВОЇ ТЕХНІКИ.....</b>            | <b>8</b>   |
| 1.1 Металодетектори.....                                  | 8          |
| 1.2 Магнітомеханічні засоби.....                          | 19         |
| 1.3 Пристрої для контролю важкодоступних місць.....       | 22         |
| <b>Розділ 2. АПАРАТУРА З ПРОНИКАЮЧИМ</b>                  |            |
| <b>    ВИПРОМІНЮВАННЯМ.....</b>                           | <b>32</b>  |
| 2.1 Рентгенівські інтроскопи.....                         | 32         |
| 2.2 Рентгенотелевізійні системи.....                      | 38         |
| 2.3 Зворотно-розсіяне іонізуюче випромінювання.....       | 41         |
| 2.4 Ядерно-фізичні методи.....                            | 46         |
| <b>Розділ 3. ІНСТРУМЕНТАРІЙ ВИЯВЛЕННЯ</b>                 |            |
| <b>    ВИБУХОВИХ РЕЧОВИН.....</b>                         | <b>49</b>  |
| 3.1 Загальна характеристика вибухових речовин.....        | 49         |
| 3.2 Газоаналізатори.....                                  | 54         |
| 3.3 Особливості виявлення вибухових речовин               |            |
| детекторами парів.....                                    | 71         |
| 3.4 Засоби хімічного аналізу.....                         | 76         |
| <b>Розділ 4. ЗАСОБИ І МЕТОДИ ВИЯВЛЕННЯ</b>                |            |
| <b>    НАРКОТИЧНИХ РЕЧОВИН.....</b>                       | <b>81</b>  |
| 4.1 Загальна характеристика наркотичних речовин.....      | 81         |
| 4.2 Види наркотичних речовин.....                         | 84         |
| 4.3 Детектори виявлення наркотичних речовин.....          | 91         |
| <b>Розділ 5. ПРИЛАДИ ПОШУКУ БІОЛОГІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ.....</b> | <b>101</b> |
| 5.1 Загальна характеристика подій, пов'язаних з безвісною |            |
| відсутністю осіб.....                                     | 101        |
| 5.2 Прилад пошуку біомаси.....                            | 105        |
| 5.3 Георадар.....                                         | 110        |

|                                                                                       |            |
|---------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>Розділ 6. СПЕЦІАЛЬНІ ЗАСОБИ ВИЯВЛЕННЯ РАДІОАКТИВНИХ</b>                            |            |
| <b>МАТЕРІАЛІВ.....</b>                                                                | <b>114</b> |
| 6.1 Значення протидії незаконному обігу радіоактивних<br>матеріалів.....              | 114        |
| 6.2 Загальна характеристика радіоактивних матеріалів та<br>методи їх дослідження..... | 118        |
| 6.3 Прилади виявлення радіоактивних речовин.....                                      | 125        |
| <b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....</b>                                                | <b>134</b> |

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ ТА АБРЕВІАТУР

ВГП – виносний газовідбірковий пристрій

ВП – вибуховий пристрій

ВР – вибухова речовина

ДБНОН – Департамент по боротьбі з незаконним обігом наркотиків

ІЧ – інфрачервоне випромінювання

КПК – кримінально-процесуальний кодекс

ЛСД – діетіламід лізергінової кислоти

МВС – Міністерство внутрішніх справ

МСД – мас-спектрометричний детектор

ОВС – органи внутрішніх справ

ПЗЗ – прилад зі зарядовим зв'язком

РТС – рентгенотелевізійні системи

СНД – союз незалежних держав

УФ – ультрафіолетове випромінювання

RDX – циклоніт, гексоген

NG – нітрогліцерин

TEN (PETN) – пентаеритритетранітрат

TNT – тринітротолуол

DNT – динітротолуол

EGDN – етіленглікольдинітрат

## ВСТУП

У правоохоронній діяльності під час проведення процесуальних дій та здійснення оперативно-розшукових заходів досить часто виникає необхідність відшукати знаряддя та предмети вчинення злочину, зокрема, зброю, вибухівку, наркотичні речовини, вироби з дорогоцінних металів, предмети контрабанди, підроблені документи та інші об'єкти, які мають суттєве значення для розкриття злочину і викриття злочинців. Виявлення цих об'єктів іноді стає можливим лише при використанні спеціальних приладів та пристроїв, які отримали назву пошукові.

Сама назва цих технічних засобів свідчить про їх головне призначення – пошук предметів та слідів, які можуть мати доказове значення у кримінальній справі або становити оперативний інтерес.

Отже, пошукові засоби – це сукупність технічних, хімічних та інших засобів, які застосовуються у правоохоронній діяльності відповідно до законодавства з метою:

пошуку об'єктів, що можуть мати значення речових доказів у кримінальній справі, або інших носіїв криміналістичної інформації;

виявлення об'єктів, які становлять оперативний інтерес;

дослідження об'єктів та документів на предмет фальсифікації;

виявлення і дослідження слідів злочину;

перевірки оперативної інформації та її процесуального закріплення;

зашифровки джерела одержання інформації;

забезпечення безпеки й охорони об'єктів тощо.

Засоби пошукової техніки забезпечують виявлення різноманітних об'єктів на основі відмінності їх властивостей від властивостей оточуючого середовища. Найпоширеніше засоби пошукової техніки застосовують під час огляду місця події, обшуку, огляду речей та предметів; у боротьбі з тероризмом, контрабандою та при розв'язанні інших завдань оперативно-службової

діяльності. За допомогою їх суттєво розширюються можливості природних органів чуття людини, тобто об'єктивно, надійно і швидко досягти мети запланованих пошукових заходів.

Слід наголосити, що використання засобів пошукової техніки має ґрунтуватися на суворому дотриманні норм чинного законодавства та приписів нормативних актів, які складають правову основу її застосування [25; 26; 36; 37; 38; 40; 43].

Використання засобів пошукової техніки у правоохоронній діяльності може мати процесуальний, оперативно-розшуковий та профілактичний характер. Одне із головних завдань, що покладаються на правоохоронні органи, – це провадження дізнання та досудового слідства. Застосування науково-технічних засобів у зазначених сферах правоохоронної діяльності регламентується нормами кримінально-процесуального права [26].

Факт застосування засобів пошукової техніки та отримання при цьому результати закріплюються документами процесуального, оперативного або адміністративного характеру у встановленому порядку.

Одержані внаслідок застосування засобів пошукової техніки відомості про об'єкти пошуку використовуються для:

- висунення та перевірки версій;
- планування подальших слідчих та оперативно-розшукових заходів;
- одержання додаткових відомостей, що стосуються різноманітних обставин злочину;
- визначення шляхів, усунення умов, які сприяли вчиненню злочину.

## РОЗДІЛ 1

### ЗАСОБИ ПОШУКОВОЇ ТЕХНІКИ

#### 1.1 Металодетектори

Засоби пошукової техніки – це клас знарядь та приладів, що забезпечують виявлення різноманітних об'єктів на основі відмінності їх властивостей від властивостей середовища оточення, тобто за умови наявності контрасту об'єкту пошуку з використанням можливостей і методів природничих наук [21, 40].

У правоохоронній діяльності під час проведення оперативних заходів і процесуальних дій доводиться здійснювати пошук знарядь та предметів злочину, які можуть бути використані в подальшому як доказ у кримінальній справі.

Відзначимо, що до об'єктів пошуку, на нашу думку, можна віднести:

предмети з металу (вогнепальна та холодна зброя, гільзи, вироби з дорогоцінних металів тощо);

схованки, тайники;

зміни у маркуванні окремих вузлів та деталей об'єктів;

вибухові речовини;

наркотичні речовини;

біологічні об'єкти (трупи);

приховані письмові знаки;

радіоактивні речовини;

різноманітні технічні, в тому числі і радіоелектронні пристрої тощо.

Для детальнішого розгляду наведених об'єктів пошуку розглянемо деякі види класифікацій щодо засобів пошукової техніки.

Залежно від характеру контактування з об'єктом пошуку засоби пошукової техніки, на нашу думку, умовно можна поділити на два види, кожен з яких має певні класифікаційні складові:

а) засоби, що виявляють об'єкти та сліди при безпосередньому контакті з ними (щупи, трали, "кішки"; магнітні пристрої, різні хімічні речовини та

устаткування);

б) засоби, які виявляють об'єкти безконтактно, тобто на відстані (оптичні, світлові, електромагнітні, інтроскопічні та ін.).

У сучасних умовах для попередження (припинення) злочинів, зокрема, терористичних актів як у місцях великого скупчення людей, так і на об'єктах спеціального призначення, а також у процесі розкриття та розслідування злочинів найпоширенішими у правоохоронних органах є такі види пошукових приладів та знарядь:

прилади пошуку виробів з металу (магнітні шукачі-підіймачі, металодетектори (металошукачі);

оптичні прилади (мікроскопи, лупи, дзеркальні, волоконно-оптичні пристрої);

світлові пристрої (ліхтарі із світлофільтрами, ультрафіолетові, інфрачервоні випромінювачі, детектори валют);

оглядова рентгенівська апаратура;

прилади зворотно-розсіяного іонізованого випромінювання;

детектори вибухівок;

детектори наркотичних речовин;

прилади пошуку радіоактивних джерел;

прилади пошуку біологічних об'єктів (трупощукачі, тепловізори);

пристрої контролю порожнин та важкодоступних місць (індикатори неоднорідності, ендоскопи, фіброскопи, оглядові дзеркала, пристрої із використанням відеокамер, щупи);

прилади виявлення засобів радіоелектронної розвідки тощо [16, 100].

Кожний вид (засіб) пошукової техніки має певне призначення залежно від умов використання, тактико-технічних можливостей, особливостей експлуатації і застосування.

Розглянемо докладніше кожен з наведених видів пошукової техніки.

У правоохоронних органах металодетектори (металошукачі) використовують під час слідчих дій, оперативного встановлення факту наявності знарядь злочину, а також для попередження злочинів, наприклад, терористичних актів шляхом перевірки осіб, які викликають підозру, предметів у аеропортах, на митницях, у місцях великого скупчення людей (на підприємствах, у організаціях тощо), а також поштової кореспонденції щодо наявності вибухового пристрою за конкретними ознаками. Оскільки кожен вибуховий пристрій має у складі певні металеві вироби, за ознаками яких можна виявити предмет, що викликає підозру, зокрема, різні види детонаторів, капсуль-детонатор, дроти з'єднання, елементи живлення та ін. [17, 43].

Найпоширеніший спосіб прихованого проносу зброї та вибухового пристрою у місця можливого терористичного акту – у валізі, під одягом тощо. Зброя чи вибухові пристрої як промислового, так і саморобного (кустарного) виготовлення можуть бути закамуюфльовані під різні побутові предмети.

Металошукачі, також, використовують під час виявлення знарядь злочину на місці події, зокрема, вогнепальну та холодну зброю, гільзи, вироби з дорогоцінних металів, предмети контрабанди тощо. У деяких випадках металошукачі застосовують для виявлення трупів, які злочинці приховують під поверхневим шаром ґрунту. Ці засоби ефективні у тому випадку, якщо на тілі людини чи в його одязі можуть знаходитись будь-які металеві предмети, наприклад, монети, ключі, ланцюжки, пряжка з ременю, металеві вставки або пластини в тілі людини тощо.

Проте, головною запорукою будь-якого застосування технічних засобів пошуку є наявність у користувача глибоких знань принципів роботи пошукової техніки, технічних можливостей та практичних навичок її застосування.

Розглянемо стисло принцип роботи металодетекторів (металошукачів).

Принцип дії більшості металошукачів полягає в реєстрації зміни електромагнітного поля, утвореного приладом, яка виникає під час попадання в

зону його дії металу або предмета з нього.

Отже, при вмиканні металодетектора в пошуковому зонду (котушці, рамці) утворюється електромагнітне поле, що розповсюджується в навколишнє середовище: повітря, землю, воду тощо. На поверхні металу, який попав у зону дії пошукового зонду, під дією електромагнітного поля виникають так звані вихорові струми. Ці струми утворюють власні зустрічні електромагнітні поля, що призводять до зниження потужності електромагнітного поля, утвореного пошуковим зондом, який фіксується електронною схемою приладу. Крім цього, це вторинне поле, викривляє конфігурацію основного поля, що також сприймається металодетектором. Електронна схема металодетектора оброблює отриману інформацію і сигналізує про виявлення металу у виді звукового або світлового сигналу.

Слід також зазначити, що вихорові струми утворюються на поверхні різних металевих об'єктів або електропровідних мінералів. Проте, такі метали, як золото, срібло, мідь мають високу електропровідність порівняно із залізом, тонкою алюмінієвою фольгою, нікелем і мінералами. Тому, визначення металу ґрунтується на вимірюванні питомої електропровідності об'єкту пошуку.

До основних технічних характеристик металодетекторів можна віднести:

*чутливість* – визначається найменшою величиною металевого об'єкта, який може бути виявлено на певній відстані. З чутливістю пов'язана дальність виявлення предмета (тобто відстань до предмета, глибина залягання тощо). На практиці для оцінки чутливості користуються приблизними даними про об'єм або масу предмета;

*селективність* – здатність встановлювати об'єкт пошуку на фоні одночасної присутності інших металевих предметів;

*завадостійкість* – ступінь захисту від впливу перешкод, викликаних електромагнітними джерелами (електромережі, люмінесцентні лампи, монітори, телевізори тощо), а також конструкціями, що містять метал.

Розглянемо деякі види класифікацій металодетекторів (металошукачів).

За вибірковістю металодетектори (металошукачі), на нашу думку, поділяють на:

селективні (тобто здатність розрізняти чорні метали від кольорових);

моноскануючі (виявляють всі види металів без розпізнавання).

Залежно від призначення металодетектори (металошукачі), на наш погляд, поділяють на:

спеціалізовані (наприклад, для пошуку саморобного золота);

будівельні (використовують у промислово-господарській діяльності);

охоронні (використовують в правоохоронних органах та охоронних службах різної форми власності);

універсальні.

Залежно від застосування металодетектори (металошукачі), на наш погляд, поділяють на переносні та стаціонарні. Переносні, у свою чергу, поділяють на портативні та ґрунтові.

Розглянемо наведені види металодетекторів детальніше.

*Портативні металодетектори* зручні під час перевірки підозрілих предметів (пакетів, валіз тощо), обшуку підозрюваної особи для виявлення вибухонебезпечних предметів, зброї, предметів контрабанди та ін. Портативні металодетектори виготовляють в малогабаритному діелектричному корпусі, в якому розміщено електронний блок з джерелом живлення та пошуковий елемент різної форми [4] (рис. 1).



*Рис. 1. Портативний металодетектор "SUPER SCANNER"*

Проаналізувавши тактико-технічні характеристики портативних металодетекторів, якими оснащено практичні підрозділи правоохоронних органів, автори розробили та склали таблицю таких даних (табл. 1).

*Таблиця № 1*

**Основні тактико-технічні характеристики портативних металодетекторів**

| Назва приладу           | Чутливість, мм             | Час безперебійної роботи, год | Індикація       | Габарити, мм | Маса, кг | Живлення, В | Примітка       |
|-------------------------|----------------------------|-------------------------------|-----------------|--------------|----------|-------------|----------------|
| "МО-1" (Україна)        | 90                         | 10                            | світова звукова | 190x65x44    | 0,300    | 9           |                |
| MINISCAN (Росія)        | 250                        |                               | світова звукова | 160x80x32    | 0,250    | 9           | Селективний    |
| "Super scanner"         | 220                        | 80                            | світова звукова | 8,3x4,1x42   | 0,500    | 9           |                |
| "LBD-107"               | 150                        | 10                            | світова звукова | 470x254x25   | 0,340    | 9           |                |
| "Унискан-7202А" (Росія) | 280                        | 70                            | світова звукова | 380x140x34   | 0,280    | 9           |                |
| "PD 140" (Росія)        | моделі з різною чутливістю | 50                            | світова звукова | 340x80x55    | 0,400    | 9           | Самоколібровка |
| "ВМ-611ПРО" (Росія)     | 300                        | 20                            | світова звукова | 410x80x30    | 0,350    | 9           | Самоколібровка |
| ВМ-311 (Росія)          | 200                        | 20                            | світова звукова | 190x70x63    | 0,200    | 9           | Самоколібровка |
| GARRETT THD             |                            | 70                            | світлова вібро  |              | 0,235    | 9           |                |
| EBEX (Німеччина)        | моделі з різною чутливістю | 30                            | світова звукова | 400x145x39   | 0,500    | 9           |                |

Слід зазначити, що під час проведення обшуку, огляду підозрюваного (затриманого) портативним металошукачем у черговій частині (ізоляторі тимчасового утримання), куди його можуть доставити, на наявність колюче-ріжучих предметів, вогнепальної чи холодної зброї важливим фактором є спостереження за його психологічним станом, оскільки застосування засобів пошукової техніки справляє на людину психологічний вплив.

*Грунтові металодетектори* використовують для пошуку (виявлення) на великих територіях (на відкритій місцевості, у приміщеннях тощо) предметів та знарядь злочину в прихованому середовищі (грунт, вода, підлога, стіна та ін.). Їх конструктивно виготовляють з різних видів матеріалів (метал, діелектрик). Характерна ознака цього виду металодетекторів – наявність телескопічної штанги. Це додаткове комплектування значно збільшує зону пошуку (дальність доступу), приблизно на 1,2 м (рис. 2).



Рис. 2. Професійний ґрунтовий металошукач "GTI 2500"

Проаналізувавши тактико-технічні характеристики ґрунтових металодетекторів, які використовуються практичними підрозділами правоохоронних органів, автори розробили та склали таблицю таких даних (табл. 2).

### Основні тактико-технічні характеристики ґрунтових металодетекторів

| Назва приладу                 | Чутливість, см | Час безперебійної роботи, год. | Індикація                                 | Габарити, мм | Маса, кг | Живлення, В | Примітка                |
|-------------------------------|----------------|--------------------------------|-------------------------------------------|--------------|----------|-------------|-------------------------|
| "ИМП" (Росія)                 | 40             | 80                             | звукова                                   |              | 7,200    | 6           | у воді на глибині до 1м |
| "МО-2" (Україна)              | 40             | 8                              | світова звукова                           | 1560x300     | 3        | 9           | селективний             |
| "Медуза" (Росія)              | 80             | 8                              | звукова РК-дісплей                        |              | 2,800    | 12          |                         |
| "Стерх Мастер – 7234" (Росія) | 80             | 8                              | РК-дісплей (звукова, візуальна, голосова) |              | 2,800    | 12          | селективний             |
| "Унискан-7215А" (Росія)       | 40             | 70                             | світова звукова                           | 380x140x34   | 0,600    | 9           | селективний             |
| "UMD-290"                     |                | 75                             | звукова                                   | 215x140x80   | 3,450    | 6           | самоколі бровка         |
| "MIL-D1"                      | 180            | 65                             | світова звукова                           | 975x450x160  | 7        |             |                         |
| "GTI 2500"                    | 1500           | 14                             | звукова РК-дісплей                        |              | 1,700    | 12          | селективний             |

Слід зазначити, що на результат пошуку під час проведення на місці події пошукового заходу наявність знарядь та предметів злочину (або схованок) із застосуванням ґрунтових металодетекторів безпосередньо впливає на планованість дій пошуковців. Так, місце обстеження слід чітко розбити на певні зони і послідовно проводити їх дослідження. При цьому, під час виявлення знарядь та предметів злочину чи відкритті схованок, необхідно проявляти обережність – для не ушкодження об'єктів вилучення, фіксувати найважливіші моменти за допомогою засобів фотозйомки та відеозапису.

Практика свідчить, що є випадки, коли злочинці для приховування свого діяння викидають знаряддя злочину у водне середовище, зокрема, в озеро, річку, море. Для вирішення цієї проблеми слід використовувати металодетектори, які пристосовані для застосування у цьому середовищі.

Відзначимо, що при різній щільності води, наприклад, прісна чи солоня (морська) вода, чутливість детектора різна. Більшість детекторів для виявлення

предметів пошуку використовують одну або дві частоти. Така можливість дозволяє добре працювати на одних ділянках (середовищах) і практично втрачається чутливість детектора на інших. Для вирішення цієї проблеми у новітніх металодетекторах застосовується сучасна технологія типу BBS (Broad Band Spectrum) – багаточастотна технологія виявлення, яка дозволяє детектору працювати водночас з певною кількістю різних частот, наприклад, 17. Це, у свою чергу, дозволяє ефективно застосовувати металодетектори як у прісній, так і солоній воді.

До металодетекторів, які призначені для застосування у водному середовищі слід віднести такі засоби, як "Sea Hunter Mark II", "CZ-20", "GARRETT SEA HUNTER XL-500", "J.W. FISHERS PULSE-8X" та ін. Вони побудовані за пульс-індукційним принципом (PI), глибина занурення детекторів до 75 м, максимальна чутливість виявлення предмету з металу до 2 м.

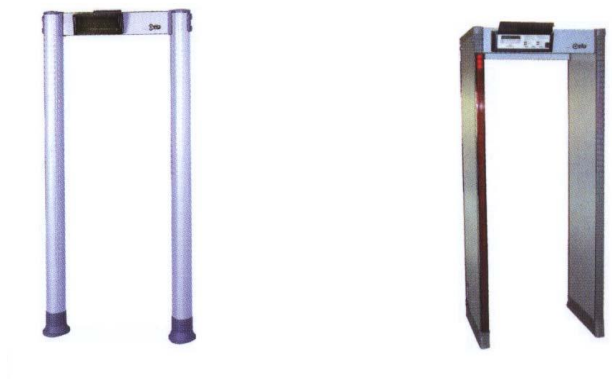
Проаналізувавши тактико-технічні характеристики металодетекторів підводного застосування, які використовуються практичними підрозділами правоохоронних органів, автори розробили та склали таблицю таких даних (табл. 3).

*Таблиця №3*

**Основні тактико-технічні характеристики металодетекторів підводного застосування**

| <b>Параметри</b>                | <b>Sea Hunter Mark II</b> | <b>MASTER HUNTER CX Plus</b> | <b>Explorer S/XS</b> |
|---------------------------------|---------------------------|------------------------------|----------------------|
| Глибина занурення, м            | 60                        | 3                            | -                    |
| Довжина, см                     | 71x132                    | 86x112                       | -                    |
| Робоча частота, кГц             | 6,5                       | 6.5                          | 1,5-100              |
| Глибина виявлення, (монета), см | 40                        | 40                           | 45                   |
| Вага, кг                        | 2,6                       | 1,7                          | 1,7                  |
| Живлення, В                     | 12                        | 9                            | 12                   |

*Стационарні металодетектори* використовують у приміщеннях (аеропортів, підприємств, організацій тощо) для виявлення зброї, вибухових пристроїв, предметів контрабанди тощо, які приховують під одягом чи у валізі, котрі проносять через зону контролю. Стационарні металодетектори можна використовувати для забезпечення контрольованих проходів на об'єкти з режимним доступом. Конструктивно вони виконані у виді арки або двох колон, що утворюють контролюючий прохід (рис. 4). Стационарні металошукачі колонного типу мають функцію селективності (здатність розпізнавати предмети різних форм та металів) нижчу від панельного типу.



*Рис. 3. Стационарні металошукачі колонного та панельного типу*

Проаналізувавши тактико-технічні характеристики стационарних металодетекторів, які використовуються на практиці, автори розробили та склали таблицю таких даних (табл. 4).

**Основні тактико-технічні характеристики стаціонарних металодетекторів**

| Назва приладу                                | Ширина<br>проходу<br><i>мм</i> | Рівень<br>захисту | Лічильн<br>ик<br>проходу | Пульт<br>дистанційного<br>керування | Програмне<br>забезпечення | Індикація           |
|----------------------------------------------|--------------------------------|-------------------|--------------------------|-------------------------------------|---------------------------|---------------------|
| Колонного типу                               |                                |                   |                          |                                     |                           |                     |
| CLASSIC<br>Standard/Navy                     | 720                            | IP 20/IP 55       | -                        | -                                   | -                         | світлова<br>звукова |
| HI-PE<br>ELLIPTIC<br>Standard/Waterp<br>roof | 720                            | IP 20/IP 55       | +                        | +                                   | +                         | світлова<br>звукова |
| PMD2<br>ELLIPTIC<br>ENZ/EWZ                  | 720                            | IP 20/IP 55       | +                        | +                                   | +                         | світлова<br>звукова |
| Панельного типу                              |                                |                   |                          |                                     |                           |                     |
| HI-PE<br>Multi-Zone                          | 720                            | IP 20             | +                        | +                                   | +                         | світлова<br>звукова |
| SMD 600                                      | 680                            | IP 20/IP 55       | +                        | +                                   | +                         | світлова<br>звукова |
| SMD 600<br>Multi-Zone                        | 680                            | IP 20             | +                        | +                                   | +                         | світлова<br>звукова |
| 02PN10                                       | 720                            | IP 20/IP 55       | +                        | +                                   | +                         | світлова<br>звукова |
| PMD2                                         | 720                            | IP 20             | +                        | +                                   | +                         | світлова<br>звукова |

**Особливості застосування пошукових приладів**

Проводячи обшук чи огляд, дуже важливо спостерігати за психологічним станом особи. Використання пошукової техніки справляє на особу помітний психологічний вплив, тому слід контролювати її поведінку та реакцію на конкретні дії правоохоронців, працівників служб безпеки, які беруть участь у пошукових заходах.

Безпосередньо під час проведення пошукового заходу на його результат впливає планованість дій пошуковців. Так, місце пошуку слід розбити на певні зони і послідовно проводити їх обстеження. Потрібно виявляти надзвичайну обережність при викритті схованок, а саме: запобігати пошкодженню об'єктів вилучення, фіксувати найважливіші моменти за допомогою знімальної фото-, відеоапаратури.

## 1.2 Магнітомеханічні засоби

Магнітомеханічні засоби призначені для виявлення і підняття предметів із феромагнітних сплавів (заліза, сталі, чавуну тощо), які можуть знаходитися у воді, траві, снігу та інших рідких, напіврідких і сипучих середовищах. Предметами пошуку можуть бути вогнепальна та холодна зброя, боєприпаси та інші об'єкти (ключі, різноманітний інструмент, деталі машин тощо), що становлять інтерес для правоохоронних органів і можуть бути доказами по кримінальній справі.

Зазначимо, що магнітні шукачі-підіймачі типу "МИП" (Росія), "ПМК-1", "МП-1", "МП-2", "МП-3" (Україна) та ін. належать до механічного типу приладів. Ці пристрої виготовлені у формі підковоподібних, циліндричних, квадратних або прямокутних магнітів із спеціальних магнітопотужних сплавів. Такий магніт вагою близько 1,5 кг здатний підняти предмет масою 50 кг і більше. У верхній частині магніту передбачено пристосування для кріплення шнура (для пошуку у рідкому середовищі на різній глибині), або штанги (для пошуку у напіврідкому чи сипучому середовищі).

В умовах зберігання таких приладів полюси магніту обов'язково замикають спеціальною металевою пластиною – замикачем для запобігання розсіювання магнітного поля та розмагнічування магніту. Перед проведенням заходу з пошуку пластину треба зняти шляхом зміщення її убік від полюсів.

Рекомендується перед початком пошукових робіт у водному середовищі розбити ділянку обстеження водоймища (наприклад, озеро, ставок) на "смуги" за допомогою поплавків, кілків чи палиць.

У сипучих середовищах (зерно, пісок, сніг, сіно, попіл та ін.) магніт переміщують за допомогою штанги по всьому об'єму зони пошуку. Для роботи з підіймачем у забруднених середовищах (стічні ями, туалети, покинуті колодязі та ін.) магніт доцільно поміщати у поліетиленовий пакет.

Слід зазначити, що на кольорові метали (мідь, латунь, олово, свинець, золото та інші), а також на деякі види нержавіючої сталі (так званої "харчової") і спеціальні антиманітні сплави манітні шукачі-підіймачі не реагують.

Розглянемо тактико-технічні характеристики деяких манітомеханічних пристроїв.

Маніт типу "МГ-1" (Україна) – це пристрій, призначений для пошуку дрібних предметів, які знаходяться у схованках, щілинах та інших місцях. Маніт розміщений на кінці гнучкої пружинної штанги і дає змогу обстежувати важкодоступні місця. На іншому кінці штанги вмонтована зручна ручка для тримання.

Пошуковий маніт типу "МП-1" (ПКФ "Інжен" Україна) при власній вазі 1,2 кг та розмірі 300x82x50 мм забезпечує підняття предметів вагою до 50 кг. Він комплектується капроновим шнуром довжиною 25 м.

Пошуковий маніт типу "Спрут" (виробник – НВП "Атліс") має квадратну форму і оригінальну систему постійних манітів зі спеціального порошкового сплаву NdFeB (ніодим-залізо-бор), що забезпечує залишкову індукцію не менше 1 Тл та намагніченість по індукції не менше 600 кА/м. Пристрій може підіймати предмети вагою більше 100 кг при власній масі 1,5 кг. Корпус має покриття корозійне стійке до хімічно-агресивних середовищ. При виконанні пошукових робіт капроновий шнур кріпиться до металевого вушка, розміщеного в центрі на поверхні маніту. Маніт зберігає свої властивості протягом 10 років і може експлуатуватися при температурі від – 60° до + 45°С.

Під час обстеження та огляду місця події, пов'язаного з вибухом, застосовуються пошукові манітні пристосування типу "ПМП-1" (рис. 4).



*Рис. 4. Пошуковий магнітний пристрій "ПМП-1"*

Пристрій може швидко та ефективно обстежити місце вибуху і зібрати уламки, осколки та інші металеві елементи вибухового пристрою чи боєприпасу, розкидані на великій площині.

Пристрій "ПМП-1" керується вручну, має форму платформи, що пересувається (котиться) на двох колесах. Між колесами знаходиться вісь, на якій змонтовані пластини, що обертаються з магнітами на кінцях. Магніти захищені металевими кожухами, що знімаються і дають змогу швидко зібрати знайдені уламки й, одночасно, оберігають їх від механічних пошкоджень (ударів, подряпин тощо). У середній частині вісі прикріплено розкладну штангу-ручку для переміщення (протягання) пристрою по поверхні території обстеження.

Ширина поля обстеження за один прохід – 350 мм, вага – 7,5 кг.

### **1.3 Пристрої для контролю важкодоступних місць**

Інколи виникають певні труднощі під час проведення пошуку зброї, вибухових пристроїв, предметів контрабанди тощо у важкодоступних місцях. Такими важкодоступними місцями можуть бути контейнери, автотранспорт, будинки, місцевість зі складним рельєфом, різні невеликі об'єкти, які не підлягають розкриттю (апаратура, валізи, ящики) та ін. Для виконання таких пошукових завдань доволі ефективним є застосування спеціальних пристроїв – оглядові дзеркала, ендоскопи (фіброскопи, бороскопи), оглядові пристрої із застосуванням телекамер тощо.

Оглядові дзеркала призначені для візуального огляду важкодоступних місць для обстеження різних об'єктів, пошуку предметів, що викликають підозру. Їх можна ефективно застосовувати під час огляду багажу, автотранспортних засобів, обстеженні приміщень тощо.

Конструктивно оглядові дзеркала, на нашу думку, можна поділити на такі групи: портативні, автомобільні, дистанційного огляду (з пристроєм керування, телескопічні). Розглянемо їх детальніше.

Портативні оглядові дзеркала зручні під час транспортування завдяки застосуванню телескопічної розкладної ручки. Їх розміщують у невеликих предметах, які займають мало місця.

Проаналізувавши тактико-технічні характеристики портативних оглядових дзеркал, якими оснащено практичні підрозділи правоохоронних органів, автори розробили та склали таблицю таких даних (табл. 5).

**Основні тактико-технічні характеристики  
портативних оглядових дзеркал**

| <b>Назва<br/>дзеркала</b> | <b>Лінійні<br/>розміри,<br/>Мм</b> | <b>Довжина в<br/>складеному<br/>стані,<br/>мм</b> | <b>Довжина в<br/>розкладеному<br/>стані,<br/>мм</b> | <b>Маса,<br/>г</b> | <b>Примітка</b>     |
|---------------------------|------------------------------------|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|--------------------|---------------------|
| ОЗ-1М                     | 58x25                              | 200                                               | 350                                                 | 50                 |                     |
| ОЗ-1МА                    | 58x25                              | 200                                               | 350                                                 | 80                 | з<br>підсвічуванням |

При проведенні огляду автотранспортних засобів доцільно застосовувати спеціальні оглядові дзеркала. Деякі з них мають вмонтоване електричне підсвічування (галогенова лампа потужністю 20–55 Вт) із джерелом живлення від акумулятора автотранспортного засобу. Вони ефективні під час огляду важкодоступних і затемнених місць і дають пряме зображення об'єкта.

Проаналізувавши тактико-технічні характеристики автомобільних оглядових дзеркал, які використовуються практичними підрозділами правоохоронних органів, автори посібника розробили та склали таблицю таких даних (табл. 6).

**Основні тактико-технічні характеристики  
автомобільних оглядових дзеркал**

| <b>Назва<br/>дзеркала</b> | <b>Лінійні<br/>розміри,<br/>мм</b> | <b>Довжина<br/>ручки,<br/>мм</b> | <b>Маса,<br/>г</b> | <b>Примітка</b>                                |
|---------------------------|------------------------------------|----------------------------------|--------------------|------------------------------------------------|
| ОЗ-1                      | 58x25                              | 450                              | 300                |                                                |
| ОЗ-2                      | 58x50                              | 450                              | 310                |                                                |
| ОЗП-1                     | 58x25                              | 450                              | 300                | З підсвічуванням,<br>пряме зображення.         |
| ОЗП-4                     | 58x25<br>58x50                     | 450                              | 300                | З підсвічуванням,<br>пряме зображення.         |
| Шмель-2                   | 40x70<br>140                       | 1550                             |                    | З підсвічуванням.<br>Змінні дзеркала.          |
| Trolley                   | 3230x265                           | 950                              |                    | З підсвічуванням.<br>Дзеркало на<br>коліщатах. |
| ЗД-5                      | 200x310                            | 1140                             |                    | З підсвічуванням.<br>Дзеркало на<br>коліщатах. |

При обстеженні об'єктів у важкодоступних місцях інколи потрібно дистанційно скеровувати кут нахилу дзеркала. Освітлення об'єктів під час обстеження виконується за допомогою додаткового штучного світла від переносного електричного ліхтаря або освітлюваної лампи. Дистанційне керування – ручне.

Проаналізувавши тактико-технічні характеристики оглядових дзеркал з дистанційним керуванням, які застосовуються на практиці, автори розробили та склали таблицю таких даних (табл. 7).

Таблиця № 7

**Основні тактико-технічні характеристики  
оглядових дзеркал з дистанційним керуванням**

| Назва дзеркала | Лінійні розміри, Мм | Довжина ручки, мм | Кут нахилу дзеркала, град | Маса, г | Примітка          |
|----------------|---------------------|-------------------|---------------------------|---------|-------------------|
| ЗД-2           | 75x120              | 1350              | 90                        |         |                   |
| ЗД-3           | 45x70               | 50                | 30-95                     | 300     | без підсвічування |
| ЗД-4           | 75x120              | 1000              | 30-95                     | 500     |                   |
| ОЗ-2М          | 58x50               | 450               | 90                        | 300     |                   |

Для огляду об'єктів на відстані застосовують оглядові дзеркала з розсувною телескопічною штангою (ручкою), на якій можливе встановлення електричного ліхтаря з акумуляторним живленням. Деякі штанги мають спеціальне кріплення змінних дзеркал різної форми (прямокутних, круглих, ввігнутих, випуклих та ін.). Дзеркала закріплені у захисній оправі.

Проаналізувавши тактико-технічні характеристики оглядових дзеркал для дистанційного огляду, які застосовуються практичними підрозділами правоохоронних органів, автори розробили та склали таблицю таких даних (табл. 8).

Таблиця № 8

**Основні тактико-технічні характеристики  
оглядових дзеркал для дистанційного огляду**

| Назва дзеркала | Лінійні розміри, мм | Довжина в складеному стані, мм | Довжина в розкладеному стані, мм | Маса, г |
|----------------|---------------------|--------------------------------|----------------------------------|---------|
| ЗД-1           | 120x75              | 520                            | 1300                             | 500     |
| ЗД-2           | 120x75              | 520                            | 1100                             | 500     |

Для здійснення візуального контролю у важкодоступних місцях, огляд яких ускладнений через неможливість чи утруднення підходу до них (днище автомобіля, вузькі прорізи, місця, в яких немає природного освітлення), доцільно задіяти сучасні оглядові прилади типу "Лоза" (рис. 5).



*Рис. 5. Оглядовий прилад "Лоза"*

Цей прилад складається із розсувної телескопічної штанги (від 400 до 1200 мм) з вбудованою телекамерою, оснащеною ІЧ-підсвічуванням, і встановленої на поворотному пристрої. Це дає можливість здійснювати огляд кута огляду в 360° в умовах цілковитої відсутності природного освітлення. Конструктивна особливість водонепроникної головки штанги дозволяє здійснювати обстеження об'єктів, які знаходяться під шаром рідини глибиною до 1,0 м.

Електронний блок з рідинно-кристалічним індикатором – монітором і вбудованим передавачем відеосигналу дозволяє зручно оглядати важкодоступні предмети, а також передавати відеосигнал радіоканалом на відстань (50–200 м) для обстеження об'єкта. Вага даного приладу – 2,5 кг. Час безперебійної роботи – 5 годин.

### **Оптичні та телевізійні системи огляду**

Сучасні оптичні і телевізійні системи включають таке: ендоскопічне і портативне телевізійне обладнання, спеціальні оптичні прилади.

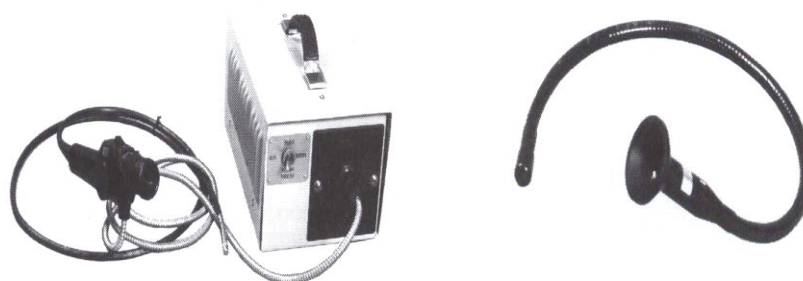
Ендоскопічне обладнання застосовується в службах забезпечення безпеки й огляду, в промисловості, будівництві, на транспорті, у медицині, наукових дослідженнях.

Портативні телевізійні системи у правоохоронних органах використовуються для оперативного пошуку зброї, вибухових пристроїв, наркотиків, предметів контрабанди, огляду транспортних засобів, контейнерів, вагонів, суден тощо. Оптичні прилади і дзеркала доповнюють можливість

ендоскопічного і телевізійного обладнання і, крім того, мають деякі самостійні застосування, наприклад, дзеркала використовуються для огляду автомобілів.

Ендоскопічне обладнання (див. рис. 6) має велику гаму гнучких волоконно-оптичних фіброскопів, жорстких бороскопів, гнучких відеоскопів, систем передачі зображення, портативних відеосистем і відеоаналізаторів, що дозволяє оглянути важкодоступні місця з отриманням зображення високої якості. Загальним і головним для таких пристроїв є мініатюрний об'єктив, уміщений на кінці тонкого гнучкого рукава або жорсткої трубки, з внутрішньої частини яких зображення передається по волоконно-оптичному джгуту або шляхом багатокомпонентних луп до окуляра. В окулярній частині може розміщуватися мініатюрна телекамера на ПЗЗ-матриці, сигнал з якої кабелем передається до блока перетворення сигналу і потім на телевізійний монітор. Гнучкі ендоскопи (фіброскопи) легко проходять крізь складні вигини різних каналів, при цьому не створюють іскри (при терті з різними предметами), яка могла здетонувати вибуховий пристрій.

Гнучкі ендоскопи призначені для огляду внутрішніх чи важкодоступних місць складної форми, об'єктів різного призначення. Ендоскопи типу "ART" діаметром від 3,5 до 6 мм мають керований вигин у двох напрямках, а ендоскопи діаметром 8 мм мають керований вигин у чотирьох напрямках.



*Рис. 6. Ендоскоп та фіброскоп*

Ендоскопи можуть комплектуватися блоками підсвічування з живленням від

електромережі або акумуляторів. Для акумуляторного блоку підсвічування передбачено зарядний пристрій. Тривалість роботи з акумуляторним блоком підсвічування – не менше як дві години. Передбачена можливість комплектації фото- або телевізійною приставкою для фіксації (документування) або зручного спостереження. Можуть працювати в агресивних середовищах.

Проаналізувавши тактико-технічні характеристики гнучких волоконно-оптичних ендоскопів, які застосовуються на практиці, автори посібника розробили та склали таблицю таких даних (табл. 9).

**Тактико-технічні характеристики гнучких  
волоконно-оптичних ендоскопів**

| <i>Модель<br/>ендоскопа</i> | <i>Діаметр<br/>робочої<br/>частини,<br/>мм</i> | <i>Довжина<br/>робочої<br/>частини,<br/>мм</i> | <i>Кут вигину,<br/>град</i> | <i>Кут поля зору,<br/>град</i> |
|-----------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------|--------------------------------|
| ART2-3.5-100                | 3.5                                            | 1000                                           | 120                         | 50                             |
| ART2-4-100                  | 4                                              | 1000                                           | 120                         | 50                             |
| ART2-6-100                  | 6                                              | 1000                                           | 120                         | 55                             |
| ART4-8-100                  | 8                                              | 1000                                           | 120                         | 50                             |
| ART4-8-270                  | 8                                              | 2700                                           | 120                         | 50                             |

Жорсткі ендоскопи (бороскопи) увібрали в себе ефективні оптичні якості, ергономічність конструкції та високу міцність. Вони призначені для огляду внутрішніх чи важкодоступних місць об'єктів різного призначення. Цей вид ендоскопів передбачає зображення через мініатюрні лінзи, що встановлені у твердій трубці з нержавіючої сталі, для введення їх до об'єкта огляду необхідний прямолінійний канал.

При виявленні вибухового пристрою слід мати на увазі, що треба бути дуже обережним, бо під час введення ендоскопа до об'єкта обстеження може виникнути тертя твердої трубки бароскопа з іншими металевими предметами, що може викликати іскру, яка може здетонувати вибуховий пристрій.

Проаналізувавши тактико-технічні характеристики жорстких волоконно-оптичних ендоскопів, які застосовуються на практиці, автори посібника розробили та склали таблицю таких даних (табл. 10).

**Тактико-технічні характеристики жорстких  
волоконно-оптичних ендоскопів**

| <b>Модель<br/>ендоскопа</b> | <b>Діаметр<br/>робочої<br/>частини,<br/>мм</b> | <b>Довжина<br/>робочої<br/>частини,<br/>мм</b> | <b>Кут вигину,<br/>град</b> | <b>Кут поля<br/>зору, град</b> |
|-----------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------|--------------------------------|
| KL2.7-205-00                | 2.7                                            | 205                                            | 0                           | 60                             |
| KL4.0-180-30                | 4.0                                            | 180                                            | 30                          | 75                             |
| KL5.5-200-30                | 5.5                                            | 200                                            | 0                           | 45                             |
| KL8.0-300-90                | 8                                              | 300                                            | 90                          | 65                             |

На практиці найвідомішими виявилися гнучкі волоконно-оптичні фіброскопи таких відомих фірм, як "Everest Imaging, Olympus Industrial" (США), "SAS Research & Development Services", "Allen" (Великобританія); "Henke-Sess Wolf GmbH" (ФРН); МППО "Спектр" (Росія), та ін.

Завдовжки зовнішні трубки складають до 6 м. Номінальні діаметри – від 0,6 до 13 мм. Робоча довжина – від 225 до 6050 мм. Діаметр відводів для введення головки – від 0,64 до 4,1 мм.

*Бароскоп* має ручку типу пістолетної, зручну для тримання його в робочому стані. Оператор може оглядати внутрішні поверхні порожнини, обертаючи головку бароскопа в межах 360 °.

Діаметр трубок бароскопу перебуває в межах від 1,2 до 16 мм; робоча довжина – від 0,9 до 2 м.

*Відеоскопи* ідеально підходять для обстеження віддалених зон. Зображення виводиться на ТВ-монітор у реальному масштабі часу, з одночасним фото- і відеодокументуванням.

Відеоскопи дозволяють здійснювати спостереження на відстані до 20 м.

Питання для самоперевірки.

1. Призначення та основні види пошукової техніки.

2. Призначення та тактико-технічні характеристики портативних металодетекторів.

3. Призначення та тактико-технічні характеристики ручних металодетекторів.

4. Призначення та тактико-технічні характеристики стаціонарних металодетекторів.

5. Які використовуються пристрої для контролю важкодоступних місць?

6. Призначення та основні види оптичних та телевізійних систем огляду.

7. Навести переваги та недоліки оптичних та телевізійних систем огляду під час виявлення знарядь злочину.

## РОЗДІЛ 2

### АПАРАТУРА З ПРОНИКАЮЧИМ ВИПРОМІНЮВАННЯМ

#### 2.1 Рентгенівські інтроскопи

Важлива роль у пошуку і виявленні знарядь злочину, предметів контрабанди, зокрема вибухових речовин та вибухових пристроїв, наркотичних речовин належить методу інтроскопії, коли застосовуються рентгенівські інтроскопи на базі рентгенооглядових апаратів, рентгенотелевізійних систем тощо.

Сучасна рентгенівська апаратура може швидко та ефективно виявляти замасковані предмети, зброю, елементи вибухового пристрою, що дозволяє не вдаватися до розпаковування валіз, поштових відправлень (посилок) тощо.

Нині рентгенівські системи успішно використовують для оперативного отримання інформації про внутрішній вміст обстежуваних об'єктів для вирішення широкого спектра антикримінальних (антитерористичних) завдань. Антикримінальне (антитерористичне) застосування рентгенівських приладів у окремих випадках незамінне під час огляду предметів, що викликають підозру, на вміст кримінально-терористичних засобів. Наприклад, є такі вибухові пристрої, які спрацьовують при їх торканні та інші схеми захисту від можливого розкривання упаковки. У таких випадках перед тим як починати процес розмінування, слід перевірити предмет, що викликає підозру, через рентгенівську апаратуру, його структуру та схему підключення вибухового пристрою. У разі можливої небезпеки осіб, які беруть участь у процесі розмінування, та можливого пошкодження навколишніх будівель доцільно знешкодити вибуховий пристрій гідродинамічною пушкою.

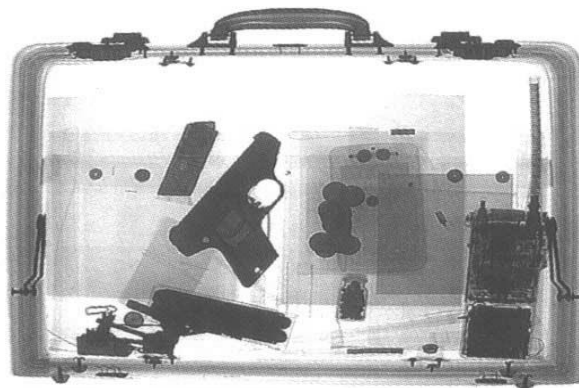
Стисло розглянемо принцип дії рентгенівських інтроскопів, що стали досить популярними на пунктах контролю.

Інтроскопія (від латин. intro - у середині) – це візуальне спостереження предметів або процесів у середині оптично непрозорих тіл, у непрозорих середовищах (речовин). Спостереження здійснюється шляхом перетворення

невидимого оком зображення об'єкта, що досліджується, отриманого в фіксованому діапазоні електромагнітного випромінювання, у видиме з відображенням на екран (плівку) спеціального пристрою, що називається інтроскопом.

Загальний принцип дії рентгенівських інтроскопів (метод інтроскопії) ґрунтується на взаємодії всієї (або частини) маси предметів з проникаючим випромінюванням, залежно від щільності середовища (предмета), в якому використовується потік рентгенівських променів певного спектра електромагнітних коливань [24].

Цей метод реалізується під час виявлення знарядь та предметів злочину за тіньовим зображенням на екрані монітора (тепловізора), а також попередньому вивченні конструкції знарядь злочину, наприклад, вибухового пристрою, предметів контрабанди внаслідок просвічування рентгенівськими променями і фіксації зображення на рентгенівській плівці або флуоресцентному екрані, тобто "у прямому полі зору" (наприклад, у багажі, посилці тощо) (рис. 7).



*Рис. 7. Тіньове зображення валізи за допомогою рентгенівського випромінювання*

На практиці застосовуються такі види рентгенівських інтроскопів: з реєстрацією рентгенівського випромінювання оптоелектронними детекторами — скануючі системи та з люмінесцентним (флуоресцентним) екраном —

флуороскопічні системи [50, 209].

В апаратах першого виду сканування предмета, що контролюється, здійснюється рентгенівським випромінюванням. Випромінювання, що проходить, реєструється детекторами, інформація від яких обробляється електронним пристроєм, що формує за певною програмою тіньову картину внутрішньої будови предмета. Існуюча сучасна апаратура має високу роздільну здатність, що дозволяє виявляти малий дріт діаметром 100 мікрон.

Функціональні можливості рентгенівських інтроскопів значно поліпшилися за рахунок застосування так званого *мультиенергетичного методу просвічування*. Цей метод ґрунтується на обробці інформації від детекторів, що сформований від пучків рентгенівського випромінювання з різним енергетичним розподілом рентгенівських квантів у спектрі. Проте енергетичне розподілення фіксується, наприклад, шляхом зміни анодної напруги рентгенівської трубки або фільтрації випромінювання металеві пластинки.

Таким чином, установлюється різниця у взаємодії рентгенівських квантів з матеріалами, що мають різний атомний номер. При цьому зображенням різних елементів на екрані монітора присвоюються кольори залежно від середнього атомного номера речовини, з якого складають перелік предметів, що становлять об'єкт контролю: елементам з атомним номером меншим 10 (вибухові речовини) – помаранчевий; з атомним номером від 10 до 18 (кольорові метали, наприклад, алюміній) – зелений; з атомним номером більшим 18 (металеві предмети) – синій.

Цей метод використовується у рентгенівських установках фірми "Rapiscan Security Products" (Великобританія).

У окремих установках (наприклад, в інтроскопах типу "Z-Scan", США) під час перегляду зображення ділянка, що викликає підозру, наприклад, наявності вибухової речовини, виділяється червоною овальною рисою, що забезпечує оператору додаткову можливість для виявлення вибухового пристрою. У

останніх моделях такої установки застосовано волоконно-оптичний детектор рентгенівського випромінювання, що дозволяє значно поліпшити зображення й підвищити продуктивність контролю.

Додаткову можливість виявлення вибухових пристроїв забезпечує реєстрація розсіяних від об'єкта контролю рентгенівських квантів, зокрема, відбитих під кутом приблизно до  $180^\circ$ . Обробка інформації від детекторів, що реєструють зворотно-розсіяне випромінювання, дозволяє сформувати картину внутрішньої будови приповерхневого шару контрольованого об'єкта.

Рентгенівські апарати другого виду (рентгенівські інтроскопи з люмінесцентним (флуоресцентним) екраном більш прості, компактні і значно дешевші, ніж скануючі пристрої. За допомогою дзеркального відображувача оператор може безпосередньо спостерігати на екрані картину тіньового зображення внутрішньої будови контрольованого об'єкта. Проте їхнім недоліком є низька яскравість рентгенолюмінесцентних екранів ( $0,1 \dots 0,001 \text{ кд/м}^2$ ), що призводить до невисокої чутливості контролю.

Зарубіжні портативні, переносні та стаціонарні флуороскопи забезпечують експресний контроль предметів, упаковок, що викликають підозру, а також ефективну перевірку поштових відправлень – листів, пакетів, бандеролей, посилок та ін.

На практиці використовуються портативні рентгенівські флюороскопи типу "ФП-1", "ФП-2", "ФП-3И", "Шмель-90/К" тощо; переносні типу "Шмель-100ТВ", "РОНА/НОРКА", а також стаціонарні оглядові рентгенівські комплекси типу "Шмель-ТВС", "ЛОТОС" та ін., що застосовуються в аеропортах, на митницях тощо.

Розглянемо детальніше зазначені пристрої, які мають універсальну дію і можуть здійснювати широкий спектр пошукових завдань, коли потрібно контролювати внутрішню структуру різних об'єктів.

### ***Портативні рентгенівські флуороскопи***

Першими сучасними пошуковими флуороскопічними системами на пострадянській території, що відповідають всім вимогам безпеки експлуатації, а також за чутливістю, функціональними можливостями, габаритними характеристиками, можна віднести вироби типу "ФП-1" ("ШВЕРТБОТ-3"), "ФП-2", які випускаються ЗАО МНВО "СПЕКТР" (Росія) з 1986 року для заміни комплекту "РД-12ПК" ("ОСОКА").

Вони призначені для контролю внутрішнього вмісту предметів та об'єктів, легких будівельних конструкцій, меблів, фурнітури тощо під час проведення пошукових заходів, а також достатньо ефективні при візуалізації поштових відправлень, легкого багажу, валіз та ін.

Розмір флуороскопічних екранів складає 200x200 мм ("ФП-1") і 100x100 мм ("ФП-2"). Доступна для контролю товщина не перевищує 30 мм за Al-еквівалентом. Просторова роздільна здатність пошукових флуороскопів не гірше 2 пар ліній на 1 мм за всією площею екрана.

При робочій напрузі рентгенівської трубки 30–75 кВ і анодному струму в межах 0,1–5 мА забезпечується виявлення сталюого дроту діаметром 0,08 мм за шаром фторопласта товщиною 15 мм і дроту діаметром 0,4 мм – за шаром фторопласта товщиною 6 мм. Вага оглядового пристрою не перевищує 3 кг для "ФП-1" і 2 кг – для "ФП-2".

Ці пошукові флуороскопи можуть працювати практично з будь-яким портативним апаратом типу "РАМ-75" та "РЕЙС-100".

Одним із останніх розробок фірми "FLASH electronics Ltd" серед портативних оглядових рентгенівських комплексів є "Шмель-90К" (рис. 8). Він призначений для експрес-огляду багажу, поштових відправлень з метою виявлення вибухових пристроїв, зброї, наркотиків тощо. Робоче поле контролю – 255 мм. Роздільна здатність (мідний дріт) – 0,16 мм, проникаюча здатність за Al-еквівалентом – 50 мм. Вага рентгенівського комплексу в цілому (рентгенівський апарат, оглядовий пристрій) – 10 кг.



*Рис. 8. Портативний оглядовий рентгенівський комплекс "Шмель-90/К"*

Конструкція флуороскопа "ФП-4" реалізована у виді рознесених і з'єднаних скловолоконним джутом блока радіаційно-оптичного перетворювача і модуля підсилення та виводу зображення на екран, що дозволяє здійснювати детальний контроль з проєкційним збільшенням масштабу зображення і виявляти дрібні дефекти й укладення.

Особливе місце в системі портативних флуороскопів належить виробу "ФП-3И". Він простий в експлуатації, автономний, портативний прилад з радіонуклідним джерелом гамма-випромінювання. Призначений для візуалізації внутрішнього вмісту широкого кола невеликих об'єктів і предметів, з метою пошуку заборонених укладень, вибухових пристроїв, наркотиків та ін. Флуороскопи особливо ефективні при роботі в польових умовах, бо мають автономне живлення. Як випромінювач використовується радіонуклідне джерело (I-125; Gd-153).

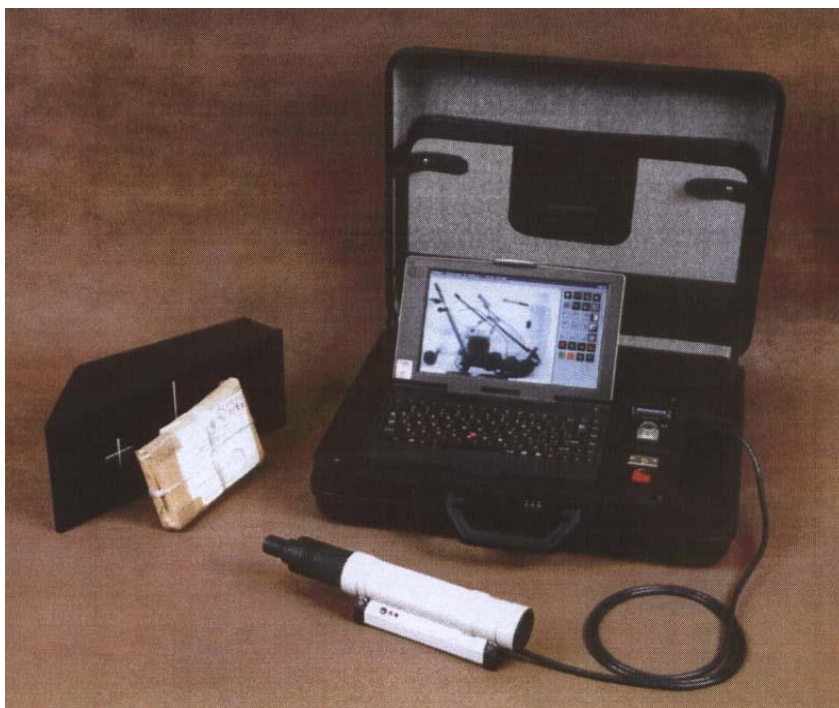
## 2.2 Рентгенотелевізійні системи

Нині на практиці поширено застосовуються рентгенотелевізійні системи (РТС). Існуюча у РТС електронна система зчитує зображення з люмінесцентного шару (екрана), перетворює його на телевізійний сигнал і передає кабелем на монітор.

Такі системи забезпечують безпеку роботи оператора за допомогою дистанційного обстеження предметів, що викликають підозру. Для підвищення якості зображення і можливості реєстрації інформації щодо предмета, який обстежується, використовуються аналогові та цифрові накопичення з наступною комп'ютерною обробкою рентгенівського зображення.

Контрольно-пропускні пункти, митні пости тощо забезпечуються напівстаціонарними або переносними пошуковими рентгенотелевізійними комплексами.

У переносних РТС (рис. 9) як перетворювач використовується рентгенолюмінесцентний екран з ПЗЗ-камерою, що працює в режимі накопичення. Ефективність рентгенолюмінесцентних екранів різних виробників однакова. Тому, незалежно від виробника РТС, параметри геометричної роздільної здатності визначаються розміром зони контролю і форматом телевізійного зображення, а параметри просвічування – типом телевізійного апарата, що використовується.



*Рис. 9. Переносний цифровий рентгенівський комплекс  
"Колибри-50ЦФ"*

Проаналізувавши тактико-технічні характеристики переносних рентгенотелевізійних систем, якими оснащено практичні підрозділи правоохоронних органів, автори розробили та склали таблицю таких даних (табл. 11).

**Порівняльна характеристика переносних  
рентгенотелевізійних систем**

| № | Параметри                                          | Шмель-100ТВ | Шмель-240 ТВ       | Очертание-ТВ (Шелест) | РОНА/НОРКА        | Калибри-50ЦФ |
|---|----------------------------------------------------|-------------|--------------------|-----------------------|-------------------|--------------|
| 1 | Тип рентген. апарата                               | імпульсний  | імпульсний         | постійний             | пост./мкФ         | імпульсний   |
| 2 | Напруга на рентген. Трубі, кВ                      | 100         | 240                | 75/100                | 75/100            | 15/50        |
| 3 | Перепона: сталь, мм                                | 10          | 19                 | 10                    | 10/8              |              |
|   | алюміній, мм                                       | 35          | 72                 | 40                    | 40/30             |              |
| 4 | Зона контролю, мм х мм                             | 180х240     | 240х320<br>320х420 | 250х250<br>320х420    | 90х120<br>294х360 | 250х200      |
| 5 | Роздільна здатність, пік сель                      | 768х570     | 768х570            | 795х596               | 768х570           | 1392х1040    |
| 6 | Кількість запам'ят. Зображень                      | 5000        | 5000               | 5000                  | 3000              | 10 000       |
| 7 | Режим авт. вибору телекамерою експозиції           | X           | X                  | -                     | X                 | X            |
| 8 | Час безперервної роботи від акумуля. батарей, год. | 2,5         | 2,5                | 2                     | -                 | 2            |
| 9 | Вага, кг:                                          | 19          | 22                 | 30                    | 36/30             | 15           |

**Стаціонарні рентгенівські флуороскопи**

Одним із найінформативніших забезпечених засобів рентгенівського контролю є стаціонарні флуороскопічні екрани. До засобів, які мають у своєму складі ці екрани, можна віднести такі стаціонарні рентгенівські флуороскопи: "ЛОТОС", "ШИМАЛИТ", "ШМЕЛЬ-ТВС", "ШЕРИФ" та ін.

Стаціонарні флуороскопи безпечні в експлуатації. Вони призначені для візуалізації внутрішньої структури невеликих об'єктів, поштових відправлень, електронних пристроїв і модулів з проекційним збільшенням масштабу тіньового зображення. Загалом їх застосовують на контрольно-пропускних, митних пунктах тощо. Стаціонарні флуороскопи виявляють приховані вибухові пристрої, електронні пристрої, ювелірні вироби, наркотики, а також інші

невеликі предмети.

Проаналізувавши тактико-технічні характеристики стаціонарних рентгенівських оглядових комплексів, які використовуються на практиці, нами розроблено та складено таблицю таких даних (табл. 12).

Таблиця №12

**Порівняльна характеристика стаціонарних  
рентгенівських оглядових комплексів**

| Параметри                           | ЛОТОС  | ШИМАЛИТ     | ШМЕЛЬ-ТВС   | ПОЛІСКАН-4 |
|-------------------------------------|--------|-------------|-------------|------------|
| Рік випуску                         | 1992   | 1991        | 1998        | 2001       |
| Анодний струм, мА                   | 1      | 10          | 5           | 5          |
| Напруга на рентгенівській трубі, кВ | 20/100 | 40/100      | 75/100      | 140        |
| Зона контролю, мм х мм              | 160    | 400х500х700 | 500х700х400 | 600х900    |
| Чутливість виявлення, мм            | -      | -           | 0,2         | 0,1        |
| Швидкість транспортера, м/с         | -      | -           | 0,4         | 0,2        |

### 2.3 Зворотно-розсіяне іонізуюче випромінювання

Вищерозглянуті рентгенівські апарати ґрунтуються на використанні прохідного іонізуючого випромінювання. На практиці при використанні *методу прохідного іонізуючого випромінювання* виникають ситуації, коли під час проведення контролю предметів, які викликають підозру щодо наявності зброї, вибухового пристрою, наркотичних речовин, предметів контрабанди, з'ясовується, що вони приховані в металевих конструкціях. Саме в цьому разі доцільно застосовувати *метод зворотно-розсіяного іонізованого випромінювання*.

Принцип дії цього методу ґрунтується на взаємодії випромінюваних рентгенівських і гамма-квантів з електронами атомних оболонок речовини обстежуваного об'єкта. Проте частина випромінюваних гамма-квантів поглинається, а частина – розсіюється (так зване комптонівське розсіювання).

Гамма-кванти, які розсіюються на кути, близькі до  $180^\circ$ , відбиваються від об'єкта дослідження, як би повертаються зворотно, і несуть інформацію про вміст об'єкта контролю. Надалі вони потрапляють на спеціальний приймач (детектор) і після необхідної електронної обробки, за комп'ютерною програмою, надають оператору інформацію у вигляді зображення або числового значення [5].

На практиці використовуються портативні, переносні та стаціонарні прилади зворотно-розсіяного іонізованого випромінювання.

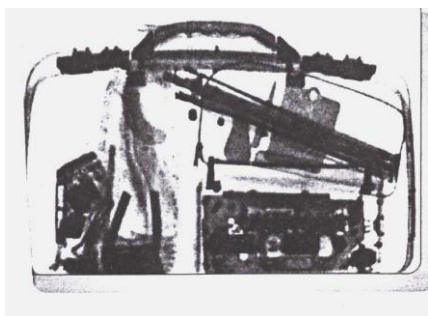
*Портативні прилади.* На практиці застосовується портативний детектор контрабанди типу K910B "Buster", розроблений американською компанією CSECO "Campbell Security Equipment Company". Принцип його дії ґрунтується на реєстрації відбитих від обстежуваної поверхні гамма-квантів радіоактивного джерела ізотопу барій-133.

Прилад призначено для виявлення за перепонами з металу, дерева, пластмаси, тканин прихованих вибухових речовин, наркотиків, предметів контрабанди тощо. За його допомогою можуть оглядатись автомобілі, контейнери, човни та ін. При габаритах  $140 \times 64 \times 64$  він має масу 1,1 кг.

Аналогічний прилад, що використовується з тією ж метою, "Searcher" фірми "Folien-Vogel". Він має дещо більші, порівнюючи з "Buster", масогабаритні характеристики (маса датчика-зонда складає 2 кг, електронний блок має розміри  $170 \times 120 \times 50$  мм). Проте, прилад досить чутливий і дозволяє виявляти за перепоною невелику кількість нітрату амонію. Живлення – 9 В, безперервна робота системи – 8 годин.

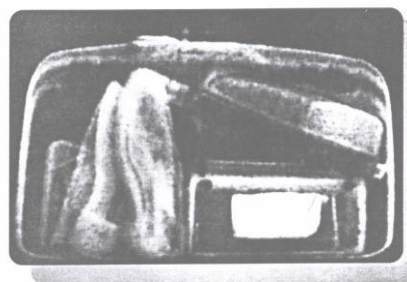
Зарубіжні портативні прилади, якими користуються для контролю об'єктів зворотно-розсіяного іонізованого випромінювання, мають високі практичні показники. Науковці працюють над створенням комбінованого приладу одночасного випромінювання обох видів – нейтронного і гамма-випромінювання. Це дозволить розширити можливості портативної пошукової апаратури.

*Стационарна апаратура.* Стационарна оглядова техніка, яка використовує одночасно як прохідне, так і зворотно-розсіяне іонізоване випромінювання, виробляється фірмою "American Science and Engineering, Inc." (США). Ця фірма є світовим лідером у розробці і виробництві такої апаратури. Системи даної фірми оснащуються двома незалежними детекторами. Один установлюється за контрольованим об'єктом і уловлює прохідний рентгенівський промінь, другий – перед контрольованим об'єктом для фіксації зворотно-розсіяних квантів. Результати контролю виводяться на екрани двох моніторів у прохідному і зворотно-розсіяному рентгенівському випромінюванні. Приклади таких зображень наведено нижче (рис. 10 а, б).



*Рис. 10 а.*

Зображення валізи  
у прохідному  
рентгенівському  
випромінюванні



*Рис. 10 б.*

Зображення валізи  
у зворотно-розсіяному  
випромінюванні

На рис. 10 а наведено зображення валізи у прохідному рентгенівському випромінюванні (у правому нижньому куті валізи розміщено радіоприймач). На рис. 10 б наведено зображення тієї ж валізи у зворотно-розсіяному випромінюванні. У правому нижньому куті просвічуваної валізи видно прямокутну пляму. Це імітатор наркотичної речовини, схованої в радіоприймачі. Така оглядова апаратура встановлюється в аеропортах, на митницях тощо.

Для контролю великогабаритних об'єктів, наприклад, легкових автомобілів і великовантажних автомобільних трейлерів, розроблено як стаціонарні, так і переносні (напівстаціонарні) системи.

Стационарна система типу "Cargosearch" може контролювати

великовантажний трейлер завдовжки 20 м, завширшки 2,4 м, висотою 4,2 м і масою до 36 т. До складу системи входять дві рентгенівські скануючі установки (450 кВт, 10 мА), розміщені з обох боків від вантажного автомобіля для отримання найбільш повної інформації про об'єкт контролю; зображення у прохідному і зворотно-розсіяному випромінюванні виводяться на екран чотирьох моніторів. При цьому виявляється наявність подвійних стінок з прихованою між ними контрабандою. Доза випромінювання при обстеженні об'єкта контролю не перевищує 2 мілірентген.

Поряд зі стаціонарною розроблено і напівстаціонарну систему контролю транспортних засобів типу "MOBILSEARCH", що оперує лиш зворотно-розсіяним випромінюванням. Така система розміщується на вантажному автомобілі, що дозволяє підвищити ефективність виявлення наркотичної речовини, вибухової речовини, вибухового пристрою, предметів контрабанди за рахунок ефекту неочікуваності при розгортанні її в польових умовах.

На рис. 11 наведено зображення легкового автомобіля у зворотно-розсіяних рентгенівських променях, де видно пакети з вибуховою речовиною, що приховані в багажнику автомобіля.

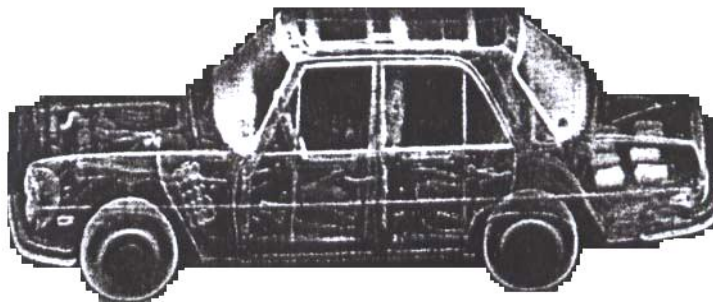


Рис. 11. Зображення автомобіля у зворотно-розсіяному іонізуючому випромінюванні

Зворотно-розсіяне рентгенівське випромінювання застосовується також для виявлення кримінально-терористичних засобів, прихованих під одягом людини. Для цього створена установка типу "BODYSEARCH".

Обстеження об'єкта здійснюється шляхом переміщення рентгенівської скануючої системи; оператор аналізує зображення на екрані, збільшуючи його в 2, 4 і 8 разів, документуючи його за необхідності. Час обстеження складає 8–10 с, доза випромінювання не перевищує 5 мікрорентген.

## 2.4 Ядерно-фізичні методи

Сучасна практика все більше потребує виявлення вибухових та наркотичних речовин за допомогою саме різних ядерно-фізичних методів. Це зумовлено тим, що під час виявлення пластикової вибухівки за допомогою традиційних методів виникають певні труднощі, оскільки пластикова вибухівка – матеріал з низьким атомним номером, він слабо поглинає рентгенівське випромінювання з граничною енергією до 100–150  $\text{кєВ}$ . При цьому ситуація може ускладнитися тим, що пластикова вибухівка може бути замаскована під різні предмети.

Ядерно-фізичні методи розрізняють за типом і енергією, що використовує джерело нейтронів, а також видом і енергією вторинного гамма-випромінювання, що виникає при взаємодії нейтрона з об'єктом пошуку – азотом (вуглецем чи киснем), який входить до складу вибухової речовини.

Ядерно-фізичні прилади – це складні і відносно дорогі пристрої, які дозволяють виявляти наркотичні та вибухові речовини у різних умовах, у тому числі і за перепоною.

Серед відомих ядерно-фізичних приладів значну увагу привертають *нейтронні дефектоскопи*, які виявляють вибухові та наркотичні речовини як об'єкт з підвищеним вмістом водню. Для цього використовують слабкі джерела нейтронів, які потрапляють на вибухову та наркотичну речовину, розсіюються на атоми водню і в подальшому реєструються приймачем.

Нейтронні дефектоскопи типу "Репер-3", "Светлячок", "Исток-Н" (Росія) конструктивно реалізовані у портативному варіанті. Вони призначені для виявлення місць закладки недозволених укладень із водньовмістовних речовин, що знаходяться за перепоною і площинами транспортних засобів у режимі одностороннього доступу. Ці прилади працюють за принципом зміни потоку відбитого нейтронного випромінювання, що реєструється від елементів досліджуваної сфери і прихованої речовини, яка підлягає виявленню.

Як джерело випромінювання прилад "Светлячок" використовує радіонуклід

252-каліфорній. Мінімальна маса водньовмістовної речовини, що виявляється, яка може знаходитись за сталюю оболонкою завтовшки 3 мм в порожнині завглибшки до 55 мм, складає від 50 до 100 г. Вага функціонального блоку – 3,5 кг, а виносний датчик зі штангою – 1,5 кг.

Прилад "Репер-3", який реєструє мінімальну масу 450 г на глибині до 65 мм, має особистий генератор нейтронів. Вага пошукового блоку не перевищує 4,6 кг.

Водою цих приладів, що впливає із фізичного принципу їх роботи, можна вважати те, що вони не володіють вибірковістю стосовно до вибухових або наркотичних речовин. Тому вони реєструють їх разом з іншими водньовмістовними речовинами: папером, милом, рідиною тощо.

*При застосуванні приладів пошуку, які використовують ядерно-фізичний метод, слід знати і неухильно виконувати, що вести обшук на людині категорично забороняється!*

Ще одним видом оглядово-пошукової техніки виявлення вибухових речовин є *резонансно-хвильові засоби*. Ця апаратура ґрунтується на *методах ядерного магнітного і квадрупольного резонансів*, що дозволяє надійно виявляти безкорпусні вибухові речовини за прямою ознакою – наявністю нітрогруп. Такі прилади реєструють вибухові та наркотичні речовини у кількості декілька грамів при невеликій потужності (декілька десятків *мВт*) збуджуючого електромагнітного поля [11].

Останньою розробкою щодо виявлення на тілі людини предметів та знарядь злочину є пристрій "BIS-WDS GEN 2", розроблений компанією "Brijot". Він призначений для виявлення прихованих на тілі і одязі людини різних речовин (зокрема, вибухових), матеріалів, зброї, скла, гелей тощо. Його встановлюють у непомітному для об'єкта місці. Це дозволяє на певній відстані непомітно проводити огляд осіб, які проходять у зону контролю (митну, аеропорт тощо) без зволікань. Цей прилад використовує пасивний радіохвильовий детектор, який безпечний для людини. Принцип виявлення прихованих на тілі під одягом

людини об'єктів ґрунтується на взаємодії різниці інтенсивності хвиль (міліметровий діапазон), які випромінює тіло людини і предметом, який знаходиться на ньому.

#### Питання для самоперевірки.

1. Принцип дії рентгенівських апаратів.
2. Призначення, тактико-технічні характеристики та основні види рентгенівських флуороскопів.
3. Зворотно-розсіяне іонізуюче випромінювання – призначення та основний принцип дії.
4. Тактико-технічні характеристики та основні види засобів зворотно-розсіяного іонізуючого випромінювання.
5. Ядерно-фізичні методи.
6. Нейтронні дефектоскопи – призначення та основні види.
7. Резонансно-хвильові засоби.

## РОЗДІЛ 3

### ІНСТРУМЕНТАРІЙ ВИЯВЛЕННЯ ВИБУХОВИХ РЕЧОВИН

#### 3.1 Загальна характеристика вибухових речовин

У цьому розділі детально розглянемо засоби і методи виявлення вибухових речовин, які використовуються в детекторах парів, що дістали найбільше поширення на практиці. Проте, на початку визначимося з поняттям та видами вибухових речовин.

У спеціальній та юридичній літературі немає стійкого визначення поняття "вибухові речовини". Узагальнюючі всі існуючі тлумачення щодо поняття вибухових речовин [28, 21; 29, 57; 3, 86 та ін.] та враховуючи рівень спеціальних знань у галузі вибухової справи спеціалістів (юристів), які проводять слідство по даному виду злочину нами пропонується, що **вибухові речовини** – це хімічні сполуки чи суміші, здатні під дією зовнішнього імпульсу (удар, наколювання та ін) до вибухового перетворення (вибуху) [20, 53].

Проаналізувавши різні класифікації вибухових речовин, а також на підставі їх узагальнення пропонується класифікація, що враховує криміналістичні аспекти для дослідження вибухових речовин. Розглянемо деякі запропоновані нами класифікації вибухових речовин.

Залежно від *фізичного (агрегатного) стану* вибухові речовини можуть бути тверді, рідинні, газоподібні, желеподібні, пластичні тощо. Найзастосовуванішими у кримінальному середовищі виявилися вибухові речовини у твердому та рідинному агрегатних станах (конденсовані вибухові речовини).

Вибухові речовини *за призначенням* бувають такі:

воєнного призначення – застосовуються у військовій справі для спорядження бойових припасів вибухової дії;

цивільного призначення – застосовуються у промисловому господарстві і різних сферах науки.

Через те, що деякі хімічні сполуки здатні не лише горіти, але й за певних умов детонувати [14, 13–14], тому всі вибухові речовини як промислового, так і саморобного виготовлення [15, 7], на нашу думку, можна класифікувати за режимом перетворення (горіння або детонації) і умов збудження [2]:

- 1) ініціюючі (первинні) вибухові речовини;
- 2) бризантні (вторинні) вибухові речовини;
- 3) металеві вибухові речовини (порохи);
- 4) піротехнічні суміші.

1. Ініціюючі (первинні) вибухові речовини використовують для збудження детонації бризантних вибухових речовин і для запалювання металевих вибухових речовин [50]. З них найпоширенішими є:

*гримуча ртуть (фульмінат ртуті)* – дрібнокристалічна речовина білого або сірого кольору, отруйна, погано розчинна у воді. Найбільш чутлива до удару, тертя, накаливання, теплового впливу. При зволоженні чутливість помітно знижується. Застосовується для спорядження капсулів-детонаторів. Гільзи цих капсулів – мідні або латунні;

*азид свинцю* – дрібнокристалічна речовина від білого до світло-рожевого кольору, слабо розчинна у воді. До удару, тертя, впливу вогню менш чутливий, ніж гримуча ртуть, але має більш ініціюючу здатність. Азид свинцю не втрачає своїх властивостей при зволоженні. Застосовується для спорядження капсулів-детонаторів. Гільзи капсулів – алюмінієві;

*ТНРС (тринітрорезорцинат свинцю)* – дрібнокристалічна несипуча речовина темно-жовтого кольору, погано розчиняється у воді. Під дією прямого сонячного випромінювання темніє і розкладається. За чутливістю посідає середнє місце між гримучою ртуттю і азидом свинцю. Використовується для забезпечення безвідмовності ініціювання азида свинцю;

*тетразен* – дрібнокристалічна речовина, погано розчинна у воді. Не взаємодіє з металами.

До ініціюючих вибухових речовин належать також однорідні спалахові суміші, швидкість горіння яких уповільнюють і регулюють спеціальними домішками. Призначення однорідних спалахових сумішей таке: при горінні отримання променевого полум'я, яке служить для спалахування (запалювання) порохового заряду, уповільнювачів у дистанційних трубках і підривачів, а також в інших об'єктах [47, 18–23].

2. *Бризантні вибухові речовини* (бризантність – франц. *brisant* – що дробить) характеризуються вибуховим перетворенням у виді детонації, для чого використовуються ініціюючі вибухові речовини, які застосовуються головним чином для спорядження боєприпасів і вибухових робіт.

За хімічною природою бризантні вибухові речовини поділяють на три класи:

I клас: азотнокислі ефіри, нітрати спиртів або вуглеводів (нітроефіри), до яких належать такі речовини:

азотнокислі ефіри вуглеводів. Головним представником цих вибухових речовин є нітрати целюлози (нітроцелюлоза), які, залежно від вмісту азоту, поділяються на два різновиди: піроксиліни і колоксиліни;

азотнокислі ефіри спиртів. Характерними їх представниками є:

а) гліцеринтринітрат, або нітрогліцерин;

б) діетилендіглікольдинітрат, або нітрогліколь;

в) пентаерітетранітрат, або ТЕН – (тетранітропентаерітрит, пентрит) – біла кристалічна речовина, негігроскопічна, нерозчинна у воді. Найчутливіша з класу бризантних вибухових речовин. ТЕН застосовується для виготовлення детонуючого шнуру, а також для спорядження капсуля-детонатора. Флегматизований ТЕН підфарбовується в рожевий або оранжевий колір, застосовується для виготовлення детонаторів.

II клас: нітросполуки. Їх відносять до важливого класу бризантних вибухових речовин. До них належать:

тринітротолуол, або тротил – кристалічна речовина від світло-жовтого до світло-коричневого кольору, негігроскопічна, погано розчиняється у воді. Виготовляється лускоподібним або у виді гранул. Буває пресований або литий. При прострілі кулею не підривається, пресований детонує від капсуля детонатора;

тринітроксилол, або ксиліл;

тринітрофенол, або пікринова кислота – яскраво-жовтий порошок, розчиняється у воді, кислотах, спирті та бензолі, взаємодіє з металами. Особливу чутливість мають пікрати заліза і свинцю. Застосовується для спорядження капсуля детонатора;

тринітрофінілметилнітрамін, або тетрил – кристалічна речовина яскраво-жовтого кольору, негігроскопічна, нерозчинна у воді, менш сприятлива, ніж ТЕН і гексоген. Застосовується для капсуля детонатора і додаткових детонаторів;

циклотриметилентриптроамін, або гексоген – дрібнокристалічна речовина білого кольору, негігроскопічна, нерозчинна у воді. Від прострілу кулею може підірватися. У чистому вигляді він застосовується для капсуля детонатора, а для основного заряду флегматизований або ТГ (суміш тротилу та гексогену);

циклотетраметилентетранітроамін, або октаген – дрібнокристалічна речовина, нерозчинна у воді. Для основного заряду флегматизований.

Найчастіше використовують сплави нітросполук, наприклад, тротилу з дітронафталіном, гексогеном чи ксилілом і механічні суміші деяких нітросполук чи їх сплавів з іншими речовинами або порошкоподібним алюмінієм.

ІІІ клас: нітронітрати. Вибухові суміші з окислювачами, що являють собою суміш окислювача з вибуховою речовиною або паливом. До них належать:

аміачно-селітрові вибухові речовини, що вміщують як окислювач аміачну селітру (амотолі, амоніти та ін.);

вибухові суміші на основі рідких азотнокислих ефірів, спирту

(нітрогліцеринові вибухові речовини), наприклад динаміт;

хлоратні або перхлоратні вибухові речовини, що містять як окислювачі солі хлоринованої або хлорної кислоти (хлорати і перхлорати);

вибухові речовини на основі рідких окислювачів, до яких належать оксиліквіти і суміші двоокисного азоту або концентрованої азотної кислоти;

### *3. Метальні вибухові речовини (порохи).*

Для речовин цієї групи характерним видом вибухового перетворення є горіння, яке не переходить в детонацію навіть при високому тиску, що розвивається в умовах пострілу; ці речовини придатні для надання кулі або снаряду руху в каналі ствола зброї та для надання руху ракетним снарядам [7, 25].

До них належать:

нітроцелюлозні порохи, або бездимний порох, які одержують із нітроцелюлози. Він має густу масу (від жовтого до коричневого кольору), зовні нагадує пластмасу. Чутливий до полум'я, тепла та іскри. На повітрі бездимні порохи згорають без вибуху. Щоб викликати детонацію порохів, необхідно застосувати достатньо потужний проміжний детонатор із бризантних вибухових речовин. Використовується як металевий заряд у стрілецькій зброї і гарматах;

тверді суміші та ракетні палива;

димні порохи – найчастіше, це механічна суміш селітри (частіше – калієвої), деревного вугілля із дрібних порід дерев (вільха, крушина) і сірки. Використовуються у підривачах і вогнепровідних шнурах. За кольором розрізняють від чорних до сіро-чорних, чутливі до тертя, іскри.

*4. Піротехнічні суміші* (система: горюче + окислювач) – використовуються для створення світлового, димового та звукового ефекту; при горінні – це механічні суміші, основними компонентами яких є неорганічні окислювачі, горюче (органічні або металеві горючі речовини) та сполучена речовина. Застосовуються в боєприпасах освітлювальної сигнальної, запалювальної дії, а також у різних піротехнічних засобах [55].

### 3.2 Газоаналізатори

Для виявлення зазначених вибухових речовин використовують газоаналізатори – спеціальні детектори парів та часток. Вони призначені для оперативного виявлення парів вибухових речовин, а також для обстеження різних предметів, об'єктів, транспортних засобів, що викликають підозру, на вміст у них вибухових речовин, вибухових пристроїв під час лабораторного дослідження та в польових умовах. Вони також входять до комплексу оглядово-пошукової техніки. Розглянемо методи і засоби виявлення вибухових речовин детальніше.

*Газохроматографічний метод* аналізу покладено в основу більшості високочутливих детекторів парів вибухових речовин, що розробляються.

Детектор парів вибухових речовин, який використовує цей метод, складається з таких основних елементів:

- прилад для забору повітря (пробовідбірник);
- вузол селекції;
- блок реєстрації;
- блок електроніки.

Пробовідбірник є мініатюрний вакуумний насос, який подає безпосередньо в детектор або на попередній концентратор пробу повітря.

Вузол селекції призначено для виділення парів вибухової речовини із газопроби. У виді концентраторів у багатьох приладах застосовуються хроматографічні колонки або полімерні мембрани. Прилади колонкового типу дозволяють не тільки виявляти вибухові речовини, але й визначати їх вид. Прилади мембранного типу можуть без вузла селекції видавати сигнал (акустичний, світловий) про можливу наявність вибухової речовини.

Блок реєстрації – прилад, який сигналізує про наявність у пробі, що аналізується, молекул вибухових речовин.

Блок електроніки забезпечує подачу сигналу тривоги (світловий або

звуковий) за наявності вибухової речовини в об'єктах, які перевіряються.

Чутливим елементом приладу цього типу як реєстратор є детектор електронного захвату (ДЕЗ).

Принцип дії детектора електронного захвату такий: в камері є чистий газ-носії (аргон або азот). Розміщене в камері бета-джерело (ізоотоп тритію або нікелю) випромінює потік електронів. Унаслідок постійної взаємодії потоку електронів з молекулами газу-носія налагоджується рівновага електронного поля. Потік прямує до аноду і утворює початковий струм.

Після того як електрони потрапляють до камери детектора парів ВР, струм швидко зменшується, внаслідок великого розтину захвата електронів молекулами вибухової речовини (що вміщують велику кількість азоту). Якщо концентрація вибухової речовини у пробі, яка аналізується, виявиться вищою за мінімально визначену цим детектором, то детектор парів ВР подає сигнал тривоги у виді звуку чи світової індикації.

*Дрейф-спектрометричний метод* ґрунтується на спектрометрії рухливості іонів (Ion Mobility Spectroscopy – IMS) в електричному полі.

Цей метод полягає в тому, що іонізовані молекули вибухових речовин (шляхом випромінювання потоку бета-частинок слабкорadioактивних джерел тритію або нікелю-63) потрапляють до дрейф-камери, де під дією електричного поля певної конфігурації переміщуються до катоду. Потрапляючи до нього, вони створюють імпульс струму в електричному ланцюзі, який підсилюється й обробляється електронним блоком. Швидкість руху молекул вибухових речовин до катоду залежить від рухомості іонів і параметрів електричного поля, що і покладено в основу ідентифікації речовини, яка аналізується.

Розглянемо деякі детектори, котрі використовують дрейф-спектрометричний метод.

Детектор "Ionscan", розроблений фірмою "Barringer Instruments" (Канада), ефективно виявляє та ідентифікує вибухові речовини у слідових кількостях на

різних поверхнях.

Головною перевагою комплексу "Ionscan" є здатність ідентифікації вибухових речовин за різним хімічним складом (тротил, гексоген, ТЕН, нітрогліцерин, тетрил). Пробовідбірник комплексу "Ionscan" – це пристрій у виді мініатюрного автономного пирососу, в якому проба повітря просочується через плоский фільтр. Тим же фільтром можна просто потерти поверхню предмета, що викликає підозру, бо мікроскопічні частки вибухових речовин стикаються з поверхнею, до якої доторкалися руки, одяг та предмети багажу. Фільтр з пробой поміщають в термодесорбер, випаровувані частки в потоці газу іонізуються і потрапляють до клітинки "дрейфа" – дрейфкамери, де відбувається вимірювання їх рухливості. Обробка відібраних проб здійснюється автоматично і протягом кількох секунд видається сигнал "пропустити/затримати". У разі виявлення вибухової речовини комплекс ідентифікує їх і виводить результати на монітор.

Портативний детектор "МО-2" (Росія), розроблений Інститутом прикладної фізики, застосовується працівниками вибухотехнічних підрозділів для пошуку вибухових речовин під час дослідження різноманітних об'єктів (рис. 12).



Рис. 12. Портативний детектор вибухових речовин "МО-2"

У детекторі типу "МО-2" застосовується технологія спектрометрії рухливості іонів, і він призначений для визначення та ідентифікації різних типів вибухових речовин під час обстеження на безпечність повітряного, автомобільного, водного, залізничного транспорту, банків, офісів, житлових

приміщень тощо.

*Мас-спектрометричний метод* дозволяє досягти найвищої на цей час чутливості виявлення парів вибухових речовин.

Детектори вибухових речовин, в основі дії яких лежить метод мас-спектрометрії, незважаючи на високу чутливість, поки що недостатньо використовуються практиками через їхню складність і високу вартість. Наприклад, мас-спектрометричний детектор (МСД) "Condor" фірми "Sciex" (Великобританія) є досить габаритний пристрій.

Пристрій МСД "Condor" розміщено на автопричепі завдовжки 9,2 м. Пропускна здатність – 20 контейнерів за 1 год. У комплексі застосовуються сучасні досягнення науки і техніки мас-спектрометрії. Проби повітря з контейнерів або навколо багажу беруться датчиком на кінці шлангу або за допомогою портативного пристрою. Проби потрапляють до контрольного відсіку, в якому знаходиться спеціальний змінний патрон з трьома фільтрами, через які протягом 50 с рівномірно паралельними потоками прокачується повітря. Один з фільтрів призначений для виявлення наркотиків, два інших – для виявлення вибухових речовин. Пари досліджуваних речовин осідають на фільтрах, а потім за допомогою чистого теплого повітря пропускаються через аналізатор. Система здатна виявити концентрацію речовин у такому відношенні: 1 частина на  $10^9$  частин повітря.

У аналізаторі первинне виділення виконується за допомогою позитивної або негативної іонізації. Молекули, що не відповідають заданій масі, пізніше відсортовуються шляхом послідовного пропускання через три відхиляючі пластини. У результаті відбувається відокремлення парів, що не відносяться до пошукових. Система виявляє близько 64 хімічних речовин. Пошук виконується за допомогою комп'ютера. Після кожного взяття проби увесь комплекс аналізу очищується і вставляється новий патрон. Тефлонове внутрішнє покриття шланга запобігає затриманню речовини, яка може забруднити наступні проби. Пристрій

на основі МСД керується двома операторами. Один відбирає проби ззовні, другий здійснює контроль за роботою аналізатора у внутрішній частині. Весь процес роботи керується комп'ютером, на якому відображаються дії і результати аналізу.

На практиці застосовуються й інші методи реєстрації парової фази вибухових речовин, як-от:

*Хемілюмінесцентний метод*, який зводиться до того, що молекули вибухових речовин зазнають паралелізму з утворенням окису азоту NO, який, реагуючи з отриманим в приладі озоном  $O_3$ , утворює збуджені молекули  $NO_2$ . Переходячи в основний стан, ці молекули виділяють інфрачервоне випромінювання (ІЧ), яке реєструється фотозбільшувачем.

Цей метод використовується в приладі "EGIS". Прилад добре зарекомендував себе на практиці. Наприклад, проведені випробування цих приладів у Німеччині службами безпеки довели, що на 400 000 аналізів рівень хибних спрацювань склав майже 0,03 %. Таким приладом оснащені всі найбільші аеропорти Європи.

Для швидкого виявлення прихованих вибухових пристроїв та вибухових речовин *методом декодування їх парів і часток* використовують прилад типу "EVD – 3000" (Канада) (рис. 13).



Рис. 13. Детектор вибухових речовин "EVD – 3000"

Головний принцип роботи цього детектора полягає в термічному розкладанні молекул вибухових речовин із послідовною реєстрацією  $\text{NO}_2$ -груп.

Використання детектора не потребує спеціальної підготовки оператора і приводиться в дію менш ніж за одну хвилину після його ввімкнення.

*Метод молекулярних ядер конденсації (МОЯК)* полягає в тому, що іонізовані молекули вибухових речовин сприяють створенню в реакційній камері аерозольних часток, наявність яких реєструється за зміною світлопропускання. Цей метод використовується у детекторі типу "Эдельвейс-4" (Росія). Прилад оснащено виносним ручним вихровим пробовідбірником з концентратором і променевим підігрівом обстежуваної поверхні. Тривалість циклу аналізу, після введення проби в прилад, складає 120 с.

*Біосенсорний метод* ґрунтується на виявленні азотовмісних (вибухових) речовин за допомогою спеціальних тварин: собак [7], свиней, бджіл [8] тощо.

У діяльності правоохоронних органів як у нашій державі, так і за кордоном (Росія, ФРН, США, Ізраїль тощо) під час попередження та розкриття злочинів, пов'язаних із застосуванням вибухових речовин, все частіше використовують службово-розшукових собак. Практика свідчить, що їх вміле застосування дає позитивні результати й сприяє підвищенню ефективності боротьби з цим видом злочину.

Службово-розшукових собак відносять до спецзасобів, за допомогою яких виявляють вибухові речовини, наприклад, гексоген, тротил, пластид та ін. Добір таких собак здійснюється не тільки за породою (вівчарка, спанієль тощо), а також і за характером, тобто вони не повинні бути агресивними, оскільки пошук і виявлення вибухових речовин інколи здійснюється серед великого скупчення людей.

Службово-розшукові собаки під час виявлення вибухового пристрою чи боєприпасу не повинні подавати сигнал голосом (лаєм), оскільки будь-який акустичний сигнал (в деяких вибухових пристроях акустичної дії) може

призвести до їх спрацьовування. Виявивши вибуховий пристрій, вони мають спокійно зупинитися біля нього і виконати команду "сидіти".

### **Новітні методи і прилади виявлення вибухових речовин**

Розробникам приладів виявлення вибухових речовин ставиться таке головне завдання: можливість уловлювання слабких слідів (парів) вибухових речовин за рахунок підвищення його чутливості, а також розробка такої характеристики, як селективність, тобто здатність та можливість виділення молекул вибухових речовин з багатьох інших.

Вибіркова здатність, селективність у поєднанні з необхідною чутливістю технічних засобів у плані відпрацьовування. Під час підвищення чутливості системи спостерігається вплив природних об'єктів, що призводить до збільшення хибних спрацьовувань. Однак підвищення вибіркової здатності зумовлює складність конструкції і значно утруднює обробку отриманої інформації. Розв'язання таких проблем з виявлення вибухових речовин потребує дослідження і розвитку різних методів виявлення, серед яких такі методи:

- лазерної і рамановської спектроскопії;

- спектроскопічного аналізу з використанням нових датчиків, інфрачервоного лазера;

- використання понадвисокочастотних (ПВЧ) резонаторів, циркулярної камери зі стінками, які змочуються електростатичним осадженням часток проби повітря;

- метод аналізу характерних особливостей (сигнатур) згорання вибухових речовин.

Стисло розглянемо суть та можливості наведених методів та систем.

## Метод лазерної спектроскопії

Системи, побудовані на цьому методі, призначені для виявлення парів вибухових речовин. У них використовується лазер на Nd: YAG з довжиною хвилі 1,319 мкм. Ця довжина хвилі не є нормальною для цього типу лазера, оскільки вона одержана шляхом збудження оптичного параметричного генератора на кристалі срібного селеніду галію (Silver Gallium Selenide), що перетворює хвилю завдовжки 1,3 мкм на сигнальну компоненту з довжиною хвилі 1,6 мкм і вільну компоненту з довжиною хвилі 7,5 мкм.

Процес виявлення вибухових речовин зводиться до такого: пучок лазерного випромінювання проходить крізь отвір з дзеркалами, які багаторазово відбиваються. При цьому він декілька разів проходить через середовище, що містить пари вибухових речовин. Після цього пучок спрямовується на детектор ІЧ-випромінювання на основі ртуті.

Для виявлення парів вибухових речовин з дуже малою концентрацією необхідно, щоб світловий потік, який падає на детектор, був досить інтенсивним. Для цього потрібно, щоб енергія випромінювання оптичного параметричного генератора досягла граничного значення. У зв'язку з цим застосовуються імпульсні лазери. Однак енергія їх дещо нижча від потрібного рівня, оскільки виявлення парів вибухових речовин ґрунтується на вимірюванні дуже слабких змін інтенсивності випромінювання при проходженні його через середовище. Тому проводиться порівняльне вимірювання, тобто визначення кількості міліджоулів енергії імпульсу лазерного випромінювання до і після проходження його через пари вибухових речовин.

Чутливість, яка досягається системою, залежить від усіх елементів її сенсорної частини. До цих елементів належить пробовідбірник у виді зонду або насосу. Відібрані проби потрапляють до попереднього концентратора, що видаляє з них велику частину нормальних молекул повітря, наприклад, молекул азоту і кисню. Молекули азоту і кисню легко проходять крізь цю мембрану і

видаляються, а великі молекули вибухових речовин нею затримуються.

Системи лазерної спектроскопії, де застосовуються твердотілі лазери і спеціальна оптика, займають значно менше місце, ніж ядерні системи. Лазерний блок має об'єм  $0,03 \text{ м}^3$ . Дещо більший об'єм потрібний для механізму відбору проб.

Час аналізу проби не перевищує інтервалу між імпульсами випромінювання. Оскільки частота повторення лазера становить  $10 \text{ Гц}$ , то вимірювання виконується системою швидко.

Цей метод застосовує у своїх розробках фірма "Engineering at Discovery Semiconductors" (США).

### **Метод RAMAN-спектроскопія**

RAMAN-спектроскопія типу SERS (Surface Enhanced Roman Spectroscopy) є порівняно новим аналітичним методом, який найефективніший для виявлення парів вибухових речовин. Оскільки кожна молекула характеризується специфічною рамановською ознакою її випромінювання, тому цей спосіб особливо ефективний для виявлення вибухових речовин типу TNT і RDX. При цьому чутливість підвищується за допомогою підсилення поверхневого ефекту поглинання парів вибухових речовин спеціальною металевою пластиною з шорсткою поверхнею (підкладкою). Інтенсивність рамановського розсіювання може бути збільшена при цьому в мільйони разів.

Фірма "EIC Laboratories" (США) розробила переносний прилад типу "SERS", призначений для виявлення парів вибухових речовин в реальному часі. Датчик приладу складається з двох модулів: великого – для спектроскопічного аналізу і менших розмірів – для відбору проб парів вибухових речовин. Спектрометричний модуль має діодний лазер збудження і компактний спектрограф для аналізу спектра SERS. Багатоканальний детектор з відеокамерами на приладах зі зарядовим зв'язком (ПЗЗ) дозволяє скласти

спектрограф без рухомих частин. Цей детектор відтворює повний спектр SERS протягом 1 с. Маса детекторного модуля – 15,8 кг, який переноситься в окремій упаковці за спиною.

Гнучкий оптоволоконний кабель для дуплексного зв'язку з'єднує спектрометричний модуль з віддаленим модулем відбору проб, що має металеву підкладку. По одному світловодному проводу даного кабелю передається збуджуюче лазерне випромінювання на підкладку, а по другому – світло рамановського розсіювання назад у спектрометр. Крім металевої підкладки, віддалений модуль може мати активний відбірник проб повітря і фільтри, які запобігають забрудненню поверхні підкладки.

У 2009 році фірма "Ahura Scientific, Inc." (США) розробила портативний переносний прилад "Tru Defender/FT", який виявляє вибухові речовини за допомогою запам'ятовування і введення в електронну базу даних цих речовин. Цей прилад, використовуючи метод раманівської спектроскопії, порівнює опорну речовину з перевіряємою, і на дисплеї детектора висвічується назва цієї речовини.

Маса приладу – 1,4 кг, який працює протягом 2 годин.

## Спектроскопічний аналіз з використанням ІЧ-лазера

Продовжуються розробки високочутливих мас-спектрометрів, які мають менші габарити. Так, у розроблюваній системі фірми "John Harpkins University" (США) збирання часток вибухових речовин з обстежуваної поверхні виконується шляхом їх нагрівання до стану випаровування випромінюванням малопотужного ІЧ-лазера і відбору проб парів випаровуваних часток вакуумним імпульсним вентилем. Виявлення та ідентифікація відібраних парів виконується мініатюрним масо-пролітним мас-спектрометром. Ця система має суттєві переваги за швидкістю, вибірковістю і чутливістю, порівнюючи з іншими аналітичними системами.

Сфокусоване імпульсне випромінювання ІЧ-лазера може перетворити осілі на поверхні частки вибухових речовин на пари з відносно низьким тиском, які можуть аналізуватися мас-спектрометром. Імпульси лазерного випромінювання можна оптимізувати вибором довжини хвилі, потужності і тривалості імпульсу з врахуванням специфічних особливостей вибухових речовин і їх компонентів. Наприклад, використовуючи граничну потужність імпульсу, тобто потужність, достатню для випаровування часток вибухових речовин, можна досягти того, що інші, менш леткі забруднюючі частки залишаться в твердому стані і не зможуть впливати на фон. Можна також вибрати довжину хвилі випромінювання лазера, близьку до довжини хвилі звичайних коливальних переходів, наприклад в пластичних вибухових речовинах, щоб викликати ефект резонансного нагріву, при якому підвищується відношення корисного сигналу до навколишнього шуму.

Вивчаються ІЧ-лазери декількох типів, зокрема, твердотілі лазери на Nd:YAG, що працюють на хвилі 1,06 мкм і газові лазери на CO<sub>2</sub> з довжиною хвилі випромінювання 10,6 мкм. Лазер на CO<sub>2</sub> ідеально підходить для випаровування твердих часток вибухових речовин. Легко спостерігати випаровування часток вибухової речовини типу RDX при малій їх концентрації навіть при дуже

низьких рівнях енергії лазерного імпульсу (близько  $0,1 \text{ мДж/імпульс}$ ). Експерименти з моделлю показали, що імпульс  $\text{CO}_2$ -лазера з енергією  $10 \text{ мДж}$  міг створювати температури випаровування до  $1000^\circ\text{C}$ , хоч водні включення в пробі часток вибухових речовин могли знижувати цей ефект.

Розглянемо другий елемент системи відбору проб-інтерфейс, що створює перехід від зовнішнього середовища з атмосферним тиском до вакууму в мас-спектрометрі.

У звичайному мас-спектрометрі впускний (вхідний) отвір для парів не виключає потрапляння деякої кількості атмосферного повітря у вакуумну систему. Для переносного мас-спектрометра масопролітного типу найбільш підходить пристрій впуску парів у вигляді вакуумного імпульсного вентиля. Цей вентиль пропускає тільки контрольовану частину маси відібраної проби парів протягом  $160 \text{ мс}$ . Такий новий спосіб не тільки знижує навантаження на вакуумний насос, але й підвищує відношення сигнал/шум системи, оскільки його дії синхронізовані з випромінюванням імпульсів лазером.

При відборі проби в точний час з визначеною температурою (при описаній вище оптимізації імпульсу лазерного випромінювання) проба може мати здебільше пари найбільш летючих компонентів вибухових речовин, розміщених на поверхні і поступаючих у фільтр вентиля. Крім того, метод відбору проб з використанням імпульсного вентиля, з'єднаного з високошвидкісним масопролітним мас-спектрометром, дає можливість виявляти в реальному часі забруднюючі пари, характерні для сучасних вибухових речовин і вибухових пристроїв.

Технологія відбору проб парів вибухових речовин може поєднуватися з детекторами різних типів, зокрема, оптичними спектрометрами, спектрометрами на основі рухливості іонів, газовими хроматографіями. Проте перевага віддається масопролітним мас-спектрометрам в результаті їх сумісності з ІЧ-лазерами й імпульсним вакуумним вентилем пробовідбірника. Такий мас-

спектрометр зі співударями електронами EI-TOF (electron impact time-of flight) показав низьке споживання енергії, має незначну масу і габарити, високу чутливість і значні переваги в порівнянні з мас-спектрометром на основі методу ядерного квадрупольного резонансу.

## **Використання понадвисокочастотних резонаторів – мас-аналізаторів понадчутливості**

Понадвисокочастотні резонатори (2–6 ГГц), що відіграють роль мас-аналізаторів понадвисокої чутливості, й їх органічні покриття здатні вибірково поглинати пари вибухових речовин. При цьому програмне забезпечення для формування картини виявлення парів вибухових речовин перетворювачами із спеціальним покриттям і надання даної картинки оператору системи можуть бути окремими елементами системи виявлення й ідентифікації вибухового пристрою. Дану систему спільно розробляють такі фірми, як "National Research Laboratory" (NRL), "Los Alamos National Laboratory" (LANL) і університет штату Айова (ISN) – "Iowa State University" (США).

Чутливими елементами, що реагують на пари вибухових речовин, є мініатюрні тонкоплівкові резонатори фірми "Rockwell". Резонансна частота цих приладів зміщується під час поглинання ними парів вибухових речовин. Величина даного зміщення і його залежність від часу є функцією застосованого органічного покриття. Вибіркові покриття резонаторів були розроблені і синтезовані фірмами "NRL" і "LANL". Головна мета розробок така: одержати покриття з високою чутливістю до вибухової речовини типу TNT і його парів для детекторів. Застосовуються покриття різних типів і складу з унікальними характеристиками поглинання парів різних вибухових речовин.

Тонкоплівкові резонатори мікроскопічних розмірів утворюють решітку чутливих детекторів (сенсорів) з різними органічними покриттями. Реакція кожного детектора на наявність парів вибухових речовин використовується для формування картини виявлення різних видів вибухових речовин і подачі сигналізації про їх виявлення оператору.

### **Використання циркулярної камери зі змочуваними стінками**

Дана система складається з пробовідбірника (концентратора), головним елементом якого є мініатюрна циркулярна камера зі стінками, що змочуються (wetted wall cyclone), з'єднана з переносним детектором вибухових речовин. Розглянемо принцип дії такої системи.

Високоєфективний вентилятор спрямовує повітряний потік з відібраними пробами в циркулярну камеру, в якій під час циркулярного руху повітряного потоку виділяються компоненти парів вибухових речовин на межі розділення газ/рідина. Відтак проби повітря потрапляють до змішувальної камери, в якій при безпосередньому контакті повітряного потоку зі змочуваними стінками камери виділяються компоненти парів вибухових речовин з концентрацією їх в рідкій фазі. Під час збудження змішувальної камери проби повітря потрапляють до секції відбору, в якій видаляється волога з повітряного потоку. Водяні плівки з внутрішніх стінок трьох секцій даної камери об'єднуються, і частина їх спільного об'єму періодично відбирається для аналізу, а залишена рідина циркулюватиме для підвищення концентрації парів вибухових речовин.

Обчислення, проведені з дослідним зразком пробовідбірника, показують, що концентрація парів у повітрі може бути підвищена протягом  $1\text{с}$  з  $0,7 \times 10^{-12}$  до  $40 \times 10^{-9}$ . Цей рівень легко можна виміряти детектором, захищеним від впливу повітряного потоку.

Дану систему спільно розробляють фірма "Research International" і Центр біомолекулярної науки і техніки "Naval Research Laboratory" (США).

## Метод аналізу особливостей (сигнатур)

### згорання вибухових речовин

Кінетика процесу згорання вибухових речовин дуже складна, але можна відокремити два чинники, що впливають на швидкість горіння: співвідношення вибухової речовини і кисню та перебіг самої реакції. Якщо процес згорання потребує надходження кисню з атмосфери або кінетика цього процесу складна, що характерно для багатьох матеріалів, то горіння відбувається відносно повільно. Як правило, вибухові речовини містять велику кількість кисню, тому їх згорання перебігає досить швидко. Ці основні відмінності між вибуховими речовинами та іншими речовинами можуть бути використані для їх виявлення й ідентифікації. Енергія, що виділяється при згоранні однієї молекули вибухової речовини, може складати від 11 *KεB* для TNT до 21 *KεB* для RETN.

У результаті швидкого виділення цієї енергії, вона може частково перетворюватися на ультрафіолетове, оптично видиме або ІЧ-випромінювання. Такі випромінювання можна вимірювати й аналізувати для виявлення вибухових речовин і визначати їх тип. Характерні ознаки вибухових речовин можна виділяти за аналізом спектра їх випромінювання. Оскільки вибухові речовини згорають швидше, ніж інші матеріали, то спектр їх випромінювання зміщується в бік більш коротких хвиль.

Температура згорання більшості вибухових речовин перебуває в межах 170–300 °C. Для ініціювання згорання залишкових часток вибухових речовин їх потрібно доводити до таких температур. Цього можна досягнути, наприклад, відбором проб часток і перенесенням їх на гарячу поверхню або нагріванням повітря, що знаходиться навколо них.

Оптичне випромінювання згораючих часток вибухових речовин можна виміряти, наприклад, використовуючи електронно-оптичний перетворювач, прилад із зарядовим зв'язком та фотодіод. Для диференціації вибухових речовин і звичайних матеріалів використовується порівняння сигналів, що відповідають їх

ультрафіолетовому випромінюванню.

Виявлення вибухових речовин за допомогою цього пристрою виконують у такій послідовності: залишкові частки вибухових речовин збираються з обстежуваної поверхні предмета вакуумним шлангом і спрямовуються на гарячу поверхню, що знаходиться у внутрішній частині спеціального корпусу, вакуумним насосом. Температура нагрівання поверхні регулюється контролером. УФ-фотодетектор з електронними схемами приймає оптичне випромінювання часток, що згорають. Сигнали з виходу фотодетектора поступають в аналізатор оптичних імпульсів. Аналіз імпульсів УФ-випромінювання проводиться за їх тривалістю, амплітудою, довжиною хвилі та ін. Можна також застосовувати інші методи відбору часток, а спалювання відібраних проб здійснювати за допомогою лазерного випромінювання.

### **3.3 Особливості виявлення вибухових речовин детекторами парів**

Проаналізувавши наведені методи виявлення вибухових речовин, можна дійти висновку, що залежно від типу ВР, обставин, складнощів проведення та ін. використовують різні методи та методики їх дослідження.

Застосування детекторів парів та часток вибухових речовин створює для працівників вибухотехнічних підрозділів певну проблему, інакше кажучи, існує низка ВР, виявлення яких вносить певні труднощі, наприклад пластичні вибухові речовини, тиск парів яких дуже низький.

Наведемо дані про тиск насичення парів вибухових речовин (найвідоміших пластичних ВР) при нормальному атмосферному тиску і кімнатній температурі (табл. 13). Із таблиці видно, що до апаратури детектування парів та часток вибухових речовин потрібно висувати високі вимоги, оскільки промислові і воєнні вибухові вироби виробляються із застосуванням різних зв'язуючих речовин.

Як показали дослідження, виявлення вибухових речовин на основі аналізу, що виділяються ними, потребує відбору великої кількості проб повітря і виділення з них певної кількості підозрілих речовин. Проте, виявлення за частками речовин (слідові кількості) пов'язане зі збиранням таких часток з поверхонь, на яких вони осідають.

Виявлення вибухових речовин на основі аналізу парів більш ефективне для виявлення ВР з високим тиском парів, а для виявлення наявності часток вибухових речовин більш придатне виявлення ВР з низьким тиском парів, наприклад пластикових вибухових речовин.

## Технічні характеристики окремих вибухових речовин

| Тип вибухової речовини             | Молекуляр на вага | Характеристика вибухових речовин |                       |                            |                           |
|------------------------------------|-------------------|----------------------------------|-----------------------|----------------------------|---------------------------|
|                                    |                   | Температура, °C                  | Тиск пару, мм рт. ст. | Густина, г/см <sup>3</sup> | Мольна частина тиску пару |
| Нітрогліцерин (NG)                 | 227               | 25                               | $2,4 \times 10^{-5}$  | $2,9 \times 10^{-9}$       | 32                        |
| Нітрат амонію (AN)                 | 80                | 25                               | $5,0 \times 10^{-6}$  | $2,2 \times 10^{-11}$      | 7                         |
| Динітротолуол (DNT)                | 182               | 25                               | $1,4 \times 10^{-4}$  | $1,4 \times 10^{-9}$       | 184                       |
| Тринітротолуол (TNT)               | 227               | 25                               | $3,0 \times 10^{-6}$  | $3,7 \times 10^{-11}$      | 4                         |
| Циклоніт, гексоген (RDX)           | 222               | 25                               | $7,0 \times 10^{-7}$  | $8,4 \times 10^{-12}$      | 0,9                       |
| Пентаеритритетранітрат (PETN), TEN | 316               | 25                               | $5,4 \times 10^{-6}$  | $9,2 \times 10^{-11}$      | 7                         |

Привертає увагу ще одна проблема, пов'язана з виявленням прихованих закладок вибухових речовин. Як видно з таблиці №12, концентрація у повітрі парів сполук гексогену і ТЕНу, які входять до складу більшості пластичних вибухових речовин, досить низька і потребує від детекторів вибухових речовин більшої чутливості, що ускладнює їхню конструкцію, збільшує масогабаритні характеристики і вартість, знижує продуктивність контролю. Для підвищення ефективності проведення пошукових заходів, спрощення, полегшення та здешевлення апаратури, виявлення прихованих закладок вибухових речовин фахівцями було запропоновано вводити до складу пластичних вибухових речовин легколетючі домішки (маркери), випаровуваність яких на кілька порядків перевищувала б випаровуваність гексогену й ТЕНу і не впливала б на основні експлуатаційні характеристики пластичної вибухівки. Для полегшення виявлення пластичних вибухових речовин міжнародною спільнотою при ООН було прийнято у 1991 році Конвенцію про маркування пластичних вибухових речовин

високолетючими речовинами, яку Україна ратифікувала законодавчим актом [43].

До одного з таких маркерів можна віднести, наприклад, етиленглікольдинітрат (EGDN), який відповідає цим вимогам.

Отже, наводимо порівняльну характеристику одного із параметрів вибухових речовин, тобто його летючості (випаровування) [6] (табл. 14).

Таблиця №14

#### Порівнювальна характеристика летючості вибухових речовин

| Тип вибухової речовини                      | Щільність парів ВР (порядок величини)              |                                              |                                                 |
|---------------------------------------------|----------------------------------------------------|----------------------------------------------|-------------------------------------------------|
|                                             | Число молекул ВР на трильйон молекул повітря (ppt) | Число молекул ВР в 1 см <sup>3</sup> повітря | Кількість грамів ВР в 1 см <sup>3</sup> повітря |
| Етиленглікольдинітрат (EGDN)                | 10 <sup>8</sup>                                    | 10 <sup>15</sup>                             | 10 <sup>-7</sup>                                |
| Нітрогліцерин (NG)                          | 10 <sup>6</sup>                                    | 10 <sup>13</sup>                             | 10 <sup>-9</sup>                                |
| Нітрат амонію (AN)                          | -                                                  | -                                            | -                                               |
| Динітротолуол (DNT)                         | -                                                  | -                                            | -                                               |
| Тринітротолуол (TNT)                        | 10 <sup>4</sup>                                    | 10 <sup>11</sup>                             | 10 <sup>-11</sup>                               |
| Циклоніт, гексоген (RDX)                    | 10                                                 | 10 <sup>8</sup>                              | 10 <sup>-14</sup>                               |
| Пентаеритритетранітрат (PETN), TEN          | 10 <sup>0</sup> - 10 <sup>1</sup>                  | 10 <sup>8</sup> - 10 <sup>9</sup>            | 10 <sup>-14</sup> - 10 <sup>-13</sup>           |
| С – 4 (91% RDX +9% пластичного зв'язуючого) | 10 <sup>-1</sup>                                   | 10 <sup>7</sup>                              | 10 <sup>-15</sup>                               |

Таким чином, для виявлення вибухових речовин (як основна складова частина вибухового пристрою) найпоширенішими є газоаналітичні детектори, побудовані на принципах газової хроматографії, дрейф-спектрометрії, мас-спектрометрії, конструктивно виконані в стаціонарному, мобільному і портативному варіантах.

Проаналізувавши дані про тиск насиченості парів при середньому атмосферному тиску, а також детектори для виявлення парів та часток вибухових речовин, якими оснащено практичні підрозділи правоохоронних органів, нами розроблено та складено таблицю таких даних (табл. 15) [23, 19-20].

## Порівнювальна характеристика детекторів парів вибухових речовин

| Назва приладу             | Принцип дії                                                                  | Тип виявлених ВР         | Чутливість, $г/см^3$                                      | Габарити, вага        | Примітка                                                  |
|---------------------------|------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|-----------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------------------------------------------|
| "ЭДЕЛЬВЕЙС-3"<br>(РОСІЯ)  | Газохроматографічний, ДЕЗ                                                    | Динаміт, тротил, пластид | $3 \cdot 10^{-15}$<br>(за TNT)                            | 56x136x42см<br>20 кг  | Вихровий пробовідбірник з променевим нагріванням поверхні |
| "ЭДЕЛЬВЕЙС-4"<br>(РОСІЯ)  | Газохроматографічний, МОЯК                                                   | Динаміт, тротил, пластид | $5 \cdot 10^{-18}$<br>(за TNT)                            | 205x75x56см<br>90 кг  | Вихровий пробовідбірник з променевим нагріванням поверхні |
| "EGIS"<br>(США)           | Газохроматографічний, хемілюмінесцентний детектор                            | Динаміт, тротил, пластид | $10^{-11}$                                                | 110 кг                | Пробовідбірник з променевим нагріванням поверхні          |
| "JONSCAN"<br>(США-КАНАДА) | Дрейф-спектрометричний                                                       | Динаміт, тротил, пластид | $10^{-10}$ - $10^{-11}$                                   | 58x46x102см<br>119 кг |                                                           |
| "ITEMISER"<br>(США)       | Спектрометрія рухливості іонів                                               | Динаміт, тротил, пластид | $(1-3) \cdot 10^{-0}$                                     | 47x53x37см<br>19,5 кг | Дається роздрукована плазма грама                         |
| "EVD-3000"<br>(КАНАДА)    | Термічне розкладення молекул ВР з наступною реєстрацією NO <sub>2</sub> груп | Більшість промислових ВР | $5 \cdot 10^{-11}$<br>(для PETN)                          | 51x17x11см<br>3 кг    |                                                           |
| "EVD 8000"<br>(КАНАДА)    | Газохроматографічний                                                         | Більшість промислових ВР | NG – 20 ppt<br>TNT- $10^{12}$<br>PETN – $5 \cdot 10^{12}$ | 61x46x20см<br>22 кг   |                                                           |
| "ШЕЛЬФ"<br>(РОСІЯ)        | Дрейф-спектрометричний                                                       | NG, TNT, EGDN            | $10^{13}$                                                 | 40x9x7 см<br>1,5 кг   |                                                           |

| Назва приладу       | Принцип дії            | Тип виявлених ВР         | Чутливість, $г/см^3$   | Габарити, вага      | Примітка                |
|---------------------|------------------------|--------------------------|------------------------|---------------------|-------------------------|
| "MODEL"<br>(АНГЛІЯ) | Газохроматографічний   | Більшість промислових ВР | 10 ppt                 | 1,7 кг              |                         |
| "VIXEN"<br>(США)    | Газохроматографічний   | Більшість промислових ВР |                        | 45x40x20см<br>20 кг |                         |
| "ЕКНО"<br>(США)     | Газохроматографічний   | Більшість промислових ВР | 1 ppt                  | 45x33x13см<br>13 кг | Пам'ять на 63 з'єднання |
| "МО-2"<br>(РОСІЯ)   | Дрейф-спектрометричний | NG, TNT, пластид         | $10^{-13}$<br>(за TNT) | 31x10x9см<br>1,3 кг |                         |

### 3.4 Засоби хімічного аналізу

Із усіх наведених методів виявлення вибухових речовин найбільш практичне поширення серед працівників правоохоронних органів набули хімічні методи.

Виявлення слідів та часток вибухових речовин хімічним способом відбувається в результаті реакції між окремими складовими частинами вибухової речовини і реактивом, що викликає їх пофарбування. Серед них найвідоміший метод, який заснований на крапельних тестах, за допомогою якого у короткий термін можна здобути інформацію про природу досліджуваної речовини. Цей метод має високу чутливість, він нескладний у використанні й уможливорює виявлення якісного складу сумішей у зразках. Принцип його дії ґрунтується на зміні кольору слідів вибухової речовини під дією певного хімічного реагенту. Технічна його реалізація отримана у вітчизняних і зарубіжних комплектах для виявлення вибухових речовин як в умовах виїзду на місце події, шляхом виявлення слідів вибухових речовин у різних об'єктах (ручки валізи, портфеля, поверхні упаковки та ін.), так і в лабораторних умовах під час експертного дослідження.

До хімічного методу відносять хімічні та імунохімічні тести й діагностикуми. За призначенням вони мають індивідуальне застосування, що не потребує спеціальної підготовки, для виявлення і попередньої ідентифікації вибухових речовин у позалабораторних умовах.

*Хімічні діагностикуми* характеризуються високою чутливістю на рівні кольорових крапельних реакцій і застосовуються для попереднього установлення природи вибухової речовини. Пропускна спроможність і висока межа виявлення мікросліду дозволяє виявляти та ідентифікувати вибухову речовину не тільки на конфіскованих матеріалах, руках, предметах одягу, автотранспортних засобах тощо, куди вибухова речовина (сипучого характеру) могла потрапити у результаті прямого контакту, але й проводити

оперативну роботу щодо виявлення мікрочасток вибухових речовин на поверхні різних предметів, куди вона могла потрапити непрямим шляхом в результаті багатоконтактних переносів через руки (відбитки пальців рук) об'єктів, які становлять інтерес для правоохоронних органів.

*Хімічні тести* призначені для попередньої ідентифікації вибухових речовин у позалабораторних умовах. За способом застосування хімічні тести поділяють на три основні групи: крапельні, ампельні, аерозольні.

Для виявлення вибухових речовин застосовують тільки крапельні і аерозольні тести. Розглянемо їх детальніше.

*Крапельні тести* є найдешевшими, простими та економічними в експлуатації. Вони діють за принципом використання хімічних реакцій вибухової речовини зі спеціально підібраними реагентами з утворенням пофарбування продуктів. Крапельний вид аналізу поєднується з використанням насиченого спеціальними реагентами фільтрувального паперу.

Прикладом крапельних тестів є такі комплекти виявлення вибухових речовин:

Комплект проб для експрес-аналізу щодо наявності вибухових речовин типу "Поиск-ХТ" (Росія) виділяє ВР за їх слідовими кількостями на поверхні упаковок, одязі, руках людини. За його допомогою виявляють й ідентифікують такі вибухові речовини, як ТНТ, тетрил, гексоген, октоген і ТЄН в кількостях від  $10^{-5}$  до  $10^{-8}$  г. До його складу входять три реактиви-реагенти (А, Б, В) і фільтрувальний папір.

Комплект "PIR-1" (Польща) має набір тестів R, А, В, С1, С2 у виді рідинних реагентів, які розміщені у флаконах. Тест R універсальний для всіх вибухових речовин, тест А виявляє окиси, тест В – полінітрозв'язки, тести С1, С2 – реакції з іонами азоту [1].

Набір "ERTK" (Explosive Residue Test Kit) фірми "Law Enforcement

Association" (США) допомагає фахівцям у розпізнаванні (визначенні) типу вибухових речовин за виявленими слідами нітратів на уламках вибухового пристрою. За допомогою цього набору можна виявляти такі речовини, як органічні нітрати (нітроефіри), нітроаміни, полінітроароматичні речовини.

Набір "ERTK Plus" складається із чотирьох реактивів (№ 1, 2, 3, 4), які дозволяють провести ідентифікацію вибухових речовин за чотирма основними групами: реактив № 1 – полінітроароматичні речовини; реактив № 2 – ефіри нітратів і нітроаміани; реактив № 3 – солі нітратів; реактив № 4 – хлорати.

*Аерозольні хімічні тести* поєднують у собі простоту крапельних реакцій на фільтрувальному папері з наочністю і зручністю застосування, особливо у позалабораторних умовах. Конструктивне виконання характерне для різних типів побутових спреїв (spray).

Прикладом аерозольного хімічного тесту є комплект "Expray" фірми "Erez Forensic Technology Ltd." (Ізраїль) відомий як ефективний і надійний засіб для ідентифікації часток вибухових речовин. У зв'язку з тим, що більшість вибухових речовин погано розчинна у воді, тому сліди вибухівки можуть бути виявлені протягом декількох місяців. До комплекту входять такі елементи: три аерозольні балончики та спеціальний індикаторний папір. За допомогою комплекту виявляють:

1 балончик "Expray-1" (E) для виявлення вибухових речовин групи А – тетрил, TNT, TNB, DNT, пікринова кислота та її солі;

2 балончик "Expray-2" (X) для виявлення вибухових речовин групи В – динаміт, нітрогліцерин, "RDX", "PETN", "SEMTEX", нітроцелюлоза, бездимний порох;

3 балончик "Expray-3" (I) для виявлення вибухових речовин групи С – амоніт, амонал.

У набір аерозольного тестового комплекту "PIR-2" (Польща) (рис. 14)

входять чотири аерозольні балони (W, S1, S2, O) і набір тестових паперів із захисною плівкою. Аерозольні балони застосовуються для виявлення W – нітроз'єднань (крім гексогену й октогена), S1, S2 – іонів азоту, O – неорганічних з'єднань азоту, аміачної селітри.



Рис. 14. Аерозольний тестовий комплект "PIR-2"

Комплект експрес-тестів "Лакмус-2" (Росія) призначений для виявлення та ідентифікації різних видів вибухових речовин за їх слідовими кількостями на поверхні предметів, одязі і руках людини. Комплект забезпечує візуальне підтвердження наявності слідів вибухових речовин, у тому числі протягом тривалого часу (до кількох місяців) після припинення контакту з вибуховою речовиною на обстежуваній поверхні.

Наявність слідів вибухових речовин визначається за характером пофарбування тестового паперу з відібраною пробою після її обробки аерозольним складом комплекту.

Зазначимо, що комплект може виявляти і візуально підтверджувати наявність слідів таких вибухових речовин та сумішей на їх основі: тротил, пікринова кислота, гексоген (включаючи пластичні й еластичні вибухові речовини на основі гексогену, "С-4", "SEMTEX", "RDX"), октоген, ТЕН (PENT), вибухові речовини на основі нітрогліцерину (динаміти, дінамони та ін.), аміачно-селітряні вибухові речовини (амонали, амотоли, амоніти), димний порошок.

До комплекту входять такі елементи: три аерозольні балончики з індикаторним складом, спеціальний тестовий папір, контрольні зразки,

аерозольний балончик із змивкою.

Усі перелічені хімічні тести використовуються як експрес-аналіз вибухових речовин. Цей спосіб найпоширеніший серед підрозділів правоохоронних органів, оскільки експрес-аналіз – це найпростіший, швидкий і порівняно недорогий спосіб дослідження вибухових речовин і виявлення вибухівки. Отримані дані є попередніми і не надають кінцевого висновку щодо об'єкта дослідження, тому потрібно подальше експертне дослідження вилученої проби у лабораторних умовах.

Відбираючи проби і зразки вибухових речовин, слід дотримуватися деяких заходів безпеки, оскільки речовини, що реалізуються (реагенти), мають у своєму складі кислоти і солі. Потрапляючи на шкіру людини, вони можуть викликати опік. У таких випадках їх необхідно швидко змити водою.

Значне збільшення кількості злочинів, що вчинюються із застосуванням вибухових речовин, висунуло проблему створення в Україні вітчизняних високоефективних засобів дослідження вибухових речовин, а також використання під час огляду місця події універсальних та високоефективних тест-наборів.

#### Питання для самоперевірки.

1. Призначення детекторів парів та часток вибухових речовин.
2. Назвіть основні методи газоаналізаторів.
3. Сучасні методи і прилади виявлення вибухових речовин.
4. Особливості виявлення вибухових речовин детекторами парів.
5. Засоби хімічного методу виявлення вибухових речовин.
6. Крапельні тести: призначення та види.
7. Аерозольні хімічні тести: призначення та види.

## РОЗДІЛ 4

### ЗАСОБИ І МЕТОДИ ВИЯВЛЕННЯ НАРКОТИЧНИХ РЕЧОВИН

#### 4.1 Загальна характеристика наркотичних речовин

За останні роки у світі зросла кількість злочинів, пов'язаних з поширенням та зловживанням наркотичних засобів, збільшилась кількість наркотичних речовин у незаконному обігу.

В Україні, також, простежується невпинне зростання незаконного розповсюдження наркотичних засобів, їх немедичного вживання та збільшення кількості хворих на наркоманію. За останні роки виявлених правопорушень, пов'язаних з наркотиками<sup>1</sup> збільшилося втричі. Тільки тотальна потреба, а не "пагубна пристрасть" до вживання наркотиків робить людину дійсно небезпечним. Все частіше реєструються тяжкі злочини, вчинені особами, причетними до протиправного обігу наркотиків, а також особами в стані наркотичного сп'яніння. Вилучається велика кількість наркотиків промислового та саморобного виробництва під час перевірки багажу, підозрілих речовин, об'єктів тощо.

Крім того, геополітичне становище України, відсутність надійно захищених державних кордонів, інтенсивна міграція населення, потоки вантажів, а також історично зумовлені соціальні та культурні зв'язки між країнами СНД сприяють збільшенню надходжень наркотиків до України.

Боротьбу з незаконним обігом наркотичних засобів, психотропних речовин і прекурсорів здійснюють у межах наданих їм повноважень відповідні органи Міністерства внутрішніх справ України, Служби безпеки України, Генеральної прокуратури України, Державної митної служби України, Державної прикордонної служби України, а заходи протидії зловживанню ними – Міністерство охорони здоров'я України та інші

---

<sup>1</sup> Тут і далі автори до терміну "наркотики" (від грецьк. *νάρκητικός* – те, що приводить до заніміння, заціпеніння) відносять такі поняття як наркотичні засоби, психотропні речовини і прекурсори.

відповідні органи і установи.

У Міністерстві внутрішніх справ України є служби та підрозділи органів внутрішніх справ, які, залежно від призначення, виконують завдання по боротьбі з незаконним обігом наркотичних засобів, психотропних речовин і прекурсорів. Основну функцію по боротьбі з незаконним обігом наркотиків вирішує Департамент боротьби з незаконним обігом наркотиків МВС України (ДБНОН МВС України). Залежно від функціональних обов'язків задіюються інші служби та підрозділи МВС України, зокрема, Департамент карного розшуку МВС України, Головне управління боротьби з організованою злочинністю МВС України, Департамент громадської безпеки МВС України, підрозділи МВС України на транспорті тощо.

Слід зазначити, що наркотичні засоби при їх вживанні здійснюється негативний вплив на здоров'я людини, тобто наркотики чинять руйнівну дію людського організму. Проте особливістю такої небезпеки є те, що під час немедичного вживання людина умовно проходить такі стадії наркотичного синдрому, як толерантність, психічну залежність, абстиненцію. Стисло розглянемо їх.

*Толерантність* (від лат. *tolerantia* – терпіння) – це поява адаптації, тобто звикання до наркотичних препаратів при якій виникає все менша реакція на наступне введення однакових доз.

*Психічна залежність* – це хвороблива тяга постійно чи періодично вживати наркотичні препарати, щоб знову відчувти піднесення, задоволення або знімати явище психічного дискомфорту.

*Абстиненція (фізична залежність)* (від лат. *abstinentia* – стримування) – це стан особистої перебудови всієї життєдіяльності організму людини в зв'язку з хронічним вживанням наркотичних препаратів. Вона проявляється інтенсивними фізичними і хімічними розладами, які розвиваються одночасно, як тільки дія наркотичного препарату закінчується. Цей стан

поліпшується або знімається тільки новим введенням наркотику [21, 34].

Слід зауважити, що залежно від виду наркотиків періодичність стадій може бути різною.

У спеціальній та криміналістичній літературі найчастіше використовується термін наркотичні речовини. Проте визначення цього терміну із розглянутих нами літературних джерел не зустрічалось. У законодавчих актах розглядаються терміни стосовно наркотичних засобів, психотропних речовин і прекурсорів [40]. Тому, враховуючи рівень спеціальних знань у сфері боротьби з наркоманією спеціалістів-криміналістів, які задіюються в процес розкриття та розслідування даного виду злочину, вважаємо, що під ***наркотичними речовинами*** слід розуміти *хімічні сполуки чи суміші, які впливають на психоактивний стан людини і викликають від їх вживання психічну та фізичну залежність*.

Розглянемо основні терміни та визначення, які використовуються у боротьбі з незаконним обігом наркотичних речовин.

*Наркоманія* (від грецьк. νάρκη – те, що приводить до заніміння, заціпеніння і μανία – пристрасть, захоплення) – пристрасть до немедичного вживання наркотичних речовин рослинного або синтетичного походження, що викликає стан ейфорії (тобто суб'єктивний ефект задоволення, радощі, насолоди), а у великих дозах – "оп'яніння", оглушення, яке спричиняє руйнівну дію на стан здоров'я [21, 35].

*Незаконний обіг наркотичних засобів, психотропних речовин і прекурсорів* – діяння з: культивування рослин, включених до Переліку наркотичних засобів, психотропних речовин і прекурсорів, розроблення, виробництва, виготовлення, зберігання, перевезення, пересилання, придбання, збуту, ввезення на територію України, вивезення з території України, транзиту через територію України, використання, знищення наркотичних засобів, психотропних речовин і прекурсорів, що здійснюються

з порушенням законодавства про наркотичні засоби, психотропні речовини і прекурсори [35]

*Наркотичні засоби* – речовини природні чи синтетичні, препарати, рослини, включені до Переліку наркотичних засобів, психотропних речовин і прекурсорів [40].

*Препарат* – суміш речовин у будь-якому фізичному стані, що містить один чи декілька наркотичних засобів та (або) одну чи декілька психотропних речовин, включених до таблиць II і III Переліку, або суміш речовин у будь-якому фізичному стані, що містить один чи декілька наркотичних засобів, психотропних речовин, включених до таблиць II і III, і прекурсорів наркотичних засобів і психотропних речовин, включених до таблиці IV Переліку [40].

*Психотропні речовини* – речовини природні чи синтетичні, препарати, природні матеріали, включені до Переліку наркотичних засобів, психотропних речовин і прекурсорів [40].

*Прекурсори* – речовини, які використовуються для виробництва, виготовлення наркотичних засобів, психотропних речовин, включені до Переліку наркотичних засобів, психотропних речовин і прекурсорів [40].

#### **4.2 Види наркотичних речовин**

У спеціальній і юридичній літературі зустрічаються багато видів класифікацій наркотичних засобів, психотропних речовин і прекурсорів, наприклад, за видами суспільної небезпеки, за способом вживання, виготовленням, тощо. Нами пропонується класифікація наркотичних препаратів за їх походженням, зокрема, рослинного, напівсинтетичного і синтетичного.

При розгляді цієї класифікації будемо робити акцент на наркотичні препарати, які найчастіше зустрічаються в Україні.

## **Наркотичні препарати рослинного походження.**

### *Наркотичні засоби з маку снотворного.*

Основними видами наркотичних засобів з маку снотворного є опій, соломка маку і продукти її кустарної переробки (наприклад, екстракт соломки маку, ацетильований опій), а також похідні опію: морфін, героїн, кодеїн. Розглянемо їх детальніше.

**Опій** – натуральний продукт, одержаний шляхом надрізів незрілих коробочок маку. Опій – звернутий сік опійного, снотворного та інших видів маку.

У тканинах стінок зелених коробочок є білий молочний сік, який добувають, роблячи декілька неглибоких паралельних надрізів на поверхні коробочки. Сік, котрий виступає з надрізів застигає на поверхні коробочки і приймає темно-коричневе забарвлення з характерним запахом – це опій-сирець. Його зчищають з коробочки тупим ножем, або промочують марлею чи іншими тканинами. З марлі виварюють і з них отримують екстракцію опію. На фармакологічних підприємствах з опію виготовляють морфін та інші наркотично похідні препарати.

**Макова солома** – всі частини (у цілому, так і подрібненому виді, у висушеному, так і не висушеному виді, за виключенням зрілого насіння) різних сортів маку, зібрані різноманітним способом. Колір – від світло до темно-зеленого та від світло-жовтого до коричневого.

**Екстракт макової соломи** – (названий як екстракційний опій) – речовина, яка отримана з макової соломи різним способом, – шляхом вилучення (екстракції) наркотично активних алкалоїдів водою або органічними розчинниками; може зустрічатися у виді рідкого, смолоподібного або твердого стану.

### *Наркотичні засоби з розслини роду каннабісу.*

Термін "каннабіс", відповідно до визначення Єдиної конвенції про

наркотичні засоби 1961 року, означає верхівки рослини каннабісу з квітками або плодами (за виключенням насіння і листя, якщо вони не супроводжуються верхівками), з яких не була вилучена смола, якими б назвами вони не були позначені.

**Каннабіс** (*cannabis sativa*) – це рослина, яка відома під назвою конопля – однорічна рослина, що росте в країнах з теплим кліматом та в тропіках. У висоту сягає від 1 до 3 метрів та й вище. Має довге, вузьке листя із зазубреними краями, яке росте віялоподібно. Саме листя блискуче і липке, а їх поверхня вкрита короткими волосинками. Найпоширеніші види коноплі, які культивують для отримання наркотичного ефекту – індійська, чуйська, манджуйська тощо.

Зазначимо, що з рослини каннабісу готують такі психоактивні препарати як марихуана, гашиш, анаша, їх настойки та екстракти. Розглянемо їх детальніше.

**Маріхуана** – суміш перетертих і висушених пагонів, листя і суцвіття рослини каннабісу. Може бути одержана з різних сортів коноплі без центрального стебла.

**Гашиш, анаша** – спеціально виготовлена суміш відокремленої смоли, пилку рослини каннабісу або його суміші. Виготовляється шляхом обробки (подрібнення, пресування і т.і.) верхівок рослини каннабісу з різними наповнювачами, незалежно від того, яка форма надана суміші – пігулки, запресовані плити, пасти тощо.

**Настойки та екстракти каннабісу** – більш сильний препарат рослини каннабісу. Екстракт одержують шляхом виварювання у розчиннику смолистих пагонів рослини або зскрібання смоли з рослини різноманітними способами. Після цього смолистий екстракт, як правило, пресується.

Наркотичні засоби з рослини каннабісу мають різну форму та вигляд: змелені на порошок, пресовані плити, паста, кульки, таблетки, рідина тощо.

Препарати канабісу переважно курять у трубці або перемішують з тютюном і звертають цигарки, їх можуть змішувати з напоями або вживати разом з їжею.

### **Напівсинтетичного походження.**

**Морфін** – це білий кристалекий порошок без запаху. Він був виділений в 1805 році і свою назву одержав на честь грецького бога сну – Морфея. Фармацевтична промисловість випускає препарати морфіну з різними назвами (наприклад, морфіну гідрохлорид, етилморфіну гідрохлорид, морфілонг, налорфін тощо) у виді капсул, таблеток (порошку), розчини в ампулах або шприц-тюбиках. Використовується як наркотичний засіб шляхом розчинення наркотику у воді з наступним введенням цього розчину шляхом ін'єкцій, а також як субстанція для виготовлення лікарських наркотичних препаратів і героїну.

**Кодеїн** (метил морфін) – природна або синтетична похідна морфіну (його метиловий ефір). Як наркотичний анальгетик присутній в опійному маку і опії. Одержують після переробки морфіну. Має колір порошку від білого до кремового. Кодеїн є найпоширенішим протикашлевим засобом, використовується в багатьох фармацевтичних препаратах у всьому світі, головним чином у виді пігулок.

**Героїн** (діацетилморфін). Як опіат, одержують шляхом ацетилювання морфіну. Він може бути різним за формою і кольором: у виді порошку або гранул білого, бежевого, коричневого або чорного кольору.

Героїн вперше був отриманий з морфіну (у результаті взаємодії з оптовим ангідридом) у 1874 році англійським хіміком К.Р. Райтом, який не сповістив світ про своє відкриття. Проте у 1898 році німецькі хіміки знову відкрили світу героїн, який спочатку використовували як транспортер-транзит морфіну за відношенням 1:6. Проте, у подальшому люди пристосовувались до вживання героїну як наркотику.

Героїн має високий адитивний потенціал, діє безпосередньо на центральну нервову систему. На споживчий ринок надходить значно розбавленим, як правило, лактозою, глюкозою, хініном, кукурудзяним крохмалем або іншою порошкоподібною речовиною, яка розчиняється у воді при нагріванні. Героїн упаковують в целофанову плівку або алюмінієву фольгу для зберігання його в сухому стані. Вживають шляхом інгаляції парів після нагрівання або ін'єкцій водного розчину, або енергійним вдиханням порошку (кожною ніздрею по черзі). Передозування призводить до смерті внаслідок пригнічення дихання.

**Кокаїн.** Є основним алкалоїдом, отриманий з екстракту листя рослини *Erythroxylon coca*, який вирощують в Південній Америці. Це білий легкий кристалекий порошок. Проте, при збуті часто підмінюється будь-яким білим порошком, наприклад борною кислотою чи двоокисом натрію. Загалом цей наркотик вдихається через ніс, а у виді розчину – шляхом ін'єкції вводять у вену.

**Психотропна речовина** (від грецьк. ψυχη – душа і τροπος – поворот, напрям) – (діетіламід лізергінової кислоти) – це напівсинтетична речовина типу "LSD", "BZ" тощо, що є однією із складовою класифікації бойових отруйних речовин, і яку відносять до такої виду зброї як психотропний вплив. Вона була випадково винайдена у квітні 1943 року доктором Гофманом із житньої спорин'ї. Нині виготовляється у виді сіро-білого порошку або невеликих пігулок чи капсул різного кольору. У військовій справі використовується як препарат галюцигенної дії для знищення живої сили противника. Поте, люди пристосувались до вживання цих препаратів у зв'язку з тим, що вони викликають снодійне, ірраціональне уявлення про навколишній світ, зорові або слухові галюцинації (від лат. hallucinatio – марення, бачення), іноді відчуття перебування поза тілом.

**Наркотичні засоби синтетичного походження.**

На відміну від опію і його похідних, наркотики синтетичного походження одержують тільки в спеціальних лабораторіях. Їх винайшли у результаті тривалого пошуку речовин, які б зберігали аналгетичні властивості аналогічно морфіну, не викликаючи ускладнень, пов'язаних з виникненням толерантності і фізичної залежності.

**Крек** (крас) – це кокаїн, що виготовлений штучним шляхом у 70-х роках 20 століття. Його одержують з гідрохлориду кокаїну за допомогою бікарбонату натрію або соди і води шляхом нагрівання для відокремлення іона хлориду. В результаті цього створюється кокаїнова основа у виді великих кристалів.

Назва походить від того, що залишок бікарбонату натрію викликає потріскування при курінні цієї речовини [21, 35-37].

**Амфітамін** (типу Speed, Whizz) – це синтетична речовина, похідна фенілетиламіну. У медичній практиці використовується як стимулятор центральної нервової системи (при лікуванні депресій, зняття втоми і регулюванні ваги). Амфетаміни нелегально синтезують в лабораторних умовах у формі сульфату та у вигляді пігулок, капсул, сиропів, еліксирів, порошку. Залежно від типу та об'єму домішок і розріджувачів він має різний колір (білий, рожевий, жовтий, коричневий) [53, 15].

**Екстазі** (типу МДМА) – це речовина, яка входить до складу стимулюючих. Може бути у вигляді порошку від білого до світло-коричневого кольору, пігулок чи капсул різноманітних за формою та кольором, з вибитим певним малюнком. Була винайдена у 1987 році на острові Ібіс біля берегів Іспанії. Цей наркотик, при сполученні зі звуком певної частоти техно-музики, діє як каталізатор біохімічних процесів у мозку людини, підсилюючи і розширюючи спектр своєї дії. Такий психічний стан отримав назву "рейв". Екстазі, за своїми стимулюючими властивостями, подібний до амфетаміну та метамфетаміну.

Слід відзначити, що нині поширене розповсюдження набуло зловживання таких медичних препаратів як метадон, трамадол і меперидин, що є сильнодіючими синтетичними наркотиками. Розглянемо ці речовини.

**Метадон і трамадол** за своїм хімічним складом відрізняються від морфіну та героїну, проте вони викликають багато аналогічних наслідків. В останні роки метадон і трамадол поширено використовують в лікувальних програмах щодо детоксикації хворих на героїноманію, оскільки вони мають унікальні властивості.

Слід зазначити, що метадон і трамадол порівняно з героїном мають перехресну залежність. Метадон і трамадол є наркотики-замінники, що запобігають синдрому абстиненції. Вони ефективні при пероральному вживанні, завдяки чому відпадає необхідність в його внутрішньовенному введенні. Порівняно з героїном, вони діють більш тривалий час. Завдяки такій властивості метадон і трамадол ефективні під час лікування хронічної наркоманії. Проте, у зв'язку із значним та немедичним їх вживанням наркоманами, при якому викликає навіть порушення нервової системи (приводить до паралічу), ці медичні препарати були включені до Переліку наркотичних засобів [35].

### **Прекурсор.**

**Ефедрин** – це природний похідний фенілетиламіну. Цей алкалоїд, міститься в наземній частині різних видів чагарників рослини ефебри. Застосовується у медицині як стимулюючий (подібно до адреналіну), гіпертензивний, судинозвужуючий та протиасматичний засіб. Використовується як прекурсор у кустарному виготовленні таких наркотиків як ефедрон (меткатинон) та первітин (метамфетамін).

*Слід зазначити, що вживання наркотичних засобів та психотропних речовин, у більшості випадків, викликає зміни в хромосомах. При вживанні майже всіх синтетичних наркотиків людина зазнає стану абстиненції (фізична залежність) після декількох доз ін'єкцій.*

### 4.3 Детектори виявлення наркотичних речовин

Нині є нагальна проблема щодо оснащення оперативних працівників, пошукових груп, експертів та службовців контрольних підрозділів, спеціалізованих лабораторій сучасними надійними засобами виявлення та ідентифікації наркотичних речовин.

Всі засоби, які використовуються для виявлення наркотичних речовин, на нашу думку, можна поділити на чотири основні групи:

*Група А* – стаціонарна доглядова апаратура, яка заснована на застосуванні проникаючих випромінювань (рентгенівська оглядова апаратура, нейтронна томографія та інші). Застосовується в аеропортах, митних терміналах тощо. Ця апаратура використовується для контролю великогабаритних вантажів.

*Група Б* – стаціонарна апаратура високочутливого і експресного аналізу і попередньої ідентифікації наркотичного препарату на основі використання сучасних фізико-хімічних методів (дрейфспектрометрії іонів, поверхнева іонізація, резонансне лазерне поглинання та інші). Вирішує задачі компонентного і структурного аналізу в комплекті з апаратурою групи А, а також для вирішення самостійних завдань в позалабораторних умовах.

*Група В* – імунохімічні й хімічні тести та діагностикуми, а також малогабаритні переносні прилади на їх основі, призначені для індивідуального використання з метою виявлення і попередньої ідентифікації наркотичних препаратів у позалабораторних умовах.

*Група Г* – біосенсорні (застосування спеціально натренованих собак, свиней) [21, 38].

Відзначимо деякі методи, які застосовуються правоохоронними органами для виявлення наркотичних препаратів, а саме:

метод інтроскопії;

метод комп'ютерної електронної томографії з використанням

рентгенівського випромінювання;

метод ядерно-квадрупольного резонансу;

дрейфспектрометричний метод;

метод спектрометрії рухливості іонів;

метод хромато-мас-спектрометрії;

метод лазерного випромінювання;

метод раманівської спектроскопії;

хемілюмінесцентний метод;

хімічний метод та інші.

Проаналізувавши тактико-технічні характеристики методів виявлення наркотичних речовин у позалабораторних умовах, які застосовуються на практиці [49, 28], автори посібника розробили та склали таблицю таких даних (табл. 16).

Таблиця №16

**Тактико-технічні характеристики методів виявлення наркотиків  
у позалабораторних умовах**

| Основні<br>характеристики<br>методів        | Хромато-<br>маспектрометрія                                              | Спектрометрія<br>іонної рухливості                              | Хемілюмінесценція | Біосенсорні методи | Лазерна<br>біоломінесценція           | Ядерний<br>квадрупольний<br>резонанс | Рентгєнівські методи                                                                                | Нейтронно-<br>активний аналіз |
|---------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|-------------------|--------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| Спосіб<br>виявлення                         | залежно від використаної методики: пари і/або<br>мікрочастинки           |                                                                 |                   |                    |                                       | за відкликом цільової<br>речовини    |                                                                                                     |                               |
| Межа виявлення<br>метода, г/см <sup>3</sup> | 10 <sup>-12</sup> -<br>10 <sup>-14</sup>                                 | 10 <sup>-13</sup><br>г/см <sup>3</sup> -<br>10 <sup>-14</sup> г | 10 <sup>-14</sup> | 10 <sup>-18</sup>  | 10 <sup>-12</sup>                     | 10 г                                 | 10-50 г                                                                                             | 100–<br>250 г                 |
| Відстань<br>застосування<br>метода, м       | безпосереднє взяття проби за<br>допомогою переносних<br>пробовідбірників |                                                                 |                   |                    | на<br>відстані<br>десятьків<br>метрів | 0.5–1                                | при застосуванні<br>радіологічних<br>установок, по<br>всьому перетину<br>контрольованого<br>об'єкта |                               |
| Час аналізу, с                              | 20-180                                                                   | 5-15                                                            | 30-45             | 5-20               | 1                                     | 10                                   | одночасно з<br>отриманням<br>картинки на<br>рентгенографічній<br>установці                          |                               |
|                                             | без врахування часу її<br>відбору, доставки, пробо<br>підготовки         |                                                                 |                   |                    |                                       |                                      |                                                                                                     |                               |
| Продуктивність<br>аналізу, год              | 10-30                                                                    | 40-70                                                           | 20-45             | 50-80              | до 1000                               | 200-<br>300                          | 200-400                                                                                             | 25-40                         |
| Тип апаратури                               | стаціон                                                                  | перенос                                                         | станціон          | перенос            | стаціонарний                          |                                      |                                                                                                     |                               |

З наведеної таблиці видно, що на практиці для дослідження наркотичних речовин у позалабораторних умовах використовується два метода відбору зразків: відбір парогазової фази на відповідні фільтри і зняття мікрочасток з поверхні спеціальними тампонами.

Перший метод призначений для відбору парів і мікрочасток речовин, які досліджуються у повітрі шляхом її прокачки через фільтр, котрі потім розміщуються в спеціальні пристрої, в якій здійснюється їх десорбція за допомогою температури і/або струменя повітря. Деякі пристрої здійснюють детектування наркотиків шляхом безпосереднього закачування повітря в його пробоприйомний пристрій.

Інший метод призначений для збору мікрочасток наркотиків з різних поверхонь спеціальними серветками, які надаються фірмою виробником. Для збільшення десорбіруемості кількості мікрочасток наркотиків матеріал серветок змочують спиртоводною сумішшю. Далі отриманий змив переносять в прибор [49, 28-29].

Зазначимо, що з усіх наведених методів виявлення наркотичних речовин найбільшого практичного поширення серед працівників правоохоронних органів набув хімічний метод.

До хімічного методу відносять хімічні й імунохімічні тести та діагностикуми. Головне їх призначення – індивідуальне застосування, що не потребує спеціальної технічної і хімічної підготовки, з метою виявлення і попередньої ідентифікації наркотичних препаратів у позалабораторних умовах.

Хімічні діагностикуми характеризуються високою чутливістю на рівні кольорових крапельних реакцій і застосовуються для попереднього установлення природи наркотичного препарату. Пропускна спроможність і висока межа виявлення мікросліду дозволяє виявляти та ідентифікувати наркотичні препарати не тільки в конфіскованих матеріалах, на руках,

предметах одягу, автотранспортних засобах тощо, куди наркотик міг потрапити в результаті прямого контакту, але і проводити оперативну роботу по виявленню мікрочасток наркотичних речовин на поверхні різних предметів, куди наркотик потрапив непрямим шляхом у результаті багатоконтактних переносів через руки (відбитки пальців рук) об'єктів, якими зацікавлені правоохоронні органи.

За допомогою імунохімічних діагностикумів здійснюється пряме або непряме виявлення широкого спектру наркотичних препаратів: опіатів (морфін, героїн та ін.), канабіноїдів, барбітуратів, амфетамінів, бензодіазепанов та ін.

Хімічні тести призначені для попередньої ідентифікації наркотичних речовин у позалабораторних умовах. Як нами вже зазначалось у розділі 3 цього посібника хімічні тести за способом застосування поділяють на три основні групи: крапельні, аерозольні і ампельні. Розглянемо їх детальніше.

*Крапельні тести* є найдешевшими, простими та економічними в експлуатації. Вони діють за принципом використання хімічних реакцій наркотичних препаратів зі спеціально підібраними реагентами з утворенням забарвлення продуктів. Крапельний вид аналізу поєднується з використанням насиченого спеціальними реагентами фільтрувального паперу.

Прикладом крапельного хімічного тесту є комплект "DRUG TEST KIT" (Великобританія) – призначений для експрес-аналізу наркотичних засобів у поза лабораторних умовах. Комплект може виявляти і візуально підтверджувати наявність слідів таких наркотичних речовин: каннабіс, ЛСД, опіати, амфетаміни, барбітурати, марихуану, кокаїн.

Принцип роботи цього комплекту такий: невелику кількість досліджуваної речовини розмістити по центру фільтр-паперу спеціальною ложечкою і додати 1 краплю певного реактиву. Якщо з'явиться колір, відповідно типу досліджуваного наркотику, то результат позитивний.

*Аерозольні хімічні тести* поєднують у собі простоту крапельних реакцій на фільтрувальному папері з експресивністю і зручністю застосування, особливо в позалабораторних умовах, характерного для різного типу побутових спреїв.

Прикладом аерозольного хімічного тесту є комплект "СОСА-TEST" – призначений для виявлення кокаїну і креку. У набір аерозольного тестового комплекту входять три аерозольні балони і набір тестових паперів. Спосіб застосування такий: протерти спеціальним фільтровальним папером місце, яке підозрюється на наявність наркотику (чи торкнутися безпосередньо підозрілої речовини) і брызнути на цей папір аерозоль з тестового комплекту. Якщо папір забарвиться в певний колір, зазначений на балоні, то це є ознакою позитивного результату. Папір з тестового комплекту, який показав позитивний результат, може бути направлений в судово-медичну лабораторію або іншу установу відповідної кваліфікації для підтвердження отриманого результату.

*Ампельні одноразові тести* на цей час є найпоширенішим у практичних підрозділах правоохоронних органів набором для виявлення наркотичних препаратів різних типів. Хімічна реакція з утворенням пофарбування продуктів відбувається у прозорих полімерних контейнерах (трубки чи пакети), шляхом розміщення в них проби, що містить наркотик, і розчавлюванням скляної ампули з відповідним реагентом. Залежно від хімічної реакції, тобто зміни кольору, визначають тип наркотичної речовини.

Прикладом ампельного хімічного тесту є комплект "НАРКОТЕСТ" (Росія) – призначений для експрес діагностики наркотичних засобів у позалабораторних умовах. Комплект складається з 11 ампул, кожна з яких виявляє певні наркотичні речовини, зокрема, Ф1 – морфін, героїн, промедол, кодеїн, амфетаміни; Ф2 – барбітурати; Ф3 – героїн; Ф4 – кокаїн; Ф5 – амфетаміни; Ф6 – ефедрін; Ф7 – ЛСД; Ф8 – морфін, героїн, кодеїн; Ф9 –

барбітурати; Р2 – конопля, гашиш, марихуана; Р3 – опій.

Доречно заакцентувати, що дані, які отримані за допомогою цих хімічних тестів є попередніми і не надають кінцевого висновку щодо об'єкта дослідження, тому потрібне подальше його експертне дослідження вилученої проби у лабораторних умовах.

Слід зазначити, що наведені методи конструктивно реалізуються в спеціальних пристроях – детекторах виявлення парів та часток наркотичних речовин.

Проаналізувавши дані детекторів виявлення парів та часток наркотичних речовин, якими оснащено практичні підрозділи правоохоронних органів [49, 29], автори посібника розробили та склали таблицю таких даних (табл. 17).

Таблиця №17

## Детектори виявлення парів та часток наркотичних речовин

| № з/п | Фірма виробник / назва детектора               | Тип детектора                                              | Наркотичні речовини                                             | Сфера застосування                                             | Габарити, вага         |
|-------|------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|------------------------|
| 1     | GAMMA-METRIKS / PDA-200                        | RAMAN-спектроскопія                                        | індикація невідомої речовини за спектром                        | Індикація невідомих порошків, пігулок тощо                     | 53х33х20 см<br>13,5 кг |
| 2     | Ahura Scientific Inc." (США) / Tru Defender/FT | RAMAN-спектроскопія                                        | індикація невідомої речовини за спектром                        | Індикація невідомих порошків, пігулок тощо                     | 20х11х5 см<br>1,4 кг   |
| 3     | ЗАТ "Еко-Нова",<br>Росія /<br>Милихром А-02    | Мікроколонний рідинний хроматограф                         | біля 300 видів наркотиків і лікарських препаратів               | Пересувний лабораторний комплекс                               | 17 кг                  |
| 4     | Barringer Technologies Inc. / GC JONSCAN 400M  | Газовий хроматограф з детектором іонної рухливості         | кокаїн, героїн. ПСП, ТГК, метамфетамін, ЛСД тощо                |                                                                | 40х34х32 см<br>57 кг   |
| 5     | Electronic Sensor Technology / EST Model 4100  | Газовий хроматограф з детектором ультразвукового резонансу | основні класи наркотиків                                        | огляд багажу, транспортних засобів, приміщень, особистий огляд | 25х51х36 см<br>16 кг   |
| 6     | Thermedirs Detection Inc. / SENTOR 500         | Газовий хроматограф з хемілюмінісцентним детектором        | кокаїн, героїн. амфетаміни                                      |                                                                |                        |
| 7     | Viking Instruments Corp. / Spectra Track GC/MS | ГХ-МС з іонізацією при атмосферному тиску                  | усі види наркотичних речовин, ідентифікація невідомої речовини  | Пересувний лабораторний комплекс                               | 61х41х53 см<br>61 кг   |
| 8     | КТІ ДЕВ, Росія/ ГХМС ("НАБАЛ")                 |                                                            |                                                                 |                                                                | 90 кг                  |
| 9     | British Aerospace Inc. / CONDOR                |                                                            | кокаїн, героїн, кодеїн, ефедрин, метамфетамін, барбітурати тощо |                                                                |                        |

## Продовження таблиці 17

| № з/п | Фірма виробник / назва детектора           | Тип детектора               | Наркотичні речовини                                           | Сфера застосування                                             | Габарити, вага         |
|-------|--------------------------------------------|-----------------------------|---------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|------------------------|
| 10    | Intelligent Detection System               | Детектор іонної рухливості  | героїн, кокаїн, конопля, амфетаміни тощо                      | огляд багажу, транспортних засобів, приміщень, особистий огляд | 16x16x36 см<br>3 кг    |
| 11    | Barringer Technologies Inc. / JONSCAN 400  |                             | кокаїн, героїн, ТГК, амфетаміни, ЛСД, ПСП тощо                |                                                                | 56x33x30 см<br>27,5 кг |
| 12    | Ion Track Instruments / ITEMISER           |                             | основні види наркотичних речовин                              |                                                                | 46x53x36 см<br>12 кг   |
| 13    | JGW International Ltd./ Graseby Narcotek   |                             |                                                               |                                                                | 46x38x18 см<br>17 кг   |
| 14    | ЗАТ "СПЕЦПРИБОР" Росія / "След"            | Детектор іонної рухливості  | основні види наркотичних речовин                              | огляд багажу, транспортних засобів, приміщень, особистий огляд |                        |
| 15    | Securites Drugwipes                        | Іммунохімічний              | Опіати, кокаїн                                                | Різні поверхні                                                 | 5x20 см                |
| 16    | Mine Safety Appliances Co. / FIS           | Польова іонна спектроскопія | кокаїн, героїн, ТГК, амфетаміни, ЛСД, ПСП тощо                | огляд багажу, транспортних засобів, приміщень, особистий огляд | 61x38x33 см<br>9 кг    |
| 17    | Drug Test Kit, Великобританія              | Хімічний                    | опіати, кокаїн, амфетаміни, барбітурати, ЛСД                  |                                                                | Крапельний тест        |
| 18    | Coca-test                                  |                             | кокаїн, крек                                                  |                                                                | Аерозольний Тест       |
| 19    | ЗАТ НДІ МНВО "СПЕКТР", Росія / "НАРКОТЕСТ" |                             | основні види наркотичних речовин                              |                                                                | Ампельний тест         |
| 20    | ТОВ "Вертекс", Україна / "Сигма"           |                             | опіати, кокаїн, конопля, героїн, амфетаміни, барбітурати, ЛСД | Ампельний тест                                                 |                        |

Наведений перелік засобів виявлення наркотичних речовин не є і не може бути вичерпним саме тому, що постійне посилення боротьби з незаконним обігом наркотиків буде спонукати злочинців відшукувати нові види наркотиків, які не внесені до Переліку наркотичних засобів, психотропних речовин і прекурсорів [35]. Проте отриманні знання та інформація про методи і засоби виявлення наркотичних речовин сприятиме правоохоронцям у боротьбі з цим видом злочину.

Питання для самоперевірки.

1. У чому полягає криміногенність наркоманії?
2. Різновидність наркотичних речовин.
3. Назвіть стадії наркотичного синдрому.
4. Які засоби використовують для виявлення наркотичних речовин?
5. Які методи використовують для виявлення наркотичних речовин?
6. У чому особливість виявлення наркотичних речовин хімічним методом.

## РОЗДІЛ 5

### ПРИЛАДИ ПОШУКУ БІОЛОГІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ

#### 5.1 Загальна характеристика подій, пов'язаних з безвісною відсутністю осіб

Успішний розшук безвісно відсутніх можна забезпечити лише у разі, якщо на кожную заяву про зникнення особи буде вчасно здійснені оперативні дії. Практика свідчить, що початкова стадія розслідування є здебільшого вирішальною. Тому, від максимальної активності розгортання початкових слідчих дій та оперативно-розшукових заходів інколи залежить життя людини. Крім того, своєчасний початок розшуку дозволяє знайти і зафіксувати матеріальні сліди, що мають винятково важливе значення.

Підставою для порушення кримінальної справи є заява (повідомлення) про її безвісне зникнення, що розглядається відповідно до норм кримінально-процесуального законодавства (ст. 97 КПК України) [27].

Проте, заява про зникнення особи, у якій наявні прямі вказівки на її вбивство встановленою особою, підкріплені посиланнями на конкретні факти, є лише приводом до порушення кримінальної справи й містить у собі необхідні для цього підстави. Значно складніше, коли в заяві лише в загальній формі висловлюються припущення про вчинення вбивства, без зазначення підозрюваної особи.

Складність у розслідуванні справ цієї категорії полягає, як правило, у значному проміжку часу між зникненням особи і порушенням кримінальної справи, під час якого втрачається багато інформації і речових доказів.

За фактами безвісної відсутності осіб висуваються три основні версії:

стосовно особи вчинено злочин – убивство або викрадення, чи мало місце останнє з'ясовується, як правило, впродовж нетривалого проміжку часу надходженням вимог викупу або за допомогою інших дій, у яких зацікавлений зловмисник, тощо;

відсутня особа жива, але з тих чи інших причин не бажає виявляти своє місцеперебування (ховається через борги, від осіб, які їй погрожують, призову на військову службу, родичів, правоохоронних органів). У цьому разі заявники або можуть не знати про це, або діяти у взмозі з відсутньою особою, створюючи видимість учиненого стосовно неї злочину. Якщо ж заявник сам учинив злочин, він навпаки, намагається довести, що розшукувана особа жива, але із невідомих причин ховається тощо;

відсутня особа стала жертвою нещасного випадку або покінчила життя самогубством – загинула за очевидних обставин (під час морських, річкових і авіаційних катастроф, стихійного лиха, потонула у водоймі, загинула під час пожежі тощо), перебуває у лікарні, не маючи можливості повідомити про себе, загубилася в лісі, повісилася та ін. [18, 8-9].

Після підтвердження первинними матеріалами факту зникнення особи заводиться розшукова справа "Розшук", а за наявності підстав, що ця особа стала жертвою злочину – порушується кримінальна справа та заводиться оперативно-розшукова справа "Злочин".

Огляд місця події, пов'язаної за фактом безвісно відсутніх осіб, здійснюється безпосередньо після надходження заяви (повідомлення) про їх зникнення. До участі в ньому залучаються спеціалісти та використовується відповідна криміналістична і спеціальна техніка, що зумовлено тим, що приміщення, яке оглядається, або ділянка місцевості, автотранспорт можуть бути місцем учинення злочину. Порядок здійснення огляду регламентується статтями 190-191 КПК України [27].

Вчасно і тактично грамотно й кваліфіковано проведений огляд місця події може надати слідству важливі фактичні дані щодо всіх обставин, які становлять предмет доказування, а також дозволяє:

виявити матеріальні сліди, що вказують на вчинення злочину, та знаряддя, що могли бути для цього використанні;

відшукати труп відсутньої особи;

відшукати речі, предмети, документи, листи, фотокартки та інші матеріали, що можуть нести інформацію про причини і обставини зникнення особи, підтвердити або спростувати версію про причетність до зникнення особи її оточення;

отримати найповнішу інформацію, що відбиває сукупність біологічних, фізичних, психічних і соціальних рис зниклої особи, і якщо вона стала жертвою злочину, то визначити коло причетних до цього осіб.

Досить велике значення для успіху слідства у справах розглянутої категорії має виявлення трупа. Насамперед воно одразу ж виключає сумніви щодо смерті зниклої особи і нерідко спростовує версію підозрюваної особи про перебування безвісно відсутньої особи у невизначеному місці. Також дозволяє встановити факт насильницької смерті потерпілої особи, прямими доказами та робить зайвою складну процедуру із збиранням, аналізу й оцінки доказів, що побічно підтверджують цю подію. Крім того, саме місце поховання трупа найчастіше виявляється тією обставиною, яка викриває підозрювану особу.

Особливості завдань і умов проведення обшуку ймовірного місця вбивства потребують від спеціаліста застосування низки особливих тактичних прийомів, зокрема, для виявлення трупа або частин трупа вбитої особи, характер пошуків трупа залежить здебільшого від того, де розташоване приміщення, в якому здійснюється обшук. Якщо це окремий будинок в сільській місцевості, у передмісті, у невеликому містечку або робочому селищі чи на околиці великого міста, що має присадибну ділянку, то ймовірніше за все, що вбивство було вчинено і труп сховано безпосередньо під будинком: у підвалі або льосі, під надвірними будівлями, а також у дворі, саду, городі. Траплялися випадки виявлення трупів у замкнутих колодязях, картопляних ямах. Якщо потерпіла особа зникла

взимку, то розкопки насамперед організовують під будинком, стайнею або хлівом, де шар гною захищає землю від промерзання, а отже, там злочинцеві було взимку легше закопати труп.

Перед обшуком на присадибній ділянці доцільно з'ясувати, чи не відбулося на ній будь-яких змін із часу зникнення особи, якщо так, то чим вони викликані. Потрібно уважно перевірити, чи немає на території, в якому здійснюється обшук, свіжопосаджених або засохлих рослин; оглянути дупла, нарости, кору на деревах. Відомо, що злочинці, закопавши труп неподалік від будинку, часто намагаються якось замаскувати це місце: розбивають там клумби, грядки і саджають рослини, пересаджують дерева, засипають колодязі та ін.

У разі, якщо слідством було встановлено орієнтовне місце захоронення безвісно відсутньої особи, то для її виявлення застосовують різні науково-технічні засоби, наприклад, газоаналізатори, георадари, металошукачі тощо. Розглянемо деякі з них детальніше.

## 5.2 Прилади пошуку біомаси

Завжди існує проблема проведення пошукових робіт, пов'язаних з виявленням місць захоронення загиблих осіб (трупів), яких злочинці найчастіше приховують під поверхневим шаром ґрунту. Як правило, такі роботи проводяться з використанням службових собак-шукачів. Проте їх можливості досить обмежені. Для вирішення цієї проблеми створені спеціальні технічні засоби, які забезпечують можливість виявлення таких біоб'єктів. Для кращого сприйняття питання щодо засобів виявлення біоб'єктів (трупів) слід детальніше розглянути такий хімічний процес як гниття.

Гниття – це процес розладу складних органічних сполук, загалом білків, під дією мікроорганізмів на більш прості компоненти. Серед гnilісних бактерій розрізняють аероби, що зумовлюють більш швидке гниття з меншим газовиділенням, та аероби, що викликають повільне гниття, але з більшою кількістю рідких відходів і неприємним запахом. В більшості випадків у гнитті приймають участь обидва класи бактерій.

Науковцями та криміналістами встановлено, що гниття у воді відбувається у 2 рази, а в ґрунті – у 8 разів повільніше, ніж на повітрі. Наприклад, у сухому пористому піщаному ґрунті процес гниття проходить швидше, ніж у глинястій погано провітрюваній землі. Проте, у випадку, якщо біологічний об'єкт (труп), похований в домовині, процес гниття проходить повільніше, ніж якщо він прикопаний землею, а у випадку, якщо труп, що лежить на поверхні землі, процес гниття проходить швидше від похованих у ґрунті.

Важливе значення має і одяг на трупі. Щільний одяг, що не пропускає повітря, утримує розвиток гниття.

Також, на процес гниття впливає і температура навколишнього середовища. Так, оптимальна температура розвитку гnilісних процесів

складає 30-40<sup>0</sup> С. При температурах нижче 0<sup>0</sup> С, а також вище 60<sup>0</sup> С мікроорганізми гниття гинуть, що призводить до призупинення гнилісних процесів або до значного уповільнення руйнування тканин.

Проте, вологість тільки сприяє гниттю, якщо вона супроводжується визначеною аерацією і теплом. При низькій вологості і поганому (недостатньому) доступі повітря процес гниття уповільнюється.

Процеси гниття, також, значною мірою уповільнюються в болотистому ґрунті чи торфовищі. Під впливом гумусових кислот, що містяться в ньому, може відбуватися ущільнення або дублення шкіри трупа.

Отже, під час розкладу органічних тканин відбувається видалення значної кількості газоподібних речовин, концентрація яких у певній локальній ділянці ґрунту, де знаходиться біологічний об'єкт (труп), визначається температурою, вологістю ґрунту і повітря, а також відрізком часу з моменту загибелі і до часу проведення пошукових заходів.

Відзначимо, що процеси розкладу складних органічних сполук (гниття) супроводжуються виділенням значної кількості газоподібних речовин – вуглекислота, аміак і органічні аміни, метан, меркаптани, азот, водень, фосфіни.

При цьому, основними газоподібними речовинами, що виділяються під час розкладу біомаси, є продукти розкладу амінокислот – органічні аміни і аміак, вуглекислота. Концентрація аміносполук у ґрунтових газах при наявності прихованої біомаси буде на порядок вище породженого процесами гниття вміщення сірководню і меркаптанів, які легко гідролізуються у присутності вологи з виділенням сірководню.

Концентрація аміносполук в ґрунтових газах поблизу прихованої біомаси буде значно вище за природну.

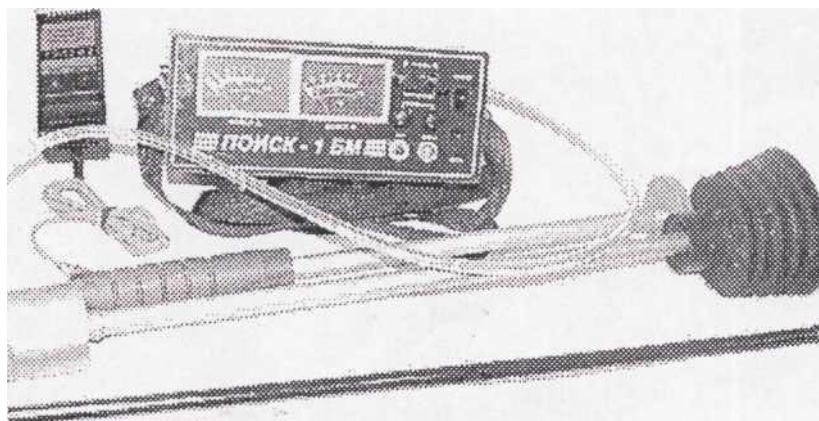
Тому одним із шляхів розв'язання проблеми пошуку прихованої біомаси є застосування газоаналізаторів, які реагують на гази типу сірководень, аміак

та групи газів, так званих, меркаптанів (азотно-сіркові сполуки) з дуже неприємним для людини запахом. Розглянемо деякі з них.

### Газоаналізатори

*Прилад пошуку біомаси "Поиск-1БМ" (Україна) призначений для виявлення біооб'єктів (трупів) шляхом експресного аналізу ґрунтових газів у місцях ймовірного захоронення трупа або його частин з метою виявлення продуктів розладу тваринних тканин (біомаси) і визначення їх концентрації ( $\text{H}_2\text{S}$  – сірководень,  $\text{NH}_3$  – аміак, меркаптани).*

Принцип роботи приладу ґрунтується на всмоктуванні повітря з ґрунту спеціальним виносним газовідбірковим пристроєм (ВГП) і подальшим його аналізом в електронному блоці обробки. Прилад виконаний у вигляді переносної конструкції, електронний блок розміщений в прямокутному корпусі, що має ремінець для його перенесення. Прилад має спеціальний гумовий сильфон, за допомогою якого береться відбір газів. Також, додатково прилад оснащений спеціальним металевим зондом, призначений для відбору повітря з важкодоступних місць.



*Рис. 15 Прилад пошуку біомаси "Поиск-1БМ"*

*Шукач біомаси "Поиск-1" призначений для пошуку трупів шляхом експертного аналізу ґрунтових газів в місцях ймовірного поховання трупа або його частин.*

Принцип дії приладу полягає у візуальній фіксації процесу індикації (зміни кольору спеціального розчину в результаті хімічної реакції із специфічним компонентом – реагентом) при пропусканні в прозорій камері порції газу відібраного з ґрунту, крізь тканину, змочену спеціальним розчином.

Сам прилад – це циліндр з поршнем і системою клапанів для забору порції газів з ґрунту за допомогою сталевого щупу, з'єднаного з циліндром гнучкою трубкою. Зверху на циліндрі розташована прозора індикаторна камера.

При зібрані з ґрунту газовідбірним пристроєм у місці можливого знаходження біооб'єкту (труп), тобто наявності концентрації специфічних для гниття біомаси складових (наприклад, сірководень, аміак), оператор в індикаторній камері вбачає зміну кольору (пожовтіння аж до коричнюватого кольору – залежно від концентрації) – від білого (безбарвного) до жовто-коричневого.

Слід зазначити, що аналіз газів типу азоту, водню, метану або вуглекислоти газоаналізаторами недоцільний. Оскільки ці елементи мають великий вміст у повітрі, тому при звичайних умовах контроль цих речовин ускладнений. Для вирішення цієї проблеми можна проводити контроль під поверхневої частини ґрунту, коли відбувається розлад біомаси до повної її мумінізації, а продукти розкладу в рідинному стані насичують ґрунт, утворюючи так званий електроліт.

Технічною можливістю контролю стану ґрунту, або іншого середовища може бути електричний прилад вимірювання опору або електрощуп.

### **Електрощуп**

*Електрощуп "ИБМ-1"* призначено для пошуку закопаних і затоплених трупів або їх частин. Прилад придатний для пошуку трупів, що знаходяться як у сухих, так і у вологих (заболочених) ґрунтах. Поряд з основними

призначенням електрощуп може також застосовуватись для пошуку металевих предметів, прихованих у ґрунті, у воді або інших рідинних і в'язких середовищах, електропровідність яких є значно меншою ніж у металі.

Дію приладу засновано на вимірюванні опору ґрунту з подальшою світлодіодною індикацією його величини.

При забурюванні щупа в ґрунт прилад фіксує величину (силу) струму, що протікає в шарі ґрунту, який прилягає до електродів датчика. Величина струму залежить від багатьох факторів, але визначається переважно електропровідністю вологи, що знаходиться у порах (капілярах) ґрунту, що, у свою чергу, залежить від кількості розчинених у воді речовин мінерального і органічного походження. Розчинення у ґрунтовій воді газоподібних і рідких продуктів гниття і розкладу білкових речовин спричиняє утворення свого роду електроліту і, відповідно, призводить до утворення у ґрунті навколо об'єкту органічного походження зони з підвищеною електропровідністю. При входженні електродів щупа в цю зону відбувається помітна зміна величини струму, що контролюється приладом. За характером зміни струму та його максимальною величиною можна орієнтовно з'ясувати природу предмета, під дією якого відбувається зміна струму. Чим ближче до об'єкту пошуку, тим більше загорання індикаторів на вимірювальному блоці.

### **Трали**

При наявності на території невеликих водойм, що обшуковуються, або значних за розміром і глибиною калюж використовується трал, що може знайти труп чи частини, які містяться у воді, або витягти предмети одягу, взуття, головні убори й інші предмети.

У великих водоймах трал опускають із човна і протягують по дну. У разі зачеплення ним будь-якого предмету, він витягається лише вертикально, щоб цей предмет не зірвався з гачків. У разі, якщо обстежувана ділянка досить

велика за розмірами, її розбивають на смуги й обстежують дно водойми.

Для обстеження невеликих водойм, колодязів, вигрібних ям, заповнених рідиною, а також ополонки трал прив'язують до довгої палки.

Якщо зачеплений предмет зірвався, перед повторним зануренням трала уважно оглядають його гачки, на яких можуть залишитися частки виявленого об'єкту.

### 5.3 Георадар

Георадари, загалом, використовуються у промислово-господарській діяльності для виявлення у ґрунті, під водою, у насипних вантажах та інших середовищах різних предметів, неоднорідностей, у тому числі трубопроводів, карстових порожнеч і вимоїн у залізничних і автомобільних насипах, неоднорідностей структури ґрунту, а також під час проведення археологічних, будівельних і ремонтних робіт [33].

У правоохоронних органах георадари можуть використовуватися для виконання різного роду завдань, пов'язаних з пошуком і виявленням тайників, контрабандних схованок у гомогенних однорідних вантажах, виявлення підкопів, а також для виявлення кримінальних поховань.

У загальному виді радіолокаційний прилад підповерхневого зондування (у загальноприйнятій термінології – георадар) складається з приймально-передавальних антен, передавально-приймального пристрою і системи обробки інформації. При цьому прилад комплектується декількома антенними блоками для проведення пошуку в різних середовищах – ґрунт, бетон, цегляна кладка тощо (див. рис. 16).

Слід зазначити, що розміри антенних блоків залежить від визначення глибини залягання об'єктів пошуку. Чим на більшій глибині можна виявити об'єкт дослідження, тим більший антенний блок за габаритами (вагою), і навпаки.



*Рис. 16* Георадар типу "ОКО" с антенним блоком АБ-1700 і блоком обробки як реєстратор сигналу

Принцип роботи таких приладів ґрунтується на використанні класичних принципів радіолокації. Розглянемо цей принцип детальніше.

Передаюча антена приладу випромінює надкороткі електромагнітні імпульси (одиниці і частки наносекунд), які мають 1,0–1,5 періоду квазігармонічного сигналу і достатньо широкий спектр випромінювання. Центральна частота сигналу визначається типом антени.

Вибір тривалості імпульсу визначається необхідною глибиною зондування і роздільною здатністю приладу. Для формування зондуючого імпульсу використовують збудження широкосмужової передавальної антени, за рахунок перепаду напруги (так званий ударний метод збудження) [30].

Отже, процес виявлення біооб'єкту георадаром проходить таким чином. Прилад випромінює в досліджуване середовище імпульс, котрий відбивається від предметів (перепон), які містяться в ній, чи неоднорідностей середовища, і які мають відмінну від нього діелектричну проникливість або провідність. Відбитий від перепон (неоднорідностей середовища) імпульс

приймається прийомною антеною, підсилюється в широкосмуговому підсилювачі, перетворюється у цифровий вид за допомогою аналогово-цифрового перетворювача і запам'ятовується (зберігається) для подальшої обробки. Затримка відбитих сигналів напряму зв'язана з глибиною залягання об'єктів і швидкістю розповсюдження хвилі в середовищі, яка залежить від її діелектричної проникливості ( $\epsilon$ ).

Для отримання радарограми необхідно послідовно переміщувати антенний блок вздовж поверхні середовища (грунту), яка досліджується і фіксувати на прийомному блоці відбиті сигнали. Після обробки отримана інформація висвічується на індикаторному екрані у виді хвильового рельєфу (осцилограм) чи у виді щільностного профілю. На рис. 17 наведений георадіолокаційний профіль, отриманий георадаром типу "ОКО" з антенним блоком типу АБ-400 під час дослідження Христоріздвяного собору Рязанського кремля (Росія) з метою виявлення місць можливих поховань [30].

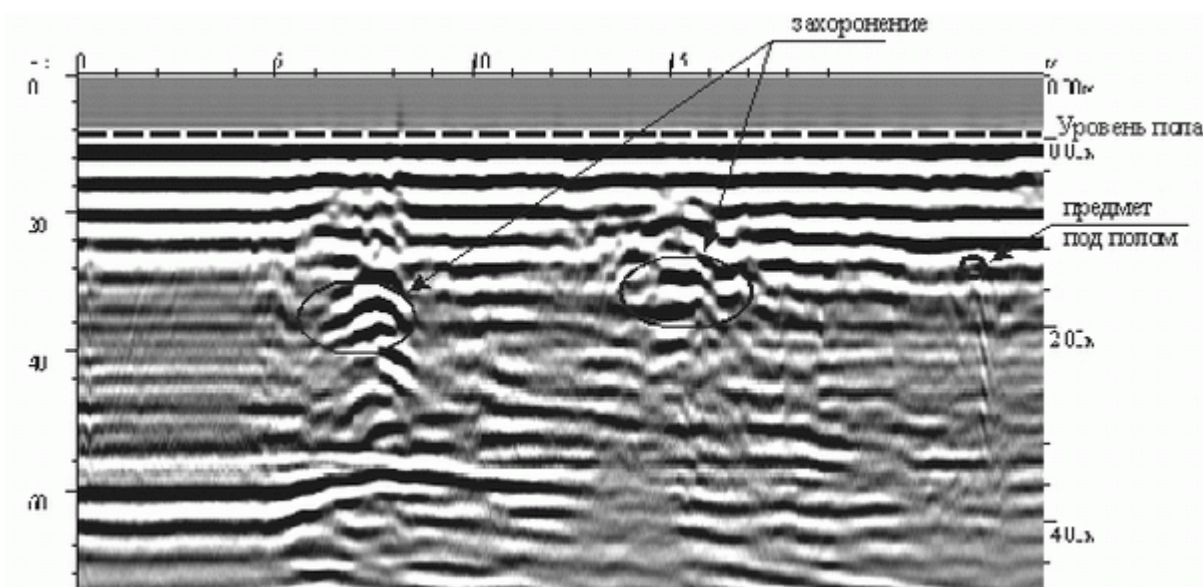


Рис.17 Георадіолокаційний профіль, отриманий георадаром типу "ОКО" з антенним блоком АБ-400

Питання для самоперевірки.

1. Якими засобами виявляють біооб'єкти?
2. Принцип дії приладу пошуку біомаси.
3. Недоліки, які з'являються під час застосування трупощукача.
4. Практичні можливості георадара.
5. Назвіть основний принцип роботи георадара.

## **Розділ 6.**

### **СПЕЦІАЛЬНІ ЗАСОБИ ВИЯВЛЕННЯ РАДІОАКТИВИХ МАТЕРІАЛІВ**

#### **6.1 Значення протидії незаконному обігу радіоактивних матеріалів**

В останні роки світове співтовариство зіштовхнулося із ситуацією, що дотепер розглядалася як майже абстрактної – неконтрольоване поширення ядерних і радіоактивних матеріалів. Цей процес прискорився з розпадом СРСР, виникненням на його території незалежних держав, у розпорядженні яких виявилось широке різноманіття радіоактивних матеріалів, джерел іонізуючого випромінювання різних типів активності, а також спеціальних ядерних матеріалів. Досить відзначити, що на початку 90-х років на території Радянського Союзу вироблялася значна кількість джерел іонізуючого випромінювання (тільки 1990 року в СРСР було випущено приблизно 66 тисяч). У процесі дезінтеграції країни контроль за цими джерелами був істотно ослаблений. З іншого боку, раніше закриті наукові і виробничі центри країни, що виготовляють чи використовують у своїй діяльності не тільки радіоактивні, а й матеріали розпаду (ядерні), стали значно доступнішими. Складне економічне становище окремих підприємств такого роду і самих держав СНД призвело, також, до різкого росту децентралізованої торгівлі радіоактивними матеріалами, їхньому транспортуванню і, як наслідок, їх контрабанді. Свій відбиток наклала і катастрофа на ЧАЕС, у перші дні після якої значна кількість різних предметів з підвищеним радіоактивним забрудненням із зон евакуації поширилася за межі постраждалих районів.

Очевидно, що до нині зросла ймовірність неконтрольованого поширення зазначених матеріалів, і це являє собою загрозу виникнення надзвичайних ситуацій там, де ще зовсім недавно було практично неможливо і, як наслідок, дуже ймовірною стає загроза радіаційного тероризму, здійснюваного за допомогою незаконного оволодіння і застосування ядерних матеріалів,

відходів ядерного виробництва й ізотопної продукції.

Боротьбу з незаконним обігом радіоактивних матеріалів здійснюють у межах наданих їм повноважень відповідні органи Служби безпеки України, Міністерства внутрішніх справ України, Генеральної прокуратури України, Державної митної служби України, Державної прикордонної служби України та ін.

Відомі декілька способів використання радіоактивних речовин і джерел випромінювання у злочинних цілях. Наприклад, з метою убивства чи нанесення шкоди здоров'ю конкретної особи, один чи кілька джерел гамма- чи нейтронного випромінювання закладаються в меблі чи інші предмети, що оточують жертву. Найефективнішим вважається закладка в крісло, тому що людина постійно знаходиться у цьому місці.

З метою диверсії злочинець встановлює потужне джерело гамма-випромінювання в місцях скупчення чи перебування значної кількості людей. Такі речовини як з'єднання полонію, трансуранові елементи, галій та інші, наносяться на предмети, з якими стикаються жертви, таким чином, щоб отрута надходила всередину організму через дихальні чи травні шляхи, наносячи здоров'ю людини величезної шкоди.

При здійсненні терористичних актів, за схемою погроз терористів, (створення міні-Чорнобиля) припускається забруднення радіоактивними речовинами великих площ у місцях проживання і скупчення населення, на транспортних чи магістралях джерел водопостачання, харчових продуктів і поширено використовуваних у побуті предметів. У цьому випадку може бути використана значна кількість радіоактивних речовин у виді рідкої чи порошкоподібної форми.

Спеціалісти з протидії незаконному обігу радіоактивних матеріалів стурбовані новими відомостями з приводу незаконної торгівлі ядерними технологіями. Вони зазначають, що у світі діє ядерний чорний ринок, який

розвивається надзвичайно стрімко. Механізм його дії такий: у одній країні складають плани, в іншій – виробляють центрофуги, які потім відправляють через третю країну невідомому кінцевому замовнику. В цьому механізмі задіяні підприємливі експерти з ядерних технологій, приватні фірми і навіть працівники державних органів. Це свідчить про те, що останнім часом система міжнародного контролю за експортом радіоактивних речовин виявилась цілком безпорадною.

У зв'язку з подальшим розвитком атомної енергетики, використанням атомної енергії в мирних і оборонних цілях, застосуванням джерел іонізуючого випромінювання в медицині, промисловості і сільському господарстві однією з найважливіших складових національної безпеки держави стає забезпечення ядерної і радіаційної безпеки.

Складність вирішення цієї проблеми зумовлена тим, що раніше не приділялось належної уваги розробці методики комплексного аналізу питань забезпечення ядерної і радіаційної безпеки в Україні і довгострокового прогнозування її стану.

Метою державної політики в сучасних умовах є: мінімізація радіаційного впливу на людину і середовища його існування шляхом значного підвищення безпеки діючих і проєктованих об'єктів використання атомної енергії; забезпечення безпеки при поводженні з радіоактивними відходами і ядерними матеріалами, які відпрацювали свій термін дії; проведення спеціальних заходів для радіаційного захисту населення і реабілітації забруднених територій; фізичний захист ядерних матеріалів і ядерних установок.

Потрапляння джерел іонізуючого випромінювання в сферу життєдіяльності людини містить у собі серйозну небезпеку її здоров'ю. Причина підвищеної небезпеки полягає в особливих властивостях цих джерел. Навіть дуже незначна кількість радіоактивних матеріалів залежно від шляхів

проникнення в людський організм можуть нанести непоправиму шкоду і, насамперед, тим, що без спеціальних технічних засобів вони не можуть бути виявлені органами чуття людини, і виявляють дію цих речовин лише вже за ознаками хвороби. Ці властивості радіоактивного випромінювання і його джерел також можуть бути використані для здійснення терористичного акту.

Однієї з причин, по якій на цей вид злочину звернена особлива увага правоохоронних органів, є надзвичайна складність виявлення його прояву. По-перше, це пов'язано з тим, що при професійному підході злочинців майже неможливо встановити причину смерті людини, що є метою дії злочинця. Радіоактивне випромінювання при визначених дозах не викликає променеву хворобу, ознаки якої можна розпізнати, а ініціює виникнення "звичайних" злоякісних утворень. При цьому, виникаюча пухлина може бути наслідком значного числа причин і по її виду і характеру неможливо встановити істину. По-друге, завдяки мініатюрності джерел випромінювання можна легко їх приховати в різні предмети, наприклад, він може без усякої проблеми розміщений під кришкою письмового столу, на килимі, у кріслі, сидінні автомобіля і т.і. Саме з цієї причини в даний час у багатьох країнах світу встановлюються спеціальні системи радіаційного контролю в державних установах, великих компаніях тощо.

Таким чином, протидія незаконному обігу радіоактивних матеріалів набуває особливої ваги у зв'язку з можливістю несанкціонованого виготовлення зброї масового знищення, і як наслідок цього активізацією боротьби з міжнародним тероризмом. Окрім оперативно-розшукових заходів щодо виявлення каналів можливого транспортування штучних та природних матеріалів розпаду актуальною також є завдання створення автоматизованої бази даних їх апаратурних спектроскопічних характеристик. Наявність такої інформації дозволяє зробити географічну та технологічну прив'язку конкретної партії радіоактивних матеріалів, локалізувати джерела їх

постачання.

## **6.2 Загальна характеристика радіоактивних матеріалів та методи їх дослідження**

Радіоактивні матеріали, згідно п. 1.8 Правил забезпечення збереження ядерних матеріалів, радіоактивних відходів, інших джерел іонізуючого випромінювання (затверджений наказом Міністерства екології та природних ресурсів України від 14 грудня 2000 року № 241), – це будь-які матеріали, які містять радіонукліди і для яких питома активність та сумарна активність вантажу перевищують межі, установлені нормами, правилами її стандартами з ядерної та радіаційної безпеки.

Відомо, що усі радіоактивні матеріали (у тому числі й ті, що поділяються) у процесі радіоактивного розпаду випускають випромінювання різного виду. Основні з них такі:

альфа-випромінювання ( $\alpha$ -частинки);

бета-випромінювання ( $\beta$ -частинки);

гамма-випромінювання ( $\gamma$ -частинки), породжені випромінюванням  $\alpha$ - і  $\beta$ -частинок;

нейтронне випромінювання (n).

Розглянемо стисло ці речовини.

Однією з найважливіших характеристик радіоактивних випромінювань є їх проникаюча здатність, яка характеризує вражаючі властивості цих випромінювань. Вона залежить від виду і енергії випромінювання, та від щільності середовища, через яку проникає дане випромінювання.

$\alpha$ -частинки являють собою потік тяжких ядер гелію. Вони, порівняно з іншими елементарними частинками, мають значну масу, в результаті чого  $\alpha$ -частинки пролітають в повітрі всього за 7–9 см. Звичайний листок паперу повністю поглинає всі  $\alpha$ -частинки.

$\beta$ -частинки становлять потік легких електронів, а від того вони мають

початкову швидкість близьку до швидкості світла. Тому їх проникаюча здатність більша ніж у  $\alpha$ -частинок. Швидкі  $\beta$ -частинки пролітають в повітрі до 20 м, у воді – 2,6 см, а в свинці – до 0,3 см.

$\gamma$ -частинки за своїми властивостями подібні до рентгенівських променів. Вони розповсюджуються зі швидкістю світла та володіють виключно великою проникаючою здатністю. Щоб послабити вдвічі потік  $\gamma$ -променів необхідний шар сталі товщиною 1,8 см, а довжина їх пробігу в повітрі становить сотні метрів.

Потік нейтронів ( $n$ ) виникає під час вимушеного розщеплення ядер радіоактивних елементів у результаті ланцюгової ядерної реакції та при ядерному вибуху. Такі нейтрони здатні розповсюджуватися у повітряному просторі на відстань до 3 км, а їх рух знову ж таки супроводжується утворенням  $\gamma$ -променів [12, 22].

Враховуючи наведене розглянемо детальніше деякі методи експертного дослідження радіоактивних матеріалів.

При експертизі радіоактивних матеріалів враховується ступінь їх соціальної небезпеки, що визначається можливістю використання для виготовлення зброї масовою знищення, або ж як джерело радіоактивного забруднення. Для цього встановлюється ізотопний склад речовини, що здійснюється шляхом аналізу радіоактивного випромінювання за типом розпаду та відповідного спектру ядерних частинок.

Слід зазначити, що визначення складу та сертифікація матеріалів розпаду потребує розробку та впровадження сучасної методики виконання вимірів їх ідентифікаційних ознак. Оскільки такі вимоги регламентувалися Додатком 4 ГОСТу 8.505-84 (тобто стандартів 1984 року), що виділяв три елементи: методи, засоби та правила вимірювання ідентифікаційних ознак радіоактивних матеріалів. У цьому додатку аналізуються основні характеристики матеріалів розпаду та питання достовірності і точності контролю ізотопного складу

різними ядерно-фізичними методами.

Відомо, що  $\alpha$ -,  $\beta$ - та  $\gamma$ -спектри випромінювання (розподіл ядерних частинок по енергіях) є достатньою ідентифікаційною ознакою матеріалів розпаду. Поокремо, вони мають різні інформаційні можливості для ідентифікації конкретних ізотопів, що зумовлено фізикою процесів, які супроводжують емісію ядерних частинок.

Так,  $\beta$ -спектри характеризують процеси перетворення нейтрона в протон, і навпаки, і відносяться до слабкої взаємодії ядерних частинок. Загальною характеристикою  $\beta$ -спектрів є їх плавність і наявність для  $\beta$ -активного ізотопу максимальної енергії  $E_m$ , на якій спектр обривається.

$\alpha$ -розпад спостерігається в понад 200 нуклідів. Всі важкі ядра з масовим числом  $A > 209$  нестабільні по відношенню до  $\alpha$ -розпаду. На відміну від спектрів  $\beta$ -розпаду, в енергетичному спектрі  $\alpha$ -частинок (4-8 MeV) частіше зустрічається, так звана, тонка структура, зумовлена переходом ядра із збудженого в основний стан з випромінюванням  $\gamma$ -кванту, що покращує достовірність їх ідентифікації. Іншою ознакою є період напіврозпаду ( $T_{1/2}$ ) важких  $\alpha$ -випромінюючих ядер, які лежать в широких межах, та питома активність за  $\alpha$ -розпадом. Комплексний аналіз цих параметрів дає достатні можливості для досягнення необхідної вибірконості аналізу.

Наявність нейтронного випромінювання є достатньою ознакою наявності в зразках матеріалів розпаду, оскільки нейтрони утворюються як у процесі поділу (миттєві нейтрони), так і шляхом емісії з продуктів поділу (запізнюючі нейтрони). У першому випадку спектр випромінювання нейтронів поділу має плавну залежність від енергії, параметри якої можна використати для визначення сорту матеріалу розпаду. В іншому випадку спектр запізнюючих нейтронів, отриманих після активації важких ядер  $\alpha$ - або  $\gamma$ -випромінювань, містить тонку структуру, зумовлену наявністю кількох груп нейтронів з різними періодами напіврозпаду. Ідентифікація матеріалу розпаду

за цими ознаками можлива лише в лабораторних умовах з використанням складних систем детектування та обробки часових залежностей нейтронної активності.

Визначення ізотопного складу речовини за їх  $\gamma$ -спектрами становить основу ідентифікаційних методик. Дійсно, спектр  $\gamma$ -випромінювання атомних ядер визначається структурою енергетичних рівнів їх одночастинкових станів (протонів, нейтронів) і містить набір характеристичних ліній, положення та інтенсивність яких є індивідуальними для конкретного нукліда. Висока проникаюча здатність  $\gamma$ -квантів спрощує розробку детекторів та спектрометрів  $\gamma$ -випромінювання, в тому числі і високотемпературних. Наявність вичерпної бази даних апаратурних  $\gamma$ -спектрів, отриманих для спонтанних та стимульованих реакцій поділу важких ядер, створює можливості автоматизації процесу їх визначення в складі подільних матеріалах.

Слід врахувати, що деякі характеристики ядерного випромінювання, як нейтронна активність та спектри  $\beta$ -випромінювання, можуть слугувати якісною ознакою матеріалу розпаду, тоді як спектри  $\alpha$ - та  $\gamma$ -випромінювання можуть з великою точністю встановити його кількісні ознаки за ізотопним складом.

Аналіз ізотопного складу матеріалів розпаду може дати інформацію про те, чи є вони природними або штучними об'єктами. Для перших - характерним є збереження стану ізотопної рівноваги в межах ланцюжків радіоактивного розпаду, наприклад,  $^{235}\text{U}$  ( $^{231}\text{Th}$ ,  $^{231}\text{Pa}$ ),  $^{238}\text{U}$  ( $^{234}\text{Th}$ ,  $^{234}\text{Pa}$ ,  $^{234}\text{U}$ ,  $^{230}\text{Th}$ ),  $^{232}\text{Th}$  ( $^{228}\text{Ra}$ ,  $^{228}\text{Ac}$ ,  $^{228}\text{Th}$ ,  $^{224}\text{Ra}$ ). Хімічна переробка, процес збагачення або використання матеріалів розпаду як ядерне паливо призводить до порушення радіоактивної рівноваги. Так, нукліди  $^{231}\text{Pa}$ ,  $^{230}\text{Th}$  відсутні в урані відразу після переробки руди і отримання сполук урану  $\text{U}$ ,  $\text{UF}_6$ ,  $\text{UO}_2$ . Для експертизи зразків ядерного палива блоків типу ВВЕР важливим є аналіз ізотопного складу  $^{235}\text{U}$ ,  $^{239}\text{Pu}$ ,  $^{241}\text{Pu}$ . Для ядерного палива контроль вигорання

здійснюється також шляхом порівняння активностей таких ізотопів як  $^{134}\text{Cs}$  /  $^{137}\text{Cs}$ .

Слід зауважити, то вибір ізотопів-маркерів із всієї суми продуктів розпаду здійснюється погодженим чином, з умови високого виходу ядерних частинок на факт розпаду та наявності високоенергетичних компонентів спектру  $\gamma$ -випромінювання.

Для підвищення достовірності ідентифікації матеріалів розпаду використовують активацію зразків пучками нейтронів або гальмівним  $\gamma$ -випромінюванням з максимальною енергією  $E_\gamma > 6-8 \text{ MeV}$  з наступним дослідженням продуктів розпаду. Такі дослідження проводяться лише з використанням ядерно-фізичної установки, зокрема, прискорювача електронів. Параметри електронного прискорювача-мікротрона типу М-30 ІЕФ НАН України (енергія прискорених електронів складає 1-25 MeV при струмі до 20 мкА) формують потоки фотонейтронів до  $10^9$ - $10^{10}$  н/с та потужні  $\gamma$ -пучки для активаційних експериментів. Нейтронно-активаційні експерименти в ІЕФ НАН України проводять, також, на нейтронному стенді, що містить Ри- $\alpha$ -Ве-джерело швидких (2-4 Мев) нейтронів з виходом  $2,73 \cdot 10^6$  н/с. Для отримання сповільнених нейтронів мікротрону типу М-30 та нейтронного стенду використовуються стандартні блоки типу "neutron-stop".

Один із методів визначення концентрації радіоізотопів у досліджуваних зразках – це метод  $\gamma$ -спектрометрії, на базі сцинтиляційних та напівпровідникових детекторів. Метод ядерної  $\gamma$ -спектрометрії є аналогом атомно-адсорбційного методу, що поширено використовується у експертній практиці. Наявність у спектрах  $\gamma$ -випромінювання конкретного ізотопу набору характеристичних ліній, індивідуальних за енергетичним положенням та інтенсивності, вирішує задачу його ідентифікації для складних сумішей.

Основні  $\gamma$ -випромінювачі ряду такого елементу як U-238 – це Pb-214 та Bi-214. На їх частину припадає приблизно 98 %. У ряді елементу Th-232 основні

випромінювачі – це Ac-228, Pb-212, Bi-212 та Tl-208, частина яких складає ~ 98 % випромінювання ряду. Причому, частина Tl-208 складає ~ 52,1%, а Ac-228 ~ 31,0 %. На частину  $\gamma$ -випромінювання ряду U-235 припадає ~ 2 % випромінювання урану. Основні  $\gamma$ -випромінювачі ряду U-235 – це Pb-211 (~ 19%) та U-235 (~ 17 %). Тому ці елементи найчастіше використовуються як реперні під час аналізу досліджуваних об'єктів.

Наведемо результати дослідження спектрів  $\gamma$ -випромінювання еталонних матеріалів розпаду, у тому числі і затриманих в результаті здійснення оперативних заходів. Виміри здійснювалися в низькофоновій лабораторії Відділу фотоядерних процесів ІЕФ НАН України з використанням сертифікованого  $\gamma$ -спектрометричного комплексу на базі одплатного спектрометра типу "SBS-40" та коаксіального напівпровідникового Ge(Li) – детектора високого розділення з об'ємом  $100 \text{ см}^3$ . Детектор розміщувався у комбінованому захисті типу "будинку" з шарами міді 8 мм, алюмінію 3 мм, кадмію 1 мм та свинцю 95 мм. Роздільна здатність  $\gamma$ -спектрометра складала 2,0 keV для лінії Co-57 з енергією 122.06 keV та 3,3 keV для лінії Co-60 – 1332,50 keV. Ефективність вимірів контролювалася за допомогою стандартного об'ємного джерела спеціального призначення Eu-152, який розміщувався у контейнері, об'єм та конфігурація якого була аналогічна контейнерам для досліджуваних зразків. Додатково для контролю використовувалися атестовані об'ємні комбіновані зразки K-40 – Cs-137 та K-40 – Th-232 – Ra-226.

Під час проведення вимірів досліджуваних зразків постійно здійснювався контроль спектрометричного комплексу за такими параметрами як: дрейфканалів, роздільна здатність та ефективність реєстрації випромінювання  $\gamma$ -нуклідів. Виміри показали, що зміна вказаних параметрів протягом часу вимірювання не перевищувала 1 %.

Результати вимірів свідчать про сталість власного фону установки.

Співвідношення ГАН U-235 та U-238, спектри яких приведені, визначає, чи був даний матеріал ядерним паливом. У подальшому, при криміналістичній експертизі, можна встановити чи був вилучений матеріал з АЕС, тривалість його знаходження, часи "охолодження". Важливим є встановлення по співвідношенню відповідних ГАН та наявності довго- та короткоживучих уламків поділу типу реактора (палива), з якого вилучено матеріали розпаду.

Отже, спектроскопічні дослідження дають можливість встановити достатні ідентифікаційні ознаки (ізотопний склад, співвідношення хімічних компонентів, питому активність тощо) матеріалу розпаду, затриманого в результаті оперативної діяльності. В свою чергу, при наявності відповідної бази даних апаратурних спектрів, можна зробити висновки не лише про ступінь соціальної небезпеки конкретного подільного матеріалу, але й характер технологічного циклу їх виготовлення та призначення, а в деяких випадках встановити його географічну прив'язку.

Слід відзначити, що при роботі з матеріалами розпаду виникає низка проблем, зумовлених новизною таких видів злочину та відсутністю практики попередньої роботи з ними. Однією з них є забезпечення безпеки життя та здоров'я працівників правоохоронних органів, які мають безпосередній контакт з радіоактивними матеріалами під час обшуку, огляду приміщення та вилучення радіоактивних матеріалів. Незнання реального ступеня загрози при контакті з матеріалами розпаду та ігнорування запобіжних заходів може завдати серйозної шкоди їхньому здоров'ю. При виїзді на місце події у працівників правоохоронних органів мають бути атестовані дозиметричні прилади. При цьому, також є обов'язковим профілактичний огляд працівників після проведення таких слідчих дій.

Важливою проблемою для правоохоронних органів є збереження матеріалів розпаду після їх вилучення. Як відомо, радіоактивні матеріали мають зберігатися у спеціально відведених приміщеннях, що відповідають

санітарним нормам зберігання і які, як правило, не належать до правоохоронних органів. На нашу думку, цю проблему можна вирішити двоєю, перший варіант – визначити місця, безпосередньо призначені для зберігання радіоактивних матеріалів в структурі правоохоронних органів у тих регіонах де можливо їх викрадення (найбільшого їх використання), проте організація таких місць має певні фінансові складнощі. Інший варіант вирішення цієї проблеми – встановити механізм міжвідомчої взаємодії з установами, у яких є місця для використання таких приміщень для зберігання радіоактивних матеріалів, на момент проведення слідства.

### **6.3 Прилади виявлення радіоактивних речовин**

Новий вид злочинної діяльності, а саме незаконний обіг радіоактивних матеріалів, контрабанда та загроза вчинення терористичних актів, пов'язаних із застосуванням джерел радіоактивного випромінювання вимагає не тільки нових способів, методів розкриття та розслідування таких видів злочину, а також застосування спеціальних технічних засобів виявлення цих матеріалів, зокрема приладів радіаційного контролю.

Для обмеження впливу радіоактивних матеріалів на працівників правоохоронних органів та осіб, які приймають участь в розкритті та розслідуванні таких видів злочину організуються заходи з радіаційного контролю. Розглянемо їх стисло.

Первинний радіаційний контроль проводиться за допомогою стаціонарних постійно діючих систем радіаційного контролю, встановлених на пунктах пропуску в певну контрольовану зону або територію. Він може здійснюватися пошуковими компактними високочутливими ручними радіометрами, дозиметрами з подальшим обробленням на ПЕОМ. Контроль такими приладами здійснюється, також, у місцях можливого знаходження джерел випромінювання, наприклад, місцях можливого їх незаконного поховання; при аварійних ситуаціях; при пошкодженні захисту технічних,

медичних й інших джерел, наприклад, під час землетрусу, вибуху і пожеж будинків тощо.

Оперативний радіаційний контроль проводиться з використанням високочутливих переносних (портативних) універсальних радіометрів або пошукових моніторів. За призначенням цей контроль можна поділити на два види:

1. Додатковий радіаційний контроль всіх об'єктів, викликаний спрацюванням стаціонарної системи первинного радіаційного контролю.
2. Додатковий радіаційний контроль об'єктів, по відношенню до яких є обґрунтована підозра. Його завдання – перевірка підозрілого об'єкту на предмет наявності радіоактивних чи ядерних матеріалів.

Відповідно з приведеними завданнями визначаються і технічні засоби для здійснення всіх видів додаткового радіаційного контролю. Нині поширено розповсюджені ручні монітори, які можуть по  $\gamma$ -випромінюванню швидко локалізувати джерело і, за необхідності, виконувати обстеження приховано, якщо цього потребує оперативна обстановка.

Іншим завданням додаткового радіаційного контролю є експрес-ідентифікація виявленого джерела, яка виконується за характерним його спектральним випромінюванням. В той же час слід пам'ятати, що під час перевезення радіоактивних матеріалів або виявленні незахищених джерел може виникнути поверхневе забруднення об'єктів джерелами  $\alpha$ -,  $\beta$ -випромінювання. Хоч ці види випромінювання відносяться до слабо проникаючих, попадання їх джерел до організму людини може викликати тяжкі наслідки для її здоров'я.

У зв'язку з цим при додатковому радіаційному контролі необхідно також здійснювати перевірку (пошук) на наявність  $\alpha$ -,  $\beta$ -активного забруднення поверхонь, що накладає на прилади цього контролю вимоги до забезпечення додаткових функцій: контролю активності джерел  $\alpha$ -,  $\beta$ -

випромінювання. Для вирішення такої задачі необхідно мати універсальний радіометр спектрометр, оснащений детекторами  $\gamma$ -, нейтронного,  $\alpha$ - і  $\beta$ -випромінювання з характеристиками щодо чутливості, які задовольняють вимоги МАГАТЕ і нормативної бази держави – норм радіаційної безпеки (НРБ).

Поглиблене радіаційне обстеження виявленого радіоактивного джерела проводиться з використанням радіометричної або спектрометричної апаратури. Задача поглибленого радіаційного обстеження – локалізація джерела радіоактивних випромінювань і ідентифікація вміщених в складі виявленого об'єкта радіоактивних і ядерних матеріалів. Для вирішення цієї задачі необхідний комплекс спеціальної апаратури, до якої входять радіометри та гаммаспектрометри високої чутливості і розподільної здатності.

Апаратура, що використовується для проведення додаткового і поглибленого контролю повинна запам'ятовувати спектральний образ джерела, потужності  $\gamma$ - і нейтронного випромінювання та передавати ці образи через комп'ютерну мережу на пункти контролю подальшого пересування вказаних матеріалів.

Відзначимо, що радіаційний захист працівників забезпечується засобами індивідуальної дозиметрії – приладами, які не тільки вимірюють потужність еквівалентної дози і сигналізують про перевищення встановлених меж, але і проводять облік величини накопиченої дози за встановлений тривалий період (день, місяць, рік). Ці дозиметри можуть бути як такі, що прямо показують, так і мати можливість непрямого, в тому числі комп'ютерного обліку отриманих доз кожним працівником.

Працівники правоохоронних органів, які застосовують в своїй роботі прилади пошуку радіоактивних джерел повинні знати, що згідно ГОСТу 27451-87 всі засоби вимірювання іонізуючих випромінювань мають такі

умовні літерні позначення (складаються з трьох елементів).

Перший елемент означає функціональне призначення цього засобу, як-от:

Д – дозиметри (дозиметричні установки);

Р – радіометри (радіометричні установки);

С – спектрометри (спектрометричні установки);

БД – блоки детектування;

УД – установки детектування.

Другий елемент означає фізичну величину, яка вимірюється цим засобом:

Д – поглинена доза випромінювання;

М – потужність поглиненої дози випромінювання;

З – експозиційна доза фотонного випромінювання;

Р – потужність експозиційної дози фотонного випромінювання;

В – еквівалентна доза випромінювання;

Б – потужність еквівалентної дози випромінювання;

Ф – потік енергії іонізуючого випромінювання;

Н – щільність потоку енергії іонізуючого випромінювання;

Т – перенесення енергії іонізуючого випромінювання;

И – активність радіонукліда в джерелі;

У – питома активність радіонукліда;

Г – об'ємна активність радіонукліда в газі;

Ж – об'ємна активність радіонукліда в рідині;

А – об'ємна активність радіоактивного аерозолі;

З – поверхнева активність радіонукліда;

Л – потік іонізуючих часток;

П – щільність потоку іонізуючих часток;

Е – енергетичне розподілення іонізуючого випромінювання;

С – перенесення іонізуючих часток;

Ч – тимчасове розподілення іонізуючого випромінювання;

К – дві і більше фізичних величин.

Третій елемент означає вид іонізуючого випромінювання, зокрема:

А – альфа-випромінювання;

Б – бета-випромінювання;

Г – гамма-випромінювання;

Р – рентгенівське випромінювання;

Н – нейтронне випромінювання;

П – протонне випромінювання;

Т – важкі заряджені часточки;

С – змішане випромінювання;

Х – інше випромінювання.

Приклади літерних позначень засобів вимірювань такі:

ДДБ – дозиметр (дозиметрична установка) поглиненої дози бета-випромінювання;

РЗА – радіометр (радіометрична установка) поверхневої активності альфа-активного радіонукліду (радіометр забрудненості поверхні);

СЕГ – спектрометр (спектрометрична установка) енергетичного розподілу гамма-випромінювання;

УДДР – пристрій детектування поглиненої дози рентгенівського випромінювання;

БДТГ – блок детектування перенесення гамма-випромінювання.

Слід зазначити, що усі прилади радіаційного контролю за призначенням, на нашу думку, поділяють на:

санітарної дозиметрії та екології (наприклад, МКС-07 "Пошук", ДКС-01М "СЕЛВІС", РКС-01 "СТОРА", МКС-05 "ТЕРРА");

індивідуальної дозиметрії (наприклад, ДКС-02К "КАДМІЙ", ДКГ-21 "Ecotest CARD");

виконання певних пошукових завдань (наприклад, МКС-07 "ПОШУК",

РКС-01 "СТОРА-ТУ", ДКС-02П "КАДМІЙ");

цивільного захисту, військового використання (наприклад, МКС-У).

Розглянемо деякі з них.

**РАДІОМЕТР-ДОЗИМЕТР ГАММА-БЕТА ВИПРОМІНЮВАНЬ РКС-01 "СТОРА".** Основне призначення приладу РКС-01 – пошук і вимірювання потужності еквівалентної дози гамма- та рентгенівського випромінювань, поверхневої щільності потоку бета частинок.

Прилад має три незалежні випромінювальних каналів з почерговим виведенням інформації на один кристалічний дисплей. Робить оцінку гамма-фону протягом 10 секунд. Оснащений автоматичним відніманням гамма-фону під час вимірювання бета-забрудненості (див. рис. 18).



*Рис.18.* Радіометр-дозиметр гамма-бета випромінювань РКС-01 "СТОРА"

Проаналізувавши тактико-технічні характеристики деяких радіометрів-дозиметрів, які використовуються практичними підрозділами правоохоронних органів, автори розробили та склали таблицю таких даних (табл. 18).

**Основні тактико-технічні характеристики радіометра-дозиметра  
РКС-01 "СТОРА" та МКС-05 "ТЕРРА"**

| <b>Діапазони вимірювань</b>                                                                                                                                                  | <b>РКС-01<br/>"СТОРА"</b> | <b>МКС-05<br/>"ТЕРРА"</b> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Потужність еквівалентної дози гамма- та рентгенівського випромінювань ( $^{137}\text{Cs}$ ), $\text{мкЗв/год}$                                                               | 0,1 ... 999,9             | 0,1 ... 999,9             |
| Щільність потоку бета-частинок ( $^{90}\text{Sr}+^{90}\text{Y}$ ), $1/(\text{см}^2 \text{ хв})$                                                                              | 10 ... 1000 000           | 10 ... 1000 000           |
| Енергетичний діапазон вимірювань та енергетична залежність, $\text{MeV}$                                                                                                     | 0,05 ... 3,0              | 0,05 ... 3,0              |
| Дискретність програмування порогових рівнів:<br>- по потужності дози, $\text{мкЗв/год}$<br>- по щільності потоку, $10^2/(\text{см}^2 \text{ хв})$<br>- по дозі, $\text{мЗв}$ | 0,01<br>0,0<br>-          | 0,01<br>0,01<br>0,01      |
| Часові інтервали вимірювань, $\text{с}$                                                                                                                                      | 1 ... 70                  | 1 ... 64                  |
| Час безперебійної роботи, $\text{год}$                                                                                                                                       | 2500                      | 2000                      |
| Маса, $\text{кг}$                                                                                                                                                            | 0,35                      | 0,15                      |
| Габарити, $\text{мм}$                                                                                                                                                        | 220x80x35                 | 120x52x26                 |

**ДОЗИМЕТР ГАММА-ВИПРОМІНЕННЯ ІНДИВІДУАЛЬНИЙ ДКГ-21 "Ecotest CARD".** Прилад ДКГ-21 "Ecotest CARD" – призначений для вимірювання індивідуального еквіваленту дози та потужності еквівалентної дози гамма-випромінювання. Він використовується на об'єктах атомної енергетики, в фізичних лабораторіях, в установах охорони здоров'я як електронний дозиметр для автоматизованої системи індивідуального дозиметричного контролю АСІДК-21, а також як автономний прилад, який безпосередньо показує данні (див. рис. 19).



*Рис. 19* Дозиметр гамма-випромінювання індивідуальний

### ДКГ-21 "Ecotest CARD"

Проаналізувавши тактико-технічні характеристики деяких дозиметрів, які використовуються практичними підрозділами правоохоронних органів, автори розробили та склали таблицю таких даних (табл. 19).

## Основні тактико-технічні характеристики дозиметра

## ДКГ-21 "Ecotest CARD" та ДКС-02К "КАДМІЙ"

| Діапазони вимірювань                                                                      | ДКГ-21<br>"Ecotest CARD" | ДКС-02К<br>"КАДМІЙ" |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|---------------------|
| Потужність еквівалентної дози гамма-випромінювання $H_p(10)$ , $мкЗв/год$                 | 0,1 ... 1 000 000        | 0,1 ... 999 999,9   |
| Індивідуальний еквівалент дози гамма-випромінювання $H_p(10)$ , $мЗв$                     | 0,001 ... 9 999          | 0,001 ... 9 999     |
| Енергетичний діапазон реєстрованого гамма-випромінювання та енергетична залежність, $MeV$ | 0,05 ... 6,0             | 0,05 ... 3,0        |
| Дискретність запам'ятовування накопичення дози протягом доби, (8 годин)                   | 5 ... 30                 | -                   |
| Швидкість обміну даними через інфрачервоний порт, $біт/с$                                 | 38 400                   | 1 ... 64            |
| Час безперебійної роботи, $год$                                                           | 2200                     | 100                 |
| Маса, $кг$                                                                                | 0,08                     | 0,25                |
| Габарити, $мм$                                                                            | 86x54x9                  | 127x72x35           |

## Питання для самоперевірки.

1. Назвіть види радіоактивних речовин і їх природні властивості.
2. Як впливають радіоактивні матеріали на здоров'я людини?
3. Назвіть етапи проведення радіаційного контролю.
4. Назвіть методи дослідження радіаційних матеріалів.
5. Якими засоби виявляють радіаційні матеріали?

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. *Басай В.Д.* Криміналістична одорологія (теоретичні, правові і методичні основи): [монографія] / В.Д. Басай. – Коломия: Вік, 2003. – 499 с.
2. *Баум Ф.А.* Физика взрыва / Под ред. К.П. Станюковича. – 2-е. изд., перераб. / Ф.А. Баум, Л.П. Орленко, К.П. Станюкович и др. – М.: Наука, 1975. – 704 с.
3. *Беляков А.А.* Взрывчатые вещества и взрывные устройства (криминалистическая взрывотехника): [монография] / А.А. Беляков. – М.: Юрлитинформ, 2003. – 256 с.
4. *Березанский Д.П.* Металодетекторы – обнаружители оружия / Д.П. Березанский // Специальная техника. – М., 1998. – № 4–5. – С. 15–22.
5. *Вандышев Б.А.* Использование обратнорассеянного ионизирующего излучения для контроля объектов / Б.А. Вандышев // Специальная техника. – М., 1999. – №3. – С. 2–6.
6. *Вандышев Б.А.* Обнаружение взрывчатых веществ путем анализа их паров и частиц / Б.А. Вандышев // Специальная техника. – М., 1998. – №2. – С. 23–30.
7. *Вершинин В.И.* Использование собак для поиска взрывчатых веществ и наркотиков / В.И. Вершинин // Борьба с преступностью за рубежом (по материалам зарубежной печати). – М., 2008. – №9. – С. 36–37.
8. *Вершинин В.И.* Новейшие технологии дистанционного обнаружения взрывчатых веществ / В.И. Вершинин // Борьба с преступностью за рубежом (по материалам зарубежной печати). – М., 2008. – №10. – С. 25–27.
9. *Ганшин В.М.* Анализ наркотических средств во внелабораторных условиях / В.М. Ганшин, А.В. Чебышев, А.В. Фесенко // Специальная техника. – М., 1998. – №1.
10. *Горст А.Г.* Пороха и взрывчатые вещества / А.Г. Горст. – М.:

Машиностроение, 1972. – 207 с.

11. *Гречишкин В.С.* О возможности применения ЯКР для обнаружения взрывчатых веществ на теле человека / В.С. Гречишкин, А.А. Шпилевой, В.И. Бурмистров // Специальная техника. – М., 2004. – №5. – С. 29–35.

12. *Акулов С.О.* Дії працівників міліції при виникненні надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру: [наук.-прак. посіб.] / С.О. Акулов, С.А. Антоненко, С.М. Бадьора та інші. – К.: Наук. світ, 2008. – 93 с.

13. *Диденко Ф.К.* Применение научно-технических средств при осмотре места происшествия / Ф.К. Диденко. – Ярославль: Верх.-Волж. кн. изд-во, 1989. – 176 с.

14. *Дильдин Ю.М.* Место взрыва как объект криминалистического исследования: [учеб. пособие] / Ю.М. Дильдин, В.В. Мартынов, А.Ю. Семенов, А.Д. Стецкевич. – М.: ЭКЦ МВД России, 1995. – 2-е изд., перераб. и доп. – 98 с.

15. *Дильдин Ю.М.* Основы криминалистического исследования самодельных взрывных устройств: [учеб. пособие] / Ю.М. Дильдин, В.В. Мартынов, А.Ю. Семенов, А.А. Шмырев. – М.: ВНКЦ МВД СССР, 1991. – 94 с.

16. *Єднерал Ю.В.* Організація і тактика застосування пошукової техніки у діяльності органів внутрішніх справ України / Ю.В. Єднерал // Спеціальна техніка. Загальна частина: [посібник]. – К.: Київ. нац. ун-т вн. справ, 2007. – С. 98–111.

17. *Іщенко А.В.* Засоби і методи виявлення вибухових речовин та пристроїв в боротьбі з тероризмом: [навчально-практичний посібник] / А.В. Іщенко, М.В. Кобець. – К.: Нац. акад. вн. справ України, 2005. – 144 с.

18. *Іщенко А.В.* Криміналістичне забезпечення розшуку безвісно

відсутніх осіб: [посібник] / А.В. Іщенко, А.С. Шевченко. – К.: РВВ МВС України, 2005. – 146 с.

19.*Іщенко А.В.* Можливості сучасних науково-технічних засобів виявлення вибухотехнічних об'єктів / А.В. Іщенко, М.В. Кобець // Науковий вісник НАВСУ. – К., 2004. – №5. – С. 51–59.

20.*Кобець М.В.* Вибухові речовини у судовій вибухотехнічній експертизі / М.В. Кобець // Криміналістичний вісник. – К., 2007. – №2 (8). – С. 50–53.

21.*Кобець М.В.* Спеціальна техніка та засоби зв'язку: [навчально-методичні матеріали для курсантів 1-го курсу] / М.В. Кобець, Ю.В. Єднерал. – К.: Нац. акад. вн. справ України, 2002. – 45 с.

22.*Кобець М.В.* Спеціальна техніка. Загальна частина: [мультимедійний навчальний посібник] / М.В. Кобець, В.А. Кудінов. – Сайт Київ. нац. ун-та вн. справ, 2007.

23.*Кобець М.В.* Боротьба з проявами тероризму, що пов'язані з використанням вибухових речовин: [навч.-метод. посібник] / М.В. Кобець, В.Г. Хахановський. – К.: Нац. акад. вн. справ України, 2000. – 72 с.

24.*Ковалев А.В.* Поисковые технические средства на основе методов интроскопии. Рентгеновские системы / А.В. Ковалев // Специальная техника. – М., 1999. – №6. – С. 13–21.

25.*Конституція України* від 28 червня 1996 року № 254К/96-ВР.

26.*Кримінальний кодекс України* від 5 квітня 2001 року № 2341-III.

27.*Кримінально-процесуальний кодекс України: Закон України* від 28 грудня 1960 року №1001-V // ВВРУ. – 1961. – № 2. – Ст.15.

28.*Курузов Б.Н.* Взрывные работы / Б.Н. Курузов. – М.: Недра, 1988. – 338 с.

29.*Моторный И.Д.* Теоретико-прикладные основы применения средств и методов криминалистической взрывотехники в борьбе с терроризмом:

[монографія] / И.Д. Моторный. – М.: Издатель "Шумилова И.И.", 1999. – 199 с.

30.*Око* [Електронний ресурс]. – Режим доступа:  
<http://www.logsys.ru/antennas.htm>.

31.*Перебитюк М.В.* Пошукові науково-технічні засоби та їх застосування при розслідуванні злочинів: [монографія] / М.В. Перебитюк. – К.: Вид. Київського ун-ту ім. Т.Г. Шевченка, 2002. – 95 с.

32.*Петренко Е.С.* Некоторые особенности поиска взрывчатых веществ и взрывоопасных предметов с помощью собак, газоаналитических приборов и химических экспресс-тестов / Е.С. Петренко // Специальная техника. – М., 2002. – №4. – С. 20–24.

33.*Помозов В.В.* Георадар как универсальный поисковый прибор / В.В. Помозов, Н.П. Семейкин // Специальная техника. – М., – 2001. – №2. – С. 1–4.

34.*Про додаткові заходи щодо запобігання зникненню людей, вдосконалення взаємодії правоохоронних та інших органів виконавчої влади в їх розшуку:* Указ Президента України від 18січня 2001 року №20.

35.*Про затвердження переліку наркотичних засобів, психотропних речовин і прекурсорів:* Постанова Кабінету Міністрів України від 06 травня 2000 року № 770.

36.*Про заходи протидії незаконному обігу наркотичних засобів, психотропних речовин і прекурсорів та зловживанню ними:* Закон України від 15 лютого 1995 року №62/95-ВР.

37.*Про заходи щодо дальшого зміцнення правопорядку, охорони прав і свобод громадян:* Указ Президента України від 18 лютого 2002 року № 143/2002.

38.*Про міліцію*: Закон України від 20 грудня 1990 року № 565-XII.

39.*Про невідкладні заходи щодо посилення боротьби зі злочинністю*: Указ Президента України від 21 липня 1994 року № 396/94.

40.*Про наркотичні засоби, психотропні речовини і прекурсори*: Закон України від 22 грудня 2006 року №530-V.

41.*Про оперативно-розшукову діяльність*: Закон України від 18 лютого 1992 року № 2135-XII.

42.*Про організаційно-правові основи боротьби з організованою злочинністю*: Закон України від 30 червня 1993 року № 3341-XII.

43.*Про ратифікацію Конвенції про маркування пластичних вибухових речовин з метою їх виявлення*: Закон України від 3 грудня 1997 року № 687/97-ВР.

44.*Про спеціальну програму антитерористичних заходів*: Указ Президента України від 3 лютого 2003 року № 66/2003.

45.*Про судову практику в справах про викрадення та інше незаконне поводження зі зброєю, бойовими припасами, вибуховими речовинами, вибуховими пристроями чи радіоактивними матеріалами*: Постанова Пленуму Верховного Суду України від 26 квітня 2002 року № 3 // Вісник Верховного Суду України. – К.: Верховний Суд України, 2002. – № 4(32).

46.*Про судову практику в справах про злочини у сфері обігу наркотичних засобів, психотропних речовин, їх аналогів або прекурсорів*: Постанова Пленуму Верховного Суду України від 26 квітня 2002 року № 4 // Вісник Верховного Суду України. – К.: Верховний Суд України, 2002. – № 4(32).

47.*Руководство по подрывным работам*. – М.: Воениздат, 1969. – 464 с.

48.*Салтевський М.В.* Криміналістика (у сучасному викладі): [підручник] / М.В. Салтевський. – К.: Кондор, 2008. – 586 с.

49. *Симонов Е.А.* Технические средства обнаружения наркотиков / Е.А. Симонов, В.И. Сорокин // Специальная техника. – М., 2003. – №2. – С. 27–31.

50. *Специальная техника и информационная безопасность: [учебник]* / Под ред. В.И. Кирина. – М.: Акад. Управления МВД России, 2000. – Т. 1. – 720 с.

51. *Спеціальна техніка у правоохоронній діяльності: матер. міжнарод. наук.-практич. конф. (Україна, Київ, 20-21 квітня 2004)* / МВС України. Нац. акад. вн. справ України. – К., 2005. – 249 с.

52. *Шагов Ю.В.* Взрывчатые вещества и пороха / Ю.В. Шагов. – М.: Воениздат, 1976. – 120 с.

53. *Шарай Л.Г.* Актуальні проблеми боротьби з незаконним обігом наркотичних засобів, психотропних речовин, їх аналогів та прекурсорів в Україні. Загальна частина.: [курс лекцій] / Л.Г. Шарай, Б.В. Западнюк, Я.І. Слободян та ін.; За заг. ред. Є.М. Моїсєєва. – К.: Львів. держ. ун-т вн. справ, 2007. – Кн.1. – 212 с.

54. *Шелков В.А.* Бесконтактный способ выявления взрывчатых и наркотических веществ / В.А. Шелков // Специальная техника. – М., 2000. – №6. – С. 48–50.

55. *Шидловский А.А.* Основы пиротехники / А.А. Шидловский. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1964. – 339 с.

56. *Щербаков Г.Н.* Применение нелинейной радиолокации для дистанционного обнаружения малоразмерных объектов / Г.Н. Щербаков // Специальная техника. – М., 1999. – №6. – С. 34–39.

57. *Щербаков Г.Н.* Средства обнаружения тайников с оружием и боеприпасами в толще грунта / Г.Н. Щербаков // Специальная техника. – М., 2000. – №2. – С. 18–23.

58. *Энциклопедия* наркотических средств [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

<http://narcotics.su/meskalin.html>.