

УДК 621.396.963.8

**Г. Г. КАМАЛТИНОВ**, кандидат технічних наук,**С. В. КУКОБКО**, кандидат технічних наук,**О. С. МАЛЯРЕНКО**, кандидат технічних наук*(Науковий центр Повітряних Сил Харківського національного університету Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, м. Харків),***П. І. КІСЕЛЬ**, кандидат технічних наук*(Центральний науково-дослідний інститут озброєння та військової техніки Збройних Сил України, м. Київ)*

## Впізнання об'єктів на полі бою. Аналіз світового досвіду

*Проведено аналіз сучасних способів і засобів упізнання об'єктів на полі бою за напрямками (лініями) "земля – земля" та "літак – земля" з використанням відомостей автоматичної радіопередачі даних про свої війська та апаратури впізнання цілей на полі бою за принципом "запит-відповідь", яким приділяється найбільша увага у світі. Розглядаються принципи побудови та функціонування засобів упізнання на полі бою, їх тактико-технічні характеристики. Висвітлено досвід промисловості України з розробки засобів упізнання на полі бою.*

*Проведен анализ современных систем и средств опознавания объектов на поле боя в линиях "земля – земля" и "самолет – земля" по информации автоматической радиопередачи данных о своих войсках с помощью радиометок и аппаратурой опознавания целей на поле боя по принципу "запрос-ответ", которым уделяется наибольшее внимание в мире. Рассматриваются принципы построения и функционирования систем и средств опознавания на поле боя, их достигнутые тактико-технические характеристики. Освещен опыт промышленности Украины в разработке средств опознавания на поле боя.*

З ростом значимості дій у сучасних війнах окремих зразків озброєння та військової техніки (ОВТ) і суб'єктів збройної боротьби проблемними стають питання їх взаємного впізнання на полі бою. Створені в останні десятиліття системи радіолокаційного впізнання повітряних і надводних об'єктів (Мк ХА, Мк ХІІ, «Пароль») успішно застосовуються за призначенням [1–6], але вони не забезпечують вирішення задач впізнання на полі бою. Впізнання на полі бою має визначати насамперед приналежність об'єктів у напрямках (лініях): «земля – земля» та «літак – земля». Вважається за доцільне на підставі аналізу наявного досвіду зі створення та застосування засобів упізнання на полі бою в провідних країнах світу визначити раціональні напрями реалізації аналогічної за призначенням вітчизняної системи..

Питанням обґрунтування необхідності створення засобів упізнання на полі бою, аналізу результатів створення та випробувань систем та засобів упізнання військ (сил), зразків ОВТ і навіть окремого солдата, у тому числі використання цих засобів у складі перспективних комплексів індивідуального оснащення військовослужбовців присвячено ряд публікацій, наприклад, [1–6]. Проведено систематизація та аналіз сучасних поглядів і досягнень щодо напрямів розвитку способів і засобів упізнання на полі бою.

**Загальні проблеми взаємного впізнання наземних та повітряних сил і засобів.** Випадки так званого «дружнього вогню» – завдання ударів по своїх або союзницьких силах, ударів по так званій «нейтральній стороні» (цивільному населенню) – траплялися в усіх війнах, у тому числі в локальних останніх десятиліттях. За даними керівництва армії США, під час операції «Буря в пустелі» із знищених 20 БМП і 9 танків були обстріляні «своїми» 17 БМП і 7 танків [1, 2]. Під час вводу військ в Грузію в 2008 році російські штурмовики обстрілювали свої (російські) наземні колони, а останні стріляли у відповідь [2]. Зі зміною характеру війн та розвитком озброєння (підвищенням дальності застосування) спостерігається зростання відносної кількості втрат від «дружнього вогню». Якщо такі втрати в першу та другу світові війни складали від 10% до 15%, то у війні в Іраку – до 80% [3]. Необхідно зазначити, що у світових війнах сили протиборчих сторін були приблизно рівними, війна в Іраку – війна сильного проти слабого, тому така велика частина втрат сильного від «дружнього вогню».

Крім втрат від так званого «братовбивства» (Fratricide) та загибелі цивільного населення (Neutricide) канадські експерти додають ще втрати від «чужих» через їх неправильне впізнання і помилкове віднесення до «своїх». Як наслідки всіх помилок у [3] відзначають:

- втрати та ушкодження ОВТ;
- перевитрату часу, зусиль і боєприпасів;
- падіння згуртованості та бойового духу військ;
- втрату довіри до вищого військового керівництва;
- падіння ефективності дій підрозділів аж до зриву операцій;
- надмірну обережність або надмірний ризик;

зростання невпевненості та втрату ініціативи командирів;

сумніви щодо проведення операції в умовах обмеженої видимості;

втрату прихильності цивільного населення;  
політичні наслідки невдач.

Усі випадки «дружнього вогню» були обумовлені відсутністю надійного взаємного впізнання військ, що й досі залишається проблемою для збройних формувань країн світу [1–5]. У зв'язку з ростом застосування і небезпечності тактичних БПЛА останнім часом усе більше фахівців вважають за необхідне організацію такої лінії впізнання «земля – БПЛА».

На нашу думку, серед основних причин проблем надійного впізнання наземних і повітряних сил (об'єктів) на полі бою слід назвати:

а) перевищення дистанції застосування сучасної зброї дальності візуального впізнання, у тому числі з використанням оптичних засобів;

б) відсутність технічних всепогодних засобів упізнання, які б забезпечували надійне впізнання на відстанях, що перевищують дальності застосування зброї, в будь-який час доби (основна причина);

в) схожість зовнішніх обрисів однотипних ОБТ протидіючих сторін, що ускладнює (унеможлиблює) їх впізнання, особливо в умовах ретельного маскування ОБТ на місцевості, штучного викривлення контрастності сигналів та дефіциту часу для впізнання;

г) дані оповіщення про розташування та дії наземних і повітряних сил швидко застарівають, а також можуть стати недоступними для розвідки противної сторони;

д) переговори під час упізнання із застосуванням засобів радіозв'язку потребують багато часу, дані переговорів можуть стати недоступними засобом радіо- та радіотехнічної розвідки, до того ж наземні й повітряні сили не завжди оснащені сумісними засобами зв'язку;

е) використання вогнів, кольорових димів та інших подібних засобів позначення «своїх» демаскує і вони легко піддаються відтворенню противною стороною;

ж) використання інфрачервоних маркерів (світлодіодів, ліхтарів, прожекторів, позначення спеціальною фарбою, що відбиває інфрачервоне опромінювання), інфрачервоного електронно-оптичного обладнання ефективно лише вночі;

з) людський фактор – помилкові дії (особливо в стресовій ситуації), недисциплінованість, недостатня навченість тощо.

Очевидно, що наведена вище багатфакторність проблем упізнання на полі бою утруднює визначення та аналіз можливих напрямів формування відповідної досконалої системи для Збройних Сил України.

**Сучасні напрями розвитку способів і засобів упізнання на полі бою.** Після війни в Іраку активізувались роботи щодо розробки та (або) впровадження систем взаємного впізнання на полі бою. Наприклад, у США почали створювати Battlefield Combat Identification System (BCIS). У багатьох країнах на державному рівні створені програми розвитку таких систем та організаційні структури, що відповідають за реалізацію

програм. Випускається щорічний бюлетень [6], у якому військові фахівці та представники промисловості повідомляють про досягнуті напрацювання, основний зміст та хід виконання відповідних програм, можливості перспективних засобів та їх окремих складових, результати розробок зразків та їх випробувань.

Серед численних способів (і засобів) упізнання найбільш ефективними вважаються такі:

впізнання, що базується на засобах автоматичної радіопередачі даних про свої війська (Radio Based Combat Identification – RBCI);

впізнання за допомогою радіоміток (Radio Frequency Identification tags – RF tags);

впізнання цілей на полі бою (Battlefield Target Identification Device – BTID).

Розглянемо означені системи.

**Система RBCI**, яку ще називають Battlefield Force Tracking System (BFTS), або Blu-Force Tracking (BFT) System, будується на мережецентричних принципах. У RBCI дані про місцезнаходження наземних сил, що отримуються за допомогою системи GPS, передаються самими об'єктами (силами) з дискретністю 5 хв через засоби супутникового зв'язку або в мережі УКХ зв'язку зацікавленим споживачам, у тому числі літакам штурмової авіації, артилерійським пунктам управління, іншим вогневим засобам [2, 4, 6], рис. 1.

В активному режимі радіостанція-запитувач передає від комп'ютера координати області, в якій виявлені війська або ОБТ, і вимогу щодо позначення себе. Об'єкти, що знаходяться у цій області, порівнюють координатну інформацію в запиті зі своїм положенням і радіостанція-відповідач передає свої точні координати та ознаку належності до «своїх». Обмін здійснюється в закритих каналах зв'язку [9].

Координати об'єкта впізнання (дистанція, напрямок) можуть визначатися, наприклад, за допомогою лазерного далекоміра, їх обчисленням на основі одержаних за допомогою GPS даних тощо.

Суттєвою перевагою системи RBCI над іншими є відсутність необхідності прямої видимості між «стріляючим» і об'єктом впізнання. Літаки, кораблі (як на рис. 1) або ракетно-артилерійські системи перед стрільбою (по закритих цілях, площах) мають можливість перевірки відсутності серед цілей «своїх». Система зберігає функціональну стійкість у русі та при розсіюванні мобільних сил на місцевості.



Рис. 1. Принцип впізнання на полі бою в системі RBCI

До недоліків RBCI відносять:

необхідність облаштування складного в геофізичному відношенні театру бойових дій ретрансляторами сигналів зв'язку;

старіння даних за умов швидкого переміщення об'єктів;

система функціонує в повному обсязі при відсутності радіоелектронної протидії засобам зв'язку та приймачам сигналів GPS;

реалізація системи потребує застосування засобів автоматичного зв'язку з криптографічним захистом каналів, комп'ютерного обладнання та спеціального програмного забезпечення керування, обробки та подання результатів упізнання.

Слід зазначити, що система BFT успішно використовувалася коаліцією союзних військ під час проведення воєнної операції "Буря в пустелі". Для цього США надали "синім" (силам коаліції) обладнання впізнання для оснащення більш ніж 2000 одиниць техніки.

**Упізнання за допомогою радіоміток** або радіомаркерів (RF tags) побудовано за такими ж принципами, що й застосування поширених радіоміток (маркерів), що використовують для контролю переміщення транспортних засобів або товарів, доступу персоналу в приміщення (електронні перепустки), пропуску пасажирів у метро. У військовій справі мітки забезпечують впізнання ОБТ та людини. Упізнання базується на запиті-відповіді. Мітка, що містить антену та мікросхему, приймає сигнал запиту і відповідає встановленим кодом, який може нести різноманітну інформацію. Існують пасивні, напівактивні та активні мітки.

Пасивні мітки живляться енергією, що випромінює запитувач. Відповідь формується шляхом модуляції відбитого сигналу запиту. Активні мітки мають власне джерело живлення, можуть генерувати сигнали відповіді більшої потужності, ніж пасивні, забезпечують значно більшу дальність дії, в тому числі за умов екранування лінії впізнання людиною, рослинністю, спорудами, металевими конструкціями тощо.

Напівактивні мітки за принципом дії аналогічні пасивним, але мають батарею живлення. Їх дальність дії обмежена лише еквівалентною чутливістю приймального пристрою запитувача.

Мітки загального призначення функціонують в діапазонах радіохвиль L (860...960 МГц) та S (2,4...2,5 ГГц). Дальність упізнання міток загального призначення в залежності від конкретного призначення, типу та діапазону радіохвиль складає від 30 см до 300 м. На навчаннях НАТО «Operation Urgent Quest» була перевірена можливість застосування міток, що запитувались сигналами літакового радіолокатора в 3-сантиметровому діапазоні. Активні мітки, що жилились чотирма стандартними батарейками типу AA, спостерігались на дальностях понад 40 км. Радіомітки розглядаються як єдиний засіб упізнання людини, малочисельних підрозділів. При цьому слід пам'ятати, що існують об'єктивні обмеження щодо завадозахищеності радіоміток.

При використанні активних міток та їх запитувачів для впізнання окремих зразків ОБТ вони фактично

повинні відтворювати аналогічне обладнання систем BTID.

Українським аналогом радіоміток упізнання є аварійний відповідач «Муссон-502», що визначає місцезнаходження об'єктів, які терплять лихо. Відповідач випромінює сигнал при прийманні зондувального сигналу РЛС 3-сантиметрового діапазону [10]. Сигнал відповіді – імпульс тривалістю 100 мкс з 12 періодами частотної модуляції в діапазоні (9200...9500)±60 МГц. На екрані РЛС сигнал відповідача відображається у вигляді серії дуг або пунктирної лінії, що виходить з точки місцезнаходження об'єкта. Дальність виявлення об'єкта з відповідачем літаковими РЛС з висоти 1 км – 55,6 км. Маса відповідача з кронштейном для кріплення – 1,7 кг.

Найбільш поширеними в теперішній час є **системи BTID**, що призначені для впізнання ОБТ у форматі «друг-невідомий». Сутність його не відрізняється від загального впізнання системи IFF (Identification Friend or Foe – упізнання "друг-ворог") Mk XII. Термін "друг-невідомий" був введений у військову практику з оглядом на те, що об'єкт упізнання, який не відповідає на запит, не обов'язково є ворожим об'єктом.

BTID є подальшим вдосконаленням системи BCIS [11]. Вимоги до апаратури BTID були визначені за стандартом STANAG 4579 [12], що був прийнятий в 2001 році. Система BTID побудована за принципом «запит-відповідь». Запит може здійснюватися в X-діапазоні (коротка частина сантиметрового діапазону – 2...3 см), або в міліметровому (Ka-діапазоні), а також в оптичному діапазоні (лазерним пристроєм). Відповідь випромінюється в міліметровому, сантиметровому діапазоні або в дециметровому – на частоті відповіді системи Mk XII. Для забезпечення імітостійкості впізнання формування та обробка сигналів можуть здійснюватись з використанням криптографічного обладнання. В інтересах прихованості (низької імовірності перехоплення і виявлення – Low Probability of Intercept and Low Probability of Detection) використовуються сигнали з широким спектром.

Конструктивно апаратура виконується окремими блоками для забезпечення багатоваріантності розміщення системи. Вогневі засоби (танки, ударні вертольоти, штурмовики і т. д.) обладнуються запитувачами або запитувачами-відповідачами. Інша військова техніка обладнується відповідачами. Апаратура впізнання функціонально пов'язується з апаратурою керування вогнем або із загальносистемним комп'ютерним обладнанням [8, 9, 11]. У деяких країнах апаратура BTID інтегрується з лазерними пристроями впізнання окремого солдата – Dismounted Soldier Identification Device (DSID).

Антену запитувача може бути жорстко прив'язано до напрямку ствола (прицілу) або рухатись автономно, що дозволяє впізнавати об'єкти, які виявлені поза напрямком (сектором) прицілювання. Вмикання впізнання здійснюється автоматично центральною апаратурою керування або (наприклад, на танках) органом вмикання лазерного далекоміра, або вручну оператором (стрільцем).

Прикладом реалізації BTID є комплекти апаратури запитувач-відповідач AN/VSX-4 (рис. 2) та відповідач AN/VSC-9 виробництва США.



Рис. 2. Встановлення запитувача-відповідача AN/VSX-4 на танку M-1 «Abrams»



Рис. 3. Встановлення підвісного контейнера апаратури VTID компанії «Raytheon» на літаку F/A-18

Система VTID створювалась для зниження ризику ураження своїх сил, у тому числі в несприятливих умовах навколишнього середовища [11]. Впізнання (запит і відповідь) здійснюється на частоті 38 ГГц. Дальність упізнання – до 5500 м в лінії «земля – земля» і до 8000 м в лінії «повітря – земля». Сигнали запиту випромінюються в секторі  $\pm 1,3^\circ$ . Результат упізнання виводиться на приціл. Відповідач «обслуговує» простір  $360^\circ$  по азимуту, від мінус  $10^\circ$  до  $45^\circ$  по куту місця.

Імітостійкість забезпечується криптоалгоритмом. Для введення ключів використовується пристрій AN/SYZ-10 (C) (один на батальйон). Ключові елементи зберігаються в батальйонній або бригадній ланці.

Компанії «Raytheon» (США) і «Thales» (Франція) розробили і перевірили свою апаратуру VTID в лінії «повітря – земля» для впізнання наземних сил. Під час навчань «Operation Bold Quest» (рис. 3) було показано ефективне розділення «своїх» і «чужих» об'єктів за допомогою системи в умовах інтенсивної забудови, поганої погоди і малої видимості. Під час навчань НАТО «Operation Urgent Quest» бортова апаратура VTID, що була встановлена на літаку «Harrier», забезпечила впізнання наземних об'єктів на дальностях до 20 км.

Іспанія стала четвертою державою після США, Великобританії та Франції, які мають власні системи впізнання на полі бою [13]. Іспанська фірма «Indra» почала розробку апаратури VTID у 2003 році в рамках програми AMIGOS (Advanced Military Identification

for Ground Operational Systems) і після успішних випробувань у 2008 році на власному полігоні провела в 2011 році також випробування на сумісність з апаратурою інших країн на багатонаціональних навчаннях «Bold Quest '11». На рис. 4, а показаний комплект іспанської апаратури (збільшено – панель керування та індикації), на рис. 4, б – встановлення відповідача на автомобілі (демонстраційний варіант).

Слід звернути увагу, що в Україні ще наприкінці 80-х – початку 90-х років минулого століття була проведена розробка засобів упізнання на полі бою (Львівський науково-дослідний радіотехнічний інститут, ДКР «Анчар»), що за принципами побудови та застосування можна віднести до апаратури типу VTID. У каналі запиту використовувався міліметровий діапазон радіохвиль, у каналі відповіді – VII діапазон системи «Пароль». Дослідні зразки основних складових виробу «Анчар» були виготовлені й випробувані, але ДКР завершити не вдалося.

Перевагою системи VTID з використанням принципів побудови виробу «Анчар» (відповідь у VII діапазоні) є те, що за умови доповнення його приймачем та декодером VII діапазону він може одночасно замінити відповідач типу 1Л26. Тим самим додатково буде забезпечено упізнання в лінії «літак – земля» існуючими літаковими запитувачами системи «Пароль» 6231, якими оснащуються штурмовики та бомбардувальники Повітряних Сил України.



Рис. 4. Апаратура VTID фірми «Indra»

Відзначимо спроби застосування елементів існуючої системи радіолокаційного впізнання, що в англомовній літературі позначають IFF, в лінії “літак – земля” для впізнання наземних об’єктів. У системі радіолокаційного впізнання НАТО Mk XA (Mk XII) відсутні режими або спеціальні сигнали (коди) упізнання наземних об’єктів, як в системі “Пароль” [14]. Режими або сигнали окремого впізнання надводних об’єктів теж відсутні, однак встановлення запитувачів і відповідачів на надводних об’єктах здійснюється [15]. Розміщення відповідачів Mk XA (Mk XII) на наземних об’єктах не передбачалось стандартами [14, 15] і практично не здійснювалось, хоча в огляді [3] згадуються спроби США помічати свої наземні сили у В’єтнамі за допомогою відповідачів Mk XA. Французька фірма «Thales» у розвиток цієї теми розробила систему “Phoenix-2”, що позначила як реверсну версію літакової апаратури Mk XA [16]. На штурмовиках розміщуються запитувачі, на наземних об’єктах – відповідачі. Апаратура спряжена з оглядово-прицілним комплексом і навігаційною системою літака. Запитувач має також вихід на систему BFT. Результати навчань показали прийнятність такого рішення.

Нагадаємо ще раз, що в системі “Пароль” передбачені лінії впізнання “літак – земля” та “корабель – земля” з використанням спеціальних кодів у I та III режимах VII діапазону [7]. У військах, однак, відсутні наземні відповідачі типу 1J26, що не дозволяє реалізувати наявні можливості системи.

#### Висновки:

1. Серед відомих варіантів побудови систем впізнання об’єктів на полі бою найбільш поширеними і ефективними є системи типу BTID. Вони розбудовуються у відповідності до вимог сучасних міждержавних регламентів (STANAG) з використанням перспективних радіоелектронних пристроїв сантиметрового й міліметрового діапазонів радіохвиль – в каналі запиту, та міліметрового, сантиметрового й дециметрового діапазонів – в каналі відповіді, ширококугових радіосигналів, криптографічного обладнання та спеціальних засобів оброблення й візуалізації отриманої інформації.

2. За результатами аналізу світового досвіду створення систем BTID Україна свого часу випереджала в цьому напрямі майже всі країни світу. Сучасний рівень розвитку вітчизняної спеціальної радіоелектроніки можна вважати достатнім для державної підтримки розробки національної системи впізнання на полі бою. Найбільш раціональним вбачається шлях розроблення такої системи спільно з однією з країн – членів НАТО.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Политов, И. Системы опознавания «свой-чужой» ОБТ «Абрамс» и БМП «Брэдли» [Текст] / И. Политов // Зарубежное военное обозрение.– 2001. – № 7.
2. Антонец, Г. Г. Как искоренить «дружественный огонь» [Текст] / Г. Г. Антонец, А. Г. Куликов // Воздушно-космическая оборона. – 18.02.2011.
3. David J. Bryant, David G. Smith Comparison of Identify-Friend-Foe and Blue-Force Tracking Decision Support for Combat Identification: Technical Report. – Toronto: Defence R&D Canada, 2011 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a538388.pdf>.
4. Опознавание объектов на поле боя [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.dogswar.ru/armii-mira/vooryjenie/592-opoznavanie-obektov-na-pole-bo.html>.
5. Как защищаются от «дружественного огня»? [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.popmech.ru/weapon/15054-zashchita-ot-druzey/#full>.
6. Combat Identification Bulletin «Working Together to Prevent Friendly Fire», January 2004. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.globalsecurity.org/military/library/report/2004/040100btid.pdf>.
7. Маляренко, А. С. Системы вторичной радиолокации для управления воздушным движением и государственного радиолокационного опознавания [Текст] : справ. / А. С. Маляренко. – Харьков: ХУВС, 2007.– 78 с.
8. Знаем наших // Коммерсантъ Business Guide – № 75. – 17.12.2014 [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.kommersant.ru/private/pdoc?docid=2630171>.
9. Digital Battlespace Handbook 2007-08 : The concise global industry guide [Text]. – The Shephard Press Ltd, 2007.
10. Ответчик радиолокационный «Муссон-502» [Текст] : формуляр. – АРЦ2.005.000 ФО.
11. Battlefield Combat Identification System (BCIS) [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.globalsecurity.org/military/systems/ground/bcis.htm>.
12. STANAG 4579 (Ed. 1) Battlefield target identification devices (BTIDS) [Text].
13. Boletin de Observacion Tecnologica en Defensa.–№ 33, 4 Trimestre 2011 [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.tecnologiaeinnovacion.defensa.gob.es/Lists/Publicaciones/Attachments/4/boletinn33.pdf>.
14. STANAG 4193 (Edition 2) Technical characteristics of IFF Mk-XA and Mk-XII interrogators and transponders [Text]. Part I: General description of the system (Технічні характеристики запитувачів та відповідачів систем впізнання «свій-чужий» Mk-XA та Mk-XII. Ч. I. Загальний опис систем). – Bruxelles: Military Agency for Standardization, 1990.
15. STANAG 4193 Technical Characteristics of IFF Mk XA and Mk XII [Text]. Part III: IFF Installed System Characteristics. (Технічні характеристики запитувачів та відповідачів систем впізнання свій-чужий Mk-XA та Mk-XII. Ч. III. Установочні характеристики засобів упізнання). – Bruxelles: Military Agency for Standardization, 1990.
16. Титков, О. Защита от друзей [Текст] / О. Титков // Популярная механика. – 2013.– № 12 (134).

**Рецензент С. В. Лапицький**, д-р техн. наук, проф. (Центральний науково-дослідний інститут озброєння та військової техніки Збройних Сил України, м. Київ)