Ляшенко В.А., Зозуля В.М., Юла О.В. Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки;

Мазур В.Ю., Стрельбіцкий М.А. Національна академія Державної прикордонної служби України імені Богдана Хмельницького

ОБГРУНТУВАННЯ СКЛАДУ ТА ТАКТИКО-ТЕХНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПЕРСПЕКТИВНОГО МОБІЛЬНОГО ОПТИКО-ЕЛЕКТРОННОГО КОМПЛЕКСУ ТРАЄКТОРНИХ ВИМІРЮВАНЬ

У статті обґрунтовано склад та тактико-технічні характеристики перспективного мобільного оптико-електронного комплексу траєкторних вимірювань.

Ключові слова: *траєкторні параметри, об'єкти випробувань, мобільний оптико-електронний комплекс, випробування озброєння та військової техніки.*

Постановка проблеми

Уважного ставлення дослідників останнім часом вимагає питання аналізу якостей випробувань і відповідності реально отриманих тактико-технічних характеристик вимогам, що пред'являються. Виникає необхідність в отриманні параметрів високоточних траєкторних вимірювань, що дозволить провести порівняння (відхилення) реальної траєкторії від заданої (еталонної); оцінити ефективність функціонування об'єкту вимірювань; визначати причини невідповідності тактико-технічних характеристик вимогам, які можуть бути виявлені в процесі випробувань. Сьогодні для вимірювання траєкторних параметрів під час випробувань використовується апаратура, що працює на різних фізичних принципах. Це відноситься також до оптико-електронних засобів, в яких реалізований процес супроводження об'єкту з метою отримання в реальному масштабі часу первинної інформації, подальша обробка якої дозволить обчислити високоточні траєкторні параметри об'єктів випробувань.

Аналіз літератури та останніх досліджень

На основі проведеного аналізу літератури та останніх досліджень під час полігонних випробувань [1-4], також тактико-технічних характеристик сучасних мобільних оптико-електронних засобів траєкторних вимірювань вітчизняного та закордонного виробництва та враховуючи “Загальні вимоги до мобільної оптико-електронної станції зовнішньо-траєкторних вимірювань” від 01 жовтня 2017 р. обґрунтовано проект складу та тактико-технічні характеристики перспективного мобільного оптико-електронного комплексу траєкторних вимірювань.

Мета статті

Метою статті є обґрунтування складу та тактико-технічних характеристик перспективного мобільного оптико-електронного комплексу траєкторних вимірювань (МОЕКТВ).

Виклад основного матеріалу

Проаналізувавши існуючі сучасні мобільні оптико-електронні комплекси траєкторних вимірювань МОЕКТВ та враховуючи “Загальні вимоги до мобільної оптико-електронної станції зовнішньо-траєкторних вимірювань”, було запропоновано перспективний МОЕКТВ структурна схема якого представлена на рисунку (рис.1) [1-14].

Рис.1. Структурна схема перспективного МОЕКТВ.

Устаткування комплексу повинне бути розміщено на двох складових частинах: автомобілі та напівпричепі.

На напівпричепі розміщуються основні засоби, що використовуються безпосередньо для вимірювання:

- оптико електронний прилад (ОЕП);
- прилад управління приводами;
- прилад управління оптико-електронними пристроями;
- прилад обробки та передачі інформації.

Для мінімізації впливів зовнішніх факторів на постачання електроживлення, напівпричеп пропонується обладнати власним приладом електроживлення. Система

автогоризонтування дає змогу при розгортанні виставити курсову вісь оптико-електронного приладу перпендикулярно до горизонту.

В якості основного вимірювального засобу пропонується використовувати оптико-електронний прилад (рис.2), який призначений для виявлення, супроводження та видачі вимірювальних даних про параметри руху об'єктів випробувань. Він являє собою опорно-поворотний пристрій з розташованими на ньому інформаційними каналами. До їх мінімального комплексу пропонується включити дві телевізійні камери з трансфокаторними об'єктивами (одна з широким, друга з вузьким полем зору), тепловізійна камера з трансфокаторним об'єктивом та лазерний далекомір. В процесі автосупроводження об'єкту вихідною інформацією є три відеопотоки, координати цілі у полярній системі координат та дальність до неї. Також ОЕП доречно обладнати інклінометром, базуючись на даних якого здійснюється автогоризонтування напівприцепу.

Рис.2. Оптико-електронний прилад

Основні вимоги до ОЕП:

- наявність двох телевізійних камер, тепловізійної камери та лазерного далекоміру;
- максимальна кутова швидкість по азимуту, не менше, град/с – 100;
- максимальна кутова швидкість по куту місця, не менше град/с – 100;
- максимальна кутове прискорення по азимуту, не менше град/с² – 100;
- максимальна кутове прискорення по куту місця, не менше град/с² – 100;
- діапазон кутових переміщень:
 - по азимуту, не менше, кут. град – ± 300 ,
 - по куту місця, не менше, кут. град – від -20 до +200;
- розрядність енкодерів – не менше 21 біт.

Вимоги до телевізійного каналу з широким полем зору:

- робочий спектральний діапазон – видимий (або ближній інфрачервоний);
- діапазон фокусних відстаней (орієнтовний), мм – від 20 до 350;
- похибка вимірювання фокусної відстані, % – не більше 0,5;
- розмір приймача, не менше, дюйм – 1;
- максимальна частота кадрів, не менше, Гц – 250;
- формат матриці у пікселях, не менше – 1280×720.

Вимоги телевізійного каналу з вузьким полем зору:

- робочий спектральний діапазон – видимий (або ближній інфрачервоний);
- діапазон фокусних відстаней (орієнтовний), мм – від 20 до 1000;
- похибка вимірювання фокусної відстані, % – не більше 0,5;
- розмір приймача, не менше, дюйм – 1;
- максимальна частота кадрів, не менше, Гц – 250;
- формат матриці у пікселях, не менше – 1280×720.

Вимоги до тепловізійного каналу:

- фокусна відстань (орієнтовна), мм – від 150 до 750;
- точність вимірювання фокусної відстані, % – не більше 0,5;

- робочий спектральний діапазон, мкм – від 3 до 5;
- формат матриці у пікселях, не менше – 640×512 ;
- частота кадрів, не менше, Гц – 50.

Вимоги до лазерного далекоміру:

- середня квадратична похибка вимірювання дальності:
 - по кутовому відбивачу, м – 0,5,
 - по дифузній цілі, м – 2;
- довжина хвилі передавального каналу, мкм – 1,54;
- максимальна частота вимірювань, не менше, Гц – 50;
- діапазон вимірювальних відстаней за дифузним об'єктом, км – від 1 до 25.

Вимоги до інклінометру:

- діапазон вимірювань, кут.град – ± 10 ;
- абсолютна лінійна похибка, не більше, с – ± 10
- роздільна здатність вимірювання, не більше, с – 0,5;
- кількість вісей – дві.

Для забезпечення роботи опорно-поворотного пристрою (ОЕП) рекомендовано використовувати прилад управління приводами (рис.3). До його складу входять контролер наведення стабілізації та автосупроводження, підсилювачі потужності для управління двигунами, а також ряд формувачів та функціональних пристроїв.

Рис.3. Прилад управління приводами

Прилад управління оптико-електронними пристроями забезпечує роботу, управління, зміну налаштувань та контроль за функціонуванням інформаційних каналів ОЕП.

Прилад обробки та передачі інформації здійснює обробку даних від інформаційних каналів, обробку відеопотоків, конвертацію даних для передачі та подальшої роботи з ними.

Для формування необхідних напруг електроживлення устаткування використовується прилад електроживлення напівпричепу. Вхідна напруга – 3-х фазна, 50 Гц, 380 В.

При розгортанні комплексу для мінімізації відхилення перпендикулярності осі обертання по азимуту ОЕП від горизонту використовується система автогоризонтування. Дані щодо кутового відхилення отримуються від інклінометру, встановленого в ОЕП.

Автомобіль комплексу (рис.4) побудовано на базі шасі з підвищеною прохідністю, на якому розташовано кузов-фургон з основним устаткуванням для управління, зв'язку, енергозабезпечення, післясесійної обробки тощо. Додаткове обладнання на автомобіль встановлено згідно існуючих вимог до автомобільного транспорту Міністерства Оборони України.

Рис.4. Автомобіль комплексу

Кузов-фургон (рис.5) функціонально поділено на три відсіки:

- апаратний;
- побутовий;
- технічний.

Рис.5. Попередня компоновка кузов-фургону комплексу.

Устаткування апаратного відсіку повинно забезпечувати:

- управління роботою комплексу;
- післясесійну обробку даних;
- передачу даних до сусідніх комплексів;
- радіозв'язок;
- управління БПЛА;
- прийом зовнішньої цілевказівки;
- топогеодезичну прив'язку.

Для виконання цих функцій пропонується використовувати:

- автоматизоване робоче місце №1 (АРМ № 1);
- автоматизоване робоче місце №2 (АРМ № 2);
- прилад накопичення та обробки траєкторної інформації;
- комутатор;
- КХ радіостанція з підсилювачем, антенно-погоджуючий пристрій, петлева антена;
- подвоєна УКХ радіостанція з двома антенами;
- прилад управління БпЛА, БпЛА, гіростабілізована телевізійна камера для БпЛА;
- Wi-Fi міст (встановлюється або на БпЛА або на щоглу);
- апаратура топогеодезичної прив'язки;
- прилад обміну з радіолокаційним комплексом траєкторних вимірювань.

Для зручного перебування обслуговуючого персоналу комплексу протягом значного часу, кузов-фургон доцільно обладнати кондиціонером, системою вентиляції, системою підігріву та окремим побутовим відсіком.

Цей відсік обладнано холодильником, чайником, мікрохвильовою пічкою та плиткою. Наявні чотири спальні місця для відпочинку персоналу.

У технічному відсіку розташована основна система електроживлення комплексу, ЗІП та інше додаткове устаткування.

АРМ №1 (рис.6) призначено для управління станцією під час вимірювання траєкторій та підготовки до роботи. Під час післясесійної обробки траєкторної інформації може виконувати певні з функцій АРМ № 2.

У процесі підготовки та вимірювання АРМ № 1 повинне забезпечувати:

- відображення всіх відеопотоків на АРМ;
- відображення зображення об'єкту, центрального перехрестя, фокусної відстані об'єктива відповідного каналу, поточного часу;
- управління режимами супроводження та вибір об'єктів супроводження;
- розрахунок геодезичної прив'язки оптико-електронного теодоліту до місцевості по одному або декільком орієнтирам та за даними апаратури супутникової навігації;
- розрахунок геодезичної прив'язки орієнтирів на місцевості та за даними апаратури супутникової навігації до місця установки оптико-електронного теодоліту;
- реєстрацію дій оператора.

У процесі після сесійної обробки АРМ № 1 повинне забезпечувати:

- автоматичну вибірку вимірювальної інформації виробу з інформаційного файлу;
- форматування вихідного файлу траєкторної інформації заданої структури;
- редагування параметрів файлу траєкторної інформації в табличному і графічному вигляді;
- роздруківку файлу траєкторної інформації в табличному і графічному вигляді;

Рис.6. Автоматизоване робоче місце АРМ № 1

- одночасне синхронне відтворення і перегляд відеофайлів обраних оптичних каналів з накладанням параметричної інформації і спробу супроводження об'єкту та можливістю довільного регулювання швидкості відтворення від по-кадрової до максимальної;

- можливість введення оператором нового положення маркера супроводження об'єкта при зупинці перегляду, здійснювати розрахунки уточненого кутового положення об'єкта;
- реєстрацію дій оператора;

АРМ № 2 (рис.7) рекомендується для виконання повного циклу обробки траєкторної інформації, що формується комплексом, після проведення вимірювань. Під час вимірювань АРМ № 2 виконує контроль працездатності компонентів комплексу та управляє інформаційним обміном по зовнішнім каналам зв'язку.

У процесі вимірювання АРМ №2 повинне забезпечувати:

- відображення даних зовнішньої цілевказівки;
- відображення стану готовності компонентів системи;
- відображення стану зовнішніх каналів зв'язку;
- управління інформаційним обміном через зовнішні канали зв'язку;
- реєстрацію дій оператора.

Рис.7. Автоматизоване робоче місце АРМ №2

- У процесі післясесійної обробки АРМ №2 повинне забезпечувати:
- автоматичну вибірку вимірювальної інформації виробу з інформаційного файлу;
 - ручне, напівавтоматичне і автоматичне вимірювання, розрахунок та введення поправок наведення МОЕКТВ на об'єкти супроводження;
 - форматування вихідного файлу траєкторної інформації заданої структури;
 - редагування параметрів файлу траєкторної інформації в табличному і графічному вигляді;
 - роздруківку файлу траєкторної інформації в табличному і графічному вигляді;
 - одночасне синхронне відтворення і перегляд відеофайлів від усіх оптичних каналів з накладанням параметричної інформації і стробу супроводження об'єкту та можливістю довільного регулювання швидкості відтворення від по-кадрової до максимальної;
 - можливість введення оператором нового положення маркера супроводження об'єкта при зупинці перегляду, здійснювати розрахунки уточненого кутового положення об'єкта;
 - контроль даних, що вводяться;
 - попередження про помилкові дії;
 - документування даних обробки;
 - реєстрацію дій оператора.

Прилад накопичення та обробки траєкторної інформації (ПНОТІ) розміщується в апаратному відсіку та призначений для управління роботою комплексу, отримання від нього вимірювальних даних та подальшого їх оброблення і видачі результатів вимірювань.

ПНОТІ забезпечує:

- передачу на монітори АРМ зображення об'єкту, центрального перехрестя, фокусної відстані об'єктива відповідного каналу, поточного часу;

- реєстрацію відео- та вимірну цифрової інформації незалежно по кожному каналу;

- тривалість безперервної роботи – 24 години;

- максимальний обсяг інформації, що зберігається, визначається ємністю накопичувача (засобів архівування) цифрової інформації, ємність засобів архівування має розраховуватись із суми добутоків реальних швидкостей надходження цифрових даних від кожного каналу реєстрації на загальний час здійснення відео-реєстрації у ході проведення випробувань та зберігання первинних відеоматеріалів на весь час проведення випробувань, ємність архіву комплексу має забезпечувати накопичення і зберігання інформації за умов роботи комплексу протягом 500 годин;

- зв'язок із зовнішніми об'єктами по оптоволоконним лініям зі швидкістю до 2,5 Гбіт/с або по радіоканалам зі швидкістю до 100 Мбіт/с.

ПНОТІ повинен додатково мати у своєму складі:

- апаратуру для після сесійної обробки інформації;

- апаратуру системи єдиного часу та синхронізації комплексу.

Апаратура системи єдиного часу забезпечує формування та зберігання шкали часу з похибкою зберігання не більше 6×10^{-8} с за 2 години, синхронізацію синтезованої шкали часу зі шкалою UTC +2 години київського дискретного часу за сигналами супутників GPS та ГЛОНАСС, можливість взаємної часової синхронізації станцій та синхронізації за шкалою Державної служби часу та еталонних частот з похибкою не більше 1×10^{-6} с.

КХ радіостанція (рис.8) зі 150-ватним підсилювачем, антенним погоджуючим пристроєм та петлевою антеною може використовуватися для відкритої та закодованої передачі даних та голосового зв'язку з сусідніми комплексами. Вибір перерахованих радіо компонентів враховує необхідність створення безперервної зони КХ-радіозв'язку радіусом до 150 км, що необхідно для гарантованої передачі цілевказівки комплексам, що знаходяться на відстанях більших за 25 км.

Рис.8. КХ - радіостанція

Радіостанція працює в частотному діапазоні від 1,5 МГц до 60 МГц при швидкості інформаційного обміну порядку декількох Кбіт/с. Можливе автоматичне встановлення з'єднання та робота як на фіксованих частотах так і в режимі псевдо-випадкової перестройки робочої частоти для протидії застосування засобів РЕБ.

Подвоєна УКХ – радіостанція (рис.9) використовується для забезпечення оперативно – командної взаємодії. Може бути використана для відкритого чи закодованого голосового зв'язку та передачі даних зі швидкістю до 56 Кбіт/с. В деяких режимах радіостанція забезпечує завадо захищений зв'язок із застосуванням псевдо – випадкової перестройки робочої частоти.

Рис.9. Подвоєна УКХ - радіостанція

Основою радіостанції є дві малогабаритні індивідуальні радіостанції діапазону 30-512 МГц та два широкосмугові 50-ватних підсилювачі, які підключені до двох автомобільних штирьових антен. В разі необхідності до радіостанції можна підключати телефонні гарнітури та комп'ютери по інтерфейсу RS-232. Зйомна конструкція та наявність автономних антен та батарей дозволяє використовувати радіостанцію в якості носимих засобів зв'язку при роботах обслуговуючого персоналу зовні кузова-фургону.

Для передачі відеоданих на значні відстані (100 та більше км) використовується Wi-Fi міст (рис.10), піднятий на БПЛА (рис.11). Висота підняття має бути не менше 175 м (для обох комплексів). Також БПЛА може використовуватися, як додаткова точка огляду, для чого на нього має бути встановлена гіростабілізована телевізійна камера.

При розташуванні комплексів на відстані до 25 км Wi-Fi міст встановлюється на щоглу і виконує ту саму функцію.

Апаратура топогеодезичної прив'язки призначена для визначення координат місця розташування оптико-електронного приладу комплексу та орієнтирів на місцевості з високою точністю.

Рис.10. Wi-Fi міст

Рис.11. БПЛА

Вона повинна складатись з двох GPS/ГЛОНАСС приймачів (один розміщується на оптичному теодоліті і забезпечує відлік його просторового положення, другий забезпечує відлік положення орієнтирів) та засобу, що забезпечує розрахунок координат у диференційному режимі і вирішення прямої та зворотної геодезичної задачі. Середньоквадратична похибка визначення топогеодезичної прив'язки оптичних теодолітів та орієнтирів – не більше 0,30 м.

В разі роботи по цілевказівці від радіолокаційного комплексу траєкторних вимірювань використовується прилад обміну з радіолокаційним комплексом траєкторних вимірювань, який конвертує дані в необхідний для роботи комплексу формат.

Побутовий відсік призначений для відпочинку і тривалого проживання екіпажу станції в польових умовах. У ньому повинні розміщуватися: комплект спальних та столових меблів, холодильник, мікрохвильова піч, електроплита, тощо.

Технічний відсік використовується для розміщення системи енергозабезпечення комплексу та зберігання додаткового устаткування.

Загальні вимоги до комплексу:

- термін експлуатації комплексу – не менше 10 років;
- комплектність комплексу повинна відповідати комплектності, встановленій виробником у експлуатаційній документації;
- чисельність обслуговуючого персоналу – 2 оператора та 1 водій-електрик;
- час переведення комплексу з транспортного положення в стан готовності до вимірів силами екіпажу на непідготовленому майданчику – не більше 4 годин;
- час підготовки до транспортування – не більше 2 годин;
- час безперервної роботи комплексу, у тому числі вимірювання – 24 години;
- сумарне енергоспоживання (включаючи кондиціонер) – не більше 25 кВт.

Автономне перебезування зі швидкістю, не менше:

- по асфальтовому шосе – 80 км/год;
- по бруківці – 40 км/год;
- по ґрунтовій дорозі – 20 км/год;
- по бездоріжжю – 10 км/год.

Комплекс повинен забезпечувати проведення вимірювань (досліджень) ОВТ:

- на необладнаних майданчиках (польових позиціях) – безпосередньо з платформи-причепу;
- на підготовлених майданчиках – з розміщенням платформи-причепу з оптико – електронним теодолітом на фіксаційному ложементі, розміщеному на монолітній бетонній основі.

Висновок

Таким чином, у статті на основі проведеного аналізу літератури та останніх досліджень під час полігонних випробувань, їх основних характеристик, а також тактико-технічних характеристик сучасних МОЕКТВ вітчизняного та закордонного виробництва і враховуючи “Загальні вимоги до мобільної оптико-електронної станції зовнішньо-траєкторних вимірювань” від 01 жовтня 2017 р. обґрунтовано і запропоновано проєкт складу та тактико-технічні характеристики перспективного мобільного оптико-електронного комплексу траєкторних вимірювань, який може бути рекомендований до практичної реалізації.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Загальні вимоги до полігонного випробувального комплексу Збройних Сил України, затверджені Міністром оборони України 06.11.2015. – К: ВНУ ГШ ЗСУ, 2015. – 17 с.
2. Дослідження шляхів впровадження сучасних технологій координатно-часового та навігаційного забезпечення з використанням апаратури споживачів супутникових навігаційних систем для забезпечення випробувань зразків озброєння та військової техніки: звіт про НДР, шифр “Супутник”, ДНВЦ ЗС України. – Чернігів: ДНВЦ, 2015. – № ДР 0101U001883. – 119 с.
3. Дослідження шляхів розвитку та удосконалення елементів системи траєкторних вимірювань полігонного вимірювально-обчислювального комплексу: звіт про НДР, шифр “Теодоліт”, ДНВЦ ЗС України. – Чернігів: ДНВЦ, 2017. – № ДР 0101 U001999. – 46 с.
4. Дослідження шляхів побудови мобільного оптико-електронного комплексу траєкторних вимірювань для проведення випробувань зразків озброєння та військової техніки: звіт про

НДР, шифр “Візир”, ДНДІ ВС ОВТ. – Чернігів: ДНДІ ВС ОВТ, 2019. – № ДР 0319TS001075. – 11 с.

5. Чупахин А.П. Разработка и исследование оптического измерительного комплекса для сопровождения объектов, движущихся по сложным траекториям: дис. кандидата техн. наук / А.П. Чупахин. – Нижний Тагил, 2017. – 152 с

6. Высокоточный кинотеодолит “ВИСМУТИН-М” [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://peleng.by/products/optoelectronics/47.html>.

7. Высокоточная оптико-электронная теодолитная система “ВИОЛА” [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://промкаталог.рф/ProtectedDocuments/1560366.pdf>.

8. Высокоточная оптико-электронная теодолитная система “ВИОЛА” [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://промкаталог.рф/ProtectedDocuments/1560366.pdf>.

9. Мобильный теодолит “Велюр-ИТ” [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://промкаталог.рф/ProtectedDocuments/1560369.pdf>

10. Малогабаритный телевизионный теодолит “КОНТУР-Т” [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://peleng.by/products/optoelectronics/48.html>.

11. Мобильный автоматизированный измерительный комплекс “Траектория” (МАИК “Траектория”) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ntiim.ru/info.php/traektor>.

12. Оптико-электронная станция кругового обзора (ОЭСКО) “Феникс” [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.rusarmy.com/pvo/pvo_vsk/rls_fenix.html.

13. Оптико-электронный комплекс обнаружения космических объектов “Окно” и “Окно-М” [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://bastion-karpenko.ru/okno-oek/>.

14. Мобильная оптико-электронная станция “Вереск” [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://roe.ru/catalog/vozdušno-kosmicheskie-sily/aerokosmicheskie-tehnologii/veresk/>.

Ляшенко Володимир Алімович

кандидат технічних наук, старший науковий співробітник Державного науково-дослідного інституту випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки, Чернігів, Україна,
<https://orcid.org/0000-0003-0103-9815>;
+380509097665

Зозуля Валерій Миколайович

начальник відділу Державного науково-дослідного інституту випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки, Чернігів, Україна
<https://orcid.org/0000-0001-6389-4302>;
+380503603411

Юла Олександр Васильович

старший науковий співробітник Державного науково-дослідного інституту випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки, Чернігів, Україна
<https://orcid.org/0000-0002-6309-6594>;
+380991723732

Vladimir Lyashenko

Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher of State Scientific Research Institute of Armament and Military Equipment Testing and Certification, Chernihiv, Ukraine,
<https://orcid.org/0000-0003-0103-9815>;
+380509097665

Valerij Zozulia

Chief of Section of State Scientific Research Institute of Armament and Military Equipment Testing and Certification, Chernihiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0001-6389-4302>;
+380503603411

Oleksandr Yula

Senior Researcher of State Scientific Research Institute of Armament and Military Equipment Testing and Certification, Chernihiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0002-6309-6594>;
+380991723732

Мазур Валентин Юрійович

доктор військових наук, доцент, директор інституту підвищення кваліфікації Національної академії Державної прикордонної служби України імені Богдана Хмельницького, Хмельницький, Україна,
<https://orcid.org/0000-0002-3405-6200>;
+380977826892

Valentin Mazur

Doctor of Military Sciences, Associate Professor, Direktor Institute of Advanced Training National Academy of State Border Guard Service of Ukraine name after Bohdan Khmelnytsky
<https://orcid.org/0000-0002-3405-6200>;
+380977826892

Стрельбіцький Михайло Анатолійович

доктор технічних наук, доцент, начальник кафедри зв'язку, автоматизації та кібербезпеки інженерно-технічного факультету Національної академії Державної прикордонної служби України імені Богдана Хмельницького, Хмельницький, Україна,
<https://orcid.org/0000-0001-8030-3228>;
+380677354334

Mykhailo Strelbitskyi

Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Shif Department of Communication, Automatization and Cybersecurity, National Academy of State Border Guard Service of Ukraine name after Bohdan Khmelnytsky
<https://orcid.org/0000-0001-8030-3228>;
+380677354334

**GROUND of COMPOSITION AND TAKTIKO-TEKHNICHNIKH DESCRIPTIONS of PERSPECTIVE
MOBILE OPTICAL-ELECTRONIC COMPLEX of TRAJECTORY MEASURINGS**

V. Lyashenko, V. Zozulia, O. Yula, V.Mazur, V.Strelbitskyi

For some time past the careful attention of researches requires the issues of analyzing qualities of test objects and compliance actually received tactical and technical characteristics with specified operational requirements, it is necessary to get the parameters of high-precision trajectory measurements that will enable comparison (deviation) of the real trajectory from the reference trajectory (pattern trajectory); evaluate the operating benefit of the test objects; identify the causes of nonconformities of tactical and technical characteristics to requirements, which can be detected. Today for measuring the trajectory parameters of the test objects using equipment, which operates on different physical principles. It refers also to the electro-optics equipment, in which implemented process of target tracking for the purpose of obtaining on a real time basis initial information, further processing which will allow to calculate highly precise trajectory parameters of test objects.

Therefore, the purpose of the article was a justification for composition and tactical and technical characteristics of prospective mobile optoelectronic complex of trajectory measurements.

On the basis of the modern analysis of the objects of ground tests, their main characteristics, as well as the tactical and technical characteristics of modern mobile optoelectronic complex of trajectory measurements of domestic and foreign production and taking into account the "General requirements for mobile optoelectronic station of externally - trajectory measurements" from 01 October 2017, the project of composition and the tactical and technical characteristics prospective mobile optoelectronic complex of trajectory measurements was justified.

Research design - the theory of probability, system analysis and synthesis of organizational-technical systems, theory efficiency and optimization, simulation of complex technical systems.

The main results, obtained in the work:

- composition and the tactical and technical characteristics prospective mobile optoelectronic complex of trajectory measurements were justified;

- general requirements to the mobile optoelectronic complex of trajectory measurements were developed;

The practical importance lies in the possibility of creating mobile optoelectronic complex of trajectory measurements of domestic production to conduct testing of new and modernized specimens of weapons and military equipment.

The study is novel in that it: general requirements to the mobile optoelectronic complex of trajectory measurements were developed; the project of terms of reference for the creation of a mobile optoelectronic complex of trajectory measurements of domestic production was worked out to provide testing of specimens of weapons and military equipment.

Keywords: *trajectory parameters, objects of tests, mobile optical-electronic complex, test of armament and military technique.*