

УДК 389.002.08

В.М. Зозуля, О.Л. Кіпріанов, В.А. Ляшенко

Державний науково-випробувальний центр Збройних Сил України, Чернігів

ОБҐРУНТУВАННЯ НЕОБХІДНОСТІ СТВОРЕННЯ ПОЛІГОННОЇ СИСТЕМИ ТРАЄКТОРНИХ ВИМІРЮВАНЬ НА БАЗІ ПРИЙМАЧІВ СИГНАЛІВ СУПУТНИКОВИХ НАВІГАЦІЙНИХ СИСТЕМ

Проведено аналіз шляхів використання системи траєкторних вимірювань на базі приймачів сигналів супутникових навігаційних систем у складі полігонного вимірювально-обчислювального комплексу Державного науково-випробувального центру Збройних Сил України для забезпечення випробувань озброєння і військової техніки та об'єктивного контролю бойових стрільб військ (сил) Збройних Сил України.

Ключові слова: озброєння, військова техніка, траєкторні вимірювання, навігаційна система, сигнал, СНС-приймач, полігонний вимірювально-обчислювальний комплекс, інформація.

Вступ

Складна економічна ситуація в Україні, збройна агресія з боку Російської Федерації проти нашої держави на сході, захоплення частини території незаконно створеними збройними формуваннями, реальний стан озброєння і військової техніки, дійсний стан військово-промислового потенціалу України і реальний стан військово-технічного співробітництва з іноземними державами, а також вимушена передислокація Державного науково-випробувального центру Збройних Сил України (далі – ДНВЦ ЗС України) з місця постійної дислокації м. Феодосії (Автономної Республіки Крим) на материкову частину України стали основою вибору теми даної статті.

Аналіз останніх подій в державі свідчить про те, що боєготовність Збройних Сил України цілком залежить від рівня професійної та морально – психологічної підготовки особового складу, його фізичної витривалості, стану озброєння, військової техніки (ОВТ) та технічного оснащення військ.

Ефективне застосування військ (сил) вимагає вирішення державою першочергових завдань, основними з яких є забезпечення Збройних Сил України новими та модернізованими зразками озброєння і військової техніки, що в свою чергу потребує проведення всебічних випробувань для прийняття їх на озброєння.

Постановка проблеми. У зв'язку з останніми подіями ДНВЦ ЗС України втратив унікальний за своїм географічним розташуванням та цільовим призначенням міжвидовий загальновійськовий полігон “ЧАУДА” (мис Чауда) та глибоководний полігон “МЕГАНОМ” (мис Меганом та мис Батарейний) зі стаціонарними засобами зовнішньотраєкторних вимірювань, радіолокаційного спостереження та вимірювання, засобами телеметрії, системою єдиного часу, та іншими системами та засоба-

ми для проведення випробувань майже всіх типів та зразків ОВТ, а також для проведення тактичних навчань з бойовою стрільбою авіації, зенітно-ракетних військ та артилерії Збройних Сил України, Військово-Морських Сил України [2].

Для забезпечення випробувань в сучасних умовах ДНВЦ ЗС України потребує оснащення новітніми мобільними системами траєкторних вимірювань.

При цьому перевагами при наявності мобільних засобів вимірювання є:

- проведення випробувань зразків ОВТ на різних полігонах ЗС України та виробничих базах промисловості;
- можливість отримання більш точних результатів випробувань при впливі широкого спектру зовнішніх чинників;
- можливість проведення випробувань з меншими затратами ресурсів при отриманні більш достовірних результатів;
- гнучкість при виборі умов випробувань та наявність необхідної інфраструктури полігонів.

В зв'язку з цим, на даний час існує нагальна потреба у створенні на базі ДНВЦ ЗС України полігонного вимірювально-обчислювального комплексу, оснащеного мобільними засобами зовнішньотраєкторних вимірювань (ЗТВ), системою єдиного часу (СЄЧ) та засобами траєкторних вимірювань (ТВ) на базі приймачів сигналів супутникових навігаційних систем (СНС) для можливості проведення випробувань військової продукції на всіх наявних полігонах Збройних Сил України.

Постановка задачі. Створення мобільного полігонного вимірювально-обчислювального комплексу (ПВОК) з системою ТВ на базі приймачів сигналів супутникових навігаційних систем (СНС-приймачів) дасть можливість розширити географію проведення випробувань та не бути прив'язаними до конкретного місця розташування, що в свою

чергу дасть велику економію часу, людських ресурсів, власних та бюджетних коштів, а з використанням СНС – скоротить час на отримання інформації та обробку результатів випробувань і дасть більш точні результати вимірювань.

Тому реалізацію створення ПВОК на базі системи СНС можливо провести при використанні таких СНС-приймачів, як [3]:

Trimble 5700 Total Station

Темп видачі даних: 1,2,5 і 10 Гц

Точність вимірювання первинних параметрів (середньоквадратична похибка – СКП):

псевдо дальності – дані відсутні;

псевдо фази < 1 мм

Точність визначення відносних координат (СКП):

тільки кодові вимірювання:

± 25 см + 1 мм/км (планові координати)

± 50 см + 1 мм/км (висота)

фазові вимірювання, статичний режим:

± 5 мм + 0,5 мм/км (планові координати)

± 5 мм + 1 мм/км (висота)

фазові вимірювання, кінематика (в динаміці):

± 10 мм + 1 мм/км (планові координати)

± 20 мм + 1 мм/км (висота)

MPC (NovAtel Inc.)

Темп видачі даних – 20 Гц

Точність вимірювання первинних параметрів (СКП):

- псевдодальності: 0,06 м (С/А-код) і 0,25 м (Р-код);

- псевдофази < 1 мм

Точність визначення абсолютних координат (СКП):

- 1,8 м (одночастотний режим) і 1,5 м (дво-частотний режим) – стандартний режим

- 0,8 м – широкозонний диференціальний режим

Точність визначення відносних координат (СКП):

- 1 см + 1 мм/км – для планових координат і висоти.

В Україні є низка підприємств, які займаються розробкою та виготовленням авіаційних і космічних систем на базі СНС-приймачів.

Одним із провідних підприємств України з потужною виробничою базою є ДП “Орізон-Навігація” (м. Сміла, Черкаської області), яке розробляє та виготовляє широкий спектр супутникового навігаційного обладнання, у тому числі для авіаційної галузі [4].

Але виходячи із різноплановості та складності випробувань, що проводяться ДНВЦ ЗС України, доцільно створити універсальний мобільний полігонний вимірювально-обчислювальний комплекс з

потужною вимірювально-обчислювальною базою та системою обробки отриманої інформації в реальному масштабі часу для зниження вартості та трудомісткості випробувань, що проводяться.

Полігонний вимірювально-обчислювальний комплекс, його склад, призначення та завдання

Полігонний вимірювально-обчислювальний комплекс – це сукупність взаємопов’язаних технічних та програмних засобів, призначених для виконання вимірювань та оброблення вимірювальної інформації з метою визначення тактико-технічних характеристик об’єктів випробувань в різних умовах їх застосування, об’єктивного контролю та оцінки результатів випробувань зразків ОВТ вітчизняного та іноземного виробництва в інтересах Міністерства оборони України, військово-промислового комплексу України та інших силових міністерств і відомств України, а саме: МВС, СБУ, Державної прикордонної служби, МНС, Державіаслужби України.

Основними завданнями ПВОК є:

- отримання в єдиній шкалі часу траєкторної, телеметричної, бортової, внутрішньостанційної та іншої вимірювальної інформації в процесі випробувань в обсязі, необхідному для визначення та оцінки відповідності тактико-технічних характеристик зразків ОВТ;

- отримання телеметричної інформації про стан наземної та бортової апаратури об’єктів випробувань в процесі підготовки та проведення експериментів;

- отримання траєкторної інформації при проведенні навчань по всім засобам ураження та мішеням, з метою оцінки бойових обслуг за проведену стрільбу;

- отримання в реальному масштабі часу траєкторної, телеметричної, службової та іншої інформації в обсязі, необхідному для забезпечення безпеки випробувань (навчань);

- оперативне прогнозування координат точок падіння виробів та елементів, що відділяються, оцінку в реальному масштабі часу небезпечних зон падіння об’єктів;

- збір, передачу, накопичення, зберігання, оброблення та представлення вимірювальної інформації як в режимі масштабу реального часу, так і в режимі післясеансної обробки;

- прив’язку до єдиного часу всіх видів вимірювань та визначення часових характеристик експериментів;

- створення й управління необхідною мішеневою обстановкою та стендовим обладнанням.

ПВОК повинен забезпечувати проведення полігонних випробувань наступних зразків ОВТ:

- зразки стрілецького озброєння та боєприпасів;
- зразки артилерійського і ракетно-артилерійського озброєння, боєприпаси та зразки броньованого захисту;
- авіаційні засоби ураження;
- засоби ураження повітряних цілей зі складу ЗРК ППО;
- зразки парашутно-десантної та пошуково-рятувальної техніки і спорядження;
- зразки авіаційної техніки та дистанційно пілотовані літальні апарати;
- ракетні комплекси різного призначення;
- кораблі, їх авіаційне та ракетне озброєння;
- зразки радіолокаційного озброєння;
- технічні транспортні засоби.

Реалізація застосування супутникових навігаційних і телекомунікаційних технологій у складі полігонного вимірювально-обчислювального комплексу ДНВЦ ЗС України

Необхідною умовою реалізації пріоритетних напрямків розвитку озброєння та військової техніки в інтересах Збройних Сил України є створення сучасного випробувального комплексу, оснащеного широкою номенклатурою засобів вимірювань та експериментальних досліджень, а також системами інформаційного, метеорологічного, часового, топогеодезичного та інших видів забезпечення.

Одним із напрямків вирішення цього завдання є впровадження супутникових навігаційних технологій з метою координатно-часового забезпечення випробувань зразків ОВТ та заходів бойової підготовки видів Збройних Сил України.

На сьогодні розвиток систем випробувальних вимірювань та оброблення вимірювальної інформації дозволяє використовувати мобільні, маловитратні з енергетичної точки зору засоби, що цілком задовольняють сучасним вимогам щодо обсягу, точності та оперативності отримання вимірювальної інформації, а питання часової та геодезичної прив'язки успішно вирішуються завдяки застосуванню апаратури споживачів СНС [5]. Ці засоби не потребують значного обсягу капітальних вкладень для забезпечення необхідних умов їх розгортання, але їх використання робить можливим створення гнучких вимірювально-обчислювальних комплексів, які здатні забезпечити випробування у необхідному районі або на визначеній виробничій базі.

З цією метою Начальником Генерального штабу – Головнокомандувачем Збройних Сил України 4 листопада 2006 року були затверджені «Засади впровадження супутникових навігаційних і теле-

комунікаційних технологій для полігонного вимірювально-обчислювального комплексу». Головним результатом реалізації «Засад...» має бути створення сучасної системи координатно-часового забезпечення ПВОК ДНВЦ ЗС України, яка дозволить:

- підвищити безпеку робіт за рахунок отримання у реальному масштабі часу (РМЧ) високоточної інформації про положення об'єктів, які задіяні в експериментах (стрільбах);
- забезпечити необхідний рівень точності та надійності траєкторних вимірювань при проведенні випробувань та навчань на ПВОК;
- сформувати єдину шкалу часу ПВОК, забезпечити еталонними сигналами часу та частот споживачів ПВОК;
- вирішити завдання щодо створення та підтримання геоінформаційної системи ПВОК;
- створити базу для вирішення інших завдань координатно-часового забезпечення в інтересах ЗС України.

Одним із перспективних напрямків реалізації «Засад...» є створення системи траєкторних вимірювань з використанням апаратури споживачів ТВ СНС, яка призначена для визначення параметрів руху об'єктів при проведенні випробувань та навчань з метою забезпечення безпеки проведення робіт та оцінки тактико-технічних характеристик об'єктів випробувань.

Система ТВ СНС повинна вирішувати такі завдання (рис. 1):

- прийом на борту рухомого об'єкта сигналів від СНС та розрахунок параметрів траєкторії його руху;
- накопичення траєкторної інформації на борту об'єкта в процесі польоту, а за необхідності передача цієї інформації на наземний приймальний пункт по телеметричному каналу у РМЧ;
- прийом на наземному приймальному пункті інформації СНС та визначення диференційних поправок для реалізації диференційного режиму;
- прийом у РМЧ по телеметричному каналу траєкторної інформації з борту рухомого об'єкта;
- сумісна обробка траєкторної інформації з борту рухомого об'єкта та диференційних поправок з контрольно-коригуючої станції (ККС) як в режимі РМЧ, так і в післясеансовому режимі (з підвищеною точністю визначення координат та параметрів траєкторії руху об'єктів).

На рухомому об'єкті (за винятком серійних зразків зенітних керованих ракет) має розміщуватись апаратура:

- апаратура прийому інформації від СНС;
- апаратура збору, обробки вимірювальної інформації та її запису на бортовий носій;
- бортова телеметрична апаратура передачі вимірювальної інформації з борта об'єкта на назе-

мний телеметричний комплекс для подальшої обробки.

До складу наземної апаратури мають входити:

- наземна базова станція ККС;

- наземний телеметричний комплекс;
- система автоматизованої обробки траєкторної інформації;
- система відображення інформації.

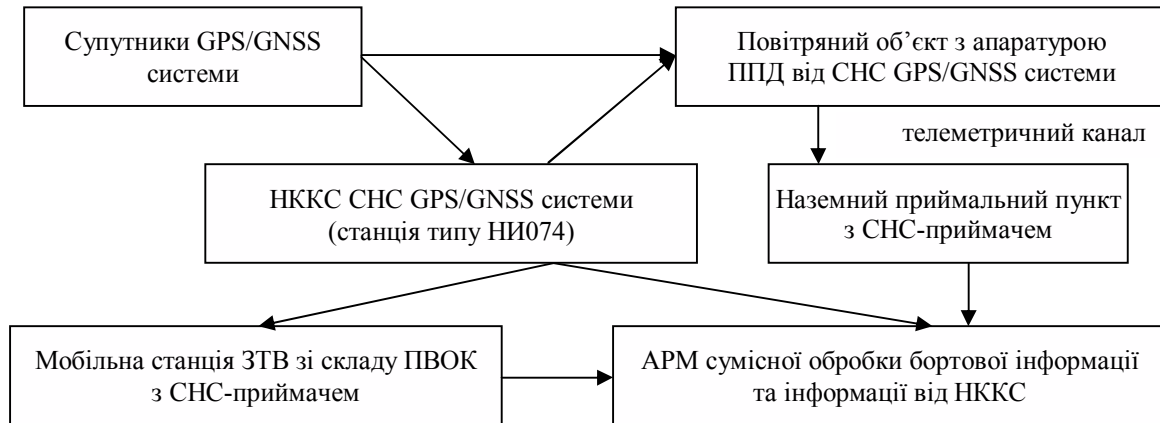


Рис. 1. Проведення траєкторних вимірювань за допомогою СНС з подальшою передачею на АРМ та обробкою отриманої інформації

Має бути забезпечено такі режими:

- післясеансовий режим;
- режим РМЧ.

У разі, коли необхідно високоточне визначення параметрів траєкторії на борту об'єкта, має бути передбачена можливість прийому бортовою апаратурою диференціальних поправок з наземної станції (рис. 1).

На виконання «Засад...» на базі ДНВЦ ЗС України у грудні 2007 року фахівцями ВАТ «АТ НДІРВ» сумісно з фахівцями ДНВЦ ЗС України було розгорнуто станцію моніторингу космічних навігаційних систем НИ074 із складу системи космічного навігаційно-часового забезпечення (СКНЗУ) України.

Аналогічна станція, яка належить Державному космічному агентству України на даний час розміщена у військовому представництві на території ПАТ «Чернігівський завод радіоприладів» м. Чернігів.

Станція НИ074 призначена для:

- прийому сигналів космічних навігаційних систем GPS/GLONASS/EGNOS;
- обробки навігаційних сигналів в РМЧ;
- передачі результатів обробки в центр контролю навігаційного поля;
- архівування та зберігання на протязі заданого часу зареєстрованої і технологічної інформації.

У 2009 році був проведений комплекс експериментальних досліджень функціонування локального диференціального режиму супутникового позиціонування з використанням корегуючої інформації від НККС, яка була розгорнута на базі ДНВЦ ЗС України та приймача NovAtel DL-V3 [1].

Для доступу до локальних корекцій НККС в польових умовах було використано GPRS зв'язок через мобільний телефон, а також через вбудований в ноутбук GPRS модем. Як показали результати експерименту точність вимірювання в реальному масштабі часу була не гірше 20...30 сантиметрів з рідкими відхиленнями до 65 сантиметрів. Розгорнута станція моніторингу (СМ) на території ПАТ «Чернігівський завод радіоприладів» здатна забезпечити отримання диференціальної корегуючої інформації для розрахунку поточних навігаційних даних за сигналами СНС та їх видачі споживачам, розташованим у локальному районі ПВОК ДНВЦ: полігони Чернігівськи (с. Гончарівське) та Десна (с. Десна) для вирішення завдань координатно-часового забезпечення випробувань зразків ОВТ і навчань військ. З цього приводу проводиться робота з Державним космічним агентством України для використання інформації отриманої зі станції в інтересах ДНВЦ ЗС України.

На замовлення Національного космічного агентства України в 2009 році в рамках виконання складової частини ДКР «Створення програмно-апаратних засобів сумісної обробки інформації бортової супутникової навігаційної апаратури та інформації від системи координатно-навігаційного забезпечення України», шифр «Впровадження КНЗ-ПАЗСО» було розгорнуто та введено в дослідну експлуатацію автоматизоване робоче місце (АРМ) сумісної обробки бортової інформації та інформації від контрольно-корегуючої станції.

АРМ призначено для виконання оброблення в післясеансовому режимі інформації бортової супутникової навігаційної апаратури, встановленої на рухомих об'єктах, сумісно з інформацією від конт-

рольно-корегуючої станції для одержання високо-точної інформації про положення та параметри руху об'єктів.

У 2012 році АРМ було дооснащено комплектом переносного DGPS приймача SOUTH S750, який призначений для збору даних географічної інформаційної системи (ГІС), навігації, та реєстрації польових вимірювальних даних. Приймач також дозволяв реєструвати “сирі” дані в статичному режимі, що забезпечує високі точнісні характеристики визначення координат при післясеансній обробці.

Але у зв'язку з анексією Криму цю апаратуру та АРМ було втрачено, тому на даний час проводиться робота по відновленню АРМ з прив'язкою до НККС Державного національного агентства України, що розташоване на території ПАТ “Чернігівський завод радіоприладів”.

Також, ДНВЦ ЗС України необхідна інформаційно-вимірювальна супутникова GPS/GNSS-система, що реалізує принципи мережної (зональної) диференціальної корекції погрешностей спостережень на основі спільної обробки спостережень мереж перманентних референціальних GPS/GNSS-станцій і спостережень приймачів споживачів та надання точного сервісу (вимірювальна інформація, диференціальні коригувальні виправлення).

Висновки

Таким чином, оснащення полігонного вимірювально-обчислювального комплексу Державного науково-випробувального центру Збройних сил України сучасними засобами полігонної системи

траєкторних вимірювань на базі приймачів супутникових навігаційних систем дозволить якісне проведення випробувань зразків ОБТ на різних полігонах ЗС України та виробничих базах промисловості та надасть можливість отримання більш точних результатів випробувань при впливі широкого спектру зовнішніх чинників з меншими затратами ресурсів.

Список літератури

1. Деденок В.П. Апостериорная оценка точности определения местоположения потребителя в локальном дифференциальном режиме спутникового позиционирования с использованием корректирующей информации СКНОУ / В.П. Деденок, В.М. Дейнеко, А.В. Поляков // Система управління, навігації та зв'язку. – 2009. – Вип. 1(9). – С. 42-46.
2. Хижняк В.В. Структура, завдання та напрямки розвитку полігонних вимірювально-обчислювальних комплексів / В.В. Хижняк // Наука і оборона. – 1999. – № 1. – С. 59-63.
3. [Електрон. ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: www.trimble.com, www.novatel.ca/products/
4. Інформаційно-рекламні матеріали Державного підприємства “Орізон-Навігація”. [Електрон. ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: www.orizon-navigation.com.
5. Веремеенко К.К. Применение глобальной навигационной спутниковой системы GNSS и критерии оценки потребительских свойств авиационных СНС-приемников / К.К. Веремеенко, Б.В. Кошелев // Ежегодник ГИС – ассоциации. – 1998. – № 4. – С. 74-77.

Надійшла до редколегії 8.04.2015

Рецензент: д-р техн. наук, проф. О.І. Денісов, Державний науково-випробувальний центр ЗС України, Чернігів.

ОБОСНОВАНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ СОЗДАНИЯ ПОЛИГОННОЙ СИСТЕМЫ ТРАЕКТОРНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ НА БАЗЕ ПРИЕМНИКОВ СИГНАЛОВ СПУТНИКОВЫХ НАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ

В.М. Зозуля, О.Л. Киприянов, В.А. Ляшенко

Освещены основные недостатки существующих методов, способов и приборов защиты радиоэлектронной аппаратуры и агрегатов электрооборудования образцов вооружения и военной техники от действия электромагнитного импульса. Установлено, что основой идеи решения проблемы защиты являются принципы отражения и дифракции электромагнитных волн, энергия которых является поражающим фактором. Определена совокупность противоречий теоретического и практического характера, которые касаются состояния современной защиты объектов от действия электромагнитного импульса, а также обоснованы отдельные теоретические принципы их решения

Ключевые слова: электромагнитный импульс, защита, электрооборудование, радиоэлектронная аппаратура, энергия.

GROUND OF NECESSITY OF CREATION OF THE GROUND SYSTEM OF THE TRAJECTORY MEASUREMENTS ON THE BASE OF RECEIVERS OF SIGNALS OF SATELLITE NAVIGATIONALS

V.M. Zozulya, O.L. Kipriyanov, V.A. Lyashenko

The basic lacks of existent methods are lighted up, methods and devices of defence of radio electronic apparatus and aggregates of electrical equipment of standards of armament and military technique from the action of electromagnetic impulse. It is set that basis of idea of decision of problem of defence are principles of reflection and diffraction of hertzian waves energy of which is a striking factor. The aggregate of contradictions of theoretical and practical character, which touch the state of modern defence of objects from the action of electromagnetic impulse, is certain, and also separate theoretical principles of their decision are grounded

Keywords: electromagnetic impulse, defence, electrical equipment, radio electronic apparatus, energy.