

Методика подготовки и планирования воздушной разведки оперативно-тактической глубины с использованием БПЛА

Ю.А. Мирончук, С.П. Оверчук

Предложена обобщенная методика планирования воздушной разведки для общего мониторинга обширных территорий на оперативно-тактическую глубину. Методика включает в себя выбор типа БПЛА за его летно-техническими параметрами и оценку его технической возможности при текущих природно-климатических условиях обеспечить выполнение беспосадочного полета БПЛА на дистанцию удвоенной глубины разведки, оценку возможностей оптико-электронных систем БПЛА обеспечить необходимое разрешение снятых материалов при соблюдении безопасной высоты полета, разработку детализированного маршрута разведывательного полета, расчет потребности в энергоресурсах, разработку программы проведения разведывательного полета. Методика позволяет определить необходимое количество промежуточных посадок для замены батарей, обосновать необходимость выбора одной или нескольких взлетно-посадочных площадок, разработать карту маршрута полета с указанием промежуточных посадок, рассчитать хронометраж времени на основные и вспомогательные действия, рассчитать необходимое количество сменных комплектов батарей, разработать почасовой план-график ведения разведки.

Ключевые слова: воздушная разведка, планирование разведывательного полета.

Methodology of the preparation and planning the aerial reconnaissance of the operational-tactical depth with using the unmanned aircraft

Yu. Myronchuk, S. Overchuk

A generalized methodology for planning of the aerial reconnaissance for the general monitoring of the large areas to the operational-tactical depth is proposed. It is shown that when using unmanned aircraft such a task for them should be considered as extremal. To solve this task for purposes of security it is necessary to use unmanned aircraft that is capable of flying automatically, in radio silence mode. A reconnaissance flight must be performed with periodic intermediate landings. During intermediate landings, the on-board power sources of the unmanned aircraft must be replaced and the captured reconnaissance information must be withdrawn. The inspection of the terrain and a selection of sites for take-offs and landings must be made prior to the start of aerial reconnaissance planning. The methodology of planning operational-tactical aerial reconnaissance consists of three parts. The first part includes the choice of the type of unmanned aircraft on the basis of its flight technical parameters and an assessment of its technical capability to ensure the performance of a non-stop drone flight over a distance of twice the depth of reconnaissance under current climatic conditions. The reduction of discharge capacity of onboard batteries at low temperatures is taken into account. The effect of wind on flight duration is taken into account. The calculation of the wind effect is performed graphically. The second part includes an assessment of the capabilities the optoelectronic systems of the unmanned aircraft to provide the necessary resolution of the captured materials while observing a safe flight altitude. The third part includes the development of a detailed reconnaissance flight route, the calculation of the need for energy resources, and the development of a reconnaissance flight program. The technique allows determining the required number of intermediate landings for replacing batteries, justifying the need to select one or several places for takeoffs and landings, develop a flight route map indicating intermediate landings, calculate the timing for main and auxiliary actions, calculate the required number the replaceable sets of batteries, develop the hourly schedule of executing reconnaissance.

Keywords: aerial reconnaissance, planning of reconnaissance flight.

УДК 623.55.022, 629.058

DOI: <https://doi.org/10.33577/2312-4458.21.2019.52-59>

О.В. Степаненко, Є.Ю. Діденко

*Науково-дослідний центр ракетних військ і артилерії, Суми***СПОСІБ ЗАСТОСУВАННЯ СНАРЯДІВ, ОБЛАДНАНИХ ПРИСТРОЄМ РЕТРАНСЛЯЦІЇ НАВІГАЦІЙНИХ СИГНАЛІВ З МЕТОЮ ВИЗНАЧЕННЯ УСТАНОВОК ДЛЯ СТРІЛЬБИ**

У статті аналізуються умови, за яких неможливо застосовувати існуючі способи та засоби визначення установок для стрільби по неспостережуваних цілях на великих дальностях стрільби, та пропонується новий спосіб з визначення установок для стрільби, що розраховується за результатами пристрілювання цілі снарядами, обладнаними пристроєм ретрансляції навігаційних сигналів супутникових навігаційних систем. Описаний в статті спосіб передбачає створення системи визначення координат снаряда, яка складається з пристрою ретрансляції навігаційних сигналів та наземного вимірювача базової станції. Пристрої ретрансляції навігаційних сигналів містить обладнання ретрансляції навігаційних сигналів, прийнятих з навігаційних космічних супутників та пілот-сигналів, його пропонується розробити у

вигляді піддривника, що вкручується в головну частину снаряда. Наземний вимірювач базової станції містить приймач ретрансльованих сигналів, блоки обробки ретрансльованих сигналів та прямих сигналів навігаційних космічних супутників, персональну електронну обчислювальну машину з відповідним програмним забезпеченням, модуль захисту від „інтелектуальних” перешкод та систему захисту від радіоелектронного подавлення. Структурні схеми пристрою ретрансляції навігаційних сигналів та наземного вимірювача базової станції представлені у статті з роз'ясненнями принципів їх роботи. Розглядаються помилки, які виникають під час ретрансляції навігаційних сигналів, з'ясовуються їх максимальні значення, аналізується їх вплив на точність визначення координат місця падіння снаряда наземним вимірювачем базової станції. Також описується спосіб визначення установок для стрільби по неспостережуваних цілях шляхом пристрілювання боєприпасами, обладнаними пристроєм ретрансляції навігаційних сигналів супутникових навігаційних систем. Проводиться порівняльний аналіз точності визначення установок для стрільби, отриманих способом повної підготовки та способом обчислення даних, отриманих у ході пристрілювання цілей снарядами, обладнаними пристроєм ретрансляції навігаційних сигналів. Надаються пропозиції щодо можливих способів застосування снарядів, обладнаних пристроєм ретрансляції навігаційних сигналів.

Ключові слова: пристрій ретрансляції навігаційних сигналів, визначення координат снаряда, пристрілювання неспостережуваних цілей, точність визначення установок для стрільби.

Постановка проблеми

Аналіз застосування артилерії під час проведення операції Об'єднаних сил (ООС) на Сході України вказує на ряд проблемних питань, що виникають у ході вогневого ураження противника. У багатьох випадках артилерія застосовується для ураження цілей на максимальних дальностях стрільби в умовах, несприятливих для застосування засобів розвідки, обслуговування стрільби (приладів розвідки, безпілотних літальних апаратів (БПЛА), радіолокаційних станцій (РЛС)) та керованих високоточних боєприпасів. Досягнення необхідної точності стрільби в зазначених умовах можливе лише у разі визначення установок для стрільби способом повної підготовки. Для визначення установок для стрільби способом повної підготовки необхідно враховувати ряд умов згідно з Правилами стрільби і управління вогнем наземної артилерії (ПСіУВ) [1], у тому числі метеорологічні і балістичні відхилення від табличних значень, які матимуть максимальні значення.

На даний час для проведення заходів балістичної та метеорологічної підготовки в артилерійських підрозділах використовуються засоби, що були розроблені за часів СРСР, які є технічно застарілими, потребують багато часу на проведення вимірювань, та засоби, надані Сполученими Штатами Америки (США) в якості партнерської допомоги. Усі вони мають помилки у визначенні координат, особливо на великих дальностях стрільби, їх кількість недостатня, а висока вартість не дає можливості забезпечити потреби всіх артилерійських підрозділів у найближчій перспективі. Досягнення необхідної точності за рахунок використання керованих високоточних снарядів (КВС) можливе лише за умови використання засобів лазерного наведення

або супутникової корекції, їх висока вартість (американський КВС “Excalibur” – ≈80 тис. у.о., український КВС “Квітник” ≈200 тис. грн) та недостатня кількість в артилерійських підрозділах суттєво обмежують можливості їх застосування.

У зв'язку з цим виникає потреба в іншому, більш точному, швидкому та менш затратному способі визначення установок для стрільби на ураження неспостережуваних цілей у зазначених умовах. Таким вимогам відповідатиме запропонований спосіб визначення установок для стрільби за результатами пристрілювання боєприпасами, обладнаними пристроєм ретрансляції навігаційних сигналів (ПРНС), що вкручується в головну частину снаряда. Розроблення ПРНС дасть можливість у режимі реального часу визначати координати точки падіння снаряда, на підставі яких швидко розраховувати коректури та переходити до стрільби на ураження цілі. Відсутність у конструкції ПРНС систем самонаведення та навігації значно зменшить їх вартість та дозволить використовувати боєприпаси, які є в наявності. Низька вартість комплектуючих ПРНС дозволить у короткі терміни забезпечити артилерійські підрозділи великою кількістю „пристрілювальних” боєприпасів, при цьому ніякої додаткової модернізації гармат не знадобиться.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Світовий досвід використання сучасної навігаційної апаратури користувачів супутникових радіонавігаційних систем (СРНС) підтверджує високі показники визначення координат різних об'єктів (табл. 1) [2], робота з їх удосконалення постійно триває, що вказує на перспективність розроблення пристроїв для визначення координат снарядів за ретрансльованими сигналами СРНС.

Таблиця 1

Характеристики апаратури користувачів СРНС іноземного виробництва

Модель	Рік появи на ринку	Число каналів/ число КА	Користувач	Маса, кг	Точність визначення координат, м НР/ДР/ПДР
1	2	3	4	5	6
Canadian Marconi GPS OEM Group					
Allstar WAAS IHz PVT модуль	1999	12/10 GPS+2WAAS	Н,А,З,В	0,05	1,5/0,01
Starbox Sensor Unit модуль	1997	12/12	А,З,Н	0,05	1,5/0,01
RT-Star модуль	1998	12/12	В,Г,З,Н	0,05	0,1 на місці, 0,2 в русі
Superstar модуль	1998	12/12	А,З,Н	0,02	1.5
Dassault Sercel, Франція					
Aquarius 5001 MD	1998	16/16	З,Г,Н	3,5	0,5/0,01
Aquarius 5002 МК	1998	16L1+12L2/16	З,Г,Н	3,5	0,01/0,01
Capricorn NR 107 TR	1995	10/10	З,Н	1,7	2-10/-
Sagitta NR 108 GPS+УКХ	1995	10/10	Г,Н	3	3/-
Furuno, Японія					
GN-77	1998	8/8	З,Н	0,04	3/-
Garmin, США					
GPS 155 XL	1998	12/12	А,Н,В	0,88	3/-
GPS 165 TSO	1994	MT8/8	А,Н,В	0,8	3/-
GPS 25	1994	12/12	А,З,Н,В	0,04	5/-
GPS 80	1995	MT8/8	А,З,Н	0,27	5...10/-
Nov Atel Ink, Канада					
Millenium GLONASS	1998	18	А,З,Г,Н	0,175	0,015/0,005 +1ppm
Millenium WAAS	1998	11/10GPS+1GE	А,З,Г,Н	0,175	0,75/5-7 WAAS
Sextant Avionques, Франція					
GPS Topstar 1000	1996	10/10	А,З,Н,В	0,52	5/-
GPS Topstar 100-P	1991	5/всі в полі видимості	А,З,Н,В	2,2	1/-
3S Navigation, США					
R-100/40L1/L2 GLONASS	1994	2+12/16	А,З,Г,Н	-	1/0,1
Trimble, США					
IOHz TANS Vector	1995	6/6	А,З,Г,Н,В	1,2	5/5
4000 MSGR	1996	18/9	З,Г,Н,В	2,8	<0,5/<0,5

Позначення: СВО – сферичне ймовірне відхилення; А – авіація; В – військові об'єкти; Г – геодезія; З – наземні користувачі; Н – навігаційне забезпечення; ДР – диференційний режим; ПДР – постдиференційний режим, що припускає оброблення після проведення вимірів; МР – мультиплексійний приймач

Сполучені Штати Америки (США) та багато інших країн світу мають на озброєнні високоточні снаряди та комплекти високоточного наведення снарядів, які оснащені супутниковою системою визначення координат (GPS), інерціальною навігаційною системою (INS) та різними блоками систем управління снарядом, які дозволяють з високою точністю уражати цілі [3, 4, 5], але висока вартість таких боєприпасів не дає можливості їх використовувати для пристрільовання цілі.

Можливість застосування ретрансляторів сигналів СРНС для дистанційного визначення положення рухомих об'єктів у просторі, у загальноземних і топографічних координатах відома досить давно, застосовується у різних сферах і описується в ряді наукових публікацій [6, 7, 8, 9, 10, 11]. Поряд з

тим відомостей про застосування даного принципу у пристроях, які б визначали координати снаряда, у публікаціях не висвітлюється. Отже, застосування принципу ретрансляції сигналів СРНС для створення ПРНС, обладнання ним снарядів, для можливості визначення координат місць їх падіння під час пристрільовання цілі, обумовлює створення нового способу визначення установок для стрільби.

Формулювання мети статті

Метою статті є представлення нового, більш точного способу визначення установок для стрільби на ураження неспостережуваних цілей на великих дальностях стрільби за рахунок використання „пристрільовальних” снарядів, обладнаних пристроєм ретрансляції навігаційних сигналів.

Основний матеріал

Запропонований спосіб визначення установок для стрільби базується на можливості застосування снарядів, обладнаних ПРНС, для визначення точних координат місць їх падіння під час пристрільованого неспостережуваної цілі. ПРНС для артилерійських боєприпасів пропонується зробити у вигляді модифікованого підривника, що може вкручуватись у головну частину артилерійських снарядів калібром 152 мм і вище.

Технічне рішення застосування ПРНС базується на системі визначення параметрів руху об'єкта, а саме координат і швидкості за ретрансльованими сигналами глобальних навігаційних супутникових систем [6, 7, 8]. Ця система призначена для визначення траєкторій динамічних об'єктів у системах зовнішньо-траєкторних вимірювань за результатами когерентного оброблення перевипромінених сигналів, тобто з урахуванням вимірювання параметрів за фазою несучої частоти цих сигналів. Недоліком цієї системи є неможливість визначення просторової орієнтації об'єкта за ретрансльованими сигналами, що обумовлено визначенням навігаційних параметрів об'єкта тільки до однієї точки об'єкта – місця установки прийомної антени супутникових сигналів.

Запропонована система визначення координат снаряда (система ВКС) (рис. 1, 2) [6, 10] повинна також бути обладнана модулем захисту від „інтелектуальних” перешкод та системою захисту від радіоелектронного подавлення.

Вирішення задачі визначення відносних координат снаряда може бути проведено на основі кодівих або фазових методів. Кодові методи мають високу стійкість і надійність з похибкою вимірювань 1-2 м. Фазові методи дозволяють досягти сантиметрової точності, однак при цьому поступаються кодовим вимірюванням за надійністю [6].

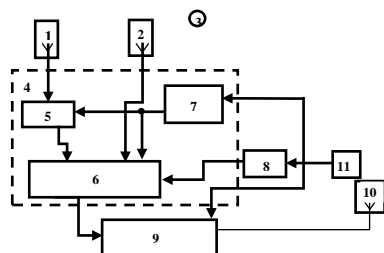


Рис. 1. Схема ретранслятора ПРНС:

- 1, 2 – антени прийому сигналів НКС;
- 3 – навігаційний космічний супутник;
- 4 – блок мультиплексації сигналів;
- 5 – модулятор, 6 – суматор сигналів;
- 7 – формувач кодів; 8 – формувач пілот-сигналу;
- 9 – блок перетворення за частотою і підсилення сигналів;
- 10 – антена ретрансляції перетворених за частотою сигналів НКС та випромінювання пілот-сигналу;
- 11 – опорний генератор

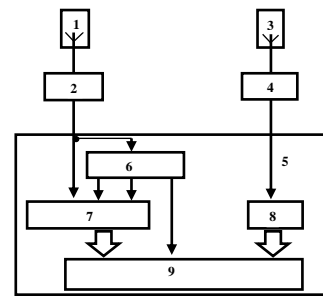


Рис. 2. Схема наземного вимірювача БС:

- 1 – антена прийому ретрансльованих сигналів НКС та пілот-сигналу; 2 – перший приймальний блок;
- 3 – антена прийому прямих сигналів НКС;
- 4 – другий приймальний блок; 5 – блок оброблення сигналів; 6 – блок оцінювання псевдозатримки та псевдодоплерівського зміщення частоти пілот-сигналу;
- 7 – блок оцінювання псевдозатримки, псевдодоплерівського зсуву частоти та псевдофази ретрансльованих сигналів НКС; 8 – блок оцінювання псевдозатримки, псевдодоплерівського зсуву частоти та псевдофази прямих сигналів НКС;
- 9 – обчислювач координат снаряда

Спільне оброблення результатів вимірювання навігаційного сигналу (НС), прийнятого навігаційною антеною апаратури приймання, та оброблення ретрансльованого сигналу, сигналу НС, прийнятого на снаряді і ретрансльованого за допомогою ретранслятора, дозволяє реалізувати високоточне визначення відносних координат снаряда щодо базової станції (БС).

Ретранслятор сигналів навігаційних космічних супутникових систем ГЛОНАСС і GPS (далі - ретранслятор) є основним елементом ПРНС, який забезпечує їх повторне випромінювання після приймання і оброблення. Оброблення сигналів у ретрансляторі може включати в себе посилення, перетворення частоти, фільтрацію і додаткове кодування сигналу навігаційного космічного супутника (НКС). Ретрансльований сигнал проходить супутниковим каналом і надходить до БС. У наземному вимірювачі БС проводиться оброблення сигналів, які передаються ретранслятором відповідно до алгоритму, що забезпечує рішення цільової задачі, в тому числі виконується вимірювання радіонавігаційних параметрів (затримки, доплерівського зсуву частоти і ін.) сигналів НКС, прийнятих на снаряді, а також рішення навігаційно-часової задачі (НЧЗ) для снаряда. Ретрансляція сигналів НКС з рухомого снаряда дозволить дистанційно визначати координати і швидкість снаряда на БС (рухомій або нерухомій) [8].

Дистанційне визначення координат снаряда можливе при організації на БС рішення НЧЗ на основі результатів вимірювання радіонавігаційних параметрів (затримки, доплерівського зсуву частоти і ін.) ретрансльованих сигналів НКС [8, 10]. Цей підхід буде альтернативним системі дистанційного визначення навігаційних параметрів об'єкта, побудованій

на основі розміщеного на об'єкті комплексу зі стандартної апаратури радіонавігації (АРН), яка виконує рішення НЧЗ, і апаратури передачі інформації про результати вирішення НЧЗ. При використанні ретрансляції апаратура передачі інформації замінюється апаратурою ретрансляції, а АРН значно зменшується за масою, габаритами, споживаною потужністю і вартістю за рахунок виключення з її складу таких вузлів, як блок цифрового оброблення сигналів (БЦОС) і обчислювальний блок (ОБ). Додатковою перевагою рішення НЧЗ за ретрансльованими сигналами є можливість реалізації на БС відносного режиму визначення навігаційних параметрів снаряда в реальному часі. При цьому для організації такого режиму не потрібно передачі від снаряда ніякої додаткової інформації [7]. Необхідно зазначити, що оскільки рішення НЧЗ проводиться в БС, на самому снаряді інформація про його навігаційні параметри відсутня, що не заважає спостереженню за снарядом. Враховуючи те, що снаряд не є керованим, для нього не потрібно одночасно вирішувати завдання навігації і управління (наведення), то не виникає необхідність у додатковому каналі передачі інформації на снаряд. При поширенні сигналу НКС по трасі ретрансляції виникає його додаткова затримка, яка визначається відстанню між ретранслятором і БС, а також додатковий доплерівський зсув частоти, обумовлений взаємним переміщенням ретранслятора і БС. Ці фактори спотворюють результати вимірювання радіонавігаційних параметрів НКС, що виконується в БС з метою вирішення НЧЗ та визначення навігаційних параметрів снаряда. Додатковим фактором, що викривляє результати рішення на БС НЧЗ для снаряда, який ретрансльовував сигнал НКС, є відхилення частотно-часової шкали БС від частотно-часової шкали ретранслятора. Для виключення (врахування) впливу на результати вирішення НЧЗ у БС траси поширення ретрансльованого сигналу НКС, а також параметрів частотно-часової шкали БС можна використовувати спеціальний пілот-сигнал, який формується в ретрансляторі і тран-слюється з ПРНС разом з сигналом, що ретран-слюється з НКС [8]. На БС проводиться вимірювання параметрів, таких як затримка і доплерівський зсув частоти (ДЗЧ) пілот-сигналу щодо частотно-часової шкали БС. Результати цього вимірювання дозволяють визначити додаткову затримку сигналу НКС, обумовлену трасою ретран-сляції та відхиленням тимчасової шкали БС від тимчасової шкали ретранслятора, а також додатковий доплерівський зсув частоти сигналів НКС, обумовлений взаємним переміщенням ретранслятора і БС і відхиленням частоти опорного генератора (ОГ) БС від частоти ОГ ретранслятора. Можливе застосування декількох варіантів використання пілот-сигналу. Запропонований варіант – це безпосередня синхронізація ОГ БС за пілот-сигналом.

У цьому варіанті реалізується контур автопідлаштування (аналоговий або цифровий) частоти ОГ БС за ча-стотою прийнятого пілот-сигналу. Перевагою даного варіанта є відсутність додаткового ускладнення програмного забезпечення БС в частині первинного оброблення та рішення НЧЗ. Недоліком даного варіанта є обмеження пропускної здатності БС. У даному варіанті БС зможе одночасно обробляти сигнал тільки одного ретранслятора.

Наземний вимірювач (НВ) БС проводить розрахунки координат, вимірюючи швидкість руху снаряда та витрачений час за результатами оброблення радіосигналів, прийнятих від НКС. Враховуючи те, що НВ БС проводить двоетапне оброблення сигналів, можна вважати, що точність НВ буде визначитись двома типами помилок: помилками, що виникають на етапі первинного оброблення, та помилками, що відповідають етапу вторинного оброблення. Оскільки під час первинного оброблення формуються оцінки псевдодальностей та псевдошвидкостей, помилки для даного етапу – це помилки визначення псевдодальності та псевдошвидкості. На етапі вторинного оброблення оцінки псевдодальностей та псевдошвидкостей переобчислюються в оцінки координат снаряда, тому помилки цього етапу визначаються факторами, які впливають на ефективність такого перерахунку [9]. Можливі помилки визначення псевдодальності та псевдошвидкості наведені у таблицях 2, 3 [6].

Наведені в табл. 2, 3 значення окремих складових відповідають залишковим значенням помилок. Передбачається, що в НВ БС вжиті заходи щодо зниження помилок визначення псевдо дальності та псевдошвидкості.

Таблиця 2

Загальні помилки визначення псевдо дальності

Джерело помилок	σ_D , м
Годинники супутника	2
Іоносфера	4
Тропосфера	0,5
Багатопроменевість	2,5
Приймач БС	1,5
Інші	2
Сумарна помилка	5,7

Таблиця 3

Загальні помилки визначення псевдо швидкості

Джерело помилок	σ_V , м/с
Бортовий ОГ	0,04
Релятивістський ефект	0,001
Багатопроменевість	0,01
Приймач БС	0,08
Інші	0,01
Сумарна помилка	0,09

Помилка, що вноситься приймачем БС, вказана для автономно працюючого одночастотного стаціонарного (нерухомого) приймача з двоетапним обробленням сигналів при прийомі сигналу від НКС, що знаходиться в zenіті. Величина загальної (сумарної) помилки в табл. 1, 2 є потенційною, тобто гранично досяжною в реальній апаратурі.

Помилка в зв'язку з затримками сигналу в тропосфері може становити близько 7 нс (2 м) для НКС, які перебувають в zenіті, і до 83 нс (25 м) для НКС, розташованих під кутом місця $\alpha < 5^\circ$. При великій кількості супутників ця помилка має мінімальне значення, тому доцільно використовувати в розрахунку всі видимі супутники. Сумісний режим ГЛОНАСС – GPS збільшує число видимих супутників до 15 – 20. Потенційна помилка визначення просторового положення (сферична помилка) снаряда, наприклад, для 4 НКС, складає $\sigma_{\text{сфер}} = KGP\sigma_{\text{дан}} = 15$ м. Помилки при визначенні координат снаряда в горизонтальній площині і за висотою складають [8]:

$$\sigma_{\text{гор.сн}} = KGH\sigma_{\text{дан}} = 9 \text{ м,}$$

$$\sigma_{\text{вер.сн}} = KGV\sigma_{\text{дан}} = 12 \text{ м.}$$

Однією зі складових умов досягнення точності вогню артилерії є застосування найбільш точних способів визначення установок для стрільби. Розглядаючи можливість застосування способу визначення установок для стрільби шляхом пристрілювання снарядами обладнаними ПРНС, порівнюємо його за точністю з основним способом визначення установок для стрільби на ураження – способом повної підготовки.

У ПСІУВ зазначено такі способи визначення умов стрільби, що забезпечують (при стрільбі на середні та великі дальності) точність повної

підготовки для гармат, що характеризується значеннями серединних помилок, які не перевищують [13, 14, 15]:

$$\text{за дальністю} - 0,7-0,9\% D_T^H;$$

$$\text{за напрямком} - 0-03 \dots 0-05 \text{ п.к.}$$

Порівнюючи точність повної підготовки та пристрілювання з використанням снарядів, обладнаних ПРНС (табл. 4), слід зазначити, що точність пристрілювання залежить від способу пристрілювання і засобів розвідки, за допомогою яких вона проводилася. У нашому випадку, за однакових умов визначення вихідних даних для стрільби та координат цілі точність способу пристрілювання буде залежати від точності визначення координат місць падіння снарядів НВ БС та помилки, отриманої внаслідок розсіювання снарядів.

Точність визначення координат місць падіння снарядів НВ БС залежить від технічних характеристик застосованої навігаційної апаратури, але її максимальне значення не буде перевищувати потенційні помилки визначення просторового положення снаряда за вказаних вище умов. Помилки, які отримуються внаслідок розсіювання снарядів, будуть однакові в обох випадках, тому в умовах порівняння вони нівелюються. З результатів, вказаних у табл. 4, можна зробити висновок, що визначення установок для стрільби способом проведення пристрілювання цілі з використанням снарядів, обладнаних ПРНС, має значно вищу точність. Крім того, підвищення точності визначення установок для стрільби необхідно здійснювати за рахунок зменшення помилки, отриманої внаслідок розсіювання снарядів, з цією метою до стрільби на ураження слід переходити за коректурами, отриманими після визначення координат місць падіння не менш як двох снарядів.

Таблиця 4

Значення серединних помилок при визначенні установок для стрільби різними способами

Дальності стрільби, м	Значення серединних помилок повної підготовки		Значення серединних помилок при застосуванні ПРНС	
	По дальності, м	По напрямку, м	По дальності, м	По напрямку, м
20 000	140 - 180	60 - 100	0,5 - 15	0,5 - 15
21 000	147 - 189	63 - 105	0,5 - 15	0,5 - 15
22 000	154 - 198	66 - 110	0,5 - 15	0,5 - 15
23 000	161 - 207	69 - 115	0,5 - 15	0,5 - 15
24 000	168 - 216	72 - 120	0,5 - 15	0,5 - 15

Висока точність визначення координат місця падіння снарядів, обладнаних ПРНС, надає можливість застосовувати їх в разі необхідності ураження неспостережуваних цілей в глибині оборони противника на максимальних дальностях стрільби далекобійних артилерійських систем в умовах неможливості ведення спостереження та обслуговування стрільби

існуючими засобами розвідки та застосування керованих високоточних боеприпасів. Разом з тим необхідно враховувати ряд факторів, які негативно впливають на можливість їх застосування: видимість навігаційних супутників не менше чотирьох, зниження точності визначення координат на місцевості з великою кількістю перешкод для проходження

спутникового сигналу (міста з висотними будівлями, ліси з високими деревами, міжгір'я, висотні залізобетонні споруди, мости, греблі та інші висотні перешкоди), застосування противником засобів радіоелектронної боротьби.

Висновки

Створення ПРНС надає можливість отримати новий, точний спосіб визначення установок для стрільби по неспостережуваних цілях в умовах неможливості застосування засобів розвідки, обслуговування стрільби та керованих високоточних боеприпасів, за результатами пристрілювання. Система для визначення координат місця падіння снаряда за ретрансльованими сигналами ПРНС дозволить швидко та з високою точністю розраховувати коректури та переходити до стрільби на ураження.

Новий спосіб дозволить доповнити та удосконалити існуючі способи визначення установок для стрільби по неспостережуваних цілях, покращити показники точності та своєчасності ведення вогню артилерії, які є складовими його ефективності.

Перспективним напрямом розвитку вказаного способу є розробка підривника артилерійського снаряда, обладнаного ПРНС, та проведення досліджень умов його застосування.

Список літератури

1. Правила стрільби і управління вогнем наземної артилерії: група, дивізіон, батарея, взвод, гармата / В.Ю. Горбильов, І.В. Науменко, М.Ю. Мокроцький, І.Д. Волков, П.В. Полениця, Ю.Л. Вода, В.М. Козаков. – К.: Міністерство оборони, 2018. – 295 с.
2. Навігаційне забезпечення військ / А.П. Багмет, О.В. Кравчук, О.Г. Міхно, М.С. Пастушенко та ін. // Довідник. – К.: ЦУВТН ГУОЗ КСП ЗСУ, 2006. – 416 с.: іл.
3. Дмитренко С. Тенденції розвитку високоточних артилерійських боеприпасів // Військо України. – 2003. – № 7-8. – С. 28-29.
4. Савенков А. Разработка высокоточных всепогодных систем наведения малоразмерных средств поражения объектов ВВТ // Оборонная техника. – М.: ЦНИИИ и ТЭИ. – 1990. – № 9. – С. 18-19.
5. Сайт: GlobalSecurity.org [Електронний ресурс]: XM1156 Комплект точного наведення (PGK). – Режим доступу: <https://www.globalsecurity.org/military/systems/munitions/m1156.htm>.
6. Методы определения навигационных параметров подвижных средств с использованием спутниковой радионавигационной системы ГЛОНАСС: монография / В.Н. Тяпкин, Е.Н. Гарин. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2012. – 260 с.
7. Фатеев Ю.Л. Теоретические основы и практическая реализация угловых измерений на основе глобальных навигационных спутниковых систем: автореф. дис. д-ра техн. наук: 05.12.04 / рук. работы Г.Я. Шайдуров; КГТУ. – Защищена 23.09.2004. – Красноярск, 2004. – 40 с.
8. Фатеев Ю.Л. Теоретические основы и практическая реализация угловых измерений на основе глобальных навигационных спутниковых систем: дис. д-ра техн. наук 05.12.04 / Ю.Л. Фатеев; Краснояр. гос. техн. ун-т; рук. работы Г.Я. Шайдуров. – Красноярск, 2004. – 339 с.
9. ГЛОНАСС. Принципы построения и функционирования / под ред. А.И. Перова, В.Н. Харисова. – Изд. 4-е, перераб. – М.: Радиотехника, 2010. – 800 с.
10. Гарин Е.Н. Проработка вопросов определения пространственной ориентации вращающегося объекта с использованием антенной системы, состоящей из одной антенны / Е.Н. Гарин // Вестник Военной академии воздушно-космической обороны. – 2008. – № 1. – С. 140-147.
11. Гарин Е.Н. Определение относительных координат объекта с помощью спутниковых средств радионавигации / Е.Н. Гарин, Д.Д. Дмитриев, В.И. Кокорин, Н.С. Кремез // Радиолокация, навигация и связь: сб. докл. конф. "RLNC-2006": в 3 т. – Воронеж: НПО "САКВОЕЕ", 2006. – (Т. 3, С. 1776-1784).
12. Поваляев А.А. Спутниковые радионавигационные системы: время, показания часов, формирование измерений и определение относительных координат / А.А. Поваляев. – М.: Радиотехника, 2008. – 328 с.
13. Посібник з вивчення правил стрільби і управління вогнем наземної артилерії: дивізіон, батарея, взвод, гармата: навч. посіб. – Київ: РВіА ЗСУ, 2018. – 278 с.
14. Подготовка стрельбы и управления огнем артиллерии / под ред. В.И. Волобуева. – М.: Воениздат, 1987. – 376 с.
15. Стрельба наземной артиллерии / Под ред. В.И. Колесова. – М.: Воениздат, 1969. – 367 с.

Способ применения снарядов, оборудованных устройством ретрансляции навигационных сигналов с целью определения установок для стрельбы

О.В. Степаненко, Е.Ю. Діденко

В статье анализируются условия, при которых невозможно применять существующие способы и средства определения установок для стрельбы по ненаблюдаемым целям на больших дальностях стрельбы, и предлагается новый способ определения установок для стрельбы, которые определяются по результатам пристрелки цели снарядами, оборудованными устройством ретрансляции навигационных сигналов спутниковых навигационных систем. Описанный в статье способ предусматривает создание системы определения координат снаряда, которая состоит из

устройства ретрансляции навигационных сигналов и наземного измерителя базовой станции. Устройство ретрансляции навигационных сигналов содержит оборудование ретрансляции навигационных сигналов, принятых от навигационных космических спутников, и пилотных сигналов, его предлагается разработать в виде взрывателя, который вкручивается в переднюю часть снаряда. Наземный измеритель базовой станции содержит приемник ретранслированных сигналов, блоки обработки ретранслированных сигналов и прямых сигналов навигационных космических спутников, персональную электронную вычислительную машину с соответствующим программным обеспечением, модуль защиты от «интеллектуальных» помех и систему защиты от радиоэлектронного подавления. Структурные схемы устройства ретрансляции навигационных сигналов и наземного измерителя базовой станции представлены в статье с описанием принципов их работы. Рассматриваются ошибки, которые возникают во время ретрансляции навигационных сигналов, определяются их максимальные значения, анализируется их влияние на точность определения координат места падения снаряда наземным измерителем базовой станции. Также описывается способ определения установок для стрельбы по ненаблюдаемым целям путем пристрелки боеприпасами, оборудованными устройством ретрансляции навигационных сигналов спутниковых навигационных систем. Проводится сравнительный анализ точности определения установок для стрельбы, полученных способом полной подготовки, и способом вычисления данных, полученных в ходе пристрелки цели снарядами, оборудованными устройством ретрансляции навигационных сигналов. Предлагаются возможные способы применения снарядов, оборудованных устройством ретрансляции навигационных сигналов.

Ключевые слова: устройство ретрансляции навигационных сигналов, определение координат снаряда, пристрелка ненаблюдаемых целей, точность определения установок для стрельбы.

Method of application of shells of the navigation signals equipped with the device of relaying for determination of installations for firing

O. Stepanenko, E. Didenko

In article conditions under which it is impossible to apply the existing methods and means of determination of installations for firing at the unobservable targets at the big distances of firing are analyzed and the new method of determination of installations for firing which are determined by results of adjustment fire of the target by the shells equipped with the device of relaying of navigation signals of navigation satellite systems is offered. The specified method provides creation of the determination system of shell coordinates which consists of the device of navigation relaying signals and the land measuring instrument of the base station. In the device of relaying of navigation signals the equipment of relaying of navigation signals accepted from navigation space satellites and pilot - signals is placed, it is offered to be developed in the form of the detonator which is twisted in the front part of the shell. The land measuring instrument of the base station contains the receiver of the relayed signals, processing units of the relayed signals and direct signals of navigation space satellites, the personal electronic computer with the corresponding software, the protection module from "intellectual noises and the protection system against radio-electronic suppression. Skeleton diagrams of the device of relaying of navigation signals and the land measuring instrument of the base station are presented in article with the description of the principles of their work. Errors which occur during relaying navigation signals are considered, their maximum values are defined, their influence on the accuracy of determining the coordinates of the place, where the shell can fall is analyzed by the land measuring instrument of the base station. Also the method of determination of installations for firing at the unobservable targets by adjustment fire is described by the ammunition equipped with the device of relaying of navigation signals of navigation satellite systems. Comparative analysis of accuracy of determination of installations for firing of the data received by the method of complete preparation and by the method of calculation obtained during adjustment fire of the purpose by the shells equipped with the device of relaying of navigation signals is carried out; benefits and shortcomings are analyzed. Possible methods of application of the shells equipped with the device of relaying of navigation signals are offered.

Keywords: device of relaying of navigation signals, determination of coordinates of the shell, adjustment fire of the unobservable purposes, accuracy of determination of installations for firing.