

## СЕКЦІЯ 16

### ПРИНЦИПИ ОБРОБКИ І ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЇ КОСМІЧНИХ СИСТЕМ, ЗАСОБІВ ДАЛЬНЬОГО РАДІОЛОКАЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ ТА ГЕОІНФОРМАЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ ПРИ ВИКОНАННІ ЗАВДАНЬ ООС

Керівники секції: полковник О.П. Гудима;  
к.військ.н. проф. М.Ф. Пічугін  
Секретар секції: к.т.н. с.н.с. підполковник О.І. Солонець

### ПРОБЛЕМИ ОБРОБКИ ТА ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЇ КОСМІЧНИХ СИСТЕМ ТА ГЕОІНФОРМАЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ ПРИ ВИКОНАННІ ЗАВДАНЬ ОПЕРАЦІЇ ОБ'ЄДНАНИХ СИЛ

*О.П. Гудима<sup>1</sup>, к.т.н., с.н.с.; Г.В. Певцов<sup>2</sup>, д.т.н. проф.;  
Д.В. Карлов<sup>2</sup>, д.т.н., с.н.с.; М.Ф. Пічугін<sup>2</sup>, к.військ.н. проф.*

<sup>1</sup>Міністерство оборони України;

<sup>2</sup>Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба

Придушення незалежності та євроатлантичних прагнень України на даний час продовжує бути одним із пріоритетів зовнішньої політики Російської Федерації. Порушення міжнародних норм, відкрита збройна агресія, підтримка незаконних збройних формувань з боку Російської Федерації – це ті виклики, з якими доводиться боротись нашій державі.

В доповіді висвітлені проблеми інформаційного забезпечення здійснення заходів із забезпечення національної безпеки і оборони, відсічі і стримування збройної агресії Російської Федерації у Донецькій та Луганській областях, які є продовженням антитерористичної операції. Показано роль космічної складової інформаційного забезпечення зазначених заходів з урахуванням адаптації світового досвіду в галузі космічних та геоінформаційних технологій до вітчизняних реалій. З'ясовано тенденції подальшого впровадження сучасних підходів щодо обробки та використання інформації космічних систем та геоінформаційного забезпечення Збройних Сил України при виконанні завдань операції об'єднаних сил.

Визначено напрямки досягнення відповідності нинішнього стану космічної діяльності Міністерства оборони України та Збройних Сил України сучасним гібридним викликам та загрозам і завданням забезпечення обороноздатності держави, а також збільшення оперативних (бойових, спеціальних) спроможностей сил оборони, ефективність системи оперативного (бойового) управління, зв'язку, розвідки та спостереження, врегулювання питання державного оборонного замовлення, пріоритетів військово-технічної та оборонно-промислової політики і співробітництва у сфері космічної діяльності, визначення міжвідомчої взаємодії з питань створення та використання космічних засобів.

## ПИТАННЯ КОСМІЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ В МІНІСТЕРСТВІ ОБОРОНИ УКРАЇНИ

*О.П. Гудима, к.т.н., с.н.с.; Д.В. Шкіцькій; Л.В. Кухарська  
Міністерство оборони України*

Питання застосування технологій, відпрацьованих в космічній діяльності в різних галузях суспільства, в тому числі використання космічних інформаційних технологій набувають все більшої ваги, особливо у секторі безпеки і оборони.

На сьогоднішній день в Україні органом виконавчої влади, який забезпечує формування і реалізує державну політику у сфері космічної діяльності – Державним космічним агентством України спільно з Міністерством оборони України та іншими зацікавленими центральними органами виконавчої влади, розпочато суттєве оновлення нормативної бази держави з питань космічної діяльності.

В МО України здійснено відпрацювання пропозицій та зауважень до: розпорядження Кабінету Міністрів України «Про схвалення Концепції Загальнодержавної цільової науково-технічної космічної програми на 2018-2022 роки» від 5 вересня 2018 р. № 629-р;

проекту Закону України «Про затвердження Загальнодержавної цільової науково-технічної космічної програми на 2019-2023 роки»;

проекту змін до Закону України «Про космічну діяльність»;  
проекту Концепції реалізації державної політики України у сфері космічної діяльності на період до 2032 року;

проекту постанови Кабінету Міністрів України про внесення змін до постанови Кабінету Міністрів України від 15 липня 1997р. № 788.

Прийняття вище зазначених нормативних актів дозволить найближчим часом підвищити ефективність роботи суб'єктів Міністерства оборони України та інших центральних органів виконавчої влади в космічній сфері.

## УДОСКОНАЛЕННЯ СТРУКТУРИ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ТА АНАЛІЗУ КОСМІЧНОЇ ОБСТАНОВКИ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ЗАВДАНЬ ЗБРОЙНИХ СИЛ

*В.П. Деденок<sup>1</sup>, д.т.н., проф.; О.П. Гудима<sup>2</sup>, к.т.н., с.н.с.;  
Ю.В. Резніков<sup>1</sup>, к.т.н., с.н.с.*

<sup>1</sup>Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба;

<sup>2</sup>Міністерство оборони України

Анексія Криму Російською Федерацією призвела до втрати більшості елементів системи контролю і аналізу космічної обстановки (СКАКО), тому знадобилось критичне переосмислення завдань цієї системи та вивчення можливостей її відновлення та використання в інтересах Збройних Сил (ЗС) України.

Проведений аналіз світового досвіду використання подібних систем показав що основним завданням, яке могла б вирішувати система СКАКО в інтересах ЗС України є ведення каталогу та супроводження заданих космічних об'єктів (КО), що мають інтерес для оборони держави. Для виконання цього завдання запропоновано структуру оновленої системи, склад наявних технічних засобів та перелік інших джерел інформації, що можуть бути

використані у роботі СКАКО. Аналіз структури СКАКО з урахуванням змін, що відбулися з моменту її проектування показав, що її відновлення не потребує суттєвих витрат на створення нових та модернізацію існуючих технічних засобів на основі використання загальнодоступних даних з каталогів КО. Основною проблемою відновлення СКАКО є необхідність розробки практично нового програмного забезпечення з урахуванням змін у структурі системи.

Крім цього запропоновано використання системи СКАКО в рамках програми EPOD, пов'язаної з доступом до знімків високого розрізнення космічних апаратів EROS-A, EROS-B компанії IMAGESAT INTL для інформаційного забезпечення виконання завдань ЗС України.

### **АНАЛІЗ ДЖЕРЕЛ ТА СКЛАДОВИХ ПОХИБОК СУПУТНИКОВИХ НАВІГАЦІЙНИХ ВИМІРЮВАНЬ**

*Г.В. Певцов, д.т.н., проф.; Д.В. Карлов, д.т.н., с.н.с.; О.В. Коробецький  
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

У сучасних збройних конфліктах все частіше застосовуються системи високоточної зброї. Робота подібних систем заснована на використанні точних вихідних даних, що включають в себе координати як своєї позиції (пункту) так і цілі, які, в багатьох випадках, отримуються завдяки можливостям супутникових навігаційних систем, що забезпечують необхідну точність виміру.

Проведення операції об'єднаних сил (ООС) на сході країни яскраво демонструє необхідність отримання точних даних для ведення розвідки в інтересах авіаційних, артилерійських, танкових підрозділів для ефективного ураження противника.

В доповіді проведено аналіз джерел і складових похибок супутникових навігаційних вимірювань. Показано, що з групи повільно мінливих похибок найбільш значущою і яка важко моделюється є іоносферна похибка. З групи випадкових похибок необхідно виділити похибки, викликані внутрішніми шумами приймальної апаратури і багатопроменим поширенням сигналів. Значені види похибок викликають найбільш значущі помилки визначення місцезнаходження і тому вимагають розробки методів їх компенсації.

### **ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО УДОСКОНАЛЕННЯ СТРУКТУРИ СИСТЕМИ КООРДИНАТНО-ЧАСОВОГО ТА НАВІГАЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ УКРАЇНИ В ІНТЕРЕСАХ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ**

*В.П. Деденок, д.т.н., проф.; М.Ф. Пічугін, к.військ.н., проф.;  
Ю.В. Резніков, к.т.н., с.н.с.*

*Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

Аналіз складу та характеристик існуючої навігаційної апаратури Збройних Сил (ЗС) України показує, що зараз на озброєнні знаходяться і використовуються морально застарілі навігаційні засоби, які не відповідають вимогам до надійності управління, точності місцевизначення військових об'єктів.

Заданих характеристик можливо досягти лише при використанні супутникових навігаційних систем та інформації Системи координатно-

часового та навігаційного забезпечення (СКНЗ) України. При цьому виникає ряд проблемних питань. По-перше, це пов'язано з невідповідністю форматів даних, що циркулюють в СКНЗ та можливостями прийому та обробки цих даних апаратурою, яка є на озброєнні ЗС. По-друге, в багатьох випадках традиційні диференціальні методи не задовольняють вимогам певного класу військових споживачів, та не забезпечують заданої точності та надійності навігаційних рішень. Тому критичне переосмислення та вдосконалення структури СКНЗ України з урахуванням завдань ЗС України та особливостей наявних навігаційних засобів є актуальним.

В доповіді наведено рекомендації щодо вдосконалення структури СКНЗ України для вирішення завдань ЗС та представлені пропозиції щодо інформаційної взаємодії СКНЗ України з відповідними частинами та підрозділами ЗС.

### **ФУНКЦІОНАЛЬНА МОДЕЛЬ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КОСМІЧНОЇ СИТУАЦІЙНОЇ ОБІЗНАНОСТІ СКЛАДОВИХ СЕКТОРУ БЕЗПЕКИ І ОБОРОНИ ДЕРЖАВИ**

*Д.В. Пекарев, к.т.н., с.н.с.  
Військова частина А0251*

Сучасні виклики та загрози, особливо під час анексії частини території України та подальшої збройної агресії Російської Федерації на сході нашої держави, обумовлюють необхідність розвитку безпекових та оборонних спроможностей, що, у свою чергу, вимагає чіткої організації всебічного інформаційного забезпечення та інформаційної обізнаності осіб, які приймають рішення.

Останнім часом використання космічного простору вітчизняними та іноземними суб'єктами у різних сферах набуває все більшого масштабу, що безумовно впливає на безпеку і оборону будь-якої держави у сучасному світі. Оскільки космічна діяльність тісно пов'язана з інформаційною сферою, то у складі системи моніторингу, аналізу, прогнозування, моделювання та підтримки прийняття рішень у сфері національної безпеки і оборони, створення якої визначено Указом Президента України від 04.03.2016 № 92/2016, доцільно створити інформаційну систему (підсистему) забезпечення космічної ситуаційної обізнаності, що має забезпечувати відповідні потреби складових сектору безпеки і оборони держави.

Наразі у нашій державі остаточно не конкретизовано, які саме дані щодо вітчизняної та іноземної космічної діяльності потрібні на рівні інформаційного забезпечення складових сектору безпеки і оборони держави.

У доповіді надано обґрунтування складу, архітектури, принципів організаційної побудови інформаційної системи забезпечення космічної ситуаційної обізнаності складових сектору безпеки і оборони держави.

На основі принципів SADT-методології та підходів до побудови функціональних моделей складних систем (IDEF0) розроблено функціональну модель досліджуваної інформаційної системи. Побудовано контекстну діаграму поданої функціональної моделі системи, проведено її декомпозицію та отримано діаграми декомпозицій основних функціональних блоків. Декомпозиція функціональних блоків здійснена до підфункцій четвертого рівня відповідно до завдань, що стосуються використання власних перспективних та/або союзницьких космічних систем і засобів, а також

врахування застосування космічних систем і засобів противником. Моделювання проведено з точки зору користувача (аналітика інформаційної системи) з урахуванням потреб в інформаційному забезпеченні (космічній ситуаційній обізнаності) складових сектору безпеки і оборони держави.

При розробленні функціональної моделі інформаційної системи забезпечення космічної ситуаційної обізнаності складових сектору безпеки і оборони держави враховані всі прийняті наразі основні чинники та умови, які визначають рівень космічної ситуаційної обізнаності.

### **УДОСКОНАЛЕНА МЕТОДИКА НАДАННЯ ІНФОРМАЦІЇ ПРО ПРОЛЬОТИ ІНОЗЕМНИХ КОСМІЧНИХ АПАРАТІВ ПІДРОЗДІЛАМИ В РАЙОНІ ПРОВЕДЕННЯ ОПЕРАЦІЇ ОБ'ЄДНАНИХ СИЛ**

*Д.В. Пекарев<sup>1</sup>, к.т.н., с.н.с.; І.А. Беспалко<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>Військова частина А0251;*

*<sup>2</sup>Житомирський військовий інститут ім. С.П. Корольова*

Ведення противником космічного спостереження, зокрема району проведення операції Об'єднаних сил на Сході України, підтверджує необхідність врахування інформації про прольоти іноземних космічних апаратів при виконанні завдань підрозділами Збройних Сил України.

Сучасна космічна обстановка характеризується зміною зовнішніх факторів – збільшенням кількісного та якісного складу космічних апаратів, збільшенням кількості об'єктів, зразків озброєння і військової техніки тощо. Зазначене спричиняє виникнення ряду недоліків при забезпеченні підрозділів Збройних Сил України інформацією про прольоти іноземних космічних апаратів. Як результат, приймається, що противник може вести спостереження всіх об'єктів, які дислокуються в межах визначеного району.

Тому виникає необхідність удосконалення методики надання інформації про прольоти іноземних космічних апаратів підрозділам Збройних Сил України.

У доповіді подано удосконалену методику надання інформації про прольоти іноземних космічних апаратів, що розроблена на основі принципу розподіленості функцій та теорії планування застосування космічних апаратів розвідки.

Вона відрізняється від існуючої врахуванням оцінювання можливостей космічних апаратів, характеристик зразків озброєння і військової техніки та особливостей дислокації підрозділів Збройних Сил України в районі проведення операції Об'єднаних сил на Сході України. Використання розробленої методики дозволяє підвищити:

повноту вхідних даних за рахунок збільшення кількісного та якісного складу координатної та некоординатної інформації про космічні апарати;

достовірність вихідної інформації за рахунок оброблення даних про космічні апарати, характеристик зразків озброєння і військової техніки та перетворення їх у формат для подальшого проведення розрахунків;

оперативність доведення вихідної інформації за рахунок проведення розрахунків на рівні споживачів.

Результати проведеного моделювання для угруповання космічних апаратів Російської Федерації та району проведення операції Об'єднаних сил на Сході України підтверджують ефективність розробленої методики.

## НАПРЯМКИ ВИКОРИСТАННЯ КОСМІЧНИХ АПАРАТІВ ТИПУ «CUBESAT» У СФЕРІ БЕЗПЕКИ ТА ОБОРОНИ

*С.П. Фриз<sup>1</sup>, д.т.н.; О.В. Кальватинський<sup>2</sup>, Р.О. Авсієвич<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup>Житомирський військовий інститут ім. С.П. Корольова;*

*<sup>2</sup>Центр прийому і обробки спеціальної інформації та контролю навігаційного поля*

Досвід Операції об'єднаних сил вказує на те, що ефективне застосування наземних сил неможливе без використання космічних засобів для підтримки військових операцій. Однак, на даному етапі, Україна не має у своєму розпорядженні власних космічних апаратів (КА) та вимушена використовувати орендований бортовий ресурс в країн партнерів, міжнародних операторів та приватних компаній. Вирішення даної проблеми можливе через використання «наносупутників» типу «CubeSat». Розробкою та дослідженнями КА такого типу займаються більше 100 вищих навчальних закладів, державних та приватних компаній світу з метою проведення наукових, приватних та державних досліджень. Основною перевагою цих КА є низька вартість запуску, яка залежно від розмірів та ваги, лежить в ціновому діапазоні від 3000 до 80 000 доларів США.

В доповіді пропонуються способи застосування таких КА для забезпечення сектору безпеки та оборони України спеціальною інформацією. Вказані КА можуть оснащуватися цільовим обладнанням для здійснення моніторингу радіоелектронної обстановки, дистанційного зондування Землі та для забезпечення зв'язком державних відомств України. Також розглянуто шляхи створення наземної інфраструктури для управління такими КА та отримання спеціальної інформації із залученням існуючих технічних засобів, які надаються на території України.

Аналіз наявних у відкритому доступі даних про КА дозволив встановити, що в умовах обмеженості часових та фінансових ресурсів, розгортання таких орбітальних угруповань можливе в короткі терміни з використанням пускових послуг, які надаються країнами партнерами.

В майбутньому використання наносупутників, в тому числі, типу «CubeSat», набуватиме все більшої популярності та практичного використання. Наприклад, Конструкторське бюро «Південне» розробляє вітчизняний КА «YUZHSAТ» для наукових досліджень. У зв'язку з цим, дослідження можливості використання мікросупутників та наносупутників в оборонній сфері набуває більшої актуальності.

## ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО СТВОРЕННЯ МОБІЛЬНОЇ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ЗБОРУ ГЕОПРОСТОРОВИХ ДАНИХ ТА ВЕДЕННЯ ГЕОПРОСТОРОВОГО АНАЛІЗУ

*В.О. Подліпаєв<sup>1</sup>, к.т.н.; В.О. Шумейко<sup>1</sup>, к.т.н.; О.В. Атрасевич<sup>1</sup>; І.А. Хижняк<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>Інститут телекомунікацій та глобального інформаційного простору  
НАН України;*

*<sup>2</sup>Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

Відомо, що використання інформаційних технологій в сфері національної безпеки дозволяє оперативнo отримувати інформацію, а комплексний підхід (використання декількох джерел) дозволяє підвищити її достовірність. Тому

актуальним є створення мобільної автоматизованої системи збору геопросторових даних та ведення геопросторового аналізу.

Проведений аналіз вимог, які висуваються до інформаційно-аналітичних систем. Розглянута структура автоматизованої системи геопросторового аналізу, визначені вимоги, які пред'являються до автоматизованої системи геопросторового аналізу та завдання, які вирішуються за її допомогою.

Визначені класи автоматизованих систем геопросторового аналізу, в залежності від їх розміщення. Проаналізований світовий досвід при прийнятті рішень у складаній оперативній обстановці.

Запропоновано створення мобільної автоматизованої системи збору геопросторових даних та ведення геопросторового аналізу.

Функціональні можливості запропонованого комплексу дозволяють на місці збирати, систематизувати та обробляти всі необхідні геопросторові дані та надавати результати їх обробки споживачу.

Рухливість системи та наявність у її складі засобів добування і збору геопросторових даних (безпілотні літальні апарати, планшети реєстрації даних на місцевості тощо), забезпечують можливість знаходження у епіцентрі подій та оперативного отримання найактуальнішої інформації. Крім того, маневреність значно підвищує її живучість.

Потужні програмно-технічні засоби у мобільному виконанні, дозволяють швидко обробляти та аналізувати значні обсяги отриманих геопросторових даних, а також виготовляти різноманітні спеціалізовані геоінформаційні продукти.

Комплексна робота програмно-технічних засобів з засобами супутникового зв'язку дозволяє в онлайн режимі отримувати геопросторові дані від різних джерел та використовувати дані з різних інформаційних ресурсів, незважаючи на їх територіальне розташування.

Встановлено, що тактико-технічні характеристики та технологічні можливості запропонованого мобільного комплексу забезпечують прийняття рішення у відповідних умовах, а самі комплекси можуть бути використані для забезпечення як окремих пунктів управління, так й бути елементами складних систем управління вищих рівнів.

## **НАВІГАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ З ВИКОРИСТАННЯМ КОСМІЧНИХ СИСТЕМ**

*С.С. Соколов; А.О. Васильєв*

*Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

Вирішення безлічі цільових завдань сучасної армії неможливе без високоточного, надійного і доступного навігаційного забезпечення озброєння і військової техніки частин, підрозділів. Зокрема, зростаюча складність різних систем і зразків озброєнь, посилення залежності між носіями озброєнь і технічних засобів забезпечення бойових дій вимагає чіткої координації дій між частинами і підрозділами за місцем і часом, а також організації між ними інтенсивного інформаційного обміну, що дозволяє відображати тактичну обстановку в реальному масштабі часу. Неодмінною передумовою таких змін є підвищення ефективності засобів розвідки, цілевказань і наведення, що забезпечується надійною координато-часовою інформацією, яку отримують за допомогою різних засобів навігації. Останнім часом зростає також роль високомобільних сил, оснащених високоточною зброєю й інтегрованих з

космічними системами різного призначення. В зв'язку з цим країни – члени НАТО розглядають навігаційне забезпечення як один із важливих елементів бойового забезпечення військ.

Області військового застосування супутникових систем навігаційного забезпечення досить великі. Основними відмінними рисами здійснення навігаційного забезпечення на базі супутникових систем є – глобальність, безперервний доступ, скритність роботи, автономність, простота застосування, здатність функціонувати в будь-який час доби, будь – яких кліматичних і метеорологічних умовах. В зв'язку з цим космічні навігаційні системи стають основним засобом координато-часових визначень.

## **СТАН І ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ІНФОРМАЦІЙНО-КОСМІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ КОСМІЧНОГО ПРОСТОРУ В ІНТЕРЕСАХ ЗБРОЙНИХ СИЛ**

*С.В. Петров<sup>1</sup>, к.т.н., доц.; К.К. Кулагін<sup>2</sup>, к.т.н., доц., с.н.с.*

*<sup>1</sup>Українська інженерно-педагогічна академія;*

*<sup>2</sup>Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

Провідні країни, що мають розвинені космічні технології, розробляють і активно впроваджують концепції використання космосу в інтересах збройних сил, а також розглядають космічні засоби як найважливіший елемент забезпечення бойових дій і застосування сучасної зброї. В основному ці концепції охоплюють питання розвитку систем інформаційно-космічного забезпечення (ІКЗ), які вирішують завдання розвідки, зв'язку і навігації, а також роботи щодо створення систем озброєння, що діють в космосі та через космос (наприклад, створення протисупутникової зброї та систем перехоплення міжконтинентальних балістичних ракет на позаатмосферній ділянці їх траєкторії). Широке застосування систем ІКЗ і систем озброєння в космосі призводить до необхідності суттєвого перегляду основних принципів ведення військових дій. В доповіді аналізуються загальні напрями розвитку основ ведення військових дій в космосі та через космос і систем ІКЗ (космічних систем розвідки, виявлення стартів ракет і ядерних вибухів, глобальної навігації, топогеодезичного забезпечення, систем метеорології та контролю навколишнього середовища, зв'язку та ретрансляції даних; протисупутникових ракет, лазерної та пучкової противосупутникової зброї, повітряно-космічних літаків, космічних апаратів – перехоплювачів, космічних систем радіоелектронної боротьби та моніторингу космічного простору, використання висотних ядерних вибухів в якості засобів противосупутникової боротьби).

Використання космічного простору у військових цілях забезпечує: контроль використання іншими країнами космічного простору, а також суші, акваторій морів і океанів; отримання повної та достовірної інформації про супротивника в масштабі часу, близькому до реального, і оперативне доведення її до всіх органів управління та елементів військ (сил); розгортання сил і систем високоточного озброєння, що сприяють досягненню військових цілей з мінімальними втратами та мінімальним збитком для цивільного населення та навколишнього середовища; захист національної території та розгорнутих угруповань військ від зброї масового ураження й ударів засобів повітряно-космічного нападу.

Поданий аналіз буде корисний фахівцям космічної галузі для



обґрунтування нових технологічних рішень при розробці та вдосконаленні космічних систем військового та подвійного призначення, а також військовим фахівцям для обґрунтування нових форм і способів збройної боротьби, доцільності пропонуваного удосконалення військово-технічних систем космічного базування з урахуванням перспектив розвитку ІКЗ, космічних систем і засобів.

### **ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧІ ВИЯВЛЕННЯ ФАКТУ ПІДГОТОВКИ ПОВІТРЯНОГО НАПАДУ ЗА ДАНИМИ КОСМІЧНИХ СИСТЕМ СПОСТЕРЕЖЕННЯ**

*М.М. Степаненков<sup>1</sup>; Д.В. Карлов<sup>2</sup>, д.т.н., с.н.с.;*

*І.А. Таран<sup>2</sup>, к.т.н., доц.; О.І. Солонець<sup>2</sup>, к.т.н., с.н.с.*

*<sup>1</sup>Командування Повітряних Сил Збройних Сил України;*

*<sup>2</sup>Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

Досвід ведення сучасних бойових дій, в тому числі в ході здійснення заходів із забезпечення національної безпеки і оборони, відсічі і стримування збройної агресії Російської Федерації у Донецькій та Луганській областях, які є продовженням антитерористичної операції, свідчить про високу потребу оперативних та інформативних розвідувальних даних. Враховуючи високу ймовірність збройної агресії з боку Російської Федерації та зосередження вздовж державного кордону України та в окупованому Криму значної кількості ударної авіації, актуальним постає завдання своєчасного виявлення факту підготовки повітряного нападу. Слід зазначити, що однією з вимог до спроможностей відповідно коду спроможності Єдиного переліку (каталогу) спроможностей Міністерства оборони України та Збройних Сил України є здатність забезпечити своєчасне попередження органів військового управління та військ (сил) Збройних Сил України про безпосередню підготовку збройних сил суміжних держав до повітряного нападу та його початок.

Підвищити оперативність отримання розвідувальної інформації щодо виявлення факту підготовки повітряного нападу можливо за рахунок використання даних космічних систем спостереження. Успішне виконання завдань протиповітряної оборони та оперативного застосування Повітряних Сил Збройних Сил України, насамперед, залежить від функціонування системи розвідки. Ефективність даної системи залежить від комплексування існуючих способів виявлення та попередження про повітряного противника за рахунок ешелонування існуючих засобів розвідки та використання додаткових джерел розвідувальної інформації, зокрема даних космічних систем спостереження. Повноцінне використання даних космічних систем спостереження дозволить контролювати повітряну обстановку в районах аеродромів базування літаків тактичної авіації противника, виявляти факт підготовки та початку повітряного нападу до входження літаків в існуюче радіолокаційне поле.

## **ВИЯВЛЕННЯ ОБ'ЄКТІВ КОСМІЧНИМИ ЗАСОБАМИ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІ В ІНТЕРЕСАХ ІНФОРМАЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ГРУП КОСМІЧНОЇ ПІДТРИМКИ**

*М.Ф. Пічугін, к.військ.н., проф.; Я.М. Кожушко, к.т.н.;*

*І.А. Таран, к.т.н., доц.; О.В. Козлова*

*Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

Досвід збройних конфліктів свідчить, що важливою складовою інформаційного забезпечення, яка реалізовується у провідних країнах світу, є космічна підтримка діяльності ЗС, а ефективність космічної підтримки визначається рівнем розвитку сил та засобів космічного призначення

Космічне спостереження за об'єктами військ (сил) противника та заданими районами є найбільш важливим завданням космічної підтримки. За відсутністю власного орбітального угруповання космічних апаратів (КА) спостереження виникає необхідність у обґрунтуванні необхідної кількості та видів космічних засобів, які було б доцільно залучити для здійснення космічної підтримки всіх видів діяльності ЗС.

Для одержання якісних матеріалів мають застосовуватися супутники з апаратурою високої та надвисокої просторової розрізненності. Для своєчасного вирішення розвідувальних завдань державі необхідно мати космічне угруповання з кількох національних розвідувальних супутників або підключати до цього КА дистанційного застосування землі (ДЗЗ).

Тоді виникає необхідність у обґрунтуванні необхідної кількості та видів космічних засобів, які було б доцільно залучити для здійснення космічної підтримки всіх видів діяльності ЗС з урахуванням цілодобового висвітлення та аналізу обстановки як у зоні проведення ООС так й поблизу сухопутних та морських кордонів нашої держави.

## **ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ МЕТОДИКИ ГЕОПРОСТОРОВОГО АНАЛІЗУ ОРБІТАЛЬНИХ УГРУПОВАНЬ КОСМІЧНИХ АПАРАТІВ**

*С.В. Ковбасюк, д.т.н., с.н.с.; Д.М. Випорханюк*

*Житомирський військовий інститут ім. С.П. Корольова*

Необхідність відбиття російської агресії та відновлення територіальної цілісності України, інші зміни сучасного безпекового середовища обумовлюють необхідність створення нової системи забезпечення національної безпеки України, реформування сил безпеки та оборони, створення високоефективних боєздатних Збройних Сил України, забезпечення пріоритету їх якісних характеристик і досягнення спроможностей відповідно до стандартів НАТО. Одним із важливих шляхів цього є системне і скоординоване використання вітчизняної космічної інфраструктури держави для підвищення ефективності виконання завдань оборони України. Разом з тим, нинішній стан космічної діяльності у сфері оборони України не в повній мірі забезпечує вирішення завдань обороноздатності держави та потребує суттєвого удосконалення. Зокрема, за напрямком моніторингу навколосемного космічного простору та формування достовірної космічної ситуаційної обізнаності на різних рівнях державного та військового управління. Актуалізує та загострює цю проблему космічна складова (космічна розвідка, супутникова

навігація, супутниковий зв'язок) російської гібридної війни проти України.

Слабкість вітчизняної інфраструктури моніторингу космічного простору та відсутність спеціалізованих (насамперед – радіолокаційних і радіопеленгаційних) засобів оперативної цілодобової розвідки космічної обстановки обумовлюють необхідність розроблення та застосування інформаційно-аналітичних і програмно-алгоритмічних способів виявлення, ідентифікації (розпізнавання), супроводження космічних апаратів (КА) та їх орбітальних угруповань.

У доповіді на підставі аналізу сучасного світового досвіду формування космічної ситуаційної обізнаності, досвіду застосування геоінформаційного підходу у різних сферах діяльності обґрунтовані основні положення методики геопросторового аналізу орбітальних угруповань КА, яка передбачає: постановку завдання; визначення способів і засобів геопросторового аналізу; аналіз і оцінку вихідних даних; оброблення геопросторової інформації; моделювання геопросторових об'єктів; інтегрування, комплексне оброблення та аналіз даних; оцінку результатів геопросторового аналізу; підготовку звітних матеріалів. Основну увагу в доповіді зосереджено на аналізі орбітальних угруповань Російської Федерації (РФ) як основи космічної ситуаційної обізнаності про космічну складову російської агресії. Приведені результати геопросторового аналізу – склад і стан орбітальних угруповань діючих космічних апаратів РФ на початок 2019 року, приклади орбітального маневрування російських КА розвідки та дистанційного зондування Землі у 2017 – 2018 роках.

### **МОЖЛИВОСТІ НАЦІОНАЛЬНИХ ОПТИЧНИХ ЗАСОБІВ СПОСТЕРЕЖЕННЯ ЗА КОСМІЧНИМ ПРОСТОРОМ ЩОДО КОНТРОЛЮ ГЕОСТАЦІОНАРНОЇ ОРБИТИ В ІНТЕРЕСАХ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ**

*В.П. Спішев<sup>1</sup>, к.фіз.-мат.н.; І.І. Мотрунич<sup>1</sup>, к.фіз.-мат.н., с.н.с.; В.М. Періз<sup>1</sup>;  
В.І. Кудак<sup>1</sup>; І.Ф. Найбауер<sup>1</sup>; П.П. Сухов<sup>2</sup>, к.фіз.-мат.н., с.н.с.; В.І. Каушуба<sup>2</sup>;  
К.П. Сухов<sup>2</sup>; І.Д. Варламов<sup>3</sup>, к.т.н., доц.; С.С. Москаленко<sup>4</sup>; С.О. Мисливиц<sup>4</sup>;  
О.Є. Краснощоків<sup>4</sup>; С.М. Корнієвський<sup>4</sup>; О.І. Солонець<sup>5</sup>, к.т.н., с.н.с.*

*<sup>1</sup>ДВНЗ «Ужгородський національний університет»;*

*<sup>2</sup>НДІ «Астрономічна обсерваторія» Одеського національного університету  
ім. І.І. Мечникова;*

*<sup>3</sup>Національний університет оборони України ім. І. Черняховського;*

*<sup>4</sup>Військова частина А0911;*

*<sup>5</sup>Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

У доповіді наведені можливості національних наземних оптичних засобів спостереження за космічними об'єктами щодо проведення комплексних оптичних спостережень космічних апаратів (КА) військового та подвійного призначення Російської Федерації в інтересах Збройних Сил (ЗС) України.

Комплексні оптичні спостереження космічних об'єктів у видимій частині геостаціонарної орбіти (дальній операційній стратегічній космічній зоні), дозволяють забезпечувати оперативний моніторинг військово-космічних систем розвідувального призначення, зв'язку, бойового управління та ретрансляції, раннього виявлення та попередження стартів ракет.

Комплексний аналіз, аналітична обробка та співставлення отриманих результатів спостережень космічних об'єктів у дальній операційній

стратегічній космічній зоні з результатами моніторингу ближньої операційної стратегічної космічної зони, у якій застосовуються розвідувальні, навігаційні, топогеодезичні, метеорологічні та пілотовані системи, надає можливості щодо формування комплексної картини оперативної обстановки (над територією України зокрема) та завчасного розкриття задуму противника.

Отримані актуальні дані дозволятимуть відповідним аналітичним підрозділам ЗС України за демаскуючими ознаками та особливостями застосування КА та їх угруповань робити висновки щодо ймовірних локацій (об'єктів, районів, напрямків) інтересу противника та ймовірних цілей для систем та комплексів високоточного керованого ракетного озброєння.

Використання зазначеної інформації у ЗС України, зокрема при проведенні операції Об'єднаних сил, дозволить знизити втрати з боку особового складу, зберегти озброєння та військову техніку, завчасно визначати наміри противника, тим самим, в цілому, здійснювати більш ефективну протидію космічним системам противника.

## **ОСНОВНІ ПРИНЦИПИ СТВОРЕННЯ ШВИДКОДЮЧОЇ ІНФОРМАЦІЙНО-КЕРУЮЧОЇ СИСТЕМИ ПОВІТРЯНО- КОСМІЧНОГО ЗАХИСТУ**

*Д.В. Карлов, д.т.н., с.н.с.; А.Я. Яцуценко, к.т.н., с.н.с.;*

*М.Ф. Пічугін, к.військ.н., проф.; А.Д. Карлов; І.М. Пічугін; М.В. Борцова  
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

Гіперзвукова зброя – новий вид озброєнь, що випробовується в передових країнах світу, тому не існує ніяких міждержавних договорів, що обмежують створення гіперзвукових комплексів. Вони можуть бути створені в будь-якій кількості і розміщені де завгодно на землі, в повітрі, на морі і в космосі. З появою маневруючих ГЗЛА та орбітальних ударних платформ на ринку озброєнь можливе їх розповсюдження. Тому огляд проблем захисту від них є актуальним для розвитку озброєння Повітряних Сил Збройних Сил України.

Космічний і повітряний простір зливаються в єдину сферу збройної боротьби. Космос освоюється у військових цілях. А значить, і об'єм завдань, що покладаються на сили ППО (тепер уже ПКЗ), розширюється. Збільшується висотний діапазон об'єктів, що підлягають виявленню, подавленню і знищенню у війні. Існуючі однопозиційні РЛС дальнього виявлення мають наступні недоліки:

- не визначається моноімпульсним способом повний вектор швидкості цілі;
- не розпізнаються класи існуючих неоднорідностей іоносфери;
- не враховується маневрування цілей;
- існуюча доплерівська селекція цілей не вирішує проблеми захисту від хибних траєкторій;
- обробка інформації здійснюється в припущенні, що цілі рухаються по незмінних балістичних траєкторіях.

Розглядається новий концептуальний підхід до побудови алгоритмів обробки інформації: «широка смуга з обробкою всієї інформації на несній частоті без нелінійних перетворень з плинною класифікацією об'єктів за повним вектором швидкості цілей з призначенням різного інтервалу обслуговування», який захищений патентами України на корисну модель. Виходячи із розглянутих загроз основні необхідні функції ПКЗ становлять:

гарантоване автоматичне виявлення всіх класів літальних апаратів,

високоточне оцінювання параметрів їх руху, моноімпульсного визначення повного вектора швидкості з використанням елементів штучного інтелекту і високим темпом оновлення інформації на фоні радіоелектронного подавлення; пріоритетним завданням є гарантоване виявлення і розпізнавання гіперзвукових і понадзвукових маневруючих повітряно-космічних літальних апаратів різних класів:

використання засобів РЕБ для подавлення радіовисотомірів крилатих ракет, для подавлення радіонавігаційних каналів, для функціонального ураження бортового радіоелектронного обладнання;

розробка тактики використання променевої і протиракетної зброї.

Великі швидкості літальних апаратів призводять до скорочення часу перебування їх в зонах виявлення і ураження. Скорочується час на прийняття рішення на знищення. Виникає необхідність підвищення ступеня інтегрування різних засобів, ступеня автоматизації процесів виявлення цілей, використання елементів штучного інтелекту, розпізнавання ступеня небезпечності цілей.

Цикл бойового застосування системи озброєння необхідно зменшувати за рахунок зменшення часу обробки інформації і проходження радіосигналів та команд управління комплексом ПКЗ.

### **ІМІТАЦІЙНА МОДЕЛЬ ПОВІТРЯНО-КОСМІЧНОГО СТАНУ В ІНФОРМАЦІЙНО-КЕРУЮЧІЙ СИСТЕМІ ПОВІТРЯНО-КОСМІЧНОГО ЗАХИСТУ**

*Д.В. Карлов, д.т.н., с.н.с.; А.Я. Яцуценко, к.т.н., с.н.с.; М.Ф. Пічугін, к.військ.н., проф.;*

*А.Д. Карлов; І.М. Пічугін; Ю.В. Трофименко; М.В. Борцова*

*Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

Пропонується методика створення імітаційної моделі повітряно-космічного стану в зоні дії активно-пасивної багатопозиційної РЛС дальньої дії для налаштування бойових алгоритмів і оцінки якості періодичного функціонального контролю інформаційно-керуючої системи повітряно-космічного захисту. Імітаційна модель враховує розвиток засобів повітряно-космічного нападу з урахуванням перспектив і формує радіосигнали різних класів об'єктів за висотами і швидкостями над поверхнею Землі. Особливістю імітаційної моделі є те, що для багатопозиційної активно-пасивної РЛС необхідно введення імітуючих радіосигналів до антенної системи кожної позиції. Для кожної позиції БП РЛС радіальна складова вектора швидкості цілей для кожного класу цілей різна. В зоні дії радіолокатора дальнього виявлення можуть знаходитися об'єкти штучного і природного походження. Формування радіосигналів цілей різних класів базується на апріорних даних про характеристики:

висоти 5 м-40 км – засоби повітряного нападу з швидкостями до 3М (крилаті ракети, тактичні балістичні ракети, розвідувально-ударні БПЛА, літаки тактичної і стратегічної авіації). Вся техніка використовує стелс-технології, основне завдання яких в напрямі радіолокатора мінімізувати ефективну відбиваючу поверхню. Очікується широке застосування засобів РЕБ – пасивних і активних радіоперешкод, періодичне виникнення явища понадрефракції, що веде до викривлення інформації;

висоти 40-100 км – швидкості від 3М до 10М (нові оперативно-тактичні балістичні ракети, плануючі боеголовки міжконтинентальних балістичних ракет, повітряно-космічні літаки, гіперзвукові літаки і крилаті ракети). Окрім

стелс-технологій і засобів РЕБ очікується застосування плазмового маскування. Зона метеорного розповсюдження радіохвиль знаходиться на висоті в діапазоні 70-130 км, в якій виникають головні луно-сигнали та відбиття радіосигналів від метеорних слідів, що веде до зав'язування хибних траєкторій цілей;

висоти більше 100 км – засоби космічного нападу з швидкостями більше 10М (стратегічні балістичні ракети, в тому числі в неядерному високоточному виконанні з головними частинами, що розділяються і маневрують, ударні і забезпечуючі космічні апарати, орбітальні платформи з керованими і некерованими апаратами для вертикального обстрілу наземних об'єктів та космічне сміття). Широке застосування важких і легких хибних цілей. Наявність неоднорідностей електронної концентрації іоносфери, що рухаються з різними швидкостями, викликає відбивання радіосигналів і веде до зав'язування хибних траєкторій цілей. Періодичні висипання метеорних потоків та високоенергетичних потоків часток із магнітосфери також веде до зав'язування хибних цілей. Окрім того в атмосферу Землі періодично потрапляють з космічними швидкостями метеорити, боліди та космічне сміття штучного походження.

Розглядається варіант розробки алгоритму формування різноманітних класів цілей для налаштування бойових алгоритмів БП РЛС. Особливістю формування самого небезпечного класу гіперзвукових літальних апаратів (пілотованих і безпілотових) є урахування можливих радіусів маневрування при допустимих перевантаженнях.

## **ПРОБЛЕМИ СТВОРЕННЯ ОЗБРОЄННЯ ДЛЯ ВЕДЕННЯ БОЙОВИХ ДІЙ В УМОВАХ ЗАСТОСУВАННЯ ГІПЕРЗВУКОВИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ**

*М.Ф. Пічугін, к.військ.н., проф.; А.Я. Яцуценко, к.т.н., с.н.с.;*

*Я.М. Кожушко, к.т.н.; І.М. Пічугін; М.В. Дудко*

*Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

У ряді передових країн світу здійснюється розробка і випробування гіперзвукових літальних апаратів.

Старі системи ППО ефективно боротися з такими цілями не здібні. Наздоганяючи лідера цієї гонки (повітряно-космічного противника), нам доведеться розробляти й упроваджувати у війська засоби ураження, що мають ще більші швидкості польоту.

Великі швидкості літальних апаратів призводять до скорочення часу перебування їх в зонах виявлення й ураження. Скорочується час на прийняття рішення на знищення. Виникає необхідність підвищення ступеня автоматизації процесів виявлення цілей, використання елементів штучного інтелекту, розпізнавання ступеня небезпечності для об'єктів, що обороняються. Малі висоти руху гіперзвукових літальних апаратів зменшують зону виявлення їх наземними радіолокаційними системами. В сучасних умовах проведення швидкоплинних повітряно-наземних операцій при використанні гіперзвукових аеродинамічних і повітрянокосмічних літальних апаратів значно зростають роль і вимоги до радіолокаційних систем різного призначення і до циклу їх бойового застосування. Система радіолокаційного озброєння повинна бути високоточною та виконувати завдання повітрянокосмічного захисту. При застосуванні гіперзвукових літальних апаратів технічні засоби контролю

повітряного простору повинні виявляти літальні апарати як з балістичними траєкторіями, так і аеродинамічними.

## **МУЛЬТИСПЕКТРАЛЬНІ МЕТОДИ ЗНИЖЕННЯ РАДІОЛОКАЦІЙНОЇ ПОМІТНОСТІ НАЗЕМНИХ ОБ'ЄКТІВ**

*В.М. Аборін; Ю.І. Бударецький, к.т.н.;*

*А.М. Зубков, д.т.н.; Ю.А. Настишин, д.фіз.-мат.н.*

*Національна академія сухопутних військ ім. гетьмана П. Сагайдачного*

Для дистанційного спостереження військових об'єктів, озброєння і військової техніки (ОВТ) широко використовуються локаційні системи наземного, повітряного та космічного базування, що працюють в різних ділянках спектру електромагнітних хвиль (ЕМХ) оптичного (довжина хвиль  $\sim 0,5$  мкм), інфрачервоного (довжина хвиль  $\sim 1,5-12$  мкм), радіотехнічного (довжина хвиль  $\sim 1,3-100$  мм і більше). Незалежно від методу локації (активний, напівактивний, пасивний) помітність наземного об'єкту визначається фізичними властивостями його формоутворюючої поверхні та оточуючого навколишнього фону.

Чисельною мірою оцінки помітності є локаційний контраст, який в залежності від методу локації може бути як додатнім так і від'ємним.

Враховуючи активний розвиток систем розвідки і самонаведення бойових елементів високоточної зброї, актуальною науково-прикладною задачею є пошук методів і засобів надширококутного (мультиспектрального) зниження локаційного контрасту об'єктів ОВТ.

Для рішення вказаної задачі виконано:

дослідження демаскуючих ознак типових військових об'єктів та ОВТ;

аналіз розвідувально-вогневих можливостей ймовірного противника щодо ураження наземних військових об'єктів та ОВТ з урахуванням їх локаційної помітності;

аналіз існуючих і перспективних методів і засобів зниження локаційного контрасту наземних об'єктів ОВТ;

обґрунтування технічних напрямків створення активних і пасивних мультиспектральних засобів зниження локаційної помітності наземних військових об'єктів та ОВТ.

На основі критерію мінімізації абсолютної величини локаційного контрасту запропоновані варіанти технічної реалізації мультиспектральних систем зниження локаційної помітності типових наземних військових об'єктів та ОВТ і проведено аналіз їхньої ефективності в порівнянні з відомими моноспектральними системами.

Розглянуті варіанти науково-виробничої кооперації установ і підприємств України щодо створення мультиспектральних засобів зниження локаційної помітності наземних військових об'єктів та ОВТ.

## **ІНФОРМАЦІЙНІ ПОКАЗНИКИ ОЦІНКИ ЯКОСТІ СЕГМЕНТУВАННЯ ЗОБРАЖЕНЬ БОРТОВИХ СИСТЕМ ОПТИКО-ЕЛЕКТРОННОГО СПОСТЕРЕЖЕННЯ**

*Г.В. Худов, д.т.н., проф.; І.А. Таран, к.т.н., доц.; І.А. Хижняк; І.Ю. Юзова  
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

Відомо, що для оцінки якості сегментування оптико-електронних зображень використовуються класичні показники, такі, як наприклад, середньоквадратична похибка, показники Хаусдорфа та Бадделі, міра однорідності та інші.

Класичним показникам якості сегментування зображень притаманні наступні основні недоліки: неврахування розташування помилкових пікселів відносно відповідного сегменту, неврахування різниці у важності окремих ділянок зображення для сегментування, неврахування оцінки малих ("сміттєвих") областей на сегментованому зображенні, відсутність інформації про клас пікселів, що вносить найбільшу помилку та іноді результати сегментування, які є найкращими з точки зору експертів, мають більш високий відсоток помилково класифікованих пікселів тощо.

В роботі для оцінки якості сегментування розглянуто класичні показники – помилки сегментування першого та другого роду. Помилки тематичного сегментування першого та другого роду визначаються при використанні критерію максимальної правдоподібності, що витікає з узагальненого критерію мінімуму середнього ризику. Помилки першого та другого роду не пов'язані з кількістю інформації, що відображена на сегментованому зображенні у порівнянні з вихідним.

Додатково для оцінки якості сегментування вперше запропоновано використання інформаційних показників, а саме:

- відстань Кульбака-Лейблера;
- ентропія сегментованого зображення,

які дозволяють оцінити можливі втрати інформації при сегментуванні оптико-електронного зображення.

Проведена практична оцінка значень відстані Кульбака-Лейблера та ентропії сегментованого зображення. У якості вихідного зображення використовується оптико-електронне зображення, що отримано з бортової системи спостереження Ікопос. Зображення представлено в тонових градаціях якравості сірого кольору від 0 до 255, розмір зображення – 868x847 пікселів.

Проведена оцінка запропонованих показників сегментування зображень в умовах впливу основних спотворюючих факторів – поворот зображення на різні кути, зміна масштабу зображення та вплив шумів різного походження (адитивний білий гаусовий шум, спекл-шум, шум "сілі та перець").



## **ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ТЕМАТИЧНОГО СЕГМЕНТУВАННЯ ЗОБРАЖЕНЬ БОРТОВИХ СИСТЕМ ОПТИКО-ЕЛЕКТРОННОГО СПОСТЕРЕЖЕННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ МУРАШИНИХ МЕТОДІВ**

*І.В. Рубан<sup>1</sup>, д.т.н., проф.; І.А. Таран<sup>2</sup>, к.т.н., доц.; І.М. Бутко<sup>3</sup>, к.т.н., с.н.с.;  
В.Г. Худов<sup>4</sup>; Р.Г. Худов<sup>4</sup>*

*<sup>1</sup>Харківський національний університет радіоелектроніки;*

*<sup>2</sup>Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба;*

*<sup>3</sup>Національний центр управління та випробувань космічних засобів;*

*<sup>4</sup>Харківський національний університет ім. В.Н. Каразіна*

Предметом дослідження є інформаційна технологія тематичного сегментування зображень бортових систем оптико-електронного спостереження з використанням мурашиних методів. Метою роботи є розробка інформаційної технології тематичного сегментування зображень бортових систем оптико-електронного спостереження з використанням мурашиних методів. Завдання дослідження: аналіз особливостей зображень бортових систем оптико-електронного спостереження, формулювання вимог до методів, методик та інформаційних технологій сегментування оптико-електронних зображень, аналіз метаевристичних методів рішення оптимізаційних задач, викладення сутності мурашиних методів тематичного сегментування зображень, розробка інформаційної технології тематичного сегментування зображень бортових систем оптико-електронного спостереження з використанням мурашиних методів. Використовуваними методами дослідження є: методи теорії імовірності, математичної статистики, ройового інтелекту, кластеризації даних, еволюційних обчислень, методи оптимізації, математичного моделювання та цифрової обробки зображень, аналітичні та емпіричні методи порівняльного дослідження. Отримані такі результати:

– у відповідності до синтаксису та семантики, інформаційна технологія тематичного сегментування оптико-електронних зображень представлена у вигляді: кортежу, верхньої дочірньої діаграми, дочірніх діаграм;

– передбачається визначення кількості та масштабності зображень, кольорового простору представлення зображень, виділення каналів яскравості кожного кольорового простору, застосування для тематичного сегментування зображень мурашиних методів;

– проведено формальне представлення процесів обробки знань (даних) щодо тематичного сегментування оптико-електронних зображень, а саме: метод тематичного сегментування зображень бортових систем оптико-електронного спостереження, метод обробки багатомасштабної послідовності зображень бортових систем оптико-електронного спостереження.

В подальших дослідженнях запропоновано детально розглянути структуру алгоритму, що реалізує функцію-підпроцес розробки методів обробки знань (даних) щодо тематичного сегментування зображень та відповідні функції-оператори прикладної інформаційної технології тематичного сегментування зображень бортових систем оптико-електронного спостереження.

## ДВОЕТАПНИЙ МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ МІСЬКОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ НА ОПТИКО-ЕЛЕКТРОННИХ ЗОБРАЖЕННЯХ З ВИКОРИСТАННЯМ ПЕРЕТВОРЕННЯ ХАФА

Ю.С. Соломоненко<sup>1</sup>; О.М. Маковейчук<sup>2</sup>, к.т.н.;

І.А. Хижняк<sup>1</sup>; Г.В. Худов<sup>1</sup>, д.т.н., проф.

<sup>1</sup>Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба;

<sup>2</sup>Харківський національний університет радіоелектроніки

Відомо, що одним з найбільш ефективних методів пошуку аналітично заданих примітивів є група методів, заснованих на використанні перетворення Хафа. Ця ідея може бути модифікована для випадку знаходження на зображенні різнорідних геометричних примітивів, що задані аналітичним рівнянням.

Елементи міської інфраструктури (мости, віадуки, дороги, будівлі тощо) є досить контрастними і містять багато прямих ліній. Отже, якщо для кожного каналу кольорового простору представлення кольорового зображення (наприклад, RGB) за допомогою деякого детектора знайти границі, то за допомогою перетворення Хафа в кожному каналі можна виділити прямі лінії. Якщо лінії об'єкта знаходяться в усіх трьох каналах RGB одночасно, то це є ознакою штучного походження об'єкта. Якщо тільки в одному каналі – об'єкт має природне походження (наприклад, річка), якщо в двох каналах – класифікація ускладнена (це може бути, наприклад, польова дорога).

Виділення елементів міської інфраструктури розглядається як двоетапний метод, а саме, застосування деякого детектора границь та застосування безпосередньо перетворення Хафа. На першому етапі проводиться виділення границь, на другому – виділення прямих ліній. В роботі у якості детектора границь застосовується детектор границь Канні. Етапи методу Канні наступні:

– згладжування, з метою зменшення впливу шумів на визначення границь, для чого використовується фільтр Гауса;

– пошук градієнту, для визначення градієнту на зображенні після фільтру Гауса будемо використовувати оператор Собеля;

– придушення хибних максимумів, для перетворення "розмитих" границь в "чіткі", це досягається збереженням локальних максимумів та видаленням всього іншого;

– подвійна порогова фільтрація, кожен піксель, що перевищує верхній поріг, відмічається як "сильний", кожен піксель, що попадає між двома порогоми – "слабкий", пікселі, що менше нижнього порогу – видаляються;

– трасування області невизначеності, виділення груп пікселів, що отримали на попередньому етапі проміжне значення, та віднесенню їх до границі (якщо вони з'єднанні з однією з встановлених границь) або їх придушенню (в протилежному випадку).

Встановлено, що візуальна якість дозволяє виявити елементи міської інфраструктури на обробленому зображенні. Для покращення роботи методу перспективним є використання багатомасштабного методу обробки зображень.

## КЛАСТЕРИЗАЦІЯ КОЛЬОРОВОГО ПРОСТОРУ В УМОВАХ АПІОРИНОЇ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ

*С.І. Березіна<sup>1</sup>, к.т.н., с.н.с.; С.В. Логачов<sup>1</sup>, к.т.н.; С.В. Скороход<sup>2</sup>*  
*<sup>1</sup>Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба;*  
*<sup>2</sup>Командування Повітряних Сил Збройних Сил України*

Сегментація візуальної інформації є попереднім етапом будь-якої системи обробки зображень, так як дозволяє спростити подальший аналіз однорідних областей зображення, їх яскравості і геометричних характеристик. Якість виконання цього етапу багато в чому визначає успіх виконання завдання розпізнавання зображень, інтерпретації та ідентифікації візуально спостережуваних об'єктів.

Найбільш популярними методами побудови сегментної карти зображення є методи кластеризації кольорового простору, розподілу/злиття, вирощування регіонів, використання графових структур. У зв'язку з великим обсягом даних, найбільш ефективним з точки зору обчислювальних витрат є методи вирощування регіонів та кластеризації кольорового простору. Характеристикою кольору у даному випадку може виступати як значення яскравісних спектральних складових колірному простору RGB, так і значення «тон», «насиченість», «яскравість» колірному простору HSV. Операція порогового розділення полягає в зіставленні значення яскравості трьох спектральних діапазонів кожного пікселя зображення із заданими пороговими значеннями. У ідеальному випадку розподіл значення кольорних характеристик об'єктів і фону повинен забезпечувати безпомилкову ідентифікацію пікселя зображення і в результаті створення сегментної карти без помилок. В цьому випадку гістограма розподілу значення характеристики кольору носить мультимодальний характер. Проте навіть якісний знімок, отриманий з БПЛА, не відповідає цій вимозі. Це призводить до виникнення помилок першого та другого роду. Використання нечітких фільтрів, дія яких заснована на сумісному аналізі сусідніх пікселів, лише частково усуває зазначені проблеми. Теорія нечітких множин дозволила перехід від двох рішень «істина» та «брехня» до довільного числа істинних значень. Вид функції приналежності обирається на підставі гістограм розподілення кольору. Проведення цієї операції є попереднім етапом перед використанням нечітких фільтрів і побудовою сегментної карти.

## ПІДХОДИ З РОЗШИРЕННЯ МОЖЛИВОСТЕЙ ЗАСТОСУВАННЯ СЕГМЕНТАЦІЇ ПРИ ОБРОБЦІ ЗОБРАЖЕНЬ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ КОСМІЧНОГО ЗНІМАННЯ

*М.П. Романчук*

*Житомирський військовий інститут ім. С.П. Корольова*

Досвід ведення операції Об'єднаних сил на території Донецької та Луганської областей свідчить про те, що одним з базових інформаційних джерел при веденні розвідки є дані, що отримуються за допомогою космічних апаратів оптико-електронної розвідки. Основним етапом обробки результатів космічного знімання, що визначає якість та ефективність процесу в цілому, є тематичне дешифрування.

Вагомим фактором, що обмежує використання супутникових зображень

високої роздільної здатності є відсутність достатнього інструментарію для їх автоматизованого аналізу. Останнім часом широке застосування отримало використання методів машинного навчання в дешифруванні розвідувальних зображень. Але основні зусилля зосереджені на етапі сегментування та виділенні ознак об'єктів розвідки. Розпізнавання об'єктів розвідки загалом покладається на оператора-дешифрувальника.

Виходячи з аналізу наявних архітектур глибоких нейронних мереж, методів використання глибокого навчання для даних дистанційного зондування у доповіді в якості підходів з розширення можливостей застосування сегментації при обробці зображень за результатами космічного знімання пропонується можливе використання піксельної сегментації та виявлення об'єктів за допомогою моделей повністю згорткових нейронних мереж, використовуючи їх роботу «від краю до краю» для бінарної сегментації зображень, здатність нейронних мереж об'єднувати дані неоднорідних джерел.

Застосування автоматичної обробки зображень за результатами космічного знімання дозволить підвищити оперативність при обробці великих ділянок земної поверхні в стислі строки.

## **РЕЗУЛЬТАТИ ПРОГНОЗУВАННЯ НАСЛІДКІВ ОНОВЛЕННЯ GPS-ЕПОХИ ДЛЯ КОРИСТУВАЧІВ СУПУТНИКОВИХ НАВІГАЦІЙНИХ СИСТЕМ**

*Р.В. Пугачов, к.т.н., доц.; М.О. Соболев, к.т.н.*

*Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»*

Цікава подія, на яку чекають користувачі GPS у 2019 році – це початок нової GPS-епохи (у ніч на 7 квітня). Фактично це означає обнуління номеру GPS (англ. GPS Weekrollover). Нагадаємо, що поточний час та поточна дата визначається у GPS-приймачах за двома параметрами – номер тижня (від 06 січня 1980 р.) на номер секунди від початку тижня. (Прим.: на відміну від прийнятого у нашій країні порядку днів у тижні, GPS-тиждень розпочинається з неділі.)

Для кодування значення номеру тижня у повідомленні супутників GPS відводилося 10 біт, звідси максимальний період GPS-епохи складає 1024 тижні (трохи менше за 20 років). Перше оновлення GPS-епохи припало на 22 серпня 1999 року, тоді ця подія не викликала широкого резонансу в Україні через невелику кількість користувачів GPS.

На офіційному сайті GPS зазначено, що рішення проблеми невизначеності номера тижня покладається на приймачі. Очікується, що навігаційні визначення мають бути коректними, проте може бути некоректною часова прив'язка, що у свою чергу може спричинити проблеми на системному рівні. Таким чином, у зоні ризику – приймачі, що задіяні у комплексованих навігаційних системах літальних апаратів.

При цьому, проблема невизначеності номера тижня не обмежується датою 06/07 квітня 2019 року, вона буде актуальною починаючи з визначеної дати.

Провідні виробники супутникової навігаційної апаратури вже зробили офіційні заяви з щодо готовності до події зміни GPS-епохи. Заяви стосуються актуальних версій прошивки, тобто користувачу пропонується перевірити версію або оновити «прошивку».

У доповіді передбачається ознайомлення слухачів із результатами моделювання процесів обробки супутникових вимірювань у разі надходження

некоректного значення номера GPS-тижня.

В якості вихідних даних використовуються: параметри руху об'єкта, отримані в результаті моделювання руху по заданій траєкторії; ефемериди НКА; коефіцієнти моделі обліку іоносферних і тропосферних затримок поширення радіосигналу; інформація про стан шкал часу НКА і навігаційної системи. Крім того враховується модель магнітного поля Землі.

## **КООРДИНАТНО-ЧАСОВЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗАСОБІВ ПОЛІГОННОГО ВИМІРЮВАЛЬНО-ОБЧИСЛЮВАЛЬНОГО КОМПЛЕКСУ**

*Б.О. Чумак, к.т.н., доц.; М.В. Бархударян, к.т.н., с.н.с.; С.Ф. Кривчак  
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

Кажучи про якість роботи полігонного вимірювально-обчислювального комплексу (ПВОК), слід більше уваги приділити питанням обґрунтування спеціальних технічних вимог до даного комплексу, зокрема, питанням обґрунтування необхідної точності контролю траєкторії.

Геометричний фактор ПВОК, визначуваний складом вимірюваних параметрів руху і дислокацією вимірювальних засобів, вносить відчутний внесок до результуючої точності контролю траєкторії. При ескізному проектуванні комплексу дислокацію його засобів доцільно вибирати при відомій трасі і висоті польоту з умови приблизної рівності (сумірності) довжин баз, висоти польоту та похилих дальностей до об'єкту контролю.

З цього факту витікає необхідність залучення до проведення як випробувань, так і навчань вимірювальних засобів наземного, повітряного та морського базування. Це, у свою чергу, викликає низку питань, пов'язаних з технічною організацією та координацією дій зазначених засобів, з їх координатним та часовим забезпеченням.

Певним резервом в реалізації вимог до точності координатного і часового забезпечення вимірювальних засобів ПВОК є використання сигналів навігаційних космічних апаратів. Нерухомість об'єктів навігації протягом сеансу координатно-часового забезпечення дозволяє використовувати розкладання навігаційних функцій в ряд Тейлора в оточенні апріорних значень координат фазового центру системи і розбіжностей шкал часу, частот.

Авторами у цьому сенсі запропоновано застосовувати теорію оптимальної нелінійної фільтрації навігаційних функцій як квазідетермінованих процесів з оцінкою постійних поправок до апріорних даних.

## **ВИКОРИСТАННЯ ДАНИХ СУПУТНИКОВОГО ЗОНДУВАННЯ АТМОСФЕРИ В ІНТЕРЕСАХ РВІА**

*Є.Ю. Діденко  
Науково-дослідний центр ракетних військ і артилерії*

Основним способом визначення установок для стрільби на ураження є повна підготовка. Цей спосіб забезпечує необхідну швидкість та раптовість відкриття вогню, що відіграє велику роль у збереженні сил та засобів артилерії. Однак, для ефективного використання цього способу потрібно забезпечити всі умови виконання підготовки стрільби.

Однією з найважливіших складових точності визначення установок для стрільби є метеорологічна підготовка. У сучасних умовах проведення бойових

дій метеорологічні умови стрільби, в більшості випадків, визначаються за даними наземних вимірювань метеопостами. Використання таких засобів для забезпечення умов виконання підготовки стрільби способом повної підготовки може проводитись для висот входу в метеобюлетень до 800м. Використання інших метеорологічних засобів (метеостанцій), за допомогою яких проводять зондування атмосфери, не поширене в зв'язку з малозабезпеченістю частин та підрозділів такими засобами.

Використання систем супутникового зондування параметрів атмосфери та складання багат шарової метеорологічної мапи за висотами на територіях проведення військових операцій з інтервалом 1...2 години з подальшою передачею підрозділам шифрованими каналами зв'язку бюлетенів «Метеосередній» забезпечать необхідну точність метеорологічних параметрів та виконання необхідних умов метеорологічної підготовки стрільби. На теперішній час подібний спосіб використовується у програмному комплексі «Кропива», розробники якого втілили можливість використання даних метеосерверів для визначення установок для стрільби. Для перевірки відповідності даних, отриманих з серверів, ними було виконано їх порівняння з даними зондування атмосфери метеостанцією. Результати перевірки показали достатню відповідність виміряним даним. Недоліком такого способу можна відмітити залежність від наявності підключення до мережі Internet для отримання даних з серверу. Однак у випадку відсутності мережі актуальний метеобюлетень передається використовуючи шифровані радіоканали зв'язку.

### **НАПРЯМКИ ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ В ІНТЕРЕСАХ БОЙОВОГО ЗАСТОСУВАННЯ ПІДРОЗДІЛІВ ТАНКОВИХ ВІЙСЬК**

*В.П. Варакута<sup>1</sup>, к.військ.н., доц.; Д.В. Дяченко<sup>1</sup>, к.т.н., с.н.с.;*

*В.П. Бабенко<sup>1</sup>, к.т.н., доц.; В.С. Величко<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>Військовий інститут танкових військ НТУ «ХПИ»;*

*<sup>2</sup>Харківська міська рада*

Як відомо, механізовані, танкові війська, що складають основу Сухопутних військ Збройних Сил України, призначені для утримання зайнятих районів, рубежів і позицій, відбиттю ударів противника, прориву оборони противника, розгрому його військ, захопленню важливих районів, рубежів і об'єктів, для дій у складі морських та повітряних десантів. Підрозділи танкових військ відіграли суттєву роль для зупинки збройної агресії Російської Федерації на сході України, незважаючи на існуючі проблеми на той час щодо кількісно-якісного укомплектування. Міністр оборони України у вересні 2018 року заявив, що незважаючи на проблеми, які існували з танковими підрозділами на початку бойових дій на сході України, всі танкові бригади і механізовані підрозділи, де на озброєнні є танки, укомплектовані на 100%. На даний час триває модернізація озброєння танкових бригад і механізованих підрозділів. Але модернізація повинна стосуватись не лише озброєння, але й тактики, підходів до планування та бойового застосування підрозділів.

Під час планування та бойового застосування підрозділів танкових військ відповідні командири та начальники так чи інакше використовують дані про просторове розташування об'єктів. Сучасні геоінформаційні системи дозволяють швидко отримати карту місцевості з потрібною деталізацією та масштабом, уточнити елементи інфраструктури місцевості, особливості її

рельєфу, здійснити прив'язку до топографічних карт.

В доповіді розкриті проблеми використання сучасних геоінформаційних систем під час планування та бойового застосування підрозділів танкових військ. Запропоновано підходи щодо обробки вимірювальних даних та використання сучасних геоінформаційних систем з метою своєчасного та оперативного забезпечення інформацією відповідних командирів і начальників.

## **ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ ТА СУПУТНИКОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ В АГРАРНОМУ СЕКТОРІ**

*І.О. Солонець*

*Харківський національний технічний університет сільського господарства  
ім. П. Василенка*

Питання продовольчої безпеки є невід'ємною складовою національної безпеки України в цілому. Тому від розвитку аграрного сектору суттєво залежить реалізація прагнень України увійти до переліку розвинених європейських країн. Для України відкриті значні можливості в сфері аграрного виробництва. Ми єдина країна в світі, яка реально може подвоїти виробництво зерна і не тільки. Україна – одна з небагатьох країн, аграрний потенціал якої, за різними оцінками, реалізовано лише на 40-60%. Зростаючий попит на продовольство створює перспективні умови для того, щоб Україна збільшила свою частку на світових ринках. Тобто для вітчизняного аграрного сектору відкриті величезні масштаби для розвитку, але за умови застосування інноваційних підходів.

Прогнозується, що до 2020 року виробництво зерна в Україні досягне 70-75 млн тон на рік. При використанні інноваційних технологій у 2030 році Україна зможе зібрати більше 100 млн тон зерна. Безпілотні літальні апарати, геоінформаційні та супутникові технології, роботизована техніка – це вже реальність в розвинених країнах і, поза всяким сумнівом, найближче майбутнє аграрного сектору України. Про переваги цих технологій годі й казати.

Наприклад, використання спеціальних датчиків, що визначають концентрації мінеральних добрив в ґрунті, дозволяє європейським фермерам економити до 50% на добривах. Крім того, датчики, встановлені на сільгосптехніці, контролюють її пересування, кількість посіяних добрив і зібраного врожаю, щоб збільшити продуктивність. Запорукою високої врожайності також є автоматизовані системи аналізу ґрунтів. Подібні системи забезпечують необхідний рівень вологи для рослин, оптимізуючи використання енергоресурсів, води і робочої сили, що дозволяє одночасно економити і підвищувати врожайність.

Звичним стає моніторинг полів з повітря за допомогою безпілотних літальних апаратів, з космосу за допомогою супутників та управління всім цим масивом даних за допомогою мобільних пристроїв та сучасних геоінформаційних систем. В середньому подібний комплекс інструментів дозволяє господарствам знизити нецільове використання техніки на 30% і заощадити до третини запасів насіння, хімікатів і пального.

Так чи інакше, Україна має потенціал, який потрібно реалізувати за

рахунок використання сучасних геоінформаційних та супутникових технологій в аграрному секторі. Новітні технології, підвищуючи врожайність і знижуючи витрати, дозволять здійснити справжній стрибок в економічному розвитку нашої країни.

## **ЗАХИСТ ІНФОРМАЦІЙНИХ ПОВІДОМЛЕНЬ ГОЛОВНОГО ЦЕНТРУ СПЕЦІАЛЬНОГО КОНТРОЛЮ ВІД НЕСАНКЦІОНОВАНОГО ДОСТУПУ**

*Т.А. Кошель*

*Харківський національний університет ім. В. Каразіна*

Під час аналізу роботи АСП «Харків» було поставлено завдання розробки моделі приховування повідомлень у текстових контейнерах, з відкритим доступом. Захист інформації від несанкціонованого доступу – одна з найдавніших проблем. Як відомо, ціль криптографії полягає в блокуванні несанкціонованого доступу до інформації шляхом шифрування змісту повідомлень.

Ціль стеганографії – приховати сам факт існування секретного повідомлення. При цьому обидва способи можуть бути об'єднані і використані в ГЦСК при отриманні інформації з регіональних центрів та пунктів спостереження (по всій території України) для підвищення ефективності захисту інформації (наприклад, для передачі криптографічних ключів). Комп'ютерні технології дали новий імпульс розвитку й удосконалюванню стеганографії, з'явився новий напрямок в області захисту інформації – лінгвістична стеганографія на основі текстових контейнерів.

Дослідження нині відомих синтаксичних методів лінгвістичної стеганографії обумовлюється своєю різноманітністю використання та є запорукою успіху на шляху до розуміння структури приховування та стегааналізу, для створення власних реалізацій алгоритмів, в залежності від поставлених цілей. Приховування інформації у текстових контейнерах за допомогою пунктуаційного методу несе за собою ряд розробок і пропозицій щодо покращення алгоритму та можливої взаємодії з іншими методами лінгвістичної стеганографії.

Актуальність розробки нових і удосконалення існуючих методів та алгоритмів обумовлюється постійною необхідністю у передачі секретних повідомлень, а досліджені синтаксичні методи лінгвістичної стеганографії мають високу стійкість до виявлення, що дуже цінується у сучасній цифровій стеганографії. Проведено аналіз атак на стеганографічні системи та оцінка особливостей всіх атак, що розуміє під собою відсутність модифікації вбудованих повідомлень для забезпечення непомітності своєї дії.

Дослідження, що проводяться в ході експлуатації апаратури АСП «Харків», допомагають виявити переваги та недоліки методів приховування, складність реалізації та оцінити роботу даного методу.

Реалізація алгоритмів приховування та вилучення несе за собою необхідність у детальному вивченні пунктуаційних норм та надмірностей української мови, що також допомагає при аналізі відмінностей між пустим та заповненим контейнерами.



## **ПРАКТИЧНЕ ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ ЗАХИСТУ ІНФОРМАЦІЇ ПІД ЧАС ОБМІНУ ПОВІДОМЛЕННЯМИ У ГОЛОВНОМУ ЦЕНТРІ СПЕЦІАЛЬНОГО КОНТРОЛЮ**

*Т.А. Кошель<sup>1</sup>; М.О. Романов<sup>2</sup>; А.В. Кошель<sup>2</sup>, к.т.н., доц.;*

*Д.В. Руденко<sup>3</sup>, к.т.н., доц.; М.М. Журавський<sup>4</sup>, к.т.н.*

*<sup>1</sup>Харківський національний університет ім. В. Каразіна;*

*<sup>2</sup>Головний центр спеціального контролю;*

*<sup>3</sup>Українська інженерно-педагогічна академія;*

*<sup>4</sup>Національний університет цивільного захисту України*

Характерною тенденцією в даний час в області захисту інформації є впровадження криптологічних методів. Однак на цьому шляху багато ще не вирішених проблем, пов'язаних з руйнівним впливом на криптозасоби таких складових інформаційної зброї, як комп'ютерні віруси, логічні бомби, автономні реплікативні програми. Об'єднання методів лінгвістичної стеганографії і криптографії є можливим виходом з положення, що створилося. У цьому випадку можна усунути слабкі сторони відомих методів захисту інформації і розробити більш ефективні, нові нетрадиційні методи забезпечення інформаційної безпеки. Проаналізувавши всі, нині відомі, методи лінгвістичної стеганографії та оцінивши засоби їх використання, було обрано синтаксичний метод на основі пунктуації для здійснення приховування інформації.

Дослідження найбільш розповсюджених відомих методів допомогли охарактеризувати та визначити межі застосування, виявити недоліки та переваги окремих алгоритмів та обрати перспективний і неординарний напрямок для подальшого його реалізації, застосування у ході виконання завдань підрозділами ГЦСК шляхом обміну інформацією з регіональними центрами та пунктами спостереження, розташованими по всій території нашої країни. Аналіз пунктуаційної варіативності української мови дав поштовх для вибору методу кодування та вибору окремих розділових знаків для використання у процедурах приховування та вилучення повідомлення. Було проведено ряд досліджень для обраного синтаксичного методу лінгвістичної стеганографії. Аналіз типів контейнерів виявив найбільш рекомендовані у застосуванні для даних цілей, а аналіз часових рамок (вимоги щодо оперативності прийняття рішень на командному пункті) допоміг у визначенні методів щодо покращення алгоритму вбудовування. Аналіз відомих атак на стеганографічні системи сприяв більш детальному підходу щодо вибору типів текстових контейнерів і вибору самого алгоритму вбудовування та вилучення інформації.

Практична цінність досліджень у ході повсякденної роботи на периферійних пунктах спеціального контролю полягає у розробці запропонованих алгоритмів із можливістю їхнього подальшого вдосконалення. Також було виявлено недоліки пунктуаційного методу. По-перше, це складність програмної реалізації, після якої заповнений контейнер повинен відповідати усім вимогам нормальної стеганосистеми. По-друге, це конфлікт із пропускнуною спроможністю ліній обміну інформацією розгалуженої структури ГЦСК. Запропоновані методи для приховування в один розділовий знак не одного, а одразу двох чи трьох бітів лиш незначною мірою покращують цю ситуацію, а отже, залишаються напрямки для подальшого розвитку цієї теми в наступних дослідженнях.

## **РОЗРОБКА І ВИРОБНИЦТВО ВІТЧИЗНЯНОЇ АПАРАТУРИ СУПУТНИКОВОЇ НАВІГАЦІЇ ДЛЯ ПОВІТРЯНИХ СИЛ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ**

*А.Т. Кривов'яз<sup>1</sup>; В.В. Джує<sup>2</sup>; С.І. Смик<sup>2</sup>*  
*<sup>1</sup>ДП «Оризон-Навігація»;*

*<sup>2</sup>Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

Досвід фахівців державного підприємства «Оризон-Навігація» - 40 років розробки, виробництва і впровадження в експлуатацію апаратури споживачів супутникових навігаційних систем (АС СНС) GPS/GLONASS/SBAS різного призначення: для авіаційних, морських і наземних споживачів, геодезичної зйомки, синхронізації зв'язку та ін.

Все обладнання, що випускається серійно, сертифіковане. Впроваджена Система менеджменту

якості та отриманий сертифікат відповідності стандарту ISO 9001-2015. Підприємство сертифіковане Державною авіаційною службою України і як розробник і як виробник авіаційного обладнання.

Розробка зразків апаратури військового призначення проводиться під контролем Представництва Замовника.

На замовлення Повітряних Сил України розроблена, впроваджена в серійне виробництво та постачалась до кінця 2018 р. апаратура СН-3307 трьох модифікацій (Су-25, МіГ-29 і Су-27). В 2019 році проводиться модернізація і планується виготовлення модифікацій апаратури СН-3307М.

Для потреб Повітряних Сил ЗС України виконуються проекти зі створення нових сучасних інформаційно-навігаційних комплексів - СН-4307, СН-4327, СН-4308.

На підприємстві в ініціативному порядку розроблена вітчизняна апаратура СН-4312У і апаратура СН-4314 «Електронний пілотажний індикатор» (для заміни існуючих електро - механічних індикаторів).

Апаратура СН-4312У використовується у складі літаків транспортної авіації і вертольотів.

Серійно виготовляється блок перетворення цифрових каналів в аналогові (код-селсін) (БПКС) для використання при модернізації літаків.

ДП «Оризон-Навігація» велику увагу приділяє апаратурі наземного призначення. Це обладнання використовується підрозділами Сухопутних військ, зокрема в ракетних військах і артилерії, а також у Повітряних Силах – у військах протиповітряної оборони.

Фахівці ДП «Оризон-Навігація» і Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба спільно відпрацьовують використання апаратури СН-4215 і СН-3003М у підрозділах протиповітряної оборони, а прилади СН-4312У використовуються в штурманському навчальному комплексі на базі літака Ан-26.

Перспективними напрямками розвитку НАП СНС є подальший розвиток та створення нових типів НАС для роботи з новими СНС, підвищення вимог до показників точності визначення, підвищення вимог до завадозахищеності НАС СНС, створення інтегрованих навігаційних систем, розробка та впровадження сучасних електронних обчислювальних приладів із програмним забезпеченням для автоматизації спеціалізованих розрахунків.

Всім зацікавленим установам запропоновано проведення спільних досліджень з метою підвищення ефективності ОБТ за рахунок використанням обладнання, яке розробляється та виготовляється в ДП «Оризон-Навігація».

## **МУЛЬТИСПЕКТРАЛЬНІ МЕТОДИ ЗНИЖЕННЯ РАДІОЛОКАЦІЙНОЇ ПОМІТНОСТІ НАЗЕМНИХ ОБ'ЄКТІВ**

*В.М. Аборін; Ю.І. Бударецький, к.т.н.;*

*А.М. Зубков, д.т.н.; Ю.А. Настішин, д.ф.-м.н.*

*Національна академія сухопутних військ ім. гетьмана П. Сагайдачного*

Для дистанційного спостереження військових об'єктів, озброєння і військової техніки (ОВТ) широко використовуються локаційні системи наземного, повітряного та космічного базування, що працюють в різних ділянках спектру електромагнітних хвиль (ЕМХ) оптичного (довжина хвиль ~ 0,5 мкм), інфрачервоного (довжина хвиль ~ 1,5 - 12 мкм), радіотехнічного (довжина хвиль ~ 1,3 - 100 мм і більше). Незалежно від методу локації (активний, напівактивний, пасивний) помітність наземного об'єкту визначається фізичними властивостями його формоутворюючої поверхні та оточуючого навколишнього фону.

Чисельною мірою оцінки помітності є локаційний контраст, який в залежності від методу локації може бути як додатнім так і від'ємним.

Враховуючи активний розвиток систем розвідки і самонаведення бойових елементів високоточної зброї, актуальною науково-прикладною задачею є пошук методів і засобів надширококутового (мультиспектрального) зниження локаційного контрасту об'єктів ОБТ.

Для рішення вказаної задачі виконано:

— дослідження демаскуючих ознак типових військових об'єктів та ОБТ;

— аналіз розвідувально-вогневих можливостей ймовірного противника щодо ураження наземних військових об'єктів та ОБТ з урахуванням їх локаційної помітності;

— аналіз існуючих і перспективних методів і засобів зниження локаційного контрасту наземних об'єктів ОБТ;

— обґрунтування технічних напрямків створення активних і пасивних мультиспектральних засобів зниження локаційної помітності наземних військових об'єктів та ОБТ.

На основі критерію мінімізації абсолютної величини локаційного контрасту запропоновані варіанти технічної реалізації мультиспектральних систем зниження локаційної помітності типових наземних військових об'єктів та ОБТ і проведено аналіз їхньої ефективності в порівнянні з відомими моноспектральними системами.

Розглянуті варіанти науково-виробничої кооперації установ і підприємств України щодо створення мультспектральних засобів зниження локаційної помітності наземних військових об'єктів та ОБТ.

## МЕТОДИКА ОЦІНКИ УГРУПОВАННЯ ПРОТИВНИКА ЗА ДОПОМОГОЮ ГЕОПРОСТОРОВОГО АНАЛІЗУ

*О.А. Кошлань<sup>1</sup>; С.М. Петрук<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>*Національний університет оборони України ім. І. Черняхівського;*

<sup>2</sup>*Центральний науково-дослідний інститут озброєння та військової техніки Збройних Сил України.*

У загальному вигляді методика оцінки противника включає такі основні етапи: підготовка вихідних даних; оцінка противника; моделювання очікуваних дій; формулювання і обґрунтування висновків із оцінки противника; доповідь і відображення висновків.

Від підготовки вихідних даних залежить правильність формулювання в подальшій роботі кінцевих висновків.

Основна особливість роботи з інформацією в інтересах оцінки противника полягає у тому, що із всієї сукупності отриманих розвідувальних відомостей виділяються лише ті, які характеризують протилежне угруповання противника і пов'язані з його складом, положенням, станом і характером дій.

Прогнозування можливого характеру дій здійснюється з одного боку, у процесі всієї оцінки, а з іншого – є завершальним і найважливішим її етапом.

Для візуалізації та зручного користування зазначені вихідні дані можуть бути представлені у вигляді інтегрованих тематичних шарів геопросторової бази даних, яка дозволяє застосовувати математичне моделювання можливих дій противника.

На етапі моделювання очікуваних дій противника розроблюються моделі побудови протилежних угруповань та характеру і послідовності виконання ними бойових завдань.

Результати оцінки противника обґрунтовуються відповідними розрахунками.

## ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ МЕТОДИКИ ГЕОПРОСТОРОВОГО АНАЛІЗУ ОРБИТАЛЬНИХ УГРУПОВАНЬ КОСМІЧНИХ АПАРАТІВ

*С.В. Ковбасюк<sup>1</sup>, д.т.н., с.н.с.; Д.М. Випорханюк<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>*Житомирський військовий інститут ім. С.П. Корольова*

Необхідність відбиття російської агресії та відновлення територіальної цілісності України, інші зміни сучасного безпекового середовища обумовлюють необхідність створення нової системи забезпечення національної безпеки України, реформування сил безпеки та оборони, створення вискоєфективних боєздатних Збройних Сил України, забезпечення пріоритету їх якісних характеристик і досягнення спроможностей відповідно до стандартів НАТО. Одним із важливих шляхів цього є системне і скоординоване використання вітчизняної космічної інфраструктури держави для підвищення ефективності виконання завдань оборони України. Разом з тим, нинішній стан космічної діяльності у сфері оборони України не в повній мірі забезпечує вирішення завдань обороноздатності держави та потребує суттєвого удосконалення. Зокрема, за напрямком моніторингу навколосемного космічного простору та формування достовірної космічної ситуаційної обізнаності на різних рівнях державного та військового управління. Актуалізує

та загострює цю проблему космічна складова (космічна розвідка, супутникова навігація, супутниковий зв'язок) російської гібридної війни проти України.

Слабкість вітчизняної інфраструктури моніторингу космічного простору та відсутність спеціалізованих (насамперед – радіолокаційних і радіопеленгаційних) засобів оперативної цілодобової розвідки космічної обстановки обумовлюють необхідність розроблення та застосування інформаційно-аналітичних і програмно-алгоритмічних способів виявлення, ідентифікації (розпізнавання), супроводження космічних апаратів (КА) та їх орбітальних угруповань.

У доповіді на підставі аналізу сучасного світового досвіду формування космічної ситуаційної обізнаності, досвіду застосування геоінформаційного підходу у різних сферах діяльності обґрунтовані основні положення методики геопросторового аналізу орбітальних угруповань КА, яка передбачає: постановку завдання; визначення способів і засобів геопросторового аналізу; аналіз і оцінку вихідних даних; оброблення геопросторової інформації; моделювання геопросторових об'єктів; інтегрування, комплексне оброблення та аналіз даних; оцінку результатів геопросторового аналізу; підготовку звітних матеріалів. Основну увагу в доповіді зосереджено на аналізі орбітальних угруповань Російської Федерації (РФ) як основи космічної ситуаційної обізнаності про космічну складову російської агресії. Приведені результати геопросторового аналізу – склад і стан орбітальних угруповань діючих космічних апаратів РФ на початок 2019 року, приклади орбітального маневрування російських КА розвідки та дистанційного зондування Землі у 2017 – 2018 роках.

### **МОДЕЛЮЮЧІ ЗАСОБИ ДЛЯ ПІДГОТОВКИ ВІЙСЬКОВИХ ФАХІВЦІВ З КОСМІЧНОЇ РОЗВІДКИ З УРАХУВАННЯМ ДОСВІДУ БОЙОВИХ ДІЙ НА СХОДІ УКРАЇНИ**

*П.В. Фриз, к.т.н., доц.*

*Житомирський військовий інститут ім. С.П. Корольова*

В нинішніх умовах в системі підготовки військових фахівців з експлуатації складних систем озброєння значна увага приділяється практичним заняттям. Враховуючи ці вимоги та особливості космічних засобів як об'єктів вивчення, на кафедрі космічної розвідки Житомирського військового інституту імені С.П. Корольова (ЖВІ) проводяться практичні заняття з курсантами з питань моделювання процесів у космічних системах розвідки (КСР), дистанційного зондування Землі (ДЗЗ), планування космічних спостережень та сеансів космічного радіозв'язку.

Для цього використовуються різні програмно-моделюючі комплекси (ПМК) як запозичені, так і власної розробки. Серед запозичених найбільш придатними виявились ПМК Orbitron та WXtrack, адаптовані автором для проведення низки практичних занять, а також для експериментальних досліджень з космічної тематики.

Крім того, при проведенні практичних і лабораторних занять використовуються оригінальний ПМК "Класифікатор", розроблений під керівництвом автора. Він забезпечує автоматизований вибір космічних апаратів (КА) з каталогу NORAD / NASA, придатних для космічного моніторингу Землі в інтересах різних міністерств та відомств. Комплекс пройшов випробування на практичних заняттях з урахуванням досвіду

бойових дій на сході України, отримав позитивні відгуки користувачів і рекомендований до застосування як інструмент підтримки прийняття відповідальних рішень.

У комплексі використовується періодично поновлювана база даних по всім КА з каталогу NORAD / NASA з параметрами, які передаються в TLE-файлах, а також доповнюються оператором на основі відомостей з інших джерел. На цій основі реалізована розгалужена система класифікації КА як за окремими орбітальними параметрами, так і за їх сукупністю, що забезпечує автоматизований вибір КА, придатних для цільового використання. Додатково до цього передбачений вибір КА за їх станом, державною приналежністю і суттєвими для задач моніторингу тактико-технічними характеристиками.

Разом з тим, в ПМК втілена можливість вибирати або задавати будь-який район земної поверхні і моделювати процес спостережень за ним обраними КА з автоматичним формуванням раціонального плану космічного моніторингу і оцінки його ефективності в різних астрономічно-балістичних і фізичних умовах.

Зазначені програмно-технічні засоби, навчальні та методичні розробки покладені в основу технології практичної підготовки військових фахівців з космічної розвідки з урахуванням досвіду бойових дій на сході України.