

Р.В. КОЧАН, Б.Р. ТРЕМБАЧ
Національний університет “Львівська політехніка”
Р.Б. ТРЕМБАЧ
Тернопільський національний економічний університет

КОНЦЕПЦІЯ РОЗПОДІЛЕНОЇ АВТОМАТИЧНОЇ СИСТЕМИ ЗВУКОВОЇ АРТИЛЕРІЙСЬКОЇ РОЗВІДКИ НА БАЗІ СТІЛЬНИКОВОГО ЗВ’ЯЗКУ

Проаналізовано недоліки засобів звукової розвідки збройних сил України. Синтезовано структуру та функції основних компонентів розподіленої автоматизованої системи звукової артилерійської розвідки та обґрунтовано доцільність їхньої реалізації на базі терміналів стільникового зв’язку. Розроблено тестову програму для дослідження основних принципів звукової розвідки.

Ключові слова: звукова розвідка, мобільні пристрої.

R.V. KOCHAN, B.R. TREMBACH
National University “Lviv polytechnic”
R.B. TREMBACH
Ternopil National Economic University

THE CONCEPT OF A DISTRIBUTED SOUND SYSTEM OF AUTOMATIC ARTILLERY INTELLIGENCE-BASED CELLULAR COMMUNICATION

Analyzed the shortcomings means sound intelligence Armed Forces of Ukraine. Synthesized structure and functions of the main components of a distributed sound system automated artillery reconnaissance and expediency of their realization at the cellular terminals. Developed test program to study the basic principles of sound exploration.

Keywords: sound intelligence, mobile devices.

Вступ

Звукова розвідка є складовою частиною та одним із видів артилерійської розвідки. Методи і прилади, які застосовуються у звуковій розвідці, дозволяють визначати координати місцезнаходження артилерійських і мінометних батерей противника за звуком їхніх пострілів, а також коригувати вогонь своєї артилерії визначаючи місця фактичного влучення снарядів і мін за звуком їх вибухів.

Аналіз останніх досліджень та публікацій

У 1909 році Бенуа М.О. створив зразок звукометричної станції і розробив метод роботи звукової розвідки, який увійшов в історію як метод “різниці часу. У 1930 році радянські конструктори А.І.Данилевський і А.В.Євтюхов створили звукометричну станцію ДС-30. У подальшому на озброєння підрозділів звукової розвідки надійшла більш сучасна станція СЧЗ-36. Після зміни системи синхронізації станція стала називатися СЧЗМ-36 [1, 2].

Особливо бурхливого розвитку техніка звукометрії набула у 70–90-х роках ХХ ст. На озброєння надійшли нові автоматизовані звукометричні комплекси АЗК-5 та АЗК-7. Власне ці комплекси і є основою звукової артилерійської розвідки збройних сил України. Їхнім недоліком є відносно малий радіус дії, який для артилерійських гармат не перевищує 20 км, а для мінометів – 8 км [3], що не дозволяє виявляти цілі, які працюють на максимальну дистанцію. Крім того, точність визначення координат цілей є досить низькою і для надійного ураження необхідно їх уточнювати з допомогою інших засобів розвідки. Швидкодія цих комплексів, а також засобів їхнього зв’язку не дозволяє ефективно протидіяти ворожій артилерії, особливо самохідній.

Українські військові спеціалісти, науковці, інженери та конструктори розробили сучасний автоматизований звукометричний комплекс розвідки “Положення-2”, який пройшов випробування і показав значно кращі результати та можливості, ніж існуючі нині на озброєнні АЗК-5 та АЗК-7. Автоматизований звукометричний комплекс розвідки „Положення-2” оснащений ЕОМ, елементна база якого дає можливість швидко визначати координати артилерійських і мінометних батерей з високою точністю. Точність визначення координат на 15–20% вища, ніж у АЗК-5 та АЗК-7. Координати цілей, виявлених комплексом “Положення-2”, одночасно відображаються на моніторі ЕОМ оператора і цифровому планшеті ЕОМ командира в реальному масштабі часу [4]. Однак кількість цих комплексів є недостатньою.

Організаційно підрозділи, що забезпечують звукову артилерійську розвідку – взводи звукової розвідки входять до складу батареї управління та артилерійської розвідки бригадних артилерійських груп та артилерійських дивізіонів і діють вони, перш за все, в їхніх інтересах [3]. Що, в умовах обмеженої кількості, не дозволяє вести розвідку всієї лінії зіткнення навіть на обмеженому театрі військових дій, а в умовах недостатньої координації між різними підрозділами робить їх слабо ефективним видом розвідки. Тому, розробка та впровадження ефективних засобів звукової розвідки, які забезпечують повною, адекватною, своєчасною та достовірною розвідувальною інформацією всі задіяні підрозділи є актуальною науково-технічною задачею.

Завдання і мета дослідження

Метою даної роботи є розглянути принципи побудови розподіленої системи звукової розвідки, що базується на мережі звукоприймачів з автоматичною ресстрацією, опрацюванням та обміном інформацією про акустичну обстановку в радіусі дії.

Особливості звукової артилерійської розвідки. Головним завданнями звукової артилерійської розвідки є:

- визначення координат батарей (гармат), мінометів наземної артилерії, зенітної артилерії та реактивних систем залпового вогню за звуком їх пострілів;
- корекція результатів стрільби артилерії за звуком вибухів снарядів та мін.

Перевагами цього виду розвідки є:

- незалежність від умов видимості, завдяки чому розвідка та обслуговування стрільби за звуком можливі вночі, у туман, під час задимлення;
- слабка залежність від рельєфу місцевості та місцевих предметів, що дозволяє проводити розвідку в умовах лісової та пересіченої місцевості, а також у горах;
- відсутність демаскувальних ознак, що перешкоджає виявленню підрозділів звукової розвідки противником;
- можливість приховано вести розвідку безперервно впродовж тривалого часу.

Недоліками звукової розвідки є:

- чутливість до звукових завад, створених стрілецькою зброєю та технікою, перш за все авіаційною;
- чутливість до умов поширення звукових хвиль в атмосфері;
- залежність від щільності вогню артилерії.

Знання переваг та недоліків звукової розвідки дозволяє ефективно застосовувати підрозділи звукової розвідки в бою [1, 3].

Виклад основного матеріалу

Принцип роботи системи звукової артилерійської розвідки. Визначення координат цілей в звуковій розвідці здійснюється за звуком їх пострілів та вибухів, які реєструються звукоприймачами, розміщеними на певній відстані між собою. Пара звукоприймачів утворює акустичну базу, що дозволяє визначати напрям на ціль. Принцип роботи акустичної бази схематично представлено на рис. 1. В точках А та В знаходяться звукоприймачі, відстань відрізка АВ називають довжиною акустичної бази. Нехай в точці О знаходиться ціль, що виявила себе звуком пострілу, тоді від неї у всіх напрямках зі швидкістю розповсюдження звуку розповсюджуються акустичні хвилі, які пройшовши шлях S1 реєструються звукоприймачем в точці А, а пройшовши шлях S2 – в В. Тоді справджується співвідношення

$$\begin{cases} S1 = c \times t1 \\ S2 = c \times t2 \end{cases} \quad (1)$$

де c – швидкість розповсюдження звуку у атмосфері, $t1$ та $t2$ – часи проходження акустичних хвиль відстані $S1$ та $S2$ відповідно.

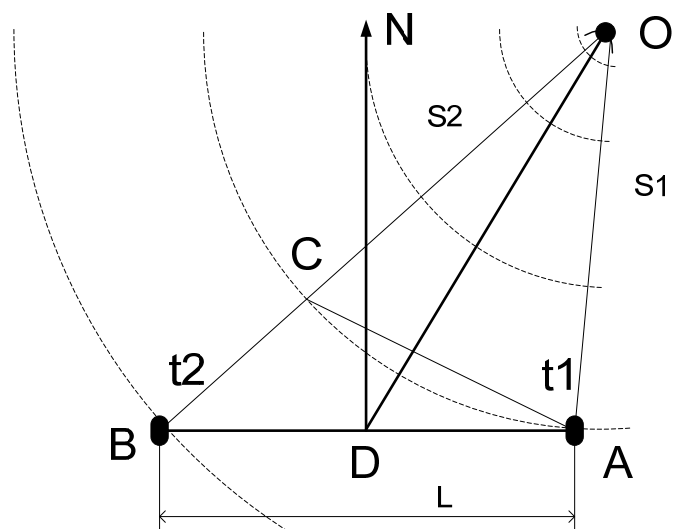


Рис. 1. Схема розташування елементів акустичної бази

Нехай точка С лежить на відрізку BO так, що довжина відрізка CO рівна довжині відрізка AO, тобто звук пострілу одночасно реєструється в точках А та С, а точки D та N розташовані таким чином, що довжина відрізків BD та DA рівні (точка D лежить посередині відрізка AB), а кут NDA є прямим (відрізок DN є нормаллю до відрізка AB, який в артилерії прийнято називати директрисою акустичної бази). Якщо довжина відрізка АВ значно менша від довжин відрізків AO та BO то значення кута АСВ прямує до 90⁰ [1].

В такому випадку відрізки BC та CA – катети прямокутного трикутника ABC, а відрізок BA – його гіпотенуза. Кут NDO рівний куту CAB і для нього справеджується

$$\sin(CAB) = \sin(NDO) = \frac{BC}{BA} = \frac{(t_2 - t_1) \times C}{L} = \frac{\Delta t \times C}{L} \quad (2)$$

де Δt – різниця часу реєстрації звуку пострілу двома звукоприймачами, L – довжина акустичної бази.

Таким чином вихідними даними при розрахунку напрямку на ціль є різниця часу реєстрації звуку між двома звукоприймачами, відстань між ними, та орієнтація акустичної бази на місцевості. Для визначення координати цілі необхідно визначити напрямки на ціль із, як мінімум, двох акустичних баз. При чому, один і той самий звукоприймач може входити в склад декількох акустичних баз.

Розподілена автоматична система звукової розвідки. Для усунення вказаних недоліків системи звукової розвідки збройних сил України пропонується розробити розподілену автоматичну систему, яка складається з множини автономних звукоприймачів – сенсорів розміщених на місцевості, підключених з допомогою безпроводних каналів зв'язку до сервера цієї системи. Сенсори забезпечують автоматичну реєстрацію, опрацювання та передавання інформації про акустичну обстановку в радіусі своєї дії. Сервер забезпечує збір інформації від сенсорів, її опрацювання та відображення, а також доступ до неї авторизованих користувачів.

Основним функціями сенсора є:

- визначення власних координат з допомогою супутникової навігаційної системи, наприклад GPS;
- дискретизація, квантування та зберігання прийнятих акустичних сигналів;
- розпізнавання звуків вистрілів та розривів снарядів на фоні акустичних шумів;
- класифікація типу озброєння – джерела звуку вистрілу;
- передача серверу інформації про час надходження акустичного сигналу, розпізнаного як вистріл або розрив снаряду, тип озброєння, та власні координати.

Одним з можливих режимів роботи сенсора може бути запис та передача серверу повністю прийнятого акустичного сигналу, що дозволить дистанційно прослуховувати ситуацію в радіусі дії сенсора. Ускладнення алгоритмів розпізнавання та класифікації може забезпечити виявлення не тільки пострілів, а і інших подій, що супроводжується акустичними сигналами. Наприклад проїзд техніки за звуком двигуна.

Основними функціями сервера є:

- синхронізація всіх сенсорів між собою;
- прийом інформації від сенсорів;
- розрахунок координат цілей;
- авторизація користувачів розвідувальної інформації;
- представлення координат цілей активним засобам протидії;
- архівування, зберігання та представлення всієї інформації про результати роботи системи у зручному вигляді.

Якщо задіяні канали зв'язку дозволяють надійний обмін інформацією з сенсорами на відносно велику відстань то такі сенсори можуть монтуватися на бойових та транспортних машинах, що забезпечить адекватність розміщення сенсорів при зміні конфігурації лінії зіткнення. При умові невеликих масо-габаритних розмірів сенсорів, відносно великого терміну автономної роботи, та конструктивній міцності їх можна буде розміщати і за лінією зіткнення з допомогою розвідувальних груп або закидувати з використанням авіаційних носіїв чи ракетно-артилерійського озброєння.

Інтеграція пропонованої системи з іншими, наприклад ГІС «Арта» [5, 6] здійснюється шляхом авторизації користувачів сервером та надання їм відповідної інформації в реальному часі з використанням провідних або безпроводних каналів зв'язку.

При використанні мережі стільникового зв'язку для взаємодії компонентів системи, а як сенсорів сучасних терміналів стільникового зв'язку – смартфонів з встановленим відповідним програмним забезпеченням. Це дозволить побудувати систему звукової артилерійської розвідки в місцях наявності покриття мережею стільникового зв'язку. Розробка та модифікація програмного забезпечення таких сенсорів є нескладним завданням, а зважаючи на відносно низьку вартість самих терміналів, розвиненість інфраструктури стільникового зв'язку, загальнонаціональне покриття території України мережею стільникового зв'язку, автоматичний роумінг з сусідніми країнами такий підхід можна вважати доцільним. Крім того широка розповсюдженість таких терміналів забезпечить живучість та надійність системи, а також дозволить проводити статистичне опрацювання результатів вимірювання, що дозволить суттєво підвищити точність системи [7].

Для дослідження можливості реалізації системи звукової розвідки на базі терміналу стільникового зв'язку було створено тестову програму на базі операційної системи Android, вікно якої представлено на рис. 2.

Програма зчитує дані з таких системних пристроїв: GPS приймач, системний годинник, мікрофон, та передає їх на сервер через мережевий контролер. Це забезпечує визначення географічних координат терміналу, зчитування аналіз та зберігання дискретизованих акустичних сигналів, що поступають на мікрофон.

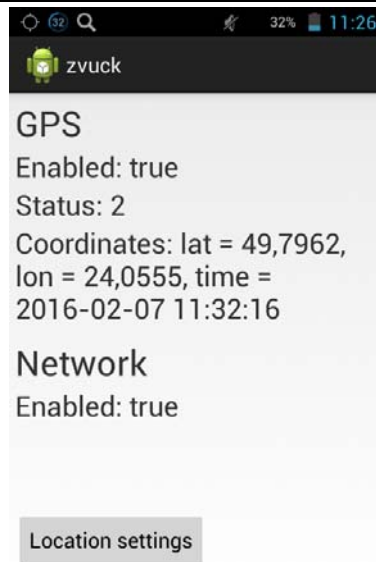


Рис. 2. Вікно тестової програми

Висновки

Використання мобільних пристроїв як бази для побудови системи звукової артилерійської розвідки дозволить автоматизувати збір, опрацювання та передачу даних про оперативну обстановку. Широке розповсюдження таких пристроїв дозволить побудувати систему з великою кількістю каналів, які перекриваються за радіусом дії, що забезпечить надійність та живучість системи, а також дозволить вивести взводи звукової розвідки зі структури збройних сил. Автоматизація зв'язку між різними підрозділами та окремими бійцями забезпечить можливість їхньої інтеграції у систему управління військами, що може значно підвищити взаємодію та інформованість всіх зацікавлених починаючи від начальника генерального штабу і закінчуючи рядовими на полі бою.

Розроблена тестова програма на базі операційної системи Android, забезпечує доступ до всіх необхідних системних пристроїв, а також спрощений алгоритм розпізнавання звуку вистрілу. Використання операційної системи Android забезпечує портованість розробленого програмного забезпечення.

Література

1. Таланов А.В. Звуковая разведка артиллерии. – М. : Военное издательство министерства вооруженных сил союза ССР, 1948. – 404 с.
2. Трофименко П.Є. Звукометричній станції розвідки – 100 років / П. Є. Трофименко, Ю. Г. Філіпенко // Вісник СумДУ. – 2009. – № 3. – С. 198–202.
3. Кривошеев А.М. Основи артилерійської розвідки / Кривошеев А.М., Петренко В.М., Приходько А.І. – Суми : СумДУ, 2014.
4. НДР "Положення - РБЗ". – Суми : НЦ БЗ РВ і А Сум ДУ, 2008. – 115 с.
5. Інновації для армії. Система для артилеристів ГІС "Арта" [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://life.pravda.com.ua/technology/2015/06/2/194846/>
6. ГИС «Арта» – незаменимая помощь артиллеристу [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://arta.center/#ua> .
7. Дорожовець М. М. Опрацювання результатів вимірювань : навч. посіб. / М. М. Дорожовець. – Л. : Нац. ун-т "Львів. політехніка", 2007. – 624 с.

Рецензія/Peer review : 15.2.2016 р.

Надрукована/Printed : 19.4.2016 р.
Рецензент : д.т.н., проф. Дивак М.П.