

## СЕКЦІЯ 15

### ПРИНЦИПИ ОБРОБКИ І ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЇ КОСМІЧНИХ СИСТЕМ, ЗАСОБІВ ДАЛЬНЬОГО РАДІОЛОКАЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ ТА УДОСКОНАЛЕННЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ

**Засідання секції присвячується 50-річчю  
першого польоту людини у космос**

Керівники секції: полковник С.В. Чуб;  
д.т.н. с.н.с. підполковник Г.В. Худов  
Секретар секції: к.т.н. підполковник О.І. Солонець

#### ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ КОСМІЧНИХ СИСТЕМ СПОСТЕРЕЖЕННЯ ДЛЯ РАНЬОГО ПОПЕРЕДЖЕННЯ ПРО ПОВІТРЯНИЙ НАПАД

С.В. Чуб<sup>1</sup>; Г.В. Худов<sup>2</sup>, д.т.н., с.н.с.  
<sup>1</sup>в/ч А0515;

<sup>2</sup>Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба

За результатами аналізу останніх збройних конфліктів зроблено висновок про необхідність використання космічних систем для вирішення завдань протиповітряної оборони (ППО). Складнощі виявлення повітряних цілей з борту космічного апарату (КА) обумовлені великою необхідною дальністю дії бортових космічних виявлювачів, значним просторовим розмахом контрольованих територій, урахуванням особливостей спостереження повітряних цілей з борту КА, обмеженим енергетичним потенціалом бортових виявлювачів. Для вирішення завдань ППО пропонується враховувати наявність апріорної інформації про розташування повітряних цілей до початку бойових дій на аеродромах базування, що спостерігаються з борту КА, побудувати і врахувати статистичні характеристики руху повітряних цілей на основних напрямках повітряних ударів, врахувати переваги сумісної оптимізації пошуку і виявлення повітряних цілей з борту КА, що дозволить понизити вимоги до енергетичного потенціалу бортових космічних виявлювачів. Апріорні дані про місцеположення повітряних цілей на аеродромах базування можуть бути отримані заздалегідь за даними різних видів розвідки: наземної, повітряної, космічної, спеціальної. Ці ж апріорні дані можуть бути сформовані безпосередньо в бортовому космічному виявлювачі за результатами спостереження аеродромів на витках до початку бойових дій. Приводиться апріорна щільність імовірності місцезнаходження повітряних цілей на аеродромах в зоні, обмеженою дальністю дії повітряних цілей. Для побудови апріорної щільності місцезнаходження повітряних цілей на маршрутах польоту враховуються тактико-технічні характеристики літаків, випадкові значення швидкостей руху і напрямку їх польоту. Будуються еліпси найбільш вірогідних значень координат повітряних цілей в різні моменти часу після зльоту літаків. Врахування сумісної оптимізації пошуку і виявлення повітряних цілей з використанням рівномірно-оптимальної стратегії пошуку і ваги апріорних даних дозволить у декілька разів понизити вимоги до енергетичного потенціалу бортових космічних виявлювачів до значень, що дозволяють їх реалізацію на борту малих і мікросупутників. Приводяться уточнені криві виявлення повітряних цілей.

## **ОБҐРУНТУВАННЯ ШЛЯХІВ ВИКОРИСТАННЯ СУПУТНИКОВИХ ДАНИХ В ІНТЕРЕСАХ ПОВІТРЯНИХ СИЛ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ**

*Г.В. Певцов<sup>1</sup>, д.т.н., проф.; М.М. Степаненков<sup>2</sup>; Д.В. Голкін<sup>1</sup>, д.т.н., проф.;  
Д.В. Карлов<sup>1</sup>, к.т.н., с.н.с.; Г.В. Худов<sup>1</sup>, д.т.н., с.н.с.*

*<sup>1</sup>Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба;*

*<sup>2</sup>Командування Повітряних Сил Збройних Сил України*

Проаналізовано завдання ПС (ПС) Збройних Сил (ЗС) України, порядок їх виконання за ситуаціями застосування ЗС України, аналіз розвідувального забезпечення ПС ЗС України. Проаналізована повітряна розвідка як вид оперативного і бойового забезпечення: розглянуто структуру повітряної розвідки, способи і види повітряної розвідки, організацію повітряної розвідки, інформаційну роботу органів військового управління під час ведення повітряної розвідки, особливості підготовки вихідних даних під час ведення повітряної розвідки, проаналізовано сили і засоби отримання розвідувальної інформації в ПС ЗС України. Проведено аналіз характеристик об'єктів та угруповань противника, а саме: розподіл об'єктів розвідки по глибині оперативної побудови військ противника та проведено аналіз розпізнавальних ознак різних типів об'єктів. На основі проведеного аналізу пропонується використовувати супутникову інформацію для підвищення ефективності розвідувального забезпечення ПС ЗС України.

## **ОСОБЛИВОСТІ ПОШУКУ І ВИЯВЛЕННЯ ДЕКІЛЬКОХ ОБ'ЄКТІВ В КОСМІЧНИХ СИСТЕМАХ СПОСТЕРЕЖЕННЯ**

*С.В. Чуб; І.А. Кухарський, к.т.н.; В.О. Подліпаєв, к.т.н.*

*в/ч А0515*

Приводиться методика оцінки апіорного розподілу декількох об'єктів в зонах пошуку і виявлення космічних систем спостереження (КСС). Побудовані апіорні закони розподілу декількох повітряних об'єктів на різні моменти часу після їх зльоту. Відповідно до проведених досліджень встановлюються параметри і конфігурація зон пошуку і виявлення КСС. Сформульована оптимізаційна задача сумісного пошуку і виявлення декількох об'єктів спостереження. При цьому у якості показника ефективності вибрано математичне очікування числа знайдених об'єктів спостереження. Встановлюється ідентичність рішення сформульованої оптимізаційної задачі сумісного пошуку і виявлення декількох об'єктів із задачею сумісного пошуку і виявлення одиночного об'єкту. Розрахована рівномірно-оптимальна стратегія пошуку, відповідно до якої повинні бути вибрані розміри і положення поточної зони огляду в загальній зоні огляду КСС. Для випадків, коли апіорний розподіл об'єктів спостереження не можна описати аналітично, сформульована оптимізаційна задача сумісного пошуку і виявлення декількох об'єктів в зоні огляду дискретної структури. Розраховані показники ефективності сумісного пошуку і виявлення декількох об'єктів, а також проводиться порівняльна оцінка використовуваних алгоритмів сумісного пошуку і виявлення з існуючими алгоритмами виявлення об'єктів в КСС. Встановлено, що сумісна оптимізація процедур пошуку і виявлення дає вигравш в показниках ефективності виявлення об'єктів на 20-25%.

## **РОЗПІЗНАВАННЯ ОБ'ЄКТІВ СПОСТЕРЕЖЕННЯ ЗА КОМПЛЕКСНИМИ ОЗНАКАМИ – СИГНАТУРАМИ ПРИНАЛЕЖНОСТІ І СТАНУ**

*О.А. Льяшов, к. т. н., с.н.с.*

*в/ч А1906*

У доповіді подано результати аналізу застосування відомого і ефективного виду технічної розвідки РУМО США MASINT – вимірювально-сигнатурній розвідці (BCP),

що суттєво підвищує достовірність добутої інформації, забезпечує отримання принципово нових даних про об'єкти спостереження, їх оперативний стан, ступінь загрози і, що особливо важливо, – відомості про можливості новітніх технологій, видів ОВТ за рахунок використання класичних методів пошуку в поєднанні з сучасними інформаційними технологіями добування, накопичення й обробки інформації. На сучасному етапі розвитку ОВТ, коли можливості інформаційних технологій надзвичайно великі, актуальність застосування ВСР та сигнатурно-інформаційних технологій для розпізнавання об'єктів спостереження суттєво зростає. Однак, в тому вигляді та з тим обсягом завдань, який є в РУМО США, ВСР, як вид технічної розвідки для ЗС України, на даний момент є недоцільною, а сліпе її копіювання не є раціональним. Головною умовою застосування технологій ВСР є максимальне збільшення кількості комплексних ознак (сигнатур), а також засобів і систем, залучених для спостереження за об'єктами та обробки інформації про них. Створення єдиної методологічної основи сигнатурно-інформаційних технологій, за допомогою якої можна вирішувати завдання воєнної безпеки, а також завдання видів ЗС, підвищить ефективність застосування ОВТ і забезпечить єдиний інформаційно-комунікаційний простір. З урахуванням світового досвіду використання космічних систем для забезпечення бойових дій обґрунтовано шляхи використання супутникових даних в інтересах ПС ЗС України. Проводиться порівняльний аналіз супутникових даних та даних повітряної розвідки. Розглянуто основні положення Загальнодержавної цільової науково-технічної космічної програми України на 2008-2012 роки та проведено аналіз тактико-технічних характеристик та способів застосування національних космічних систем спостереження. Сформульовано основні завдання ПС ЗС України, що можуть розв'язуватися з використанням супутникової інформації в різні періоди обстановки. Сформульовано рекомендації щодо застосування космічних систем для забезпечення бойових дій ПС ЗС України. Сформульовано пропозиції до Загальнодержавної цільової науково-технічної космічної програми щодо використання супутникової інформації для інформаційно-розвідувального забезпечення бойових дій ПС ЗС України та напрямки підвищення ефективності бойових дій ПС ЗС України із застосуванням супутникових даних.

### **ОБґРУНТУВАННЯ КОМПЛЕКСУ ЗАСОБІВ АЕРОКОСМІЧНОГО БАЗУВАННЯ ДЛЯ МОНІТОРИНГУ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ ОБ'ЄКТІВ В ЗОНІ БОЙОВИХ ДІЙ ПОВІТРЯНИХ СИЛ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ**

*Д.В. Голкін<sup>1</sup>, д.т.н., проф.; Г.В. Худов<sup>1</sup>, д.т.н., с.н.с.; В.С. Комаров<sup>2</sup>, к.т.н., с.н.с.*

*<sup>1</sup>Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба;*

*<sup>2</sup>в/ч А1906*

В разі ведення бойових дій Повітряними Силами (ПС) Збройних Сил (ЗС) України в зоні бойових дій може знаходитись велика кількість радіолокаційних об'єктів різного призначення. Своєчасне виявлення їх координат і режимів роботи є актуальним завданням, що вирішуються радіотехнічними військами ПС ЗС України. Але у теперішній час точність визначення координат радіолокаційних об'єктів не задовольняє визначеним вимогам. Пропонується для визначення координат нерухомих радіолокаційних об'єктів використовувати новий різновид штучного багатобазового комплексу аерокосмічного базування на основі однобазового різницево-далекомірного комплексу. Сформульовано загальні принципи побудови штучного багатобазового різницево-далекомірного комплексу визначення координат джерела радіовипромінювання, розроблено принципи побудови штучного багатобазового різницево-далекомірного комплексу аерокосмічного базування для визначення координат радіолокаційних засобів, а також обґрунтовано склад засобів радіотехніч-

ного моніторингу на основі штучного багатобазового різницево-далекомірного комплексу для визначення координат радіолокаційних засобів в зоні бойових дій ПС ЗС України. Проведена оцінка точності визначення координат радіолокаційних засобів в зоні бойових дій ПС ЗС України і її порівняльний аналіз з точностями існуючих засобів визначення координат радіолокаційних засобів.

## **ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ НАЦІОНАЛЬНИХ КОСМІЧНИХ СИСТЕМ ДЛЯ ПІДТРИМКИ ВИКОНАННЯ ЗАВДАНЬ ПС ЗС УКРАЇНИ**

*В.І. Присяжний<sup>1</sup>, к.т.н., с.н.с.; В.М. Коновалов<sup>2</sup>, к.т.н.; М.В. Коновалов<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>*Національний університет оборони України;*

<sup>2</sup>*Науково-дослідний інститут радіотехнічний вимірювань;*

<sup>3</sup>*Національний технічний університет "ХПІ"*

Для вирішення завдань ПС ЗС України у якості засобів космічної підтримки доцільно використовувати національні космічні системи, за допомогою яких можливе розширення зони контролю повітряної обстановки навколо кордонів країни. Для підвищення ефективності застосування космічних систем доцільно використовувати апріорну інформацію про місцезнаходження об'єктів. В якості об'єктів пошуку та виявлення обрані літаки тактичної авіації. З метою отримання апріорної інформації для вирішення задачі одночасного пошуку і виявлення літаків оцінені статистичні просторово-часові характеристики літаків тактичної авіації на аеродромах базування та при їх масовому зльоті. Розроблена методика оцінки та проведена оцінка апріорної щільності імовірності місцеположення літаків тактичної авіації за вибіркою обмеженого об'єму в космічних системах. Проаналізовано основні методи апроксимації отриманих експериментальних даних з урахуванням обмеженої вибірки. Визначена стратегія пошуку та кількість розподілу пошукового потенціалу запропонованої космічної системи. Розрахована умовна та безумовна ймовірність правильного виявлення літаків тактичної авіації за виділений проміжок часу на прикладі космічної системи радіолокаційного спостереження "Січ-ЗР". На конкретних прикладах обґрунтована можливість виявлення рухомих об'єктів за допомогою космічного радіолокатора.

## **ВИКОРИСТАННЯ КОСМІЧНОГО ПРОСТОРУ В ІНТЕРЕСАХ БЕЗПЕКИ УКРАЇНИ**

*Д.В. Дяченко<sup>1</sup>, к.т.н., с.н.с.; Д.В. Карлов<sup>2</sup>, к.т.н., с.н.с.;*

*О.І. Солонець<sup>2</sup>, к.т.н.; К.К. Кулагін<sup>2</sup>, к.т.н., доц.*

<sup>1</sup>*Центр оперативно-тактичних досліджень;*

<sup>2</sup>*Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

При плануванні наукової і науково-технічної діяльності у Збройних Силах України однією з вимог начальника Генерального штабу – Головнокомандувача Збройних Сил України є забезпечення випереджального та інноваційного характеру наукових досліджень. Зокрема наголошується, що вимогою часу є широке використання у збройній боротьбі космічного простору, у тому числі для вирішення завдань розвідки, забезпечення зв'язку та управління, попередження про ракетний напад, навігаційного та метеорологічного забезпечення. В доповіді проаналізовані світові тенденції застосування космічних систем в інтересах збройних сил провідних держав світу, можливості використання космічних засобів в інтересах Збройних Сил України та напрямки досліджень щодо використання космічного простору в інтересах безпеки України.

## **ВИКОРИСТАННЯ ДАНИХ ГЛОБАЛЬНОЇ МЕРЕЖІ GPS І НАЗЕМНИХ РАДІОФІЗИЧНИХ МЕТОДІВ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ ГЕОФІЗИЧНИХ ЯВИЩ ПРИРОДНОГО І ШТУЧНОГО ХАРАКТЕРУ**

*Д.В. Карлов, к.т.н., с.н.с.*

*Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

Сучасна військово-політична обстановка у світі і регіоні довкола України має динамічний характер і може різко змінюватись. Розвиток подій у світі зумовлений зростанням нових, глобальних загроз та викликів державі й суспільству – таких, як тероризм, розповсюдження зброї масового ураження та технологій її виготовлення, глобальна зміна клімату, збільшення народонаселення та пов'язаний з цим дефіцит енергоресурсів і продовольства тощо. На ситуацію довкола України також суттєво впливають територіальні, демографічні та інші проблеми, які призводять до загострення міжнародної конкуренції за володіння природними, технологічними й інформаційними ресурсами. У зв'язку з цим, останнім часом все більше уваги відводиться пошуку нових джерел інформації і способів її витягання з явищ, які відбуваються в доквіллі. В умовах активної протидії усім видам розвідки протиборчими сторонами питання виявлення геофізичних явищ штучного і природного походження останнім часом у світі мають все більшу актуальність. У доповіді показана можливість використання даних глобальної мережі GPS і наземних радіофізичних методів для аналізу рухомих іоносферних збурень природного і штучного характеру. Приведено результати дослідження збурень іоносфери (старт ракети-носія, грозові фронти і сонячна радіація) за допомогою створених програмних модулів. Отримані часові і просторові параметри рухомих іоносферних збурень не суперечать раніше проведеним дослідженням.

## **ФЛУКТУАЦІЙНІ ПОМИЛКИ ВИМІРУ РАДІАЛЬНОЇ ШВИДКОСТІ ЦІЛІ ПРИ ОПТИМАЛЬНІЙ ОБРОБЦІ СИГНАЛІВ, ЯКІ РОЗПОВСЮДЖУЮТЬСЯ В ІОНОСФЕРІ**

*Г.В. Певцов, д.т.н., проф.; М.М. Мінервін, д.т.н., проф.; Д.В. Карлов, к.т.н., с.н.с.*

*Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

Іонізоване середовище може бути причиною істотних систематичних помилок, радіолокаційних помилок виміру радіальної швидкості руху цілі. Компенсація таких помилок при обробці прийнятих сигналів з урахуванням відомої залежності від частоти фазової швидкості їх поширення можлива, але призводить до значного збільшення флуктуаційних помилок виміру. Ці питання розглядалися в літературі в основному в плані застосування "двохчастотного методу компенсації впливу іоносфери". У доповіді приводяться оцінки флуктуаційних помилок виміру радіальної швидкості цілі при оптимальній обробці прийнятих сигналів, що враховує усі особливості доплерівського перетворення в іоносфері сигналів різних видів. Наводяться приклади чисельного оцінювання таких помилок для когерентних і некогерентних пачок імпульсів різних видів, а також багаточастотних пачок сигналів.

## **ОБГРУНТУВАННЯ ОЦІНКИ ІМОВІРНОСТІ ПРАВИЛЬНОГО ДЕШИФРУВАННЯ ОБ'ЄКТІВ НА ЦИФРОВИХ КОСМІЧНИХ ЗНІМКАХ**

*І.Г. Білецький, к.т.н.*

*в/ч А1906*

Робота присвячена дослідженню проблеми оцінки імовірності дешифрування об'єктів на цифрових космічних знімках, що отримані оптико-електронними систе-

мами при дистанційному зондуванні Землі. Можливості систем космічного базування щодо добування матеріалів дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) постійно зростають. Оптико-електронні системи (ОЕС) космічного базування на теперішній час забезпечують вирішення тематичних завдань ДЗЗ. Одним із найбільш принципів для ОЕС ДЗЗ є питання щодо покращення якості зображення об'єктів на цифрових космічних знімках (ЦКЗ). Саме імовірність дешифрування об'єктів на ЦКЗ повністю визначає ефективність застосування ОЕС ДЗЗ конкретного типу в заданих умовах використання. Проведене дослідження та аналіз отриманих результатів дозволяють рекомендувати для оцінки імовірності правильного дешифрування об'єктів на цифрових космічних знімках, що отримані ОЕС при ДЗЗ, співвідношення на основі логнормального інтегрального закону розподілення. Отримані практичні результати свідчать про адекватність отриманих співвідношень та їх придатність для оцінки ефективності існуючих та перспективних ОЕС ДЗЗ. Результати роботи можуть бути використані при розробці перспективних або модернізації існуючих цифрових ОЕС ДЗЗ, а також при плануванні космічної зйомки об'єктів ДЗЗ.

### **УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДІВ ЗАХИСТУ ВИДОВИХ ЗОБРАЖЕНЬ ВІД ІМПУЛЬСНИХ ПЕРЕШКОД**

*О.М. Маковейчук<sup>1</sup>; І.М. Бутко<sup>2</sup>, к.т.н.; Г.В. Худов<sup>3</sup>, д.т.н., с.н.с.*

*<sup>1</sup>ТОВ "Бюро інформаційних технологій";  
<sup>2</sup>в/ч К0140;*

*<sup>3</sup>Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

Відомо, що при обробці зображень, отриманих за даними дистанційного зондування Землі (ДЗЗ), унаслідок помилок декодування сигнал спотворюється точковими (імпульсними) перешкодами. Для ефективного придушення цього типу перешкод використовується медіанна фільтрація з розміром апертури фільтра, принаймні, в 2 рази більше тривалості перешкоди. Проте використання фільтра приводить до погіршення роздільної здатності – дрібні деталі зображення пропадають, що також небажано. В роботі пропонується спосіб виборчого застосування фільтра в області наявності перешкод, який полягає в наступному: до початкового зображення застосовують медіанний фільтр з квадратною апертурою, будують матрицю різниці початкового зображення і зображення, отриманого після медіанної фільтрації, знаходять значення оптимального порогу, будують відновлене зображення. Встановлено, що пропонуваний метод не приводить до погіршення роздільної здатності реставрованого зображення. Експериментальним методом визначається оптимальне значення порогу медіанної фільтрації. При цьому використовувалося натурне моделювання з використанням зображень, отриманих з мережі Інтернет за наслідками ведення бойових дій коаліційних сил "Свобода Іраку" в 2003 році. Отримана оцінка трудомісткості запропонованого алгоритму і його порівняльна оцінка з відомими алгоритмами захисту видових зображень від дії імпульсних перешкод.

### **МЕТОД ПРОСТОРОВО-ЧАСОВОЇ ФІЛЬТРАЦІЇ ЗОБРАЖЕНЬ, АНАЛІЗ ЙОГО ЕФЕКТИВНОСТІ ЗА НАЯВНОСТІ МУЛЬТИПЛІКАТИВНИХ ПЕРЕШКОД**

*Д.П. Панасенко*

*Українська інженерно-педагогічна академія*

У промислових, військових і космічних дослідженнях, при зондуванні навколосезного простору, а також при контролі об'єктів та територій, що охороняються, знайшли широке застосування оптико-електронні системи, які дозволяють отримувати, обробляти

ти, зберігати і відтворювати різні статичні і динамічні зображення. При реєстрації та подальшій обробці зображень доводиться стикатися із перешкодами, які мають мультиплікативний характер. В деяких випадках мультиплікативні перешкоди вносять основний внесок в спотворення сигналу, що робить актуальним вивчення властивостей, характеристик і методів боротьби з цим типом перешкод. Одним з найбільш ефективних методів заглушення перешкод, які виникають при реєстрації, є метод просторово-часової фільтрації. Цей метод дозволяє значно підвищити параметри виявлення, а також величину відношення сигнал/шум на виході системи. Проведений аналіз ефективності методу за наявності мультиплікативних перешкод і за отриманими результатами вироблені рекомендації з удосконалення методу. У доповіді наводяться описи методу просторово-часової фільтрації зображень, розглядаються результати аналізу ефективності цього методу за наявності мультиплікативних перешкод, а також надано основні рекомендації з його удосконалення. Розглянуті особливості застосування методу для боротьби з різними видами перешкод і спотворень, що виникають при проведенні промислових, військових і космічних досліджень, а також при контролі об'єктів та територій, що охороняються із застосуванням оптико-електронних систем.

### **ПОВІТРЯНО-КОСМІЧНА СФЕРА ЗБРОЙНОЇ БОРОТБЫ: ІСТОРІЯ, СТАН, ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ**

*С.В. Петров<sup>1</sup>, к.т.н.; А.В. Пугач<sup>2</sup>, к.т.н.; А.В. Кошель<sup>1</sup>, к.т.н., доц.*

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

*<sup>2</sup>Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

Поява космічних засобів озброєння, орбітальні елементи яких здатні здійснити активні дії (знищення, придушення) проти потенційних цілей, необхідність підготовки космічного простору (а також районів Землі, на яких дислоковані об'єкти космічної інфраструктури) як сфери воєнних дій – все це зумовило виділення космосу в самостійну область діяльності та постійне зростання його значення в досягненні цілей збройної боротьби. Повне панування в космосі створить необхідні передумови для досягнення перемоги в будь-якому конфлікті або війні. Фактично на початку ХХІ століття світ вступив в нову фазу геополітичного протистояння – у фазу боротьби за досягнення стратегічної переваги в космосі. У доповіді розглядаються та аналізуються основні задачі та напрямки розвитку військово-космічних засобів як одного з найважливіших елементів забезпечення безпеки держави. Одна з головних задач – інформаційна підтримка з космосу дій збройних сил повинна здійснюватись за двома взаємопов'язаними напрямками. Перший – це створення космічних засобів, які відповідають вимогам військового часу за оперативнотактичними характеристиками: детальність, продуктивність, періодичність, оперативність виведення, живучість та ін. Другий – це доведення космічної інформації до самих нижчих ланок управління, а в перспективі – до окремого солдата.

### **ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЇ КОСМІЧНИХ СИСТЕМ**

*В.В. Бойко*

*НЦ бойового застосування РВіА Сумського державного університету*

Приклади війн та воєнних конфліктів демонструють відчутне зростання ролі космічних систем військового і подвійного призначення у вирішенні питань національної безпеки та оборони держав світу. Їх наявність та раціональне використання надає можливість не лише запобігти багатьом втратам, а й ефективно діяти при істотному скороченні витрат на вирішення цих питань. Тільки космічні системи дозволяють, не порушуючи міжнародних угод, отримувати у реальному часі інформацію про будь-які

події у будь-якій точці планети. Це дає змогу вести ефективні бойові дії навіть на не-підготовлених театрах воєнних дій, надзвичайно швидко реагуючи на зміни оперативної обстановки. Застосування космічних систем дозволяє при мінімальних видатках майже на третину збільшити ефективність використання вже існуючого воєнного потенціалу держави. Так, космічні апарати розвідки забезпечують підвищення точності цілевказівок до 30–50% і збільшення кількості розкритих системою розвідки об'єктів противника на 20–30%, а космічний апарат оптико-електронної розвідки за один виток навколо Землі отримує над територією України таку ж кількість знімків, що й літак-розвідник за півроку польотів над цією місцевістю. Для України успішна космічна діяльність є одним з ключових питань забезпечення необхідного рівня національної безпеки. Крім того, доступ у космічний простір об'єктивно збільшує вагомість України у відносинах зі стратегічними партнерами та сприяє інтеграції в європейські структури, а впровадження нових космічних технологій, розроблених в інтересах національної безпеки та оборони, в інші галузі господарства України сприятиме прискоренню економічного зростання держави.

### **СТАН І ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КОСМІЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ В ІНТЕРЕСАХ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ**

*С.В. Петров<sup>1</sup>, к.т.н.; П.С. Шнак<sup>1</sup>; Д.Б. Жуйков<sup>2</sup>*

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

*<sup>2</sup>Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

Складність об'єктів ракетно-космічної техніки (РКТ) обумовлена різноманітним вирішуваним ними завдань наукового, соціально-економічного і оборонного характеру. У перспективі багатофункціональні об'єкти РКТ за своїми можливостями наближатимуться до автоматичних роботів, що літають, а їх угруповання та комплекси управління – до великих просторово розподілених інтелектуальних систем. Такі системи топологічно можуть бути представлені у вигляді наземно-космічної інтелектуальної інформаційної мережі. Інтелектуальність мережі, а також її ефективність багато в чому визначаються ступенем розвитку засобів програмного забезпечення (ПЗ). У доповіді розглядаються об'єкти впровадження і розвитку ПЗ в рамках вказаної мережі, а також стан, особливості застосування та перспективи розвитку загального, загальносистемного та спеціального ПЗ. Крім того, акцентується увага на проблемі забезпечення безпеки шляхом використання цілого ряду механізмів для захисту управляючих сигналів, мови і даних, що передаються. Аналізуються загальні вимоги до перспективного ПЗ (мобільність; можливість роботи у відкритих обчислювальних мережах; наявність "дружнього" інтерфейсу; сумісність; задоволення вимогам стандартів в області програмної інженерії). Подальший розвиток космічної діяльності, без сумніву, буде супроводжуватися підвищенням ролі, ступені інтелектуалізації та розширенням областей застосування ПЗ.

### **АЛГОРИТМ ВИЯВЛЕННЯ ШТУЧНИХ ІОНОСФЕРНИХ ЗБУРЕНЬ ПРИ РЕАЛІЗАЦІЇ МЕТОДУ НЕКОГЕРЕНТНО РОЗСІЯНИХ РАДІОХВИЛЬ**

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

*Д.В. Карлов<sup>1</sup>, к.т.н., с.н.с.; М.М. Журавський<sup>3</sup>*

*<sup>1</sup>Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба;*

*<sup>2</sup>Командування Повітряних Сил Збройних Сил України;*

*<sup>3</sup>Національний університет цивільного захисту України*

У доповіді обґрунтовується підхід до синтезу алгоритму виявлення штучних іоносферних збурень (ШІЗ) на основі інформації про іоносферу, отриманої методом



некогерентного розсіяння радіохвиль. Обґрунтовується, що в даному випадку процедура синтезу зводиться до завдання виявлення флуктуаційного некорельованого стаціонарного гаусівового сигналу невідомої інтенсивності на фоні некорельованої гаусівової перешкоди з відомою дисперсією і невідомим по дальності середнім значенням, яке змінюється. Обґрунтовано, що нестационарність перешкоди по середньому і відрізняє це завдання від розглянутих раніше. Показано, що синтез алгоритму виявлення ШПЗ слід проводити, використовуючи класичну процедуру перевірки статистичних гіпотез в умовах часткової апріорної невизначеності. У доповіді детально проаналізована робота синтезованого алгоритму і показано, що оскільки потужність некогерентно розсіяних іоносферою сигналів пропорційна параметрам іоносфери, можна зробити узагальнений висновок про те, що в ухваленні рішення про наявність ШПЗ необхідно порівнювати з порогом дисперсію вимірюваного параметра.

### **ПРИСТРІЙ ВИЯВЛЕННЯ ШТУЧНИХ ІОНОСФЕРНИХ ЗБУРЕНЬ ЗА ДОПОМОГОЮ СИГНАЛІВ, НЕКОГЕРЕНТНО РОЗСІЯНИХ ІОНОСФЕРОЮ**

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

*Д.В. Карлов<sup>1</sup>, к.т.н., с.н.с.; М.М. Журавський<sup>3</sup>*

*<sup>1</sup>Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба;*

*<sup>2</sup>Командування Повітряних Сил Збройних Сил України;*

*<sup>3</sup>Національний університет цивільного захисту України*

У доповіді розглянута робота пристрою виявлення штучних іоносферних збурень (ШПЗ) при виявленні збурень, обумовлених землетрусами, грозами, магнітними бурями. Проведений порівняльний аналіз параметрів збурень штучного і природного походження. Основна увага при розгляді іоносферних збурень штучного походження приділена збуренням при запуску ракет. Показано, що такі ШПЗ найефективніше розпізнавати шляхом аналізу їх швидкості розповсюдження. Розглянута можливість реалізації кореляційного способу виміру швидкості дрейфу ШПЗ. Теоретично показано, що в основі реалізації цього способу лежить аналіз автокореляційної функції (АКФ) теплових флуктуацій електронної концентрації іоносфери. Обґрунтовано, що в даному випадку швидкість дрейфу може бути визначена шляхом обчислення відношення уявної частини АКФ теплових флуктуацій електронної концентрації іоносфери до її реальної частини. Запропоновано пристрій, який реалізує цю процедуру. Оцінена вірогідність правильного виявлення ШПЗ, обумовлених запуском ракети при спільному використанні інформації, отриманої шляхом аналізу потужності сигналів, які розсіяні іоносферою і швидкості дрейфу ШПЗ. Запропонована формула, що дозволяє оцінити вираз у вірогідності виявлення ШПЗ в розглянутому випадку.

### **ОБЛІК ОСОБЛИВОСТЕЙ ДОПЛЕРІВСЬКОГО ПЕРЕТВОРЕННЯ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ СИГНАЛІВ В ІОНОСФЕРІ ПРИ ОЦІНЦІ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ЇХ ВИЯВЛЕННЯ**

*Г.В. Певцов, д.т.н., проф.; М.М. Мінервін, д.т.н., проф.; Д.В. Карлов, к.т.н., с.н.с.*

*Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

Ефекти при розповсюдженні радіохвиль в іоносфері чинять істотний вплив на виявлення, розрізнення і вимір параметрів радіолокаційних сигналів. При оцінці впливу іоносфери на показники якості виявлення в літературі в основному враховуються ефекти затухання, дисперсійних спотворень і зміни поляризації сигналів. Усі ці ефекти не пов'язані з рухом цілі. У доповіді розглядається вплив іоносфери на

показники якості виявлення рухомих цілей. Враховуються неоднакові зміни часових масштабів несучих коливань та їх комплексна огинаюча. Оцінюється зменшення піку сигналу на виході схеми його обробки при не врахуванні особливостей доплерівського перетворення сигналу в іоносфері і пов'язане з цим погіршення показників якості виявлення. Показано, що при неврахуванні особливостей доплерівського перетворення радіолокаційних сигналів в іоносфері зменшення умовної вірогідності правильного виявлення може складати десятки долі одиниць, а збільшення умовної вірогідності помилкової тривоги може складати одиниці порядків.

### **СПОСІБ ВИЯВЛЕННЯ ШТУЧНИХ ІОНОСФЕРНИХ ЗБУРЕНЬ, ЗАСНОВАНИЙ НА ВИКОРИСТАННІ ЕФЕКТІВ НЕЛІНІЙНОЇ ВЗАЄМОДІЇ ДВОЧАСТОТНИХ РАДІОСИГНАЛІВ З ІОНОСФЕРОЮ**

*Д.В. Карлов, к.т.н., с.н.с.*

*Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

У доповіді показано, що початковий масив первинних значень параметрів іоносфери при синтезі алгоритмів виявлення штучних іоносферних збурень можна отримати на основі використання нелінійних ефектів, що виникають при резонансній дії на іоносферну плазму двочастотного випромінювання. Обґрунтовано, що в цьому випадку використовується та обставина, що при нелінійній взаємодії двох сигналів, частоти яких  $f_1$  і  $f_2$  відрізняються на величину плазмової  $f_p$  частоти, в області взаємодії виникає хвиля на різнищевій частоті ( $f_1 - f_2$ ). У доповіді звернена увага, що цей ефект може бути виявлений по резонансному посиленню плазмової лінії в спектрі розсіяного на збуджуваних електростатичних хвилях пробного сигналу. В якості пробного використовується будь-який з двох початкових сигналів. Наводяться результати експериментальних досліджень, що свідчать про здійснення таких вимірів в середньоширотних іоносферних умовах. На основі аналізу експериментальних даних показано, що в даному випадку роздільна здатність по висоті визначення концентрації електронів для середніх широт в діапазоні 90-300 км складає 0,8-0,08 км вдень та 1-0,1 км вночі. Цей спосіб у порівнянні з методом вертикального зондування дозволяє підвищити роздільну здатність по висоті визначення концентрації електронів для середніх широт у 10 разів.

### **РОЗВИТОК ТЕОРЕТИЧНИХ ОСНОВ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ВИЯВЛЕННЯ- ОЦІНЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ СИГНАЛІВ**

*Г.В. Певцов, д.т.н., проф.; А.Я. Яцуценко, к.т.н., с.н.с.;*

*Д.В. Карлов, к.т.н., с.н.с.; Ю.В. Трофименко*

*Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

В рамках закону збереження енергії та байєсівської статистичної теорії розглядається новий підхід до процесу виявлення радіосигналів на фоні внутрішніх шумів приймача – за енергетичним критерієм. Подається сутність енергетичного критерію, можливість виявлення радіосигналів співвимірних з енергетикою внутрішніх шумів і менших за неї. Формулюється принцип оптимальності енергетичного виявлення сигналів від цілей. Викладаються результати досліджень нової теорії виявлення шляхом аналого-цифрового моделювання багатоканального за часом положення енергетичного виявлення радіосигналів та оцінювання часових інтервалів їх положення. Приводяться криві виявлення – умовної ймовірності правильного виявлення від відношення сигнал/шум при співпаданні інтервалу аналізу з тривалістю радіосигналу і при співпаданні інтервалу аналізу з половиною тривалості радіосигналу. Розглядається залеж-

ність порогу виявлення від тривалості радіосигналів для моделі  $\chi^2$ -квадрат розподілу суми квадратів оцифрованих вибірок внутрішнього шуму радіоприймача. Оцінюється ступінь впливу використання енергетичного критерію виявлення радіосигналів на збільшення дальності виявлення цілей. Розглядаються основні принципи розробки нової теорії вимірювання параметрів радіосигналів на основі енергетичного відношення правдоподібності та когерентних властивостей радіосигналів. Аналізуються середньоквадратичні помилки визначення початку переднього фронту відбитого радіосигналу від цілі в залежності від енергетичного відношення правдоподібності і від часу затримки між часовими каналами виявлення. Розглядаються принципи розпізнавання впливу активних і пасивних перешкод на виявлення сигналів від цілей, аналізується чутливість енергетичного критерію виявлення в умовах впливу перешкод.

### **ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ПОБУДОВИ БАГАТОПОЗИЦІЙНИХ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ СИСТЕМ ДЛЯ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕННЯ ПРО НЕБЕЗПЕЧНІСТЬ ПОВІТРЯНОЇ ОБСТАНОВКИ**

*Г.В. Певцов, д.т.н., проф.; А.Я. Яцуценко, к.т.н., с.н.с.; Д.В. Карлов, к.т.н., с.н.с.; Ю.В. Трофименко; А.М. Остапова*

*Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

В сучасних умовах проведення швидкоплинних повітряно-наземних операцій з використанням останніх досягнень інформаційних технологій, використанням інтегрованих систем зброї з широким застосуванням орбітальних систем різного призначення постає актуальне питання отримання повної вірогідної інформації про плинний повітряно-наземний стан угруповання противника з метою розпізнавання його задуму на ведення бойових дій. Системний підхід до створення автоматичної за інформацією системи виявлення, аналізу і прийняття рішення із альтернатив за критерієм мінімуму середнього ризику потребує узагальнення існуючих методів отримання координатної інформації і пошуку загальної методики визначення повного вектора швидкості цілі для всіх методів отримання координатної інформації за критерієм мінімуму вартості – максимуму ефективності. Розглядається узагальнений метод визначення координат для еліптичного, гіперболічного та триангуляційного методів, що використовуються в активно-пасивних і пасивних багатопозиційних радіолокаційних системах (БП РЛС). Подається узагальнений метод визначення повного вектора швидкості цілі для всіх методів радіопеленгації в умовах апіорної визначеності і невизначеності несучої частоти радіосигналів. Приводяться узагальнені алгоритми визначення координат та повного вектора швидкості цілей для різних методів радіопеленгації. Методом плавних збурень оцінюються точнісні характеристики алгоритмів визначення координат та повного вектора швидкості цілі в залежності від просторового положення пеленгаційних пунктів БП РЛС та точнісних характеристик вимірювання дальності, кутових координат та доплерівської частоти при традиційних методах радіолокації і нової енергетичної теорії виявлення. Викладається варіант побудови орбітальної активно-пасивної БП РЛС виявлення рухомих повітряних та наземних цілей на фоні Землі з використанням мікосупутників для інформаційного забезпечення родів військ ЗСУ з метою розпізнавання ступеню небезпечності повітряних та наземних угруповань рухомих об'єктів. Реалізація на практиці орбітальних активно-пасивних БП РЛС можлива на сучасному рівні розвитку науки і техніки при створенні міжнародної глобальної орбітальної системи контролю повітряного руху. Виявлення наземних рухомих об'єктів на фоні Землі з орбіти можливе за рахунок високоточного вимірювання дальності до цілі при використанні нової енергетичної теорії виявлення та визначення

повного вектора швидкості цілей при вимірюванні доплерівської частоти в орбітальній БП РЛС та вирішення узагальненої системи лінійних рівнянь.

### **ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ВИКОРИСТАННЯ РАДІОЛОКАЦІЙНОЇ СТАНЦІЇ ДАЛЬНЬОГО ВИЯВЛЕННЯ В МІЖНАРОДНИХ ПРОГРАМАХ ДОСЛІДЖЕННЯ ІОНОСФЕРИ ЗЕМЛІ ТА БЛИЖНЬОГО КОСМОСУ**

*Г.В. Певцов, д.т.н., проф.; А.Я. Яцуценко, к.т.н., с.н.с.; Д.В. Карлов, к.т.н., с.н.с.;  
Ю.В. Трофименко; О.А. Кононова*

*Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

Розглядається вибір із альтернатив побудови БП РЛС в зоні дії існуючих РЛС ДВ в режимі огляду простору без їх конструктивної зміни з метою використання енергетики для отримання інформації про аеродинамічні цілі, неоднорідності електронної концентрації іоносфери, для підвищення ефективності контролю космічних об'єктів та для автоматичного створення баз даних при вивченні атмосфери Землі і ближнього космосу в інтересах міжнародних науково-дослідних програм. В РЛС ДВ в залежності від умов розповсюдження радіохвиль при автоматичному розпізнаванні класів цілей здійснюється приймання перешкодових радіосигналів і переплутування реальних цілей і цілей, що зав'язані за сукупністю рухомих дрібномасштабних неоднорідностей електронної концентрації іоносфери. Пропонується використання ряду розроблених програм досліджень неоднорідностей електронної концентрації іоносфери, метеорного розповсюдження радіохвиль для отримання статистичного матеріалу з добового і сезонного розподілів неоднорідностей електронної концентрації іоносфери та невпізнаних літальних апаратів, характеристик їх радіолокаційних портретів, розподіл векторів швидкостей метеорних слідів, визначення добових і сезонних розподілів напрямків вітрів в метеорній зоні іоносфери, розподіл координат і векторів швидкостей об'єктів, що не відносяться ні до одного із визначених класів об'єктів. Оцінюються можливості БП РЛС при використанні енергетичної теорії радіолокаційного виявлення-оцінювання параметрів радіосигналів.

### **ВПЛИВ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВОГНЮ АРТИЛЕРІЙСЬКИХ ПІДРОЗДІЛІВ**

*В.В. Варава*

*НЦ бойового застосування РВіА Сумського державного університету*

При організації бойових дій, а також під час управління з'єднаннями і частинами в операції (бою) для району майбутніх бойових дій необхідно враховувати великий обсяг геоінформації, який, у свою чергу, відбивається на успіху дій з'єднань (частин) в операції (бою), на темпах наступу або на стійкості оборони. Ефективність ураження об'єктів противника значною мірою залежить від точності вогню артилерії і ракетних ударів, а також від уражаючої дії боеприпасів у цілі. Обидва ці чинники, у свою чергу, залежать від точності геоінформації і своєчасності її оновлення. Ефективність вогню артилерії також залежить і від точності геоінформації, пов'язаної з визначенням координат контурних точок, висот цілей, вогневих позицій, спостережних пунктів і позицій засобів артилерійської розвідки. Проведені розрахунки щодо впливу геоінформатики на ефективність вогню артилерії дають можливість зробити висновок, що інформація про характер ґрунту і рослинності в районі цілі, точність визначення координат контурних точок, висот цілей і вогневих позицій істотно впливає на ефективність вогню артилерії.

## УДОСКОНАЛЕННЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ

*А.О. Вакал, к.т.н.*

*НЦ бойового застосування РВіА Сумського державного університету*

Однією зі складових ефективності вогню артилерії є точність підготовки установок для стрільби, яка напряму залежить від точності початкових даних, що використовуються при розрахунках. Основним завданням топогеодезичного забезпечення є підготовка і доведення до військ топогеодезичних даних, необхідних для вивчення і оцінки місцевості, орієнтування на ній, ефективного застосування ОВТ і управління військами. До недавнього часу дані доводилися до військ у вигляді топографічних і спеціальних карт, фотодокументів, каталогів (списків) координат геодезичних пунктів. Тепер акцент перемістився у бік підходу до створення карти, заснованої на центральній базі просторових даних. Сучасні геоінформаційні системи (ГІС) дозволяють створювати і вести архівні банки даних цифрової картографічної інформації, проводити обробку запитів, забезпечувати електронними картами, астрономо-геодезичними і гравіметричними даними військові частини і підрозділи. Застосування ГІС-технологій у автоматизованій системі підготовки даних для стрільби дозволить підвищити ефективність і надійність підготовки даних, значно скоротить час проведення обчислень, дозволить створювати і підтримувати бази даних щодо навігаційної та оперативно-тактичної обстановки. Ще однією важливою областю застосування елементів ГІС на зразках артилерійського озброєння є планування руху техніки з урахуванням конкретної бойової обстановки, стану місцевості, скритості, часу доби, характеристик конкретної бойової техніки і т.п.

## ЗАСТОСУВАННЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ПІД ЧАС ПЛАНУВАННЯ І ПРОВЕДЕННЯ ВІЙСЬКОВИХ ОПЕРАЦІЙ

*О.П. Остапова*

*НЦ бойового застосування РВіА Сумського державного університету*

Розвиток сучасних Збройних Сил України базується на втіленні та розвитку інформаційних технологій. Важливою складовою більшої частини технологій є засоби обробки цифрової інформації про місцевість у взаємозв'язку з різноманітними даними про противника й свої війська. Основна тенденція для географічних інформаційних систем (ГІС) військового призначення – налаштування на конкретного користувача. Кожне рішення командира будь-якого рівня пов'язане з просторовим розташуванням. Карти з оперативною обстановкою є одним з основних інструментів роботи командирів у збройних силах. Активний розвиток інформаційних технологій та їх використання у військах вказує на необхідність підготовки спеціальних програмних засобів щодо автоматизованого пошуку і обробки оперативної інформації для нанесення на цифрові карти. Цифрове (електронне) поле бою охоплює цифрову картографічну інформацію безпосередньо по полю бою та засоби її експлуатації у вигляді самої ГІС. Остання надає нові можливості тривимірного зображення картографічної інформації – представлення об'єкта з конкретної точки або обліт місцевості з нанесеною оперативною обстановкою. ГІС повинна відображати цифрову модель оперативної обстановки (ЦМО) у вигляді слів, що перекриваються, показують поточну обстановку та пов'язані з нею елементи місцевості. Без засобів побудови ЦМО (перегляду, розстановки умовних позначень, аналізу, друку) ГІС малоприматна для використання.

## ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ГЕОІНФОРМАЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ

*О.М. Авдєєва*

*НЦ бойового застосування РВіА Сумського державного університету*

Сучасна війна стала по суті технологічним протистоянням, де вирішальне значення має інформація. Системи підтримки прийняття рішення для свого функціонування потребують зростання вимог до точності, достовірності (актуальності) та оперативності забезпечення військ геопросторовою інформацією. Відповідно до цих реалій необхідне розв'язання та поглиблений розгляд наступних питань: формулювання вихідних вимог до геоінформаційних систем (ГІС); створення нормативно-технічної документації зі стандартизації картографічного формату для портативних навігаційних засобів; для Збройних Сил України: створення державної сертифікації цифрових топографічних карт, які використовуються у Збройних Сил України; створення єдиного «Класифікатора задач, які підтягають автоматизації у видах Збройних Сил і родах військ»; у відповідності з «Класифікатором інформації» створення бібліотеки зображень топографічних умовних знаків; розробка та впровадження стандартів подання просторових даних, зокрема визначення форматів, структури даних, методів їх оновлення та порядку отримання користувачами; для потреб Сухопутних військ Збройних Сил України: розробка ГІС з подальшим воєнно-науковий супроводом; централізоване постачання спеціалізованого програмного забезпечення для опрацювання геопросторової інформації; забезпечення «Класифікатором тактичних умовних знаків Збройних сил України».

### РІШЕННЯ НАВІГАЦІЙНОЇ ЗАДАЧИ СУПУТНИКОВИХ РАДІОНАВІГАЦІЙНИХ СИСТЕМ З ВИКОРИСТАННЯМ ІНФОРМАЦІЇ ПРО ДОППЛЕРІВСЬКУ ЧАСТОТУ

*С.В. Маловиця, к.т.н., с.н.с.*

*Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

Сучасні існуючі супутникові радіонавігаційні системи (СРНС), наприклад GPS та ГЛОНАСС, використовують дані про час розповсюдження радіохвиль від супутника до приймача СРНС. Ці дані дозволяють обчислювати дистанцію між супутником та об'єктом, координати якого треба визначити. Однак несинхронне функціонування бортових годинників супутників, затримки радіохвиль в іоносфері та тропосфері, віддзеркалення радіохвиль від великих об'єктів приводять до наявності похибок вимірювання дистанцій, що у свою чергу приводить до похибок розрахування координат об'єкту. Теорія розповсюдження радіохвиль стверджує, що зазначені чинники не впливають на значення частоти зміщення Допплера. Теоретично можна доказати можливість використання тільки даних про доплерівську частоту для визначення координат рухомого об'єкту. При цьому немає потреби використання моделей іоносфери та тропосфери. Можна показати, що при умові тимчасової нерухомості об'єкту відносно поверхні Землі для визначення координат у форматі 3-D задачі буде достатньо лише 3-х супутників, а не 4-х, як у класичному методі розрахунку координат. Усі теоретичні дані підтверджуються практичними експериментами на базі GPS приймача Sorpnicus-II, який має можливість надавати необроблені дані про частоту зміщення Допплера та ефемеридні дані про супутники GPS.

## **ПЕРЕВАГИ МЕТОДУ СПІЛЬНОЇ ОБРОБКИ ДАНИХ ВІД НАВІГАЦІЙНИХ СИСТЕМ GPS ТА ГЛОНАСС**

*О.С. Погурельський;*

*Національний авіаційний університет*

Паралельне функціонування на сучасному етапі двох (GPS і ГЛОНАСС), а найближчим часом трьох (після розгортання Galileo) глобальних супутникових радіонавігаційних систем спонукає до пошуку алгоритмів і методів спільної обробки інформації, що поступає від навігаційних супутників усіх доступних систем. Ефективна реалізація методів спільної обробки навігаційних даних в програмному забезпеченні обладнання користувача здатна збільшити цілісність і доступність сервісу супутникової навігації в цілому. З точки зору користувача спільна обробка даних еквівалентна об'єднанню орбітальних сузір'їв, що забезпечує надлишковість джерел навігаційних сигналів, вкрай необхідну в умовах обмеженої видимості небесної півсфери. При спільній обробці даних з'являється можливість визначити координати в таких конфігураціях супутників різних СРНС, коли виконання цієї задачі неможливе за даними від кожної із систем окремо. Відмінності в алгоритмах формування навігаційних сигналів, а також системах часу і координат, що застосовуються різними СРНС, можуть бути подолані відповідними алгоритмічними і розрахунковими методами в приймачі, який в результаті отримує ряд переваг і має більшу цінність. У доповіді подано результати дослідження точності позиціонування при спільному використанні даних від систем GPS і ГЛОНАСС в таких конфігураціях, коли робота кожної з систем окремо неможлива, а також при доповненні мінімального робочого набору з чотирьох супутників однієї системи кількома з іншої. Такі конфігурації відповідають умовам обмеженої видимості і високому значенні кута маски.

## **ОСНОВНІ ЗАВДАННЯ ЩОДО РОЗРОБКИ ВИМОГ ДО ІНЕРЦІАЛЬНО-СУПУТНИКОВОЇ НАВІГАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ НАЗЕМНИХ РУХОМИХ ОБ'ЄКТІВ**

*Р.В. Пугачов, к.т.н., с.н.с.; Н.В. Петренко; А.Ф. Кудрявцев*

*Харківський університет повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

Одним з основних завдань згідно з концепцією та проектом програми створення системи навігаційного забезпечення Збройних Сил України є оснащення (переснащення) військ (сил) новітніми навігаційними засобами. При цьому передбачено комплексне застосування різнотипних навігаційних засобів для визначення місцеположення керованих рухомих об'єктів та орієнтація переважно на науково-технічний потенціал України. У зв'язку з цим розробка вимог до створення інтегрованої інерціально-супутникової навігаційної системи для потреб наземних рухомих зразків ОВТ є актуальною науково-практичною задачею. Аналіз наукового та виробничого потенціалу України дозволяє запропонувати наукові установи і підприємства промисловості в якості головних розробників такої системи. Зокрема, на сьогоднішній день у Сухопутних Військах Збройних Сил України є досвід застосування приймачів супутникових навігаційних систем (у тому числі і інтегрованих з автономною навігаційною системою) національного виробництва. Основними завданнями, які повинні бути вирішені при розробці вимог до інерціально-супутникової навігаційної системи для наземних рухомих об'єктів є аналіз вимог споживачів до навігаційної інформації та дослідження впливу якості навігаційної інформації на ефективність застосування наземних рухомих зразків ОВТ з урахуванням наявного досвіду.

## ШЛЯХИ МОДЕРНІЗАЦІЇ ІНТЕГРОВАНИХ РАДІОНАВІГАЦІЙНИХ СИСТЕМ

*І.О. Кашаєв<sup>1</sup>, к.т.н., доц.; С.І. Смик<sup>1</sup>, к.т.н.; Д.В. Дяченко<sup>2</sup>, к.т.н., с.н.с.  
<sup>1</sup>Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба;  
<sup>2</sup>Центр оперативно-тактичних досліджень*

Необхідність та актуальність удосконалення системи навігаційного забезпечення ЗС України визначається сучасними вимогами до забезпечення органів військового управління, військ (сил) оперативною навігаційною інформацією, та обумовлено впровадженням автоматизованих систем управління військами і зброєю. Питання наявності навігаційної системи з високими показниками точності, доступності, цілісності та безперервності роботи є актуальним. Одним із основних напрямів удосконалення системи навігаційного забезпечення є підвищення цілісності координатно-часових визначень та доступності супутникових радіонавігаційних систем. Забезпечення надійності функціонування системи навігаційного забезпечення та сполучення якісних показників можливо за рахунок інтеграції супутникових навігаційних та імпульсно-фазових радіонавігаційних систем (ІФ РНС) в одну систему, що відповідає концепції EUROFIX. Інтеграція можлива лише за умови модернізації останніх, та може бути реалізована шляхом заміни апаратури управління і синхронізації, переходом з гіперболічного розрахунку на розрахунок по випромінюванню, заміною лампових радіопередавальних пристроїв на твердотільні. Створення на основі ІФ РНС диференціальної підсистеми у складі наземного сегмента інтегрованої навігаційної системи дозволяє об'єднати всі переваги супутникових та наземних навігаційних систем.

## ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ НАВІГАЦІЙНО-ЧАСОВИХ РІШЕНЬ В ПІЛОТАЖНО-НАВІГАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

*Р.Г. Сидоренко; Г.В. Рибалка; С.І. Хмелевський  
Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

В якості споживачів навігаційної інформації на сучасному етапі розвитку авіаційної техніки виступають пілотажно-навігаційні системи літальних апаратів (ЛА). При цьому розвиток бортового комплексу йде у напрямку глибокої інтеграції всього обладнання, і на перспективних ЛА незалежні системи (інерціальні системи, радіолокатори, інфрачервоні датчики і т.д.) виступають як датчики єдиного бортового комплексу. В якості високоточного навігаційно-часового датчику на кінцевій ділянці траєкторії польоту ЛА передбачається використовувати радіометричний приймач кореляційно-екстремальних навігаційних систем (КЕНС). Проте недостатня чутливість приймача КЕНС не дозволяє споживачеві навігаційної інформації бути впевненими в якості навігаційно-часових рішень. Відомо, що основним недоліком кореляційного радіометричного приймача (КРП) є вплив неідентичності фазочастотних характеристик каналів посилення на вихідний сигнал. В результаті проведених досліджень розроблений метод підвищення реальної чутливості КРП. Суть розробленого методу полягає в тому, що складання сигналів в квадратурі дозволяє отримати на виході КРП сигнал, не залежний від різниці фаз, обумовленою неідентичністю фазочастотних характеристик каналів посилення. В результаті розрахунків показано можливість збільшити реальну чутливість і розробити КРП, що має реальну чутливість, близьку до флуктуаційної, що недосяжно у відомих, і що застосовуються на практиці КРП КЕНС.



**ЗАСТОСУВАННЯ ПСЕВДОСУПУТНИКІВ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ  
ВИСОКОТОЧНОГО ПОЗИЦІОНУВАННЯ В ЛОКАЛЬНОМУ РАЙОНІ  
ПРИ УТРУДНЕННІ ПРИЙОМУ СИГНАЛІВ  
ГЛОБАЛЬНИХ НАВІГАЦІЙНИХ СУПУТНИКОВИХ СИСТЕМ**

*А.О. Ткаченко<sup>1</sup>, к.т.н., с.н.с.; Ю.В. Рєзніков<sup>1</sup>, к.т.н.; В.О. Кочура<sup>2</sup>, к.т.н., с.н.с.*

*<sup>1</sup>Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба;*

*<sup>2</sup>Харківський національний університет внутрішніх справ*

Використання глобальних навігаційних супутникових систем (ГНСС) GPS/ГЛОНАСС дозволяє забезпечити високоточне позиціонування за умов прямої видимості достатньої кількості супутників. В умовах утруднення прийому сигналів ГНСС внаслідок ненавмисних чи навмисних завад високоточне позиціонування в локальному районі може бути забезпечене за рахунок розгортання наземного доповнення до ГНСС – локальної радіонавігаційної системи на основі псевдосупутників (ЛРНС). Перевагами застосування ЛРНС є її стійкість до придушення засобами радіоелектронної боротьби за рахунок високої потужності передавача, висока точність місцевизначення (до одиниць сантиметрів), можливість просторового розділення передаючої антени та передавача, відносно невелика вартість псевдосупутника, можливість створення фальшивих навігаційних полів для дезорієнтування противника. Наведені дані аналізу світового досвіду застосування ЛРНС для забезпечення навігації повітряних об'єктів, орієнтування морських та наземних засобів, а також вирішення інших задач за рахунок створення в локальному районі додаткових радіонавігаційних полів. Представлені можлива структура та схема розгортання ЛРНС.

**СХЕМА ІНФОРМАЦІЙНОЇ ВЗАЄМОДІЇ БАЗОВОГО ТА РОВЕРНОГО  
ПРИЙМАЧІВ ПРИ ВИЗНАЧЕННІ КООРДИНАТ У РЕАЛЬНОМУ  
МАСШТАБІ ЧАСУ**

*В.М. Дейнеко, к.т.н., с.н.с.; А.В. Поляков*

*Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

В структурі РТК-системи основним є спосіб реалізації каналу передачі даних, що зв'язує базовий та роверний GNSS-приймачі, так як надходження інформації цими каналами повинно забезпечити рішення задачі позиціонування в реальному масштабі часу. Найбільш розповсюдженим способом реалізації каналу передачі корегуючих поправок "база-ровер" є використання GSM/GPRS/CDMA-модемів та Internet. Слід відзначити, що суттєвим недоліком цієї схеми організації вимірювань є те, що при віддаленні роверного приймача від базової станції погіршується точність координатних вимірювань ровера або стає взагалі неможливим визначення координат. Як правило, базова станція є стаціонарним пристроєм, тому виникає обмеження, яке пов'язане з максимальною відстанню роверного приймача від базового. В якості альтернативного варіанту організації інформаційної взаємодії пропонується схема, у якій сервер та маршрутизатор розміщуються у стаціонарному комп'ютері, а базовий та роверний приймачі виносяться у заданий район та на відстані взаємодіють з маршрутизатором та сервером. Для підтвердження працездатності запропонованої схеми організації РТК-системи були проведені експериментальні дослідження та здійснена оцінка точності визначення координат.

## ОСОБЛИВОСТІ ОРГАНІЗАЦІЇ ЕТАЛОННОГО СЕРВЕРА ЧАСУ АСУ СПЕЦІАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

*А.М. Носик<sup>1</sup>, к.т.н., с.н.с.; О.М. Носик<sup>2</sup>, к.т.н.; О.П. Нарежній<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба;*

*<sup>2</sup>Метрологічний центр військових еталонів Збройних Сил України*

Розглянуте завдання створення еталонних серверів часу для синхронізації (звірення) поточного часу в вузлах і серверах мережі АСУ спеціального призначення (АСУ СП). Аспекти безпеки й надійності функціонування АСУ СП не дозволяють використовувати стандартні еталонні сервери часу мережі, які використовують мережу Інтернет для синхронізації місцевої шкали часу із національною UTC(UA), внаслідок чого методи синхронізації, що використовують протокол NTP, потребують модифікації. Запропоновані програмно-апаратні засоби синхронізації (звірення) поточного часу АСУ спеціального призначення на основі застосування протоколу мережного часу NTP. Запропонована структура еталонного сервера часу даної системи на основі атомного годинника, що синхронізується з національного шкалою координованого часу UTC(UA) за допомогою сигналів, що передаються глобальними навігаційними супутниковими системами GPS/ГЛОНАСС. Проведені експериментальні дослідження удосконаленого методу відносного еталонування з урахуванням стабілізованих оцінок при обробці сигналів ГНСС GPS/ГЛОНАСС показали можливість забезпечення точності на рівні часток наносекунд, а також дозволили визначити основні перешкоджаючі фактори застосування цього методу.

## ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ МЕТОДІВ СУМІСНОЇ ІМОВІРНОСНОЇ ІДЕНТИФІКАЦІЇ КООРДИНАТНОЇ ІНФОРМАЦІЇ ТА МАКСИМАЛЬНОГО ЕЛЕМЕНТУ В МАТРИЦІ ПРАВДОПОДІБНОСТІ

*С.В. Логачов*

*Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

Однією з найбільш складних проблем у теорії і техніці обробки радіолокаційної (РЛ) інформації є спільний супровід декількох об'єктів, які рухаються на невеликих відстанях один від одного, що має місце при перетинанні їхніх траєкторій або при прольоті групою. На практиці традиційне рішення задач класифікації зводиться до обчислення стробів і ідентифікації векторів РЛ вимірів по кожному об'єкту. У випадку щільного потоку космічних об'єктів рішення задачі ідентифікації зазначеними методами ускладнено, тому що строби супроводу перекриваються один з одним і отримані оцінки можуть корелювати з декількома траєкторіями. Задача більш ускладнюється, якщо в строб потрапили також помилкові оцінки, обумовлені фоновими об'єктами. При цьому вимоги до якості й оперативності класифікації вимірів є високими. У доповіді розглянуті послідовні (максимального елементу матриці правдоподібності) і паралельні (сумісної імовірнісної ідентифікації координатної інформації) методи ідентифікації векторів РЛ вимірів. Результати моделювання показують, що паралельні методи у порівнянні з послідовними характеризуються більш низькими ймовірностями помилкової ідентифікації векторів РЛ вимірів. Відмінність даних методів по якості рішення задачі ідентифікації складає від 1 до 7 %. Однак, навіть настільки невелике поліпшення якості рішення задачі ідентифікації вимірів, при тривалому супроводі складної космічної цілі, дозволяє імовірність помилкової ідентифікації до 15-того мірного сеансу зменшити до 20-25 %.

## **ІНФОРМАЦІЙНІ МОЖЛИВОСТІ СИСТЕМИ СПОСТЕРЕЖЕНЬ ГОЛОВНОГО ЦЕНТРУ СПЕЦІАЛЬНОГО КОНТРОЛЮ ЩОДО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВОЄННОЇ БЕЗПЕКИ ДЕРЖАВИ**

*І.В. Толчонов<sup>1</sup>; Р.А. Андрощук<sup>2</sup>, к.т.н., доц.;  
Ю.О. Гордієнко<sup>1</sup>, к.т.н.; О.І. Солонець<sup>3</sup>, к.т.н.*

*<sup>1</sup>Головний центр спеціального контролю;*

*<sup>2</sup>Житомирський військовий інститут імені С.П. Корольова НАУ;*

*<sup>3</sup>Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

Однією з основних складових національної безпеки є воєнна безпека держави. Ефективність системи воєнної безпеки визначає ступінь досконалості її за цільовим призначенням. Ефективність роботи органів управління системи воєнної безпеки забезпечується повнотою, достовірністю та оперативністю інформації, що надають інформаційно-розвідувальні системи. В доповіді розглянуто склад інформації, яку надає Головний центр спеціального контролю (ГЦСК) Державного космічного агентства України в інтересах забезпечення воєнної безпеки держави. Така інформація дозволяє органам управління системи воєнної безпеки своєчасно корегувати плани розподілу ресурсів, плани дій та планових завдань виконавчим органам тощо. Розглянуто систему спостережень ГЦСК як потужну інформаційну систему збору і обробки геофізичних даних, що дозволяє здійснювати обробку сигналів різної фізичної природи від геофізичних явищ штучного (в тому числі військового) та природного походження. Показано необхідність розгляду та перспективи розвитку системи спостережень ГЦСК як однієї зі складових системи інформаційного забезпечення воєнної безпеки держави.

## **МОНІТОРИНГ ЗАСТОСУВАННЯ ТЕКТОНІЧНОЇ ЗБРОЇ МЕРЕЖЕЮ СЕЙСМІЧНИХ СПОСТЕРЕЖЕНЬ ГОЛОВНОГО ЦЕНТРУ СПЕЦІАЛЬНОГО КОНТРОЛЮ. ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ**

*І.В. Толчонов<sup>1</sup>; В.М. Шапка<sup>1</sup>; О.І. Солонець<sup>2</sup>, к.т.н.; Ю.О. Гордієнко<sup>1</sup>, к.т.н.*

*<sup>1</sup>Головний центр спеціального контролю;*

*<sup>2</sup>Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

В останній час в деяких країнах суттєво розширилась тематика досліджень з питань розробки геофізичної зброї. Принцип застосування геофізичної зброї полягає у використанні засобів впливу на процеси, що відбуваються у різних геофізичних середовищах Землі. Використовуючи нестійкий стан цих середовищ, за допомогою певного впливу можуть бути викликані катастрофічні природні явища. Одним з видів геофізичної зброї є тектонічна, застосування якої може призвести до потужних землетрусів у заданих районах. За останні роки неодноразово лунали звинувачення у застосуванні тектонічної зброї, зокрема у Грузії, Афганістані, на Гаїті та інших країнах, причому авторами цих звинувачень іноді виступали посадовці високого рівня. Таким чином, завдання встановлення або заперечення факту застосування тектонічної зброї є актуальним. В Україні однією з установ, яка може вирішувати зазначене завдання є Головний центр спеціального контролю Державного космічного агентства України. Технічні засоби центру в межах своїх можливостей реєструють сейсмічні явища природного та штучного походження, що відбуваються у будь-якому регіоні Земної кулі. Виконання даного завдання можливо реалізувати шляхом аналізу матеріалів реєстрації та відповідної ідентифікації природи джерела сейсмічних сигналів.

## МОНІТОРИНГ ПОТЕНЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ СЕЙСМІЧНИМИ ЗАСОБАМИ

Ю.О. Гордієнко<sup>1</sup>, к.т.н.; О.І. Солонець<sup>2</sup>, к.т.н.; В.А. Кирилюк<sup>3</sup>, к.т.н., с.н.с.

<sup>1</sup>Головний центр спеціального контролю;

<sup>2</sup>Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба;

<sup>3</sup>Житомирський військовий інститут імені С.П. Корольова НАУ

Україна, як одна з найбільших за територією країн Європи, має високі показники рівня потенційної небезпеки виникнення техногенних аварій та катастроф, пов'язаних з вибухами, які можуть мати серйозні екологічні та соціальні наслідки. Крім техногенних надзвичайних ситуацій (НС), державі постійно доводиться стикатися з ліквідацією наслідків природних явищ. Зокрема, для України реальну потенційну загрозу становлять сейсмаактивні зони Закарпаття та Криму. Тому задача моніторингу потенційних джерел НС з метою своєчасного встановлення факту НС, оцінки її параметрів і можливих наслідків та оперативного забезпечення інформацією відповідних органів є актуальною. В доповіді розкрито проблему моніторингу потенційних джерел НС сейсмічними засобами Головного центру спеціального контролю. Запропоновано підхід щодо обробки вимірювальних даних, який дозволяє здійснювати безперервний моніторинг потенційних джерел НС природного та техногенного характеру на основі динамічних та кінематичних властивостей складових сейсмічного запису, при відсутності апріорної інформації про форму сигналу.

### ВИЯВЛЕННЯ ПЕРШОГО ВСТУПУ СЕЙСМІЧНОГО СИГНАЛУ ВІД ЗЕМЛЕТРУСУ ЗА ПОЛЯРИЗАЦІЙНОЮ ОЗНАКОЮ

Ю.О. Гордієнко, к.т.н.

Головний центр спеціального контролю

На даний час є досить актуальним завдання оперативного моніторингу сейсмаактивних зон на території України та суміжних держав з метою встановлення факту, визначення параметрів землетрусу, можливих наслідків та надання інформації відповідним органам. У доповіді розглядається спосіб оперативного моніторингу землетрусів з осередком у сейсмонезбезпечному районі Вранча за результатами поляризаційного аналізу першого вступу сейсмічного сигналу без врахування особливостей форми сейсмічного сигналу. Запропонований підхід може бути покладено в основу побудови системи оперативного оповіщення про землетруси небезпечного класу з осередками у сейсмаактивних зонах.

### ЗАСТОСУВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ГЕОФІЗИЧНИХ СПОСТЕРЕЖЕНЬ В ІНТЕРЕСАХ ІНФОРМАЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ

Ю.О. Гордієнко, к.т.н.

Головний центр спеціального контролю

В доповіді проаналізовано можливість застосування результатів геофізичних спостережень засобами Головного центру спеціального контролю, як додаткового джерела інформації для системи моніторингу, прогнозування і запобігання надзвичайним ситуаціям. Проаналізовано структуру та можливості мережі геофізичних спостережень Головного центру спеціального контролю з точки зору інформаційного забезпечення системи моніторингу, прогнозування і запобігання надзвичайним ситуаціям. Визначено переваги, які дозволять підвищити ефективність застосування сил та засобів цивільного захисту та ефективність управління ними, при використанні результатів геофізичних спостережень.

## МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ АНТЕН В СИСТЕМАХ СУПУТНИКОВОГО ТА СТІЛЬНИКОВОГО ЗВ'ЯЗКУ

*В.П. Бабенко<sup>1</sup>, к.т.н., доц.; В.П. Варакута<sup>2</sup>, к.військ.н., доц.; Н.В. Бабенко<sup>3</sup>*

*<sup>1</sup>Національний технічний університет "ХПИ";*

*<sup>2</sup>Академія Внутрішніх військ МВС України;*

*<sup>3</sup>Головне управління МВС України в Харківській області*

Зростання попиту на послуги супутникової, стільникової телефонії і засобів бездротового доступу до телекомунікаційних мереж приводе до необхідності постійно збільшувати ємність існуючих систем. Підвищити ємність систем рухомого зв'язку пропонується за рахунок технологій інтелектуальних антен, які включають масиви антенних решіток, апаратне та програмне забезпечення цифрової обробки сигналів. Вузкий луч діаграми спрямованості антени, що передає, будується спеціалізованою матричною антенною решіткою. Втілення технологій інтелектуальних антен складається з трьох етапів. На першому інтелектуальні антени використовуються тільки для напрямку "зверху вниз". На другому інтелектуальні антени використовуються на базових станціях в обох напрямках. Цю технологію часто називають просторовою фільтрацією для зниження рівня завад (SFIR). На третьому етапі до відомих технологій доступу FDMA, TDMA і CDMA додається багатостанційний доступ з просторовим розподілом каналів SDMA. Складна природа явища і взаємний зв'язок багатьох параметрів змушують будувати щільні імітаційні моделі для визначення переваг, які надають інтелектуальні антени. В доповіді оцінені переваги використання технологій на другому і третьому етапах, наведені результати моделювання, в яких враховувався хендвер (естафетна передача управління трафіком користувача між сотами однієї системи), реальні діаграми спрямованості антен. Наведені результати моделювання, які дозволяють отримати уяву про підвищення спектральної ефективності завдяки використанню технологій інтелектуальних антен. Ціна, яку потрібно буде заплатити за збільшення ємності: ускладнення антенного комплексу і радіочастотної частини прийомо-передавача; додавання блоку цифрової обробки сигналів, який управляє діаграмою спрямованості антенної решітки; ускладнення блоків завчасної обробки приймача.

## ВИКОРИСТАННЯ СЕЙСМІЧНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ КОНТРОЛЮ РЕЗУЛЬТАТІВ ВОГНЕВОГО УРАЖЕННЯ

*І.А. Таран, к.т.н., доц.*

*Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

При вогневому ураженні неспостережуваних наземних цілей стрільбу на поразення ведуть до витрачання призначеної кількості снарядів. Контроль результатів вогневого ураження або не проводиться, або ж для цього використовуються добуваючі органи військової розвідки – розвідувальні групи (РГ) та розвідувальні дозори (РД). Названі способи вимагають залучення значної кількості сил та засобів, а також дій РГ та РД на території, зайнятій противником, що не завжди являється доцільним. Можливим більш простим способом контролю за результатами вогневого ураження є використання сейсмічних засобів. При розривах снарядів (мін) поширюються сейсмічні хвилі, що будуть реєструватись сейсмічними засобами. Обробка зареєстрованих сейсмічних сигналів дозволяє визначити координати точки розриву снаряду (міни) та визначити ймовірність ураження цілей, що зменшить витрату снарядів та тривалість вогневого нальоту, дозволить виконувати вогневі завдання з вищою ефективністю.