

# ТЕХНІЧНІ НАУКИ

DOI: <https://doi.org/10.32839/2304-5809/2019-12-76-1>

УДК 355.40.1

Бірюков І.Ю.

Національна академія Національної гвардії України

Бірюков О.І.

Північне Київське територіальне управління Національної гвардії України

## КОМПЛЕКС УПРАВЛІННЯ ВОГНЕМ ДЛЯ ПОШУКУ НАЗЕМНИХ ЦІЛЕЙ

**Анотація.** Досліджено зміни систем наземної розвідки для пошуку наземних цілей. Доведена необхідність своєчасного знаходження цілей задля своєчасного та ефективного використання засобів боротьби з ними. Проаналізовані існуючі технічні засоби наземної розвідки за фізичними принципами, які в них реалізовані, та вказані їх недоліки. Запропоновано бойовий модуль комплексу управління вогнем, в якому додатково введено пристрої акустичної розвідки та навігації, що дозволить отримувати координати джерела звуку цілі та здійснювати їх відображення на електронній карті місцевості, як вдень, так і вночі, в різних кліматичних та погодних умовах. Доведена необхідність використання геоінформаційної системи, яка пов'язує внутрішньо піксельні координати зображення з реальними географічними або прямокутними координатами наземної цілі.

**Ключові слова:** бойовий модуль, джерело звуку, комплекс управління вогнем, пошук цілей, пристрій навігації.

Biriukov Igor

National Academy of National Guard of Ukraine

Biryukov Oleksiy

Northern Kyiv Territorial Administration of the National Guard of Ukraine

## FIRE MANAGEMENT COMPLEX FOR SEARCHING GROUND AIMS

**Summary.** The article analyzes the changes in the existing priorities of modern ground-based reconnaissance systems for the search and identification of ground targets. It has been established what place the task of timely finding of forces and means of attack in the interests of ensuring the timely commissioning and use of the corresponding forces and means of combating them takes. A review of existing ground-based reconnaissance hardware is presented based on the physical principles used and implemented in them. It is concluded that the various ground reconnaissance systems that are in service with the armies of foreign states and Ukraine have a number of drawbacks. The main one is that they do not allow fully detecting, recognizing and identifying enemy ground targets in a timely manner in order to make a quick decision on their escort and destruction. In order to eliminate this drawback, as well as to increase the efficiency of the search for ground targets, a fire control complex with a combat module is proposed, in which an acoustic reconnaissance and navigation device is additionally introduced. Such a module will make it possible to obtain in real time the coordinates of the sound source of the targets, to carry out their identification and display on an electronic map of the area with any terrain (crossed by hills, ponds, forest or various structures) both day and night, in various climatic and weather conditions. The necessity of using a geographic information system that connects the system of relations between the internal pixel coordinates of the image and the real geographical or rectangular coordinates of ground targets is proved.

**Keywords:** combat module, sound source, fire control system, target search, navigation device.

**Постановка проблеми.** Аналіз загроз для важливих об'єктів в озброєних конфліктах останніх десятиріч та сітецентричних і гібридних війнах свідчить, про те, що на сучасному етапі потенціальними загрозами можуть бути напади з використанням високоточної зброї та диверсій.

В комплексі проблем забезпечення захисту об'єктів від нападу одне з головних місць займає проблема своєчасного знаходження сил та засобів нападу, їх характеру, місцезнаходження і параметрів руху в інтересах забезпечення своєчасного введення в дію та ефективного використання сил та засобів боротьби з ними [1].

Тому, з огляду на безперервне зростання скритності дій військ існує широкомасштабний проблемний напрямок, пов'язаний з пошуком цілей на полі бою. Звук, рух, теплова енергія, оптична контрастність і неправильне маскуван-

ня цілей є основними параметрами для їх виявлення [1; 2].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.**

У сучасних наукових публікаціях, присвячених дослідженням пошуку наземних цілей, вітчизняні та іноземні автори: Абчук В.А., Бекетов А.А., Бусяк Ю.М., Буяльський В.В., Воронін Ю.М., Горбунов В.А., Ліфанов Ю.С., Меньшаков Ю.К., Шелупанов А.А., Р. Вудс, Дж. Ту, Р. Фішер, Р. Уріх та ін., щодо існуючих фізичних принципів розпізнавання та знаходження наземних цілей технічними засобами розвідки підтверджує необхідність підвищення ефективності пошукових можливостей системи управління вогнем (СУВ) на сучасному рівні розвитку об'єктів озброєння і військової техніки (ОВТ) [1–5].

Взагалі виявлення об'єкта ОВТ представляє процес функціонування засобів технічної роз-

відки, в результаті якого фіксуються технічні демаскуючі ознаки об'єкта і робиться висновок про його наявність, характеристики та ідентифікацію. Тому фізичні поля наземних об'єктів ОВТ безпосередньо пов'язані з їх особистими демаскуючими ознаками [4].

Сучасні засоби наземної тактичної розвідки встановлюються на основі броньованих носіїв з висувною мачтою, на якій розміщуються засоби знаходження цілей. При цьому використовуються не тільки датчики, встановлені на носії (радіолокаційні, оптико-електронні та ін.), а і винесені за його межу. Однак дані комплекси не мають технічної можливості повністю ідентифікувати знайдені наземні цілі та демаскують самі себе. Крім того різні засоби наземної розвідки, які знаходяться на озброєнні армій іноземних країн і України не охоплюють весь спектр фізичних процесів, що використовуються для виявлення наземних цілей.

**Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми.** З представленого огляду існуючих технічних засобів наземної розвідки, які використовуються і фізичних принципів, що їх реалізують, необхідно зробити головний висновок про те, що різні системи, прилади-пристрої і датчики наземної розвідки, які знаходяться на озброєнні армій іноземних країн та України не дозволяють в повній мірі, з одного боку збільшити час командиру, наводчику або оператору, необхідний для підготовки самого екіпажу, об'єкту ОВТ до бою, а з іншого боку – зменшити час на своєчасне виявлення, розпізнання та ідентифікацію наземної цілі противника, щодо прийняття рішення на її обслуговування [3–5].

Крім того, поряд з особливістю рельєфу місцевості, кліматичними умовами, специфічними гідрометеорологічними явищами існує ще одна особливість – акустичний (шумовий) фон. Акустичний фон має певні властивості і закономірності добової і сезонної мінливості, які можна використовувати для акустичного маскування (або виявлення) пересування і дій (стрільби, шуму запуску двигунів та ін.) об'єктів БТТ противника [6].

Тому з використанням математичного і програмного забезпечення процесу пошуку наземних цілей можливо реалізувати обчислення напрямку

на джерело звуку в полярних координатах, як щодо розмірів бойової машини (БМ) так і в азимутному напрямку (щодо географічної півночі).

Таким чином, необхідний пристрій реєстрації акустичних (шумливих) об'єктів, який буде чітко здійснювати визначення напрямку на джерело звуку, його ідентифікацію і видачу керуючих сигналів на розворот гарматної вежі в напрямку акустичної цілі.

На основі результатів критичного аналізу доступних публікацій **метою статті** є подальша розробка технічних засобів розвідки наземних цілей, які в якості класифікаційних ознак будуть включати використання в комплексі всіх фізичних принципів, в тому числі і акустичного, що можуть застосовуватись для виявлення демаскуючих ознак типових наземних цілей.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Проведено аналіз існуючих технічних засобів наземної розвідки, результати якого представлені в таб. 1. Проаналізовано фізичні поля наземних об'єктів ОВТ, номенклатура озброєння і співвідношення його характеристик з характеристиками засобів розвідки на основі демаскуючих ознак самих об'єктів БТТ [3].

Знаходження об'єкта БТТ представляє процес функціонування засобів технічної розвідки, в результаті якого фіксуються технічні демаскуючі ознаки об'єкта та надається висновок про його наявність, характеристики і класифікацію. Тому фізичні поля об'єктів ОВТ безпосередньо пов'язані з їх демаскуючими ознаками (рис. 1).

Тому одним із фізичних методів знаходження об'єктів ОВТ є акустичний, який сьогодні використовується не в повній мірі [3].

Представлений комплекс управління вогнем (КУВ) бойового модуля (БМ) може встановлюватися на об'єктах бронетехніки (БТТ), залізничних платформах, автомобілях, причепах тощо та дозволяє здійснювати в режимах «Спостереження», «Спостереження. Звук», «Панорамний огляд» та «Ураження цілі» пошук та розвідку наземних цілей для їх подальшого ураження. Для підвищення ефективності пошуку наземних цілей в КУВ додатково введений пристрій навігації, як новий зв'язок між елементами системи, що дозволить під час функціонування КУВ отримувати

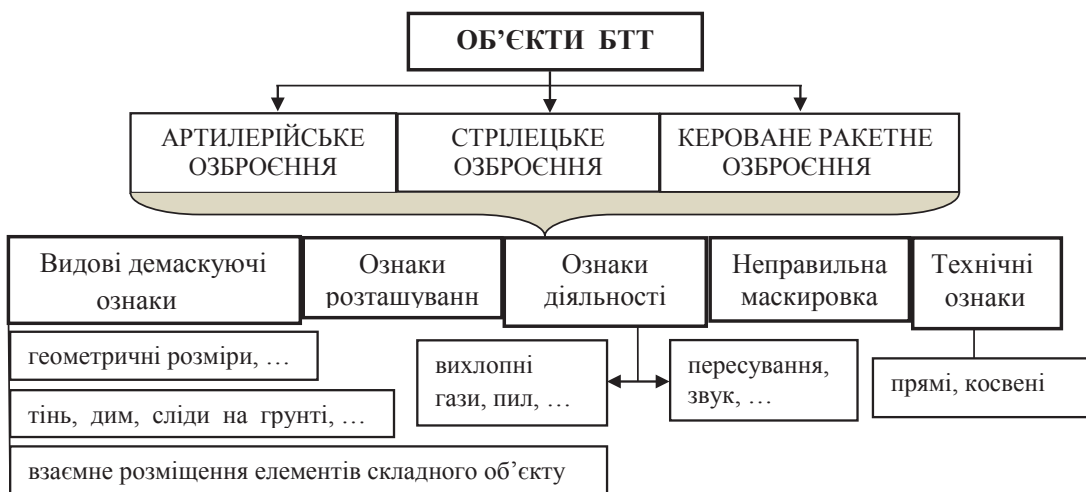


Рис. 1. Демаскуючі ознаки об'єктів БТТ

Таблиця 1

## Основні характеристики засобів наземної розвідки БТТ

Держава, система	Носій	Висота мачти, м	РЛС дальність знаходжен., км	Тепловізор основні хар-ки	Апаратура денного спостережен., основні хар-ки	Апаратура нічного спостереження, основні хар-ки	Лазерн. далекомір	Апарат. навігації
Чехія, Svezka	БМП-2	12	EL/M 2140 (чол./авто./танк, БТР/вертоліт: 10 / 20 / 30 / до 25)	Дальність знаходження 7 км	Телекамера на ПЗС (768x576 піксель)	Телекамера на ПЗС (768x576 піксель)	Є	GPS, гіроскоп
Німеччина, Нідерланди Fennek	БМП-2	1,5	---	Orhelios Gen II довжина хвилі 8-12 мкм, поле зору 9,4x12,5° і 2 7x3 6° дальн. знаходж. 3 км	Телекамера на ПЗС (режим "zoom" Кут зору 12,5-1,25°, дальність знаходж. 3,5 - 6 км)	---	Є, Даль-ність виявлення 5 км, похибка ± 5 м	---
Великобританія, Watnor	Гусеничний	---	MSTAR (чол./автомобіль/танк/вертоліт: 3 / 5 / 10 / до 30)	---	Мається (на ПЗС)	Мається (2 камери на ПЗС для ближнього ПЧ-діапазону)	Є	Гідролаг-форма, вага 110 кг.
Турція, Cobra ARS-2000	БТР М113 HMMWV VESV	3-4	RATAS-S (чол./танк, БТР: 10 / до 28)	Тепловізор другого покоління	Мається	---	Є	GPS, AselsanRSIS
Канада, Coyote	Легкоброньований транспортер	10	AN /PPS-5C (чол./автомобіль 12/24)	---	Монохромна телекамера	ПЧ-система переднього обзору FLIR	MELIOS	GPS, с виношен датчиками
Україна, "Зоопарк"	МТЛБ	10	РЛС 1Л259 (мінном./артилер./такт. ракети 22/35/45)	---	Опто-електр. система спостереження	Мається (відеокамера, з кольоровим манітором)	Сайвер-2	GPS, Глонас 14Ц821
Росія, "Бахча" СБФМ Акуст. сист	БТР-90 "Тигр" "Сова"	До 7,5-1,5	РЛС 1Л111М (чол./автомобіль до 3/8)	Тепловізор другого покоління	Опто-електр. сист. спостер. БПЛА (2 од. час польоту 60 хв.)	Мається (відеокамера для ПЧ - діапазона)	Є	Глісада - Б2

координати джерела звуку цілі та здійснювати їх відображення на електронній карті місцевості [7].

КУВ БМ складається з шістнадцяти блоків та працює наступним чином (рис. 2).

Після включення КУВ БМ [7] з пульта 2 на блок 4 подаються команди на включення стабілізатора 9, прицілу 10 та вибирається режим роботи комплексу. Далі сигнал потрапляє до пристрою 4, з нього сигнал управління через пристрій 5 по захищеному каналу бездротового зв'язку передається пристрою 6, з аналогового виходу якого сигнал управління надходить до пристрою 7, де він декодується та далі передається на блок 8 до прицілу 10 та комутатора 14.

На пульті 1 натискають кнопку заміру дальності до цілі і сигнал надходить на пульт 2, з якого він потрапляє до пристрою 4, з нього сигнал управління через пристрій 5 по захищеному каналу бездротового зв'язку передається пристрою 6, з аналогового виходу якого сигнал управління надходить до пристрою 7, та далі передається через блок 8 управління до стабілізатора озброєння 9.

У режимі «Панорамного огляду» при цьому включається оптичний телевізійний панорамний приціл 11. Для роботи при недостатньому освітленні та вночі включається тепловізійний приціл 13, а сигнали управління і відеосигнал зображення цілі надходять аналогічно режиму «Спостереження» або режиму «Ураження цілі».

Для роботи на місцевості, що перетинається пагорбами, лісом або різноманітними спорудами як вдень так і вночі на пульті 2 управління вибирається режим роботи комплексу: «Спостереження. Звук». З пульта 2 на блок 4 подаються команди

координати джерела звуку цілі та здійснювати їх відображення на електронній карті місцевості [7].

КУВ БМ складається з шістнадцяти блоків та працює наступним чином (рис. 2).

Після включення КУВ БМ [7] з пульта 2 на блок 4 подаються команди на включення стабілізатора 9, прицілу 10 та вибирається режим роботи комплексу. Далі сигнал потрапляє до пристрою 4, з нього сигнал управління через пристрій 5 по захищеному каналу бездротового зв'язку передається пристрою 6, з аналогового виходу якого сигнал управління надходить до пристрою 7, де він декодується та далі передається на блок 8 до прицілу 10 та комутатора 14.

На пульті 1 натискають кнопку заміру дальності до цілі і сигнал надходить на пульт 2, з якого він потрапляє до пристрою 4, з нього сигнал управління через пристрій 5 по захищеному каналу бездротового зв'язку передається пристрою 6, з аналогового виходу якого сигнал управління надходить до пристрою 7, та далі передається через блок 8 управління до стабілізатора озброєння 9.

У режимі «Панорамного огляду» при цьому включається оптичний телевізійний панорамний приціл 11. Для роботи при недостатньому освітленні та вночі включається тепловізійний приціл 13, а сигнали управління і відеосигнал зображення цілі надходять аналогічно режиму «Спостереження» або режиму «Ураження цілі».

Для роботи на місцевості, що перетинається пагорбами, лісом або різноманітними спорудами як вдень так і вночі на пульті 2 управління вибирається режим роботи комплексу: «Спостереження. Звук». З пульта 2 на блок 4 подаються команди

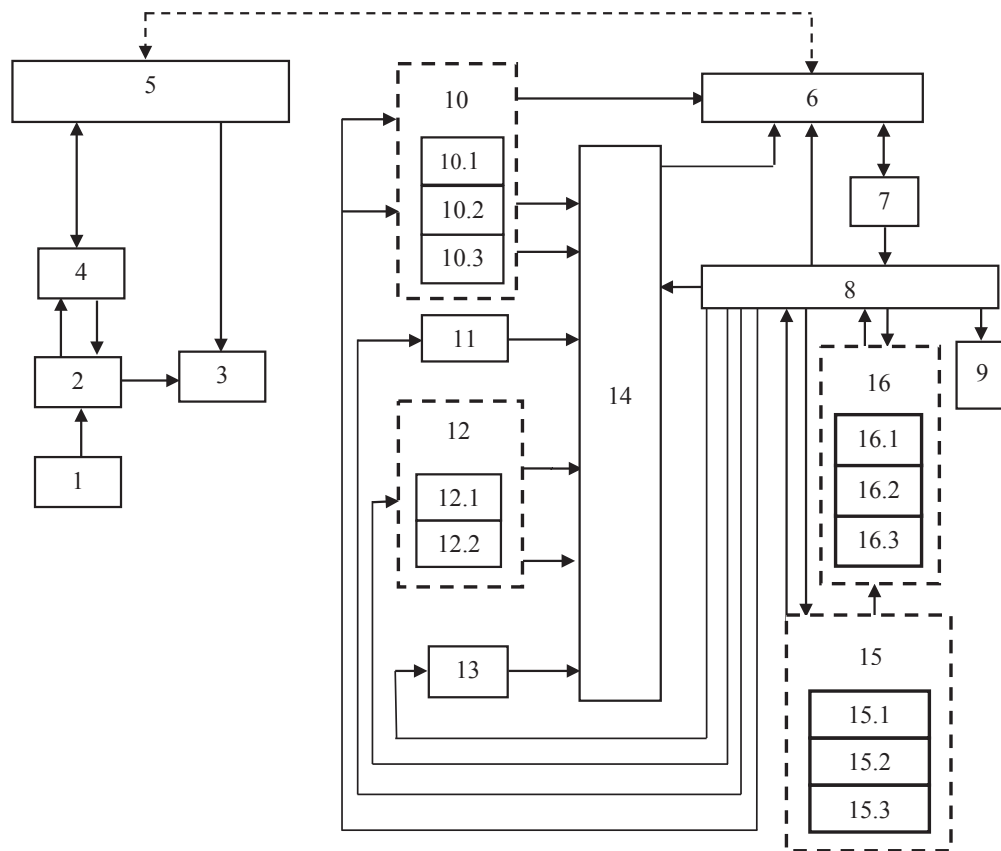


Рис. 2. Схема роботи КУВ БМ, де:

- 1 – пульт наведення БМ; 2 – пульт управління БМ; 3 – відеооглядовий пристрій; 4 – перший пристрій кодування; 5 – перший приймально-передавальний пристрій; 6 – другий приймально-передавальний пристрій; 7 – другий пристрій кодування; 8 – блок управління БМ; 9 – стабілізатор озброєння; 10 – оптико-телевізійний приціл; 11 – оптичний панорамний приціл; 12 – пристрій наведення ракети; 13 – тепловізійний приціл; 14 – комутатор телевізійного сигналу; 15 – пристрій реєстрації акустичних сигналів; 16 – пристрій навігації.



на включення стабілізатора 9, прицілу 10 та пристрою реєстрації акустичних сигналів 15. З пульта 2 сигнал потрапляє до пристрою 4, з нього сигнал управління через пристрій 5 по захищеному каналу бездротового зв'язку передається пристрою 6, з аналогового виходу якого сигнал управління надходить до пристрою 7, де він декодується та далі передається через блок 8 до пристрою 15.

В пристрої реєстрації акустичних сигналів 15 акустичний сигнал потрапляє в антенний блок 15.1, де він перетворюється в аналоговий електричний сигнал і надходить до блока фазовимірювача 15.2, з якого аналоговий електричний сигнал, полярність та розмір якого залежить від різниці фаз сигналу, що надходить, перетворюється аналогово-цифровим перетворювачем в цифровий сигнал, який потрапляє до блока обробки сигналів 15.3, де перетворюється в відеосигнал та сигнал управління розвороту БМ. Далі відеосигнал акустичного сигналу передається на блок 8 де через пристрої 6, 5, 3 формується зображення напрямку на джерело звуку, орієнтовна дальність до цілі та класифікаційний формуляр цілі, а сигнал управління пристрою 15 через блок 8 передається до стабілізатора 9 озброєння [7].

Для отримання координат джерела звуку цілі, визначення власних координат і висоти власного розташування з відображенням їх на електронній карті місцевості як вдень, так і вночі на пульта 2 управління вибирається режим роботи комплексу: «Спостереження. Звук. Навігація». З пульта 2 на блок 4 подаються команди на включення стабілізатора 9, прицілу 10, пристрою реєстрації акустичних сигналів 15 та пристрою навігації 16.

В пристрої навігації включається пристрій інерційної навігації 16.1, пристрій супутникової навігації 16.2 та пристрій обчислювання навігаційних даних 16.3. Акустичний сигнал, оброблений в блоці акустичних сигналів 15, в вигляді відеосигналу від джерела звуку надходить до пристрою обчислювання навігаційних даних 16.3, де після оброблення навігаційних даних та отриманої від блоку 15 інформації видаються координати джерела звуку цілі з «прив'язкою» до електронної карти місцевості, а також власні координати об'єкта зі встановленим комплексом управління вогнем у вигляді відеосигналу та сигналу управління БМ на блок 8.

Далі відеосигнал з координатами на електронній карті джерела звуку цілі з пристрою 16.3 пе-

редається на блок 8, з якого надходить до відеовиходу пристрою 6. Потім відеосигнал надходить до пристроїв 5, 3, де відображається електронна карта місцевості з координатами джерела звуку цілі, зображення напрямку на джерело звуку, орієнтовна дальність до джерела звуку та класифікаційний формуляр звуку з власними координатами об'єкта зі встановленим КУВ. Після чого сигнал управління пристрою 16 через блок 8 поступає до стабілізатора 9 озброєння [7].

Таким чином, введення пристрою навігації дозволяє під час функціонування комплексу управління вогнем отримувати координати джерела звуку цілі та здійснювати їх відображення на електронній карті місцевості для її ураження на місцевості, що перетинається пагорбами, лісом або різноманітними спорудами як вдень, так і вночі, в різних кліматичних та всепогодних умовах.

Для забезпечення високої точності визначення географічних і прямокутних координат точкових і лінійних розмірів об'єктів БТТ необхідно використати геоінформаційну систему (ГІС), яка встановлює систему відносин між внутрішніми піксельними координатами зображення і реальними географічними або прямокутними координатами наземної цілі. Так в ArcView використовується спеціальний файл прив'язки. Файл створюється в процесі реєстрації зображення топографічної карти, часто супроводжується її трансформацією з однієї системи координат в іншу. Найвнятість подібного файлу призводить здатність програми поєднувати растровий файл з графічними матеріалами, які вже знаходяться в певній системі координат [6].

Так, ArcView GIS дозволяє оператору об'єкта БТТ отримати кілька основних просторових характеристик цілей без застосування додаткових розширень, з використанням стандартних можливостей пакета (рис. 3).

Вимірювання нанесених на карту лінійних об'єктів здійснюється за допомогою виразу (1), який забезпечує отримання даних в системі координат і одиницях виміру самої теми.

Дані за видом можуть бути в будь-якій системі координат, одержуваний результат не буде залежати від проекції виду

$$\text{довжина позиції} = [\text{Shape}].\text{returnlength}. \quad (1)$$

Вираз для спроектованого виду (дані в географічній системі координат, проекція виду – встановлена) набуває наступний вигляд:

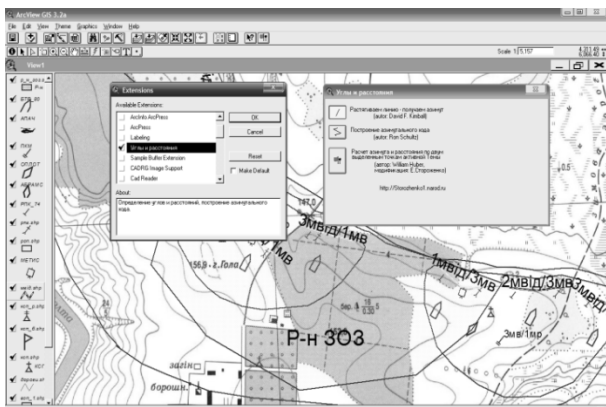


Рис. 3. Використання скрипта *az-dis.avs* для визначення кутів та відстаней

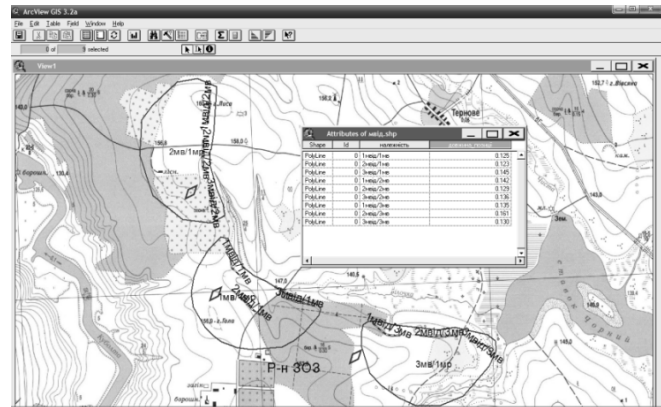


Рис. 4. Довжина позиції БТТ в атрибутивній таблиці теми «танки» виду View1

довжина позиції = [Shape].returnprojected  
(av.Finddoc ("View1").  
Getprojection).returnlength, (2)

де довжина позиції – назва поля (пофарбована) в атрибутивній таблиці теми «танки», де розміщений результат обчислення, а View1 – назва виду (рис. 4).

Таким чином, сучасні ГС військового призначення – це новий тип інтегрованих інформаційних систем, які дозволяють ефективно вирішувати завдання збору, накопичення, обробки і візуалізації геопросторової інформації для аналізу та моделювання дій військ від окремого об'єкта БТТ до угруповання.

**Висновки та пропозиції.** З урахуванням вищесказаного, комплексна розвідка цілей об'єктами БТТ представляється як синтез оптичних,

акустичних, тепловізійних, радіолокаційних приладів, заснованих на інших фізичних принципах, кожен з яких вирішує завдання виявлення цілі на певній дальності на основі конкретної демаскуючої ознаки в своєму полі шумів.

Тому головним пріоритетом розвитку засобів розвідки наземних цілей на сьогодні є об'єднання (комплексування) окремих каналів, груп датчиків в системі розвідки з подальшим об'єднанням з іншими засобами (ураження) та використання їх за допомогою автоматизованих засобів керування окремих підсистем «система систем».

Також необхідно в подальшому провести додаткові теоретичні та експериментальні дослідження в галузі оптики, які дозволять в реальний час контрастувати наземні об'єкти на фоні місцевості, яка сканується.

### Список літератури:

1. Абчук В.А., Суздаль В.Г. Поиск объектов. Москва : Сов. радио, 1977. 336 с.
2. Горбунов В.А. Эффективность обнаружения целей. Москва : Воен. Изд., 1979. 160 с.
3. Бірюков І.Ю. Класифікація технічних засобів розвідки наземних цілей. Зб. наук. праць. Харків : НА НГУ, 2017. № 1(29). С. 41–47.
4. Бірюков І.Ю., Бусяк Ю.М., Шульга А.В. Аналіз пріоритетів систем наземної розвідки для виявлення об'єктів озброєння і військової техніки. Зб. Наук. праць. Харків : НА НГУ, 2015. Вип. 2(26). С. 81–87.
5. Лифанов Ю.С., Саблин В.Н. Направления развития зарубежных средств наблюдения за полем боя. Москва : Радиотехника, 2004. 64 с.
6. Бірюков І.Ю. Интеграция дополнительной оптико-акустической системы разведки в систему управления огнем танка. *Інтегровані технології та енергозбереження*. 2015. № 1. С. 119–123.
7. Бірюков І.Ю. Патент України на корисну модель № 125089 «Комплекс управління вогнем». МПК F41G 5/00, 2018. 7 с.

### References:

1. Abchuk, V.A., & Suzdal, V.G. (1977). *Poisk obektov* [Search for objects]. Moscow: USSR radio.
2. Gorbunov, V.A. (1979). *Efektivnost obnaruzhenij celi* [Target detection efficiency]. Moscow: Military edition.
3. Biryukov, I.Y. (2017). *Klasyfikatsiia tekhnichnykh zasobiv rozvidky nazemnykh tsilei* [Classification of ground-based reconnaissance equipment]. Collection of scientific works. Kharkiv: National Academi of National Guard of Ukraine, vol. 1(29), pp. 41–47.
4. Biryukov, I.Y., Busyak, Y.M., & Shulga, A.V. (2015). *Analiz priorytetiv system nazemnoi rozvidky dlia vyivlennia obiektiv ozbroiennia i viiskovoi tekhniky* [Analysis of Priorities for Ground Intelligence Systems for the Identification of Weapons and Military Equipment]. Collection of scientific works. Kharkiv: National Academi of National Guard of Ukraine, vol. 2(26). pp. 81–87.
5. Lifanov, Y.S., & Sablin, V.N. (2004). *Napravleniya razvitiya zarubezhnykh sredstv nablyudeniya za polem boya* [Directions of development of foreign means of monitoring the battlefield]. Mosckow: Radio engineering. (in Russian).
6. Biryukov, I.Y. (2015). *Integracziya dopolnitel'noj optiko-akusticheskoy sistemy` razvedki v sistemu upravleniya ognem tanka* [Integration of an additional optical-acoustic reconnaissance system into the tank's fire control system]. *Integrated technology and energyconservation*, vol. 1. pp. 119–123.
7. Biryukov, I.Y. (2018). Patent of Ukraine for utility model № 125089 «Fire Control Complex». MPK F41G 5/00.