

УДК 621.396.96

Г.С. Залевський

Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків

## ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ ДО СИСТЕМИ ВИЯВЛЕННЯ І ІДЕНТИФІКАЦІЇ ВИБУХОНЕБЕЗПЕЧНИХ ОБ'ЄКТІВ У ҐРУНТІ ТА ПОБЛИЗУ ЙОГО ПОВЕРХНІ

Проаналізовано характеристики і способи застосування сучасних та перспективних типів мін та інших вибухонебезпечних пристроїв (ВНП) у війнах і локальних конфліктах останніх десятиріч, а також особливості операцій щодо розмінування і сучасні методи виявлення об'єктів у ґрунті та поблизу його поверхні, засновані на різних фізичних принципах. Основну увагу приділено радіолокаційному методу, який за інформативністю має ряд переваг при виявленні зазначених об'єктів. Показано, що для зменшення умовних імовірностей прийняття хибних рішень при виявленні і ідентифікації ВНП необхідно реалізовувати алгоритми обробки прийнятих сигналів, у яких використовується апріорна інформація про розсіюючі властивості об'єктів локації. Обговорюються технічні вимоги до перспективної системи виявлення і ідентифікації ВНП, встановлених у ґрунті або поблизу його поверхні.

**Ключові слова:** виявлення та ідентифікація підповерхневих об'єктів, методи обробки радіолокаційних сигналів, протитанкові і протипіхотні міни, характеристики розсіювання підповерхневих об'єктів, радіолокатор підповерхневого зондування.

### Вступ

**Постановка проблеми.** Протитанкові (ПТМ), протипіхотні (ППМ) міни і інші ВНП являють собою велику загрозу як для військових, так і для цивільного населення країн, постраждалих від військових конфліктів. У останні десятиліття розроблено ряд пристроїв (систем) виявлення ВНП, заснованих на різних фізичних принципах [1 – 3], які суттєво переважають за своїми можливостями стандартні міношукачі, що стоять на озброєнні армій країн світу [2]. Разом з цим головним недоліком відомих систем, що використовуються для виявлення ВНП у ґрунті, є мала імовірність правильного виявлення мін і високий рівень хибних тривог. Рядом переваг при ідентифікації мін різних типів при прийнятній вазі і габаритах апаратури володіє радіолокаційний метод. Системи, у яких використовується даний метод в сукупності з іншими методами, заснованими на різних фізичних принципах, поєднують переваги різних діапазонів електромагнітних хвиль і мають найбільші потенційні можливості. На етапі створення перспективного зразка технічної системи виявлення і ідентифікації мін, встановлених у ґрунті і поблизу його поверхні, повинні бути сформульовані технічні вимоги до зазначеної системи. Технічні вимоги повинні базуватись на результатах теоретичних і експериментальних досліджень у даній галузі. У відомій науково-технічній літературі обґрунтовані технічні вимоги до систем військового призначення або до систем, які використовуються при гуманітарному розмінуванні, відсутні.

**Аналіз літератури.** Бібліографію з питань останніх досягнень у області підповерхневого зондування можна знайти у роботах [1, 3]. У відомих роботах наведено результати досліджень у області

виявлення об'єктів різних типів (неоднорідностей діелектричної проникності) у матеріальних середовищах. У останні десятиліття створено ряд систем, які успішно виконують задачі підповерхневого зондування. Разом з цим на даний момент якість виявлення ВНП у ґрунті і поблизу його поверхні не відповідає сучасним вимогам (за вимогами ООН умовна імовірність правильного виявлення мін технічними засобами повинна становити більше 99,6 % [1, 2]; у збройних силах США прийнята припустима норма – одне помилкове виявлення на кожні 1,25 м<sup>2</sup> [2]). Розмінування в сучасних умовах пов'язане з великим ризиком для обслуговуючого персоналу, потребує значних фінансових витрат і надто тривалого часу виконання задачі. Всі ці недоліки зумовлені тим, що виявлення ВНП здійснюється на фоні різноманітних сторонніх предметів. Для підвищення ефективності засобів розмінування виявлення ВНП необхідно здійснювати із одночасним застосуванням алгоритмів ідентифікації. З точки зору реалізації таких алгоритмів, враховуючи особливості розповсюдження електромагнітних хвиль у ґрунті, рядом переваг володіють радіолокаційні пристрої, у яких використовуються зондувальні сигнали у полосі частот від 0,1 до 2 ГГц [1 – 3]. Для розробки таких алгоритмів потрібна апріорна інформація про розсіюючі якості шуканих об'єктів у даному діапазоні, яка може бути отриманою за допомогою фізичного або математичного моделювання. Зокрема метод моделювання характеристик розсіювання підповерхневих об'єктів (ПО), заснований на розв'язанні інтегральних рівнянь розроблено у Харківському університеті Повітряних Сил [4 – 6]. За допомогою розробленого методу досліджено характеристики розсіювання мін у металічних і діелектричних корпусах, а також інших ПО.

**Метою статті** є формулювання технічних вимог до перспективної системи виявлення і ідентифікації ВВП у ґрунті та поблизу його поверхні на основі отриманих результатів математичного моделювання у сукупності із чисельними даними фізичних експериментів, а також на основі аналізу сучасних мін різних типів та способів їх застосування.

## Основна частина

### 1. Узагальнена характеристика ВВП, що використовуються арміями країн світу

Арміями різних країн, а також терористичними групами, застосовуються міни різної форми, у металевих і діелектричних корпусах, безкорпусні міни. Застосовуються також міни, електричні і магнітні параметри яких підбираються під конкретний тип ґрунту. Характерні геометричні розміри відомих мін становлять від 5 до 35 см. Міни, як правило, встановлюються на поверхні ґрунту, під шаром дерну або снігу на глибині до 10 см. Однак, матеріали, присвячені локальним війнам і конфліктам минулих трьох десятиліть, свідчать про те, що ПТМ з метою ускладнення їх виявлення можуть встановлюватися на глибину до 70 см і більше. Крім того часто мінуванню підлягають водні перешкоди і прибережна полоса.

Встановлені мінні поля, групи мін, окремі міни і заряди вибухових речовин є основним видом інженерних загороджень у сучасній армії.

У найближчому майбутньому розвиток інженерних боєприпасів (ІБ) будуть визначати наступні фактори [7]:

- необхідність ураження важких броньованих гусеничних і колісних машин в борт на відстанях не менше 150 м;

- можливість ураження повітряних цілей, що діють на малих і гранично малих висотах, бойових і десантних машин, що висаджуються на необладнаний берег чи форсують водні перешкоди;

- розширення можливостей родів військ і видів збройних сил з дистанційного мінування за рахунок застосування касетних бойових частин з мінами до балістичних і крилатих ракет та керованих авіабомб касетного типу;

- застосування осколкових ППМ, що мають високу ефективність дії, спільно з мінами інших типів з метою ускладнення противнику розвідки і подолання встановлених загороджень.

Проведений аналіз свідчить про те, що згідно основних напрямків удосконалення тактики встановлення мінних загороджень у всіх видах бойових дій і розвитку ІБ, ВВП різних типів можуть встановлюватися на поверхні ґрунту, на деякій висоті над його поверхнею і безпосередньо у ґрунт, а також у снігу і воді. При цьому в даний момент на озброєнні армій країн світу стоять ІБ, оснащені електронними при-

ладами дистанційного керування, виявлення і слідування за цілями, різноманітними датчиками.

Таким чином задачу розвідки ВВП можна поділити на наступні:

- розвідка ВВП, оснащених електронними приладами або їх функціональне подавлення;
- виявлення ВВП, які не містять випромінюючих електронних приладів.

### 2. Особливості зондування ВВП, встановлених у ґрунті і поблизу його поверхні

Радіолокатори підповерхневого зондування (РЛПЗ) або георадари дозволяють досить ефективно вирішувати цілий ряд проблем, пов'язаних із дослідженням об'єктів у ґрунті. Даний факт пояснюється доброю проникаючою здатністю електромагнітних хвиль у діапазоні від 0,1 ГГц до 4 ГГц у ґрунті. Використання локатора з ЕОМ (або спецпроцесором) дозволяє застосовувати складні алгоритми обробки прийнятих сигналів для їх ідентифікації.

Виявлення і ідентифікація ПО за допомогою РЛПЗ пов'язані із наступними особливостями:

- 1) сигнал, відбитий міною, маскується відбиттям від поверхні ґрунту. Для кращого виділення корисного сигналу на фоні заважаючого доцільно застосовувати наклонне зондування, або антену розташовувати безпосередньо на поверхні ґрунту;

- 2) ґрунт являє собою неоднорідне дисперсійне середовище із загасанням. Його електрофізичні параметри (діелектрична проникність, питома провідність), які впливають на форму і параметри відбитого сигналу суттєво залежать від типу ґрунту, його вологості і щільності. У зв'язку з цим до складу РЛПЗ повинен входити пристрій оцінювання параметрів ґрунту;

- 3) міни виявляються на фоні інших неоднорідностей ґрунту, що призводить до підвищення рівня хибних тривог. Для зменшення цього рівня виявлення мін необхідно здійснювати одночасно з їх ідентифікацією, для чого застосовуються спеціальні алгоритми обробки [3];

- 4) невеликі відмінності у діелектричних проникностях корпусу пластикової міни (без корпусної міни) і навколишнього ґрунту зумовлюють малу інтенсивність сигналу, відбитого такою міною. Тому РЛПЗ при невеликих габаритах і вазі повинен забезпечувати достатню інтенсивність зондувального сигналу.

Відстань між антенною системою (АС) РЛПЗ і поверхнею ґрунту при розвідці мін може складати від нуля (АС знаходиться безпосередньо на поверхні ґрунту) до одиниць або десятків сантиметрів у переносному варіанті або від сантиметрів до декількох метрів у транспортному варіанті. Глибина встановлення мін у ґрунті як правило складає від одиниць до десятків сантиметрів. У такій ситуації для ефективного виділення сигналу, відбитого міною, на фо-

ні відбиття від поверхні ґрунту необхідно використовувати зондувальні сигнали із розділяючою здатністю по продольній координаті (глибині) порядку одиниць сантиметрів. Враховуючи той факт, що найкращими властивостями щодо розповсюдження у ґрунті володіють електромагнітні хвилі у діапазоні частот від 0,1 до 4 ГГц (відповідні довжини хвиль від 3 м до 7,5 см), для виявлення мін у ґрунті необхідно використовувати надширокосмугові (НШС) сигнали, для яких відношення середньої частоти спектру до його ширини близьке до одиниці [8, 9].

Для підвищення показників якості виявлення і ідентифікації ВВП доцільно використовувати не один, а декілька методів виявлення ВВП. У даний час найбільше розповсюдження знайшли експериментальні системи, у яких поєднується інформація радіолокаційного і індукційного каналів, або радіолокаційного і тепловізійного [1, 2].

Результати досліджень процесу зондування ПО для різних умов, проведених за допомогою розробленої математичної моделі [4 – 6], а також відомі дані натурних експериментів дозволяють сформулювати технічні вимоги до перспективної системи виявлення і ідентифікації ВВП, встановлених у ґрунті і поблизу його поверхні.

### 3. Технічні вимоги до системи виявлення і ідентифікації ВВП у ґрунті і поблизу його поверхні

Технічні вимоги до радіолокаційної системи пред'являються, виходячи з її основного цільового призначення і потрібних тактико-технічних характеристик на підставі компромісних рішень при системному аналізі з урахуванням фізичних, економічних і організаційних обмежень [10]. Звичайно розрізняють три основних типи технічних вимог: електричні, конструктивні і експлуатаційні.

Електричні характеристики передавального пристрою (включаючи передавальну антену):

- діапазон частот і ширина спектру зондувального сигналу. Діапазон частот РЛПЗ визначається електричними характеристиками ґрунтів, а саме зростанням коефіцієнту відбиття від поверхні ґрунту із зменшенням частоти з одного боку і зростанням загасання у ґрунті із збільшенням частоти з другого боку. За результатами теоретичних [3, 6] і експериментальних [1] досліджень потрібний діапазон частот обирається між 0,1 ГГц і 4 ГГц. Крім того діапазон частот і ширина спектру зондувального сигналу визначаються алгоритмами ідентифікації мін різних типів на фоні заважаючих предметів. Результати досліджень [3, 6] свідчать про ефективність застосування алгоритму, що базується на використанні власних резонансних частот ПО в якості характерних ознак ідентифікації [10, 11]. Аналіз отриманих за допомогою математичного моделювання показників якості ідентифікації мін показує,

що для отримання умовної імовірності правильної ідентифікації ПТМ у металевих корпусах не гірше 0,996, необхідно забезпечити ширину спектру сигналу від 0,1 до 1 ГГц. Такий же аналіз сигналів, відбитих пластиковими ППМ показав доцільність розширення спектру до 1,5 ГГц;

- потужність зондувального сигналу (енергетичний потенціал). Потужність зондувального сигналу визначає загасання електромагнітних хвиль діапазону, що розглядається, у ґрунті. Досвід створення РЛПЗ [1] свідчить про те, що при розташуванні АС локатору у безпосередній близькості від поверхні ґрунту (на висотах 0,1 – 3 м) випромінювана потужність повинна складати приблизно 1 – 10 Вт;

- вид модуляції зондувального сигналу і її параметри. Вказані дані свідчать про необхідність застосування НШС сигналів. При створенні радіолокатору виявлення і ідентифікації мін можливими є два підходи: перший – використання короткого потужного імпульсу, який формується із застосуванням методу ударного збудження передавальної антени; другий – використання багаточастотних, ЛЧМ сигналів. Ці два підходи мають свої переваги і недоліки. Використання короткого потужного імпульсу ускладнює отримання необхідної розв'язки між передавальною і приймальною антенами при порівняно простому способі його формування. Використання багаточастотних або ЛЧМ сигналів позбавлено наведеного недоліку, але у той же час формування таких сигналів потребує досить складних високостабільних пристроїв.

Електричні характеристики приймального пристрою (включаючи приймальну антену):

- діапазон частот і ширина смуги перепускання. Приймальний пристрій повинен забезпечити приймання і обробку прийнятих сигналів з мінімальними викривленнями у смузі частот НШС зондувального сигналу. Таким чином приймальний пристрій пристрою повинен забезпечувати якісне приймання сигналу із шириною спектру не менше ніж 1400 МГц у діапазоні від 0,1 ГГц до 1,5 ГГц;

- вид сигналу після демодуляції і його параметри. Для збереження інформації про РЛПО при використанні НШС зондувальних сигналів їх детектування є недоцільним. Обробку прийнятих сигналів необхідно здійснювати на високій частоті. Для реалізації алгоритмів ідентифікації вибухонебезпечних об'єктів прийнятий сигнал, відбитий ПО, подається у вигляді дальнісного (глибинного) портрету [6] і далі піддається кореляційній обробці [3];

- динамічний діапазон. Результати моделювання електромагнітних відгуків мін різних типів, встановлених у ґрунтах з різними параметрами на глибинах від 6 до 45 см [6], дозволяють висунути вимоги до динамічного діапазону приймального пристрою радіолокатору виявлення і ідентифікації ВВП. Даний

параметр повинен складати не менше 60,5 дБ. При передбаченні можливості виявлення вибухонебезпечних об'єктів на більших глибинах або у воді динамічний діапазон приймального пристрою повинен складати величину не менше ніж 90 дБ;

– рівень шумів. Шумові властивості приймального пристрою визначають вимоги до мінімальної потужності розсіяного сигналу на вході підсилювача або до мінімально припустимого відношення потужностей сигналу і шуму. Потужність шуму може бути значною внаслідок великої смуги перепускання і шлях її зменшення полягає лише у використанні підсилювачів з мінімальною шумовою температурою. Сучасним НШС пристроям відповідає потужність шуму на вході приймача  $(0,25 \dots 1) \times 10^{-10}$  Вт, що на 4–5 порядків гірше відповідного показника вузькосмугових РЛС [8]. У зв'язку з цим одним з основних питань побудови НШС локаторів є забезпечення необхідного енергетичного потенціалу.

До конструктивних вимог як до передавально-го, так і до приймального пристроїв відносять:

– габарити, вага, особливості розміщення апаратури. Перелічені вимоги визначає призначення локатору. Можливі два варіанти використання РЛПЗ – при встановленні на транспортному засобі (автомобілі, бронетранспортері, танку) і при використанні військовослужбовцем. Відповідно до цього габарити і вага локатора повинні бути або такими, щоб забезпечити можливість встановлення на транспорті, або такими, що передбачають можливість індивідуального використання оператором. Очевидно при розміщенні на транспорті можливо реалізувати більші дальності виявлення мін і швидку перевірку більших за площиною ділянок місцевості. Очікувана вага радіолокатору при переносному варіанті складає до 10 кг, при встановленні на транспортному засобі – до 100 кг. Габарити локатору в основному визначає АС, яка у переносному варіанті у розгорнутому стані розташовується, наприклад, на телескопічній штанзі у руках оператора, а у варіанті транспортного засобу АС може встановлюватись на даху засобу (на висоті близько 3 м від поверхні ґрунту для підвищення дальності виявлення ВВП) або у передній його частині;

– забезпечення доступу до органів регулювання і до елементів апаратури при їх заміні. Локатор повинен бути простим у використанні і допускати порівняно простий спосіб модернізації (наприклад, поповнення цифрової бази даних мін новими зразками, введення додаткових типів ґрунтів та ін.), має передбачати можливість заміни елементів живлення оператором;

– механічна міцність і вібростійкість. Дані параметри повинні забезпечувати можливість використання радіолокатору у польових умовах при вста-

новленні на зразках наземного озброєння і військової техніки;

– склад комплексу, вид транспортування. Комплекс радіолокатору складають АС, пристрій оцінювання параметрів ґрунту, передавальний, приймальний блоки і блок цифрової обробки та відображення інформації.

Експлуатаційними вимогами є:

– час безперервної роботи при вказаному енергетичному потенціалі може складати близько 8 годин при живленні від акумуляторних батарей. Даний час може бути збільшеним при використанні додаткових елементів живлення у транспортному варіанті;

– кліматичні умови. Елементна база при створенні радіолокатору повинна обиратись такою, щоб забезпечити його функціонування при температурах від  $-40$  °С до  $+60$  °С;

– мінімальна вартість виробництва і експлуатації. Мінімальна вартість виробництва може бути досягнутою за рахунок використання елементної електронної бази вітчизняного виробництва. Експлуатація радіолокатору значних витрат не потребує;

– максимальна безпека для персоналу при виконанні завдань розмінування досягається за рахунок втілення у радіолокаторі спеціальних алгоритмів ідентифікації ВВП, що дозволить зменшити умовні імовірності прийняття хибних рішень при проведенні робіт по розмінуванню. Рівень НВЧ енергії, що випромінюється при функціонуванні радіолокатору, не перевершує припустимі норми.

ВВП, що містять різноманітні датчики та радіоелектронні пристрої, доцільно виявляти за допомогою нелінійних локаторів. Але для досягнення більшої ефективності і рівня безпеки доцільно перед їх застосуванням використати систему, яка за допомогою потужного електромагнітного імпульсу знищить радіоелектронні вузли ВВП шляхом пробоя. Очевидно радіус дії такого пристрою повинен перевищувати дальність виявлення рухомих об'єктів датчиками, якими обладнано боєприпаси, що діють дистанційно, тобто даний радіус повинен складати більше 150 м.

За необхідності швидкої організації проходу у мінно-вибухових загородженнях противника, враховуючи певний час на проведення розвідки, доцільним є використання приладів, що ініціюють спрацювання ВВП у необхідній полосі.

## Висновки

Задача розвідки ВВП умовно поділяється на: розвідку ВВП, оснащених електронними приладами або їх функціональне подавлення і виявлення ВВП, які не містять випромінюючих електронних приладів. Основну увагу приділено вирішенню другої задачі із використанням радіолокаційного методу

зондування. На підставі аналізу характеристик сучасних і перспективних типів мін і способів їх застосування, отриманих результатів математичного моделювання функціонування РЛПЗ виявлення і ідентифікації ВВП в різних умовах, а також відомих даних фізичних випробувань, сформульовано технічні вимоги до перспективної системи виявлення і ідентифікації мін різних типів, встановлених у ґрунті або поблизу його поверхні. Зазначені вимоги повинні уточнюватись разом із отриманням нових даних. Основний інтерес у подальшому становлять дослідження можливості сумісного використання інформації, що дозволяють отримувати радіолокаційні, індукційні, тепловізійні, ультразвукові та інші пристрої для підвищення показників якості виявлення і ідентифікації мін різних типів.

### Список літератури

1. Вопросы подповерхностной радиолокации / под ред. А.Ю. Гринева. – М.: Радиотехника, 2005. – 416 с.
2. LANDMARK Making Land-Mine Detection and Removal Practical. [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <http://www.llnl.gov/str/Azevedo.html>.
3. Сверхближняя радиолокация подповерхностных объектов. Основные направления и перспективы развития / Х.А. Турсунходжаев, О.И. Сухаревский, Г.С. Залевский, Е.А. Пивовар, А.В. Музыченко, К.Б. Феценко // Прикладная радиоэлектроника. – 2002. – Т. 1, № 1. – С. 5-14.
4. Сухаревский О.И. Рассеяние электромагнитных волн подповерхностными объектами резонансных размеров / О.И. Сухаревский, Г.С. Залевский // Радиофизика и радиоастрономия. – 1998. – Т. 3, № 1. – С. 37-42.
5. Сухаревский О.И. Характеристики рассеяния системы подповерхностных радиолокационных объектов резонансных размеров / О.И. Сухаревский, Г.С. Залевский // Электромагнитные волны и электронные системы. – 2001. – Т. 6, № 1. – С. 28-34.
6. Частотные и импульсные отклики подповерхностных объектов / О.И. Сухаревский, Г.С. Залевский, А.В. Музыченко // Радиотехника (Москва). – 2001. – № 6. – С. 6-13.
7. Жуков Н.К. Средства минирования армий стран НАТО / Н.К. Жуков // Зарубежное военное обозрение. – 1990. – № 6. – С. 20-27.
8. Астанин Л.Ю. Основы сверхширокополосных радиолокационных измерений / Л.Ю. Астанин, А.А. Костылев. – М.: Радио и связь, 1989. – 192 с.
9. Лазоренко О.В. Сверхширокополосные сигналы и процессы / О.В. Лазоренко, Л.Ф. Черногор. – Х.: ХНУ, 2009. – 576 с.
10. Чжань Л.Ч. Определение характеристик подповерхностных радиолокационных объектов / Л.Ч. Чжань, Д.Л. Моффэтт, Л. Питерс // ТИИЭР. – 1979. – Т. 67, № 7. – С. 18-29.
11. Панько С.П. Сверхширокополосная радиолокация / С.П. Панько // Зарубежная радиоэлектроника. – 1991. – № 1. – С. 106-114.
12. Теория и техника генерирования, излучения и приема радиолокационных сигналов / под ред. Ю.Н. Седышева. – Х.: ВИРТА, 1986. – 650 с.

Надійшла до редколегії 25.05.2011

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Г. В. Єрмаков, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.

### ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СИСТЕМЕ ОБНАРУЖЕНИЯ И ИДЕНТИФИКАЦИИ ВЗРЫВООПАСНЫХ ОБЪЕКТОВ В ПОЧВЕ И ВБЛИЗИ ЕЕ ПОВЕРХНОСТИ

Г.С. Залевский

Проанализированы характеристики и способы применения современных и перспективных типов мин и других взрывоопасных устройств (ВОУ) в войнах и локальных конфликтах последних десятилетий, а также особенности операций по разминированию и современные методы обнаружения объектов в ґрунті и вблизи его поверхности, основанные на различных физических принципах. Основное внимание уделено радиолокационному методу, который по информативности имеет ряд преимуществ при обнаружении указанных объектов. Показано, что для уменьшения вероятностей принятия ложных решений при обнаружении и идентификации ВОУ необходимо реализовывать алгоритмы обработки принятых сигналов, в которых используется априорная информация о рассеивающих свойствах объектов локализации. Обсуждаются технические требования к перспективной системе обнаружения и идентификации ВОУ, установленные в ґрунті или вблизи его поверхности.

**Ключевые слова:** методы обработки радиолокационных сигналов, обнаружение и идентификация подповерхностных объектов, противотанковые и противопехотные мины, радиолокатор подповерхностного зондирования, характеристики рассеяния подповерхностных объектов.

### TECHNICAL DEMANDS FOR THE SYSTEM OF DETECTION AND IDENTIFICATION OF THE EXPLOSIVE OBJECTS IN THE GROUND AND CLOSE TO ITS SURFACE

G.S. Zalevsky

Characteristics and methods of application of modern and perspective types of mines and other explosive devices (ED) in wars and local conflicts of last decades, also demining peculiarities and modern methods of detection of the objects in the ground and close to its surface based on different physical principles were analyzed. Main attention was focused to ground penetrating radars, which are more informative for considered object detection. It was shown that for decreasing of false decision making probabilities during the ED detection and identification it is necessary realization of received signal processing algorithms in which a priori information about scattering properties of detected objects is used. Technical demands for perspective system of detection and identification of ED located in the ground or close to its surface.

**Keywords:** methods of radar signal processing, detection and identification of subsurface objects, antitank and antipersonnel mines, ground penetration radar, scattering characteristics of subsurface objects.