

УДК 623.4.023.47:358.13(075.8)

П.П. Ткачук, О.П. Красюк, Р.В. Сергієнко

Академія сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного, Львів

## ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ЗВУКОМЕТРИЧНОГО КОМПЛЕКСУ ПРИ РОЗГОРТАННІ НА СКОРОЧЕНИХ ВІДДАЛЯХ З ПРОВЕДЕННЯМ ІМІТАЦІЇ

Досліджено порядок визначення фіктивних даних топогеодезичної прив'язки для введення до обчислювальної машини автоматизованого звукового комплексу під час організації засічки вибухів з розгортанням комплексу на скороченій геометричній базі.

**Ключові слова:** акустична база, імітація, звукова ціль, фіктивні координати, засічка, подібні трикутники

### Постановка проблеми

Особливістю розгортання звукометричного комплексу є досить широкий фронт – до 10 км. Це значно ускладнює контроль роботи обслуг під час навчання. Під час навчань комплекс може бути розгорнутий у неповному складі і віддалі між базовими пунктами може складати 2–4 км, що дозволить вести засічку розривів на віддалі 3–8 км від геометричної бази. Якщо розриви позначають імітаційними засобами (ІМ-100 тощо), то віддалі між базовими пунктами з метою дотримання безпечної віддалі та досягнення необхідного кута засічки може бути скорочена до 0,5 – 1 км. Однак і таке скорочення не дає змоги оперативно здійснювати контроль роботи обслуг та надавати їм допомогу при виникненні неполадок. Необхідно зазначити, що до складу комплексу входить прилад імітації надходження звукових хвиль на звукоприймачі, що досить ефективно може використовуватися під час тренувань. Однак ним не можна проконтролювати правильність виконання всіх заходів підготовки комплексу до роботи: топогеодезичної прив'язки центрів акустичних баз, правильність установки звукоприймачів на місцевості тощо.

Таким чином, актуальним є пошук способів розташування базових пунктів у безпосередній близькості один до одного для забезпечення оперативного втручання керівника практичного заняття у хід роботи обслуг базових пунктів.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

Аналіз вказує, що, головним чином, їх авторами розглядаються питання підвищення точності визначення координат шляхом удосконалення порядку врахування метеоданих [1, 2].

У [2] проведено аналіз алгоритму визначення місць розташування базних пунктів за допомогою топографічної карти.

### Формулювання мети статті

Метою дослідження обрано розробку метода визначення віртуальних координат центрів акустичних баз та дирекційних кутів їх директрис.

### Виклад основного матеріалу

Коротко нагадаємо суть роботи звукометричного комплексу. Координати цілі, що видає себе звуком пострілу, визначають методом прямої засічки орієнтованим приладом [1-3]. В якості «орієнтованого приладу» діють базові пункти БП-1 та БП-2 або акустичні бази, що мають певну довжину  $L$  та орієнтовані на площині: перпендикуляр до бази або директриса бази повинна, як правило, бути спрямована в район цілей.

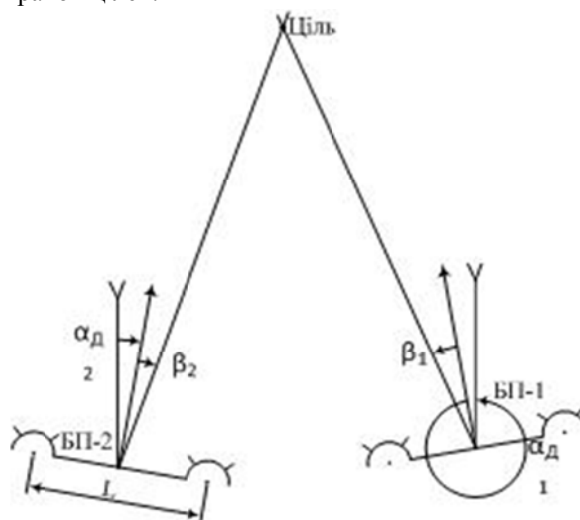


Рис. 1. Суть визначення координат цілі, що видає себе звуком пострілу

У процесі топогеодезичної прив'язки визначають дирекційний кут директриси бази  $\alpha_d$ , її довжину  $L$  та прямокутні координати [1-4].

Після пострілу цілі відповідно до різниці часу приходу звукових хвиль до звукоприймачів акустичних баз визначають пеленги цілі  $\beta_1$  і  $\beta_2$ . Сума дирекційного кута директриси бази та пеленгу на ціль дає дирекційний кут цілі з даного базового пункту [1, 2]:

$$\alpha_{Ц}^{БП-1} = \alpha_{д1} \pm \beta_1. \quad (1)$$

Отримавши дирекційні кути цілі, аналітично вирішують пряму засічку [5].

Проаналізувавши суть засічки цілі звукометричним комплексом, можна зробити висновок, що єдиними величинами, що вимірюються при прояві цілі, є пеленги цілі  $\beta_1$  і  $\beta_2$ . Решта величин (координати центрів акустичних баз, дирекційні кути директрис акустичних баз, довжина бази) визначаються під час топогеодезичної прив'язки та вводяться до ЕОМ заздалегідь.

Очевидно, що за певних умов до ЕОМ можна ввести дані фіктивного бойового порядку комплексу – такі, що відповідають керівним документам [1, 3]. Це можна підтвердити хоча б тим, що при перевірці апаратури вторинної обробки інформації до ЕОМ вводять дані за так званим контрольним бойовим порядком.

Необхідно знайти таке положення акустичних баз на місцевості, щоб були забезпечені умови, за яких ЕОМ здійснює обробку результатів засічки, тобто ціль (розрив) повинна знаходитись у зоні ведення розвідки, а також визначити порядок переходу від розрахованих ЕОМ координат цілі до реальних координат для забезпечення контролю роботи обслуг по засічці цілі. Іншими словами, необхідно розробити порядок визначення фіктивних (віртуальних) координат для введення бойового порядку та визначення реальних координат цілі після здійснення засічки.

Найбільш простим рішенням цієї задачі є розташування двох базових пунктів – реальне і фіктивне – у вершинах  $A, B, A', B'$  подібних трикутників; третьою (спільною) вершиною буде точка  $P$  перетину акустичних баз (рис. 2). Це дасть можливість проводити імітацію на відстанях 800 – 1000 м при віддаленні центрів акустичних баз одна від одної 400 – 500 м. Порядок дій у цьому випадку наступний. Спочатку вибирають центральну точку району проведення імітації, визначають її координати та вважають її точкою перетину директрис акустичних баз. Далі, виходячи з умов місцевості, вказують місце та дирекційні кути директрис акустичних баз і здійснюють прив'язку. Після цього здійснюють розрахунок фіктивних координат центрів акустичних баз таким чином, щоб забезпечувалася подібність трикутників  $ABP$  і  $A'B'P$ .

Порядок розрахунку показано на прикладі визначення координат точки  $B'$ :

$$\begin{aligned} x_{B'} &= x_P + k(x_B - x_P); \\ y_{B'} &= y_P + k(y_B - y_P), \end{aligned} \quad (2)$$

де  $k$  – коефіцієнт зменшення, може бути у межах 5...10.

Зауважимо, що дирекційні кути акустичних баз необхідно зазначати реальними.

Далі виникає питання: чи є необхідність змінювати довжину акустичної бази  $L$ ? Очевидно, коли необхідно забезпечити рівність пеленгів, визначених з реальних та фіктивних базових пунктів, до ЕОМ вводять реально визначені довжини плечей бази. Необхідно зазначити, що у випадку, коли довжина

бази складає більше, ніж  $1/9$  віддалі до цілі, необхідно вводити поправку на сферичність звукової хвилі [2 с.67]:

$$\Delta\alpha_\eta = \frac{\sin 2\beta}{16\eta^2}, \quad (3)$$

де  $\eta = D/L$  – відношення віддалі до довжини акустичної бази

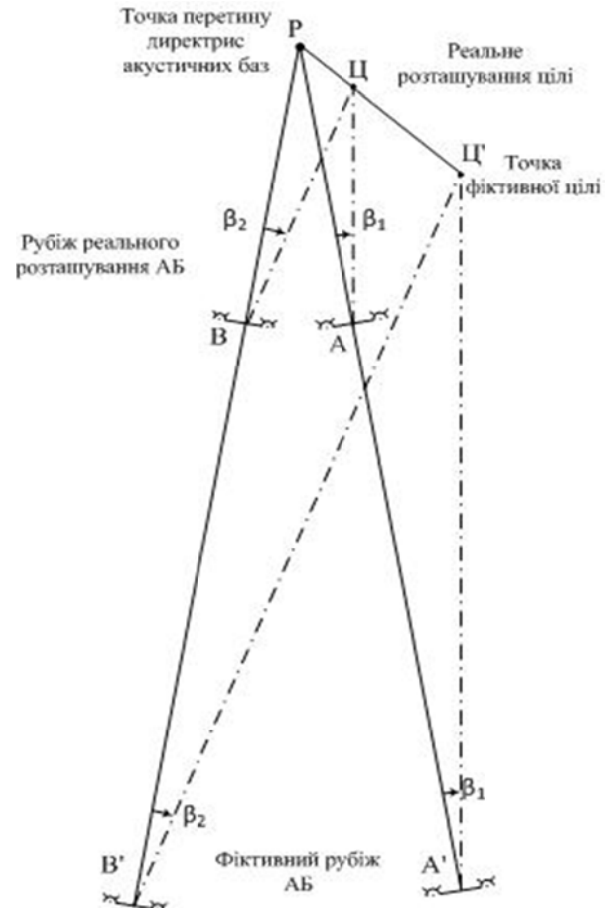


Рис. 2. Схема розташування акустичних баз

Для довжини бази 300 м та віддалі до району імітації 1000 м поправка  $\Delta\alpha_\eta$  складе 0-01,2, якщо місце підриву буде віддалене від точки перетину директрис акустичних баз 100 м. Неврахування цієї помилки призведе до помилки 10-15 м у визначенні координат цілі, що співставно з інструментальною помилкою комплексу.

Розглянемо порядок переходу від реально отриманих координат цілі до фіктивних координат, тобто тих, які визначає ЕОМ. З рис. 2 видно, що трикутники  $PBЦ$  та  $PB'Ц'$  подібні: це випливає з рівності усіх кутів цих трикутників. Тому відношення довжин сторін  $PB$  і  $PB'$  дорівнює відношенню сторін  $PЦ$  і  $PЦ'$ .

З цього випливає, що координати точки  $Ц'$  можна визначити подібним до (2) співвідношенням

$$\begin{aligned} x_{Ц'} &= x_P + k(x_{Ц} - x_P), \\ y_{Ц'} &= y_P + k(y_{Ц} - y_P). \end{aligned} \quad (4)$$

Дана масштабованість дає змогу зменшити у  $k$  разів район, де проводиться імітація, без зменшення умовного району цілей, що значно полегшує роботу імітаційної команди.

Ще однією особливістю роботи комплексу, на яку необхідно зважати при підготовці мішеневої обстановки, є наявність часового вікна дешифрування: розходження з розрахованим та фактичним часом приходу звукової хвилі і є часовим вікном дешифрування [6, 7]. Розміри цього «вікна» встановлюються оператором ЕОМ та припускають максимальну похибку до 260 метрів при дальності до цілі 8-10 км. Це означає, що при розбиванні бойового порядку на скорочених відстанях між акустичними базами необхідно добиватися того, щоб віддалі від центрів акустичних баз до точки імітації мали мінімальне розходження по величині (до 260/к).

Цікавим є той факт, що при роботі на скорочених відстанях та введенні реальних координат розміри часового вікна дешифрування, обчисленого ЕОМ, значно зменшуються і можуть складати біля 20 м при віддалі до точки цілі 800 м. Це може призвести до того, що за умов, якщо помилки топогеодезичної прив'язки акустичних баз сягнуть максимально допустимих (до 50м), внаслідок виходу різниці часу приходу звукової хвилі до акустичних баз за рамки часового вікна дешифрування ЕОМ не буде сприймати ці хвилі як хвилі від однієї цілі і обробляти результати засічки.

Необхідно зазначити, що наведені вище твердження отримали експериментальне підтвердження шляхом математичного моделювання процесу обчислення координат комплексом, і власне, скореговані за його результатами. У подальшому планується організувати перевірку отриманих результатів під час проведення практичних занять.

## Висновки

1. Застосування запропонованого методу переходу від реальних координат комплексу до фіктивних

### Особенности применения звукометрического комплекса при развертывании на сокращенных расстояниях с проведением имитации

П.П. Ткачук, А.П. Красюк, Р.В. Сергиенко

*Исследовано порядок определения фиктивных данных топогеодезической привязки для введения в ЭВМ автоматизированного звукометрического комплекса при организации засечки разрывов с развертыванием комплекса на сокращенных расстояниях.*

**Ключевые слова:** акустическая база, имитация, звуковая цель, фиктивные координаты, засечка, подобные треугольники

### Peculiarities of exploiting automatic acoustic complex with imitation and deployment on scaled distances

P. Tkachuk, O. Krasiuk, R. Serhienko

*Method of calculating of virtual geodetic survey data of acoustic complex as the computer input for deployment on abbreviated distances is considered.*

**Keywords:** acoustic base, imitation, sounding target, fictitious survey data, resection, similar triangles

дозволяє проводити тренування обслуги звукометричного підрозділу на скорочених відстанях з проведенням імітації вогневої діяльності артилерійських підрозділів противника.

2. При плануванні розміщення базових пунктів та точок імітації необхідно вживати заходів щодо зменшення впливу поправки на сферичність звукової хвилі, а за неможливості – визначати координати цілі з її врахуванням.

3. При здійсненні імітації на зменшених дистанціях необхідно максимально збільшувати часове вікно дешифрування для забезпечення обробки ЕОМ результатів засічки розривів.

Перспективним напрямом подальших досліджень автори вважають подальше удосконалення методики тренувань обслуги звукометричних комплексів та оцінку точності запропонованих перетворень.

## Список літератури

1. Кондратюк І.О. *Бойова робота на комплексі АЗК-7: навчальний посібник* / Кондратюк І.О. – Львів: АСВ, 2010. – 229 с.
2. Таланов А.В. *Артиллерийская звуковая разведка.* / А.В. Таланов. – М.: Воениздат, 1957, – С. 360.
3. Свідлов Ю.І., Латін С.П., Таранець О.М. *Бойова робота підрозділів звукової розвідки, озброєних автоматизованими звукометричними комплексами АЗК-5 та АЗК-7.* – Суми: ВІ РВіА, 2002. – 55с.
4. *Техническое описание. Издание 1Б33. АТГ 1.020.000. ТО*
5. *Військова топографія та топогеодезична підготовка.* – Ч.2. – *Топогеодезична підготовка* / С.Г. Власенко, Г.В. Лунькова, О.І. Марченков, О.П. Полець, Р.В. Сергієнко // *Курс лекцій.* – Львів: АСВ, 2011, – 357 с.
6. *Техническое описание. Издание 1Б33. Система С-2. АТГ 2.009.005 ТО, часть 1.*
7. *Техническое описание. Издание 1Б33. Система С-2. АТГ 2.009.005 ТО, часть 2.*

**Рецензент:** д.т.н., с.н.с. А.М. Зубков, Академія сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного, м. Львів.