

СЕКЦІЯ 8

РОЗВИТОК ТА ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ЗАСОБІВ РАДІОТЕХНІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА ЗВ'ЯЗКУ ПОВІТРЯНИХ СИЛ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ В АТО

Керівники секції: генерал-майор О.І. Кушнір;
д.т.н. проф. полковник К.С. Васюта
Секретар секції: к.т.н. підполковник О.М. Чекунова

ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМКИ РОЗВИТКУ ЗАСОБІВ РАДІОЗВ'ЯЗКУ З УРАХУВАННЯМ ДОСВІДУ АТО

О.І. Кушнір¹; К.С. Васюта², д.т.н. проф.; О.М. Чекунова², к.т.н.

¹Командування Повітряних Сил Збройних Сил України

²Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба

З початку війни на сході України виникла проблема створення ефективної системи оперативного (бойового) управління, зв'язку, розвідки та спостереження (C4ISR—Command, Control, Communications, Computers, Intelligence, Surveillance and Reconnaissance), удосконалення системи кібербезпеки та захисту інформації. Така система потребувала корінної зміни в підходах організації існуючої системи зв'язку Повітряних Сил, що, в свою чергу, вимагало майже повної заміни засобів зв'язку старого парку на сучасні цифрові телекомунікаційні засоби. Виникла нагальна потреба в створенні телекомунікаційних мереж з комутацією потоків передачі даних вузлів зв'язку, пунктів управління тактичної, оперативної та стратегічної ланок управління, забезпечення службових осіб пунктів управління послугами телефонного зв'язку, передачі даних, надання телекомунікаційного ресурсу мереж спеціального зв'язку. За 4 роки війни таку ефективну систему зв'язку було створено, однак проблема наявності військових систем обміну інформації з підвищеною скритністю та завадостійкістю, які були б спроможні протистояти стрімкому розвитку засобам радіоелектронного придушення Російської федерації, залишилася актуальною.

Створені мережі обміну службовою інформацією (МОСІ) та захищені системи обміну інформацією (ЗСОІ) не дозволяють скрити сам факт передачі інформації.

Перспективним напрямком, який вирішує дану проблему є розробка систем передачі конфіденційної інформації з використанням сигналів, властивості яких близькі до властивостей білого шуму. До таких сигналів відносять хаотичні послідовності. Однак, володіючи ознаками випадковості, найпростіші математичні моделі хаотичних послідовностей мають структурованість фазового портрету, що не вирішує завдання забезпечення скритності.

В доповіді розглядається підхід до вирішення цієї проблеми, заснований на модернізації існуючих систем військового зв'язку нового покоління. На

основі аналізу існуючих широкосмугових видів сигналів, що використовуються в новітніх зразках техніки зв'язку (в тому числі, засобах зв'язку фірми Harris), авторами запропоновано метод, що дозволяє використовувати властивості хаотичних процесів для маскування FSK- та PSK-сигналів. Результати імітаційного моделювання дозволяють стверджувати, що обидва сигнали дозволяють зруйнувати образ у фазовому просторі (атрактор), але підвищення структурної скритності системи найбільш ефективно при використанні PSK-сигналу. В якості маскуючого процесу використовується аналітична хаотична послідовність, що сформована відображенням Чебишева. Такий підхід дозволяє створити систему прихованого управління ППО держави та поєднати усі об'єкти управління за єдиним протоколом, технологією.

ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ПОБУДОВИ БЕЗДРОВОЇ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ, ЩО ВИКОРИСТОВУЄ ХАОТИЧНІ СИГНАЛИ ТА ЇЇ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО УПРАВЛІННЯ

К.С. Васюта, д.т.н. проф.; І.В. Захарченко

Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба

На сучасному етапі розвиток бездротових мережевих технологій здійснюється у напрямку інтелектуалізації мережевого та абонентського обладнання, що обумовлено збільшенням попиту на кількість та якість послуг безпроводних мереж. В умовах дефіциту спектру впровадження нових сервісів, за рахунок вільних ділянок радіочастотного діапазону, на даний час є складним і в деяких випадках неможливим завданням. Одним із шляхів вирішення вказаної проблеми є реалізація динамічного управління спектром за рахунок надання можливості використання діапазонів первинних користувачів вторинним користувачам на час, доки цей діапазон не використовується первинним користувачем.

Одним з напрямків підвищення ефективності систем передачі даних військового призначення є забезпечення енергетичної та структурної скритності таких систем. Проведений аналіз показав, що радіосигнали військових цифрових засобів радіозв'язку вітчизняного та іноземного виробництва можуть бути виявлені сучасними непараметричними методами аналізу спостережень. Застосування хаотичних сигналів із неструктурованим фазовим портретом (атрактором) в бездротових телекомунікаційних системах військового призначення дозволить знизити ефективність сучасних непараметричних методів виявлення сигналів противником засобами технічної розвідки.

У доповіді пропонується інформаційна технологія побудови бездротової телекомунікаційної системи, що використовує хаотичні сигнали із застосуванням сучасних методів інтелектуального управління, що дозволяє з найбільш повно впроваджувати досягнення нелінійної динаміки.

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛІЗУ СИГНАЛІВ МЕТОДОМ MIN-NORM

В.І. Василюшин¹, д.т.н., доц.; О.В. Чечуй¹, к.т.н., доц.;

В.Д. Луняка²; Я.Г. Поліщук²; М.Й. Заремський³

¹Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба

²Командування Повітряних Сил Збройних Сил України

³Військова частина А1906

Сучасні методи спектрального аналізу сигналів знаходять широке застосування в системах радіомоніторингу, радіолокаційних станціях та системах радіозв'язку (в тому числі для вирішення задач розпізнавання образів – визначення класу повітряних цілей, типу модуляції сигналів в системах зв'язку), системах радіозв'язку з багатоелементними антенними системами на передавальній та приймальній стороні (MIMO – multiple input-multiple output). Важливе місце серед них займають методи, основані на використанні підпросторів власних (сингулярних) векторів кореляційної матриці спостережень (матриці даних) – MUSIC, ESPRIT, Min-Norm та інші. Точнісні характеристики таких методів погіршуються в умовах низького відношення сигнал-шум.

В роботі пропонується для підвищення точності оцінювання частот гармонічних компонент сигналу методом Min-Norm виконати попередню обробку вхідної послідовності методом SSA (singular spectrum analysis–аналізу сингулярного спектру). Результати імітаційного моделювання вказують на покращення точнісних характеристик при використанні запропонованого підходу у порівнянні з методом Min-Norm без такої попередньої обробки.

ПОДАВЛЕННЯ АКУСТИЧНИХ ШУМІВ В МОВНИХ СИГНАЛАХ З ВИКОРИСТАННЯМ МЕТОДУ SSA

В.І. Василюшин¹, д.т.н., доц.; А.П. Глушко¹, к.т.н., доц.; С.Л. Яровенко²

¹Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба

²Командування Повітряних Сил Збройних Сил України

Одним з шляхів покращення характеристик сучасних засобів радіозв'язку, а саме розбірливості мови, є використання методів подавлення шуму (noise reduction). Такі методи дозволяють зменшити вплив акустичних шумів (завад) на мовні повідомлення.

Найбільш відомим методом подавлення шуму в мовних сигналах є метод спектрального віднімання, суттєвою перевагою якого є низька обчислювальна складність. Однак даний метод вимагає знання (оцінювання) характеристик шуму.

В роботі пропонується використання методу аналізу сингулярного спектру спостереження (singular spectrum analysis–SSA). Результати моделювання вказують на переваги використання даного методу. Разом з тим, особливістю методу SSA є вимога обчислення спектрального розкладення матриці даних, сформованої з отриманого мовного сигналу. Для зменшення обчислювальної

складності запропонованого підходу доцільно при його реалізації використовувати графічні процесорні елементи.

До перспективних напрямків роботи слід віднести комбіноване використання методу SSA та методу спектрального віднімання.

RESEARCH OF PROVIDING THE OPERATIONAL VIDEO INFORMATION'S PROTECTION USING WIRELESS INFOCOMMUNICATION TECHNOLOGIES

*V. Larin, Ph.D.; M. Grigorov, Ph.D.; O. Koval; D. Yerema
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University*

Recently, the usage of wireless infocommunication technologies has sharply increased as information delivery systems. Wireless telecommunications systems are divided into aerospace and ground-based technologies.

Geostationary spacecraft are the basic component for the organization of satellite communications. Advantages of satellite communication systems (SCS) are the possibility of data transmission over considerable distances; relatively large bandwidth channels, unlimited space overlap, channels' high quality and reliability. Based on the low-orbit satellites and UAVs using, an aerospace monitoring system is being built. As practice shows in the course of remote strategic objects monitoring and in the emergency situations liquidation, more than 90% of all information has video images based on the aerospace means.

A special place in the video monitoring system is occupied by complexes using UAVs. The share of video information in the monitoring process based on the use of UAV reaches 70% of all aerospace monitoring's means. The main advantages of organizing air monitoring using UAV in comparison with other aircrafts are: the absence of an "expensive" crew; low cost and low operating costs for spacecraft and manned aircraft. UAVs for their basing do not require special airfields with developed infrastructure; increased reliability, reduced weight and cost of the device due to the removal of many design limitations related to the airman lack; the UAV's duration stay in the observation area increases by an order of magnitude or more.

The land segment of wireless technologies is made up by high-speed (Wi-MAX, Wi-Fi, 60 GHz, UWB) and low-speed (Bluetooth, ZigBee, GSM, CDMA) data transfer technologies. The main advantages of such technologies are: network deployment speed and information communication equipment's introduction; network users' mobility, users of mobile devices when connected to local wireless networks can easily move within the radio coverage area; relatively high speed of data exchange, which makes it possible to use them for solving a wide range of tasks; the possibility of combining spatially separated subnets into one common network where a subnets commutative connection is impossible or impractical; possibility of wireless connection to network providers and their services; a wireless network may be the only approach to solving the problems of designing and implementing an information network within a designated territory (geographic region, building, office, specialized information tasks, and the like).

At the same time, for wireless infocommunication systems, there are a number of characteristic drawbacks, namely:

1. Limited computing, power capabilities and significantly lower transmission speeds compared to wired technologies.

2. Limited communication session. For UAV vehicles, this is due to the antennas' limited size. Communication is carried out within the line of sight. For low-orbit satellites, the limited communication session is caused by the limited territory of Ukraine, which allows one to create one control point.

3. Increased vulnerability of information security systems.

There are two main technical ways of accessing user data transmitted in cellular communication systems without decrypting information:

- unlimited access to the equipment of cellular operators and terrestrial data transmission channels;

- creation of a transit base station.

In cellular communication, data is encrypted only in the radio-frequency segment - from the subscriber's phone to the base station. And then they are transmitted in the terrestrial channel by wires in an unencrypted form, which enables the attacker to obtain data with unhindered access to the equipment of the mobile operator. This is the method used by law enforcement agencies.

Hypothetical creation of the transit base station will enable the attacker to encrypt and decrypt the data passing in the radio channel (in the zone of operation of this station) practically on the fly.

ОПТИМІЗАЦІЯ ВИБОРУ ВИСОКОЧАСТОТНИХ ЕЛЕМЕНТІВ АВІАЦІЙНИХ РАДІОПРИЙМАЛЬНИХ ПРИСТРОЇВ ЗА КРИТЕРІЄМ ЧУТЛИВОСТІ З УРАХУВАННЯМ МАРКЕТИНГОВИХ ДАНИХ

В.П. Коцюба, к.т.н., доц.; О.В. Коваль

Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба

Вирішується задача оптимального синтезу високочастотної частини радіоприймальних пристроїв (РПП) за критерієм чутливості з урахуванням маркетингових даних (техніко-економічних обмежень) на множині технічних параметрів.

Важливість і широке застосування високочастотних (ВЧ) блоків в авіаційних системах радіо, радіорелейного, тропосферного і космічного зв'язку, радіолокації, радіонавігації, радіорозвідки, і т.д., викликає необхідність їх модернізації і розробки нових, сучасних РПП.

Навіть у перспективних радіозасобах при переході на цифрову базу доцільно використовувати ВЧ блоки в такому складі, оскільки проблематичне (не завжди доцільне) створення аналогово-цифрових перетворювачів для надвисоких частот з малими порогами, які менші власних шумів, і з великим динамічним діапазоном. Необхідно враховувати режими експлуатації авіаційних РПП в складних (бойових) обставинах, наявність навмисних і ненавмисних перешкод і їхніх джерел.

Запропонована методика параметричного синтезу використовується для реальних РПП авіаційних радіозасобів. На першому етапі потрібна спеціальна обробка маркетингових даних для формалізації техніко-економічних співвідношень та використання методу найменших квадратів. На другому етапі ставиться задача оптимального синтезу ВЧ частини РПП за критерієм

чутливості при обмеженні на загальні асигнування на множині технічних параметрів.

ЦИФРОВІ ВОЛОКОННО-ОПТИЧНІ СИСТЕМИ ПЕРЕДАЧІ З ПОКРАЩЕНИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ

*А.П. Глушко, к.т.н., проф.; О.М. Чекунова, к.т.н.; В.В. Чекунов
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

Аналіз досвіду проведення АТО та інших військових (збройних) конфліктів ставить перед телекомунікаційними мережами спеціального призначення складні та різноманітні завдання, висуває до них певні вимоги й обумовлює нові напрямки їх розвитку.

Волоконно-оптичні технології є визначальними при побудові як сучасних транспортних мереж, так і мереж наступного покоління (Next Generation Network, NGN) загального та спеціального призначення.

Одним з основних напрямків покращення тактико-технічних характеристик цифрових волоконно-оптичних систем передачі (ВОСП) є обґрунтований вибір лінійних кодів, на властивості яких впливають властивості оптичних світловодів та оптоелектронних пристроїв (фотоприймача й оптичного передавача).

В роботі авторами визначені основні вимоги при виборі коду лінійного сигналу. З порівняльного аналізу найпоширеніших світловодних сигналів з'ясовано, що вибір того чи іншого коду залежить від необхідної швидкості передачі трафіку та вимог до завадостійкості. Це дозволяє покращити основні технічні характеристики ВОСП, такі як: швидкість передачі в оптичному лінійному тракту, коефіцієнт помилок, довжину ділянки регенерації або підсилення, кількість проміжних станцій, довжину лінійного тракту.

МЕТОД ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ДОПЛЕРІВСЬКОГО РАДІОПЕЛЕНГАТОРА ЗА РАХУНОК ЗБІЛЬШЕННЯ БАЗИ АНТЕННОЇ СИСТЕМИ

*О.В. Нікітін, к.т.н., доц.; А.І. Дацун; В.Д. Юдін
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

У державній авіації України ще достатньо широко застосовуються застарілі методи і засоби радіопеленгування, що не дозволяють отримання кутомірної інформації з достатньої точністю. Це призводить до великих лінійних похибок при виході літака в район злітно-посадкової смуги по пеленгаторної інформації, а так само до оцінки місця проведення пошуково-рятувальних операцій.

В основу побудови авіаційних пеленгаторів покладені такі широко відомі методи пеленгування, як амплітудний, амплітудно-фазовий, доплерівський. Основними факторами, що впливають на точність, є: горизонтальна складова поля сигналу, що пеленгується, відбиття від місцевих об'єктів і співвідношення сигнал/завада в точці прийому. Найбільшу завадостійкість

мають доплерівські пеленгатори, похибка яких в 3 рази менше, ніж у амплітудних.

З метою підвищення точності пеленгування доплерівським пеленгатором запропонований двoshкальний метод, при якому по грубому каналу проводиться однозначний, але менш точний вимір пеленга, з подальшим його уточненням в точному каналі, де присутня багатозначність. Грубий канал працює на першій гармоніці частоти модуляції, а точний на одній з наступних. При цьому база антенної системи вибирається з міркувань найкращої роботи грубого (однозначного) каналу. Для точного каналу база антенної системи віртуально збільшується в число, що відповідає номеру гармоніки напруги частоти модуляції. Це збільшення бази антенної системи призводить до підвищення крутості пеленгаційної характеристики (чутливості) пеленгатора, та надає можливість підвищити точність.

ЗМЕНШЕННЯ ІМОВІРНОСТІ БІТОВИХ ПОМИЛОК В МІМО-СИСТЕМАХ РАДІОЗВ'ЯЗКУ

В.І. Василюшин, д.т.н., доц.; В.В. Лютов

Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба

Покращення характеристик сучасних радіотехнічних систем передавання інформації (систем та засобів радіозв'язку) можливе за рахунок використання багатоелементних антенних решіток на приймальній та передавальній стороні – технології МІМО (multiple input- multiple output), методів адаптивної просторово-часової обробки сигналів.

Підвищення пропускнув спроможності (здатності) системи радіозв'язку з МІМО та зменшення імовірності бітових помилок можливе за рахунок використання інформації про стан каналу зв'язку на передавальній стороні (використання зворотнього зв'язку) при попередньому кодуванні передаваної корисної інформації.

Для отримання матриці, що реалізує лінійне перетворення (передне кодування) передаваного вектора символів, здійснюється розкладення матриці каналу за сингулярними значеннями та векторами. Система радіозв'язку з попереднім кодуванням може бути подана як сукупність так званих власних підканалів, що забезпечують незалежне передавання та приймання інформації. При цьому виникає потреба розподілу потужності передаваного сигналу між власними підканалами та відбору власних підканалів, що впливає на імовірність бітових помилок. Для розподілу потужності сигналу може бути використаний принцип "water filling" (заповнення водою), а для відбору власних підканалів – пороговий метод. Результати моделювання підтверджують переваги запропонованого підходу.

МОДЕЛІ ДИСКРЕТНИХ ВІДОБРАЖЕНЬ ДЛЯ ПЕРЕДАЧІ ІНФОРМАЦІЇ З ВИСОКОЮ СКРИТНІСТІЮ

*С.І. Сиващенко, к.т.н.; В.М. Субота; О.В. Шмигленко; Ю.В. Скарнович
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

При розв'язанні завдань підвищення структурної скритності сигналів використання хаотичних послідовностей не обмежується випадками маскування сигналу й перенесення корисної інформації. Для підвищення розвід захищеності важливо також забезпечити інформаційну скритність. Слід зазначити, що структурна й інформаційна скритність можуть бути взаємозалежні, і тоді висока інформаційна скритність може ускладнювати розв'язання завдання розкриття структури сигналу. Тому є важливим розглянути нелінійні дискретні відображення для кодування переданої інформації на етапі, що передує масуванню або модуляції переданих хаотичних послідовностей. Значно підвищити розвід захищеність систем передачі інформації можна шляхом використання багатопараметричних відображень, що генерують хаотичні послідовності. Як показало математичне моделювання, гарні результати також були отримані при використанні моделей на основі композиції трикутних відображень.

Запропоновані моделі відображень, дозволяють підвищити інформаційну скритність системи без збільшення часу на декодування повідомлення споживачем і відновлювати інформацію зі спостереження її фрагмента.

ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТНИХ ХАРАКТЕРИСТИК АЗИМУТАЛЬНОГО КАНАЛУ РАДІОТЕХНІЧНОЇ СИСТЕМИ БЛИЖНЬОЇ НАВІГАЦІЇ

*С.А. Макаров, к.т.н., доц.; І.С. Мороз; О.А. Павліченко
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

Радіотехнічна система ближньої навігації (РСБН), до складу якої входить наземне (РСБН-4Н) та бортове обладнання РСБН призначена для визначення похилої дальності та азимуту в полярній системі координат на борту повітряного судна (ПвС) відносно радіомаяка (РМ). Для виміру азимуту на борту, наземне обладнання РСБН формує опорні сигнали "36" і "35", які синхронізують бортове обладнання, та азимутальний сигнал (АС), за допомогою якого відбувається визначення азимуту.

Якщо вважати, що характер похибок виміру азимуту випадковий та незалежний, то дисперсія сумарної похибки буде залежить від дисперсії похибки виміру часового інтервалу, дисперсії похибки частоти оберту азимутальної антени та похибки розповсюдження радіохвиль у вільному просторі. Тому точність виміру азимуту визначається порівнянням прийнятого АС на борту та еталонного. Спотворення АС визначається сумуванням основного та перевідбитого сигналів від предметів, які знаходяться в зоні розміщення РМ. Максимальна похибка в цьому випадку складає приблизно $0,2^\circ$.

Зменшення похибки виміру азимута можливо двома шляхами: перший організаційний – розміщення РМ, де відсутні великі предмети, що відбивають (споруди, башти, щогли тощо), та другий технічний – використання імпульсного заповнення АС. В другому випадку азимутальною антеною випромінюється імпульсна послідовність визначеною тривалістю та періодом повторення синхронно з обертанням азимутальної антени. Якщо моменти приходу АС не збігаються у часі з моментом приходу перевідбитого сигналу, то виконується часова селекція цих сигналів на борту ПвС. Використання АС із імпульсним заповненням замість безперервного дозволяє зменшити похибку до похибки квантування, яка дорівнює приблизно $0,07^\circ$.

ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ МОБІЛЬНИХ ПІДРОЗДІЛІВ РАДІОТЕХНІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПОЛЬОТІВ АВІАЦІЇ НА ОПЕРАТИВНИХ АЕРОДРОМАХ

*О.О. Сокол; В.О. Лебедев; С.С. Соколов; Р.В. Лимар
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

На сучасному етапі розбудови Збройних Сил України, враховуючи отриманий досвід застосування авіації при проведенні антитерористичної операції, виникає нагальна потреба відновлення боєздатності (придатності до застосування за призначенням) покинутих колишніх військових аеродромів та злітно-посадкових смуг в усіх регіонах країни. Для вирішення цієї задачі на сьогоднішній день покладено чимало зусиль щодо відновлення та нарощення функціональних можливостей існуючих авіаційних комендатур. Разом з тим, утримання інфраструктури таких аеродромів, а особливо систем зв'язку та радіотехнічного забезпечення польотів, потребує значних матеріальних затрат.

Таким чином, вирішити дану задачу можливо тільки шляхом створення мобільних підрозділів зв'язку та радіотехнічного забезпечення (РТЗ) на рухомих засобах, окремих або в складі існуючих з'єднань та частин Повітряних Сил Збройних Сил, здатних за мінімально короткий проміжок часу розгорнути засоби РТЗ польотів та забезпечити польоти (бойові дії) авіації на визначеному оперативному аеродромі. Досвід застосування штатних підрозділів, які входять до складу батальйонів зв'язку та РТЗ авіаційних частин Повітряних Сил, показав, що вони не завжди здатні забезпечити оперативне вирішення вказаних завдань через їх територіальне розміщення та не повний штатний склад необхідних сил та засобів. Тому можливим варіантом вирішення даної задачі може бути створення мобільних підрозділів в складі окремих полків зв'язку Повітряних Сил ЗС України. При цьому штатний склад сил та засобів таких підрозділів, а також їх територіальне розташування повинні визначатись планами щодо можливого застосування авіації в тому чи іншому регіоні.

THE FEATURES OF SIGNAL FORMATION ON THE BASIS OF NONLINEAR DYNAMICS THEORY

*K. Vasuta, Dr.Tech.Sc., Prof.; S. Schcherbinin; O. Revin
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University*

The increasing requirements to the service quality $r(QoS)$ of mobile users lead to the need, first of all, on the physical layer of the network model of the OSI/ISO network protocol stack of new signal structures. Such constructions include processes formed using the theory of nonlinear dynamics. The most studied of them are chaotic and stochastic processes. However, in the synthesis of these signal structures, a problem arises due to an ambiguous understanding of the width of the signal spectrum of the processes used (in general, the cases are infinite), since only the information series of process values (discrete values) is formed in the formation of the signal. Moreover, the process obtained is not harmonic, and the description of the distribution law of the obtained values of the series in mathematical form is not always possible.

However, assuming that the generated process is a finite, finite but not limited function for describing a chaotic or stochastic signal, one can use the properties of the Dirac function and the cardinal sine. The application of these functions with specified parameters makes it possible to limit and calculate the spectrum of the generated chaotic (stochastic) signal without affecting its coarse form by its parameter of I.I.D. secrecy. To transfer information to a distance, preference is given to continuous modes of modulation, since manipulation with the use of quantization introduces changes in the statistical structure of the chaotic (stochastic) signal, and also reduces I.I.D. secrecy, depending on the applied number of quantization levels.

АНАЛІЗ РОЗВИТКУ СИСТЕМИ ЗВ'ЯЗКУ ТА РАДІОТЕХНІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПОЛЬОТІВ АВІАЦІЇ, СИСТЕМИ ПІДГОТОВКИ ВІЙСЬКОВИХ ФАХІВЦІВ

В.К. Медведєв

Національний університет оборони України ім. І. Черняховського

В роботі проведено аналіз розвитку авіаційного радіозв'язку та системи підготовки авіаційних зв'язківців. В 1924 р. – А.І. Коваленко та А.В. Панов сконструювали літакову радіостанцію АКП. В 1924 році до штату окремих авіа ескадрилій та загонів вперше введено підрозділи зв'язку, а також посада начальника зв'язку. 1927-1928 рр. на озброєння авіації поступили літакові телефонно-телеграфні радіостанції типу 13с, 14с. 1930-1933 рр. – розроблені перші військові короткохвильові радіостанції, які застосовувались в якості аеродромних – 5АК, 11АК. 1930-1933 рр. – розроблені літакові короткохвильові радіостанції, для бомбардувальної, розвідувальної та коректувальної авіації – 11СК, 13СК, 14СК, 15СК. 1930-1933 рр. – розроблена літакова короткохвильова радіостанція, для винищувальної авіації – РСІ.

Швидке зростання парку літаків, формування нових авіаційних частин та з'єднань, а також зростаючі вимоги до управління авіацією обумовили необхідність створення самостійної служби зв'язку ВПС. В 1933 році створено

відділ зв'язку ВПС РККА. 3 грудня 1934 року начальники зв'язку відповідають не тільки за організацію зв'язку, а ще й за організацію радіотехнічного забезпечення.

В інтересах створення системи підготовки фахівців зв'язку, РТЗ та АУ 14 серпня 1937 р. – директивою Генерального штабу Червоної Армії закладено початок формування Харківського воєнного училища зв'язку (ХВУЗ). 15 жовтня 1937 р. – розпочато навчальні заняття. 3 березня 1940 р. – ХВУЗ перетворено на Харківське воєнне авіаційне училище зв'язку (ХВАУЗ). 1 вересня 1975 року ХВАУЗ перетворено на Харківське вище воєнне авіаційне командне училище зв'язку (ХВВАКУЗ). 5 лютого 1980 року ХВВАКУЗ перейменовано в Харківське вище воєнне авіаційне училище зв'язку (ХВВАУЗ). 29 лютого 1984 року ХВВАУЗ перейменовано в Харківське вище воєнне авіаційне училище радіоелектроніки (ХВВАУРЕ).

25 травня 1993 року ХВВАУРЕ введено в склад Харківського воєнного університету. 31 серпня 1994 року сформовано факультет наземного радіоелектронного забезпечення польотів авіації (ФНРЗПА) у складі Харківського інституту льотчиків. В 2000 році – ФНРЗПА ввійшов до складу Харківського інституту ВПС як факультет наземного забезпечення бойових дій авіації (ФНЗБДА). 2004 рік – ФНЗБДА переформовано в факультет автоматизованих систем управління та наземного забезпечення бойових дій авіації та введений в склад Харківського університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба.

МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМИ ЗВ'ЯЗКУ БРИГАДИ

О.М. Іщенко; О.С. Коваленко

Центральний науково-дослідний інститут ЗС України

В умовах ведення бойових дій на сході нашої країни, поява нових засобів радіоелектронної боротьби, підвищення вимог системи управління до обміну інформації з однієї сторони та переозброєння на нові сучасні цифрові засоби зв'язку військ зв'язку з іншої обумовлюють актуальність наукової задачі щодо визначення раціонального складу сил і засобів зв'язку бригади. Найчастіше визначення цільової функції системи зв'язку, тобто аналітичного виразу, що відображає залежність показника ефективності функціонування системи зв'язку від її параметрів, є дещо проблематичним через стохастичність декількох взаємопов'язаних та водночас тривалих процесів, які відбуваються у складових системи зв'язку, за значної кількості обмежень. Крім того фактори, які їх визначають, є різноманітними та чисельними, а їх взаємозв'язки настільки "переплетені", що використання традиційних аналітичних підходів становить певні труднощі, пов'язані з формалізацією цих процесів. Тому дослідження функціонування системи зв'язку, доцільно проводити за допомогою імітаційного моделювання на ПЕОМ з використанням спеціального програмного забезпечення.

У доповіді представлені результати імітаційного моделювання системи зв'язку в програмному продукті AnyLogic. Система зв'язку представлена як багатоканальна, багатофазна система масового обслуговування з обмеженим часом чекання.

Перспективи подальших досліджень у цьому напрямку пов'язані з удосконаленням на основі імітаційної моделі функціонування системи зв'язку методики обгрунтування раціонального складу сил і засобів зв'язку бригади.

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗВ'ЯЗКУ В АНТИТЕРОРИСТИЧНІЙ ОПЕРАЦІЇ НА СХОДІ УКРАЇНИ

О.С. Коваленко; О.М. Іщенко

Центральний науково-дослідний інститут ЗС України

Одним з найбільш вдалих рішень для забезпечення зв'язку в зоні проведення антитерористичної операції стало використання типового складу телекомунікаційного обладнання (станція супутникового зв'язку, модем, роутер, VoIP- шлюзи, пристрої криптографічного захисту інформації, засоби транкінгового зв'язку, КХ та УКХ діапазонів радіостанції та ін.).

Результати аналізу процесу створення та функціонування системи зв'язку, як матеріально-технічної основи системи управління у ході проведення антитерористичної операції дозволяють зробити висновки:

безперервне, надійне управління військами (силами) може бути реалізовано лише за умов централізованого управління інформаційно-телекомунікаційними системами ЗС України, операторів телекомунікацій, ІВФ та ПрО України через Національний центр управління, застосування сучасних цифрових засобів телекомунікацій та захисту інформації, на основі використання нових телекомунікаційних технологій, протоколів та стандартів;

зміна характеру і способів ведення бойових дій під час проведення АТО потребують перегляду основ організації зв'язку в цілому, забезпечення відповідної якості існуючих та нових сервісів, вирішення питання щодо внесення змін до керівних документів щодо порядку організації та забезпечення зв'язку в ході підготовки та ведення бойових дій, пошуку джерел фінансування для забезпечення новими цифровими засобами телекомунікацій та захисту інформації військових частин та підрозділів ЗС України, ІВФ та ПрО.

ДЕЯКІ ОСОБЛИВОСТІ ОРГАНІЗАЦІЇ ЗВ'ЯЗКУ БЕЗПЛОТНИХ АВІАЦІЙНИХ КОМПЛЕКСІВ

В.М. Ільєнко; В.А. Журахов

Державний науково-випробувальний центр ЗС України

Оптимальним варіантом побудови системи зв'язку БпАК є використання УКХ каналів в діапазоні 400 – 600 МГц.

Головними обмежувачими факторами використання УКХ зв'язку є: дальність прямої радіовидимості між БпЛА і наземним пунктом управління (НПУ), бюджет каналу передачі даних, масогабаритні обмеження на апаратуру зв'язку.

Розрахунки залежності дальності прямої радіовидимості між БпЛА і наземним пунктом управління (НПУ) свідчать про те, що стійкий УКХ зв'язок

зі швидкістю передачі даних до 2 МБіт/с на відстань 200-300 км можливо організувати при висоті польоту БпЛА 2,5-5 км.

Основними факторами, що мають вплив на бюджет каналу є направлені властивості антен, потужність передавача та чутливість приймача. Доведено, що належний рівень зв'язку досягається при бюджеті каналу не менш ніж 5 дБ.

Що стосується апаратури НПУ, то в мобільному варіанті можливе розміщення на автомобільній платформі параболічної антени діаметром 1-3 м, що забезпечує підсилення порядку 14-35 дБ (для частоти сигналу 600 МГц) і передаючого пристрою з вихідною потужністю 48дБм.

Для забезпечення належного рівня підсилення бортової антени можливе використання: багатоелементної фазованої антенної решітки з керованою діаграмою направленості, декількох антен з відносно вузькою діаграмою направленості та засобів комутації, параболічної антени на опорно-поворотному пристрої.

Перевагою багатоелементної фазованої антенної решітки є можливість електронного сканування напрямком діаграми направленості по азимуту і куту місця. Необхідне значення коефіцієнта підсилення багатоелементної антенної решітки досягається від 32 до 64 її окремими елементами, що призводить до необхідності побудови досить складної системи синхронізації. Використання декількох антен з вузькою діаграмою направленості сумісно з засобом комутації дозволяє організувати зв'язок у будь-якому напрямку. Так, якщо антена має діаграму направленості 60°, рівномірне розміщення в БпЛА 6 таких антен забезпечить обзір на 360°. Перевагою такого варіанту є можливість використання одного прийомо-передаючого модуля, який з використанням комутатора буде переключатися на потрібну антену в залежності від потрібного напрямку прийому/передачі. До недоліків цього варіанту слід віднести більш великі втрати потужності корисного сигналу в комутуючому пристрої та можливі перерви зв'язку, що обумовлені комутацією антен. Останній недолік компенсується за рахунок бортової буферизації потоку даних.

Застосування у високочастотному тракті БпЛА параболічної антени на опорно-поворотному пристрої дозволяє використовувати одну антену для безперервного слідкування за НПУ та забезпечувати зв'язок без розриву трафіку. Орієнтація поворотної платформи у просторі може розраховуватись бортовими обчислювальними засобами і навігаційної інформації, що отримується з польотного контролера.

СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ РАДІОЗВ'ЯЗКУ В ЗБРОЙНИХ СИЛАХ УКРАЇНИ: ДОСВІД АТО

*О.О. Лаврут, к.т.н., доц.; Т.В. Лаврут, к.геогр.н., доц.; О.В. Федін, к.т.н.
Національна академія сухопутних військ ім. гетьмана П. Сагайдачного*

З початку проведення АТО одним із важливих питань, яке потребувало негайного вирішення, було питання переведення системи зв'язку на цифрові канали і засоби зв'язку та створення якісної цифрової системи зв'язку, яка б забезпечувала потреби як Збройних Сил (ЗС) України, так і усіх силових

структур держави у цілому. Отриманий досвід організації зв'язку під час ведення бойових дій на Сході України показує, що системи управління і зв'язку ЗС України, як і провідних країн світу, розвиватимуться шляхом створення єдиного інформаційно-телекомунікаційного середовища, із впровадженням сучасних інформаційно-телекомунікаційних технологій, комплексів і систем зв'язку спеціального призначення, що забезпечить обмін інформацією між органами й пунктами управління всіх ланок.

Сьогодні в Сухопутних військах ЗС України активно використовуються цифрові засоби зв'язку іноземного виробництва: транкінгове обладнання Motorola, супутникові термінали Tooway, станції ширококутового доступу фірм Ubiquiti, Mikrotik, комутатори і маршрутизатори фірм Cisco, Mikrotik, радіозасоби фірми Harris, Aselsan а також засоби зв'язку вітчизняного виробництва: цифрова радіорелейна станція Р-450, станція ширококутового доступу Р-402. Застосування новітнього високотехнологічного обладнання зв'язку дало змогу відмовитись від застарілих і слабоефективних принципів організації і забезпечення зв'язку та перейти до надання сучасних інформаційно-телекомунікаційних сервісів: IP-телефонія, відео та аудіо конференція, швидкісна передача даних, криптографічний захист інформації, обмін електронними повідомленнями, тощо. Такий підхід дозволив об'єднати в короткі терміни достатньо велику кількість вузлів різного рангу в єдину мережу. Подальша робота в цьому напрямку дасть можливість впровадити в ЗС України концепцію ведення бойових дій в єдиному інформаційному просторі.

МЕТОД ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ДОПЛЕРІВСЬКОГО РАДІОПЕЛЕНГАТОРА ЗА РАХУНОК ЗБІЛЬШЕННЯ БАЗИ АНТЕННОЇ СИСТЕМИ

О.В. Нікітін, к.т.н., доц.; А.І. Дацун; В.Д. Юдін

Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба

У державній авіації України ще достатньо широко застосовуються застарілі методи і засоби радіопеленгування, що не дозволяють отримання кутомірної інформації з достатньої точністю. Це призводить до великих лінійних похибок при виході літака в район злітно-посадкової смуги по пеленгаторної інформації, а так само до оцінки місця проведення пошуково-ритувальних операцій.

В основу побудови авіаційних пеленгаторів покладені такі широко відомі методи пеленгування, як амплітудний, амплітудно-фазовий, доплерівський. Основними факторами, що впливають на точність, є: горизонтальна складова поля сигналу, що пеленгується, відбиття від місцевих об'єктів і співвідношення сигнал/завада в точці прийому. Найбільшу завадостійкість мають доплерівські пеленгатори, похибка яких в 3 рази менше, ніж у амплітудних.

З метою підвищення точності пеленгування доплерівським пеленгатором запропонований двохкальний метод, при якому по грубому каналу проводиться однозначний, але менш точний вимір пеленга, з подальшим його уточненням в точному каналі, де присутня багатозначність. Грубий канал

працює на першій гармоніці частоти модуляції, а точний на одній з наступних. При цьому база антенної системи вибирається з міркувань найкращої роботи грубого (однозначного) каналу. Для точного каналу база антенної системи віртуально збільшується в число, що відповідає номеру гармоніки напруги частоти модуляції. Це збільшення бази антенної системи призводить до підвищення крутості пеленгаційної характеристики (чутливості) пеленгатора, та надає можливість підвищити точність.

МОДЕЛІ ДИСКРЕТНИХ ВІДОБРАЖЕНЬ ДЛЯ ПЕРЕДАЧІ ІНФОРМАЦІЇ З ВИСОКОЮ СКРИТНІСТЮ

*С.І. Сиващенко, к.т.н.; В.М. Субота; О.В. Шмигленко; Ю.В. Скарнович
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

При розв'язанні завдань підвищення структурної скритності сигналів використання хаотичних послідовностей не обмежується випадками маскування сигналу й перенесення корисної інформації. Для підвищення розвід захищеності важливо також забезпечити інформаційну скритність. Слід зазначити, що структурна й інформаційна скритність можуть бути взаємозалежні, і тоді висока інформаційна скритність може ускладнювати розв'язання завдання розкриття структури сигналу. Тому є важливим розглянути нелінійні дискретні відображення для кодування переданої інформації на етапі, що передувє масуванню або модуляції переданих хаотичних послідовностей. Значно підвищити розвід захищеність систем передачі інформації можна шляхом використання багатопараметричних відображень, що генерують хаотичні послідовності. Як показало математичне моделювання, гарні результати також були отримані при використанні моделей на основі композиції трикутних відображень.

Запропоновані моделі відображень, дозволяють підвищити інформаційну скритність системи без збільшення часу на декодування повідомлення споживачем і відновлювати інформацію зі спостереження її фрагмента.

ВИЗНАЧЕННЯ МЕТОДУ АНАЛІЗУ МІЖСИСТЕМОЇ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОЇ СУМІСНОСТІ ПРИ ВПРОВАДЖЕННІ НОВИХ МЕРЕЖ РУХОМОГО ЗВ'ЯЗКУ

*В.О. Лебедев; С.А. Макаров, к.т.н., доц.
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

На теперішній час в Україні досить великими темпами розвиваються мережі цифрового стільникового зв'язку, аналогового та цифрового телебачення та засоби повітряної радіонавігаційної служби Повітряних Сил Збройних Сил України.

На підставі Указу Президента України від 21 липня 2015 року № 445 "Про забезпечення умов для впровадження системи рухомого (мобільного) зв'язку четвертого покоління" та постанови Кабінету Міністрів України від 19 липня 2017 р. № 563 "Про внесення зміни до розділу І Плану використання радіочастотного ресурсу України" здійснюється впровадження систем рухомого зв'язку LTE (4G) в Україні.

Спектральна складова сигналів системи рухомого (мобільного) зв'язку четвертого покоління стандарту LTE має особливості за рахунок використання складних ширококутових сигналів, що потребує застосування нових методів та підходів під час проведення розрахунків електромагнітної сумісності (ЕМС) та норм частотно-територіального рознесення (ЧТР) радіоелектронних засобів (РЕЗ) для відповідних смуг частот.

Застосування методів декомпозиції, суперпозиції та апроксимації для аналізу спектру ширококутового складового сигналу надасть можливість вирішити завдання електромагнітної сумісності (ЕМС) радіоелектронних засобів між РЕЗ повітряної радіонавігаційної служби Повітряних Сил та мереж рухомого (мобільного) зв'язку четвертого покоління (LTE).

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ СВІЛОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ АЕРОДРОМІВ ПОВІТРЯНИХ СИЛ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ

*В.В. Захарченко; О.О. Сокол; А.В. Нікітін, к.т.н., доц.
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

Забезпечення польотів сучасних літальних апаратів здійснюється з використанням пілотажно-навігаційних комплексів, до складу яких входять бортові та наземне радіотехнічне обладнання, а також за допомогою візуального спостереження за наземними орієнтирами.

Світлотехнічне обладнання аеродрому є складною та багатоеlementною системою. Надійна та чітка робота усіх складових, є обов'язковими умовами забезпечення належного рівня безпеки польотів.

Світлосигнальне обладнання аеродрому забезпечує візуальне орієнтування, та безпосередньо створює світлосигнальну картину. При забезпеченні польотів в ночі або в складних метеоумовх світлотехнічне обладнання забезпечує точний вивід літального апарату на аеродром посадки, зниження, приземлення, пробіг по ЗПС, та руління на стоянку.

На сучасному етапі технічного розвитку світлосигнальних систем найбільш перспективною є світлотехнічна система "Фотон".

Світлотехнічна система "Фотон" розгорнута на одному з аеродромів у 2016 році, успішно пройшла випробування та є актуальною до подальшої експлуатації у системі радіотехнічного забезпечення польотів.

При технічній реалізації світлотехнічної системи "Фотон" використовувались сучасні світлодіодні елементи, та новітні технології, що дозволило підвищити електросвітлотехнічні характеристики, надійність, мобільність, енергоефективність. Подальше впровадження та удосконалення даної системи забезпечить виконання вимог ІCAO до світлотехнічних систем.

КОНСТРУЮВАННЯ РАДІОЛОКАЦІЙНОЇ ФУНКЦІЇ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ З ВИКОРИСТАННЯМ СКЛАДЕНИХ СИГНАЛІВ З НЕЛІНІЙНОЮ ЧАСТОТНОЮ МОДУЛЯЦІЄЮ

*П.Ю. Костенко, д.т.н. проф.; О.В. Шаповалов, к.т.н.;
В.В. Слободянюк, к.т.н.; Н.І. Килимиста*

Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба

На підставі аналізу засобів радіотехнічного забезпечення польотів державної авіації, задач і характеристик радіолокаційних систем посадки літаків та вимог до них, закордонних і вітчизняних оглядово-посадочних РЛС, а також рівня безпеки польотів державної авіації обґрунтовано необхідність удосконалювання систем та пристроїв РЛС Повітряних Сил Збройних Сил України.

Подальший розвиток та удосконалення РЛС відбувається з використанням складних сигналів. В першу чергу це радіолокаційні сигнали з лінійною частотною модуляцією (ЛЧМ) які дуже поширені в теперішній час. Це результат переваги таких сигналів над простими сигналами з точки зору властивостей їх функції невизначеності.

Незважаючи на важливість ЛЧМ сигналів, необхідно шукати нові типи зондувальних сигналів, даючи шанс покращити якість виявлення, оцінки місця положення літаків, їх швидкості та іншої інформації, отриманої з РЛС. Відомо, що досягти такої амбіціозної мети, можливо за рахунок покращення властивостей функції невизначеності радіолокаційних сигналів.

У докладі розглядається метод конструювання радіолокаційного сигналу складеного з поліномів Чебишова різного порядку, та досліджується його функція невизначеності. В докладі наводяться дані про рівень бічних пелюстків функції невизначеності сконструйованого сигналу та його переваги над ЛЧМ сигналами.

ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЗАВАЗОЗАХИЩЕНОСТІ СЕНСОРНИХ МЕРЕЖ ТАКТИЧНОЇ ЛАНКИ УПРАВЛІННЯ ВІЙСЬКАМИ

*К.С. Васюта, д.т.н. проф.; С.В. Озеров, к.т.н.;
А.В. Литвин; А.В. Северілов*

Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба

Досвід проведення антитерористичної операції свідчить про те, що одним з вирішальних факторів успішного виконання бойових завдань є своєчасне забезпечення військ (сил) актуальною розвідувальною інформацією. Одним із шляхів забезпечення збору розвідувальної інформації в режимі реального часу є застосування бездротових сенсорних мереж що розгортаються безпосередньо на лінії зіткнення.

Бездротові сенсорні мережі (Wireless Sensor Network) – це розподілені мережі, що складаються з маленьких вузлів (сенсорів) з функціями збору, обробки та передачі даних щодо стану навколишнього середовища. Передача даних здійснюється за допомогою технології IEEE 802.11n (в якості несучих

застосовуються широкосмугові гармонічні сигнали). Проте, наявність у противника сучасних засобів радіоелектронної боротьби, ставить під сумнів завадозахищеність бездротових мереж.

Дослідження показали, що успішною альтернативою гармонічним сигналам є застосування складних шумоподібних сигналів (сигнально-кодових конструкцій), що за своїми статистичними та динамічними характеристиками подібні до шуму спостереження: усічені М-последовності, 3-х рівневі последовності, коди Цірлера, БЧХ-коди, РС-коди, технологія об'єднання гребінчатих спектрів; рандомізовані методи формування ансамблів, хаотичні последовності (процеси) та коди Лемера.

ВИБІР ЛІНІЙ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ ДЛЯ РЕАЛІЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЇ ADS-B В РАЙОНІ АЕРОДРОМУ

*О.П. Кулик, к.військ.н.; М.Д. Рисаков, к.т.н., доц.
Харківській національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

Функції автоматичного залежного спостереження (ADS-B) в системі управління повітряним рухом (УПР) будуть вирішені успішно тільки в тому випадку, якщо максимально повно будуть реалізовані потенційні можливості двосторонньої лінії передачі даних (ЛПД) між екіпажем і автоматизованою системою УПР (диспетчером).

При радіомовному ADS-B (АЗН-В) автоматично з борту повітряного судна (ПвС) можуть передаватись основні (координати, висота, пізнавальний індекс ПвС), розширені (дані передбаченого маршруту, швидкість і напрям вітру, температура) та додаткові повідомлення. Довжина перших двох складає відповідно 139 і 324 біта. Основне може передаватись з періодичністю 5, 30 і 300 секунд залежно від повітряної обстановки. Розширена доповідь передається тільки на вимогу диспетчера. Такий підхід повинен забезпечити покращення обізнаності про повітряну обстановку і на землі, і на борту ПвС, що дозволяє забезпечити функцію спостереження, яка не обмежується традиційними функціями, що асоціюються з радіолокаційними системами наземного базування.

Для реалізації ADS-B можуть бути використані наступні ЛПД: супутникова, ВОРЛ режиму S (SSR Mode S DL), УКХ (режиму 2, 3, 4) і КХ діапазону. УКХ ЛПД режиму 4 (VDL Mode 4) використовує метод самоорганізованого багатостанційного доступу з часовим поділом каналів (STDMA), який окрім забезпечення функцій обміну даними також розрахований на її застосування для цілей навігації. У порівнянні з іншими ця ЛПД водночас з широкими можливостями має кращі технічні характеристики, меншу вартість і перспективи нарощування функцій.

ПЕРЕШКОДОСТІЙКЕ КОДУВАННЯ ІНФОРМАЦІЇ В ІНТЕРЕСАХ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ПЕРЕДАЧІ ІНФОРМАЦІЇ В СИСТЕМАХ РАДІОЗВ'ЯЗКУ

*О.П. Кулик, к.військ.н.; І.Л. Костенко, к.військ.н., с.н.с.; В.Г. Карєв
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

Помітний прогрес в розвитку цифрового зв'язку повсюдно спостерігається з кінця минулого століття. Радіозв'язок все більше забезпечується за рахунок цифрової обробки сигналів. В сучасних системи цифрового радіозв'язку використовують різні діапазони частот, види модуляції і способи обробки сигналів.

Відомо, що якість передачі цифрової інформації в значній мірі залежить від властивостей і особливостей каналів передачі інформації. Корисний інформаційний сигнал спотворюється з-за впливу шумів, перешкод, недостатності енергетичного потенціалу передавачів, багатопроміневості при розповсюдженні радіосигналу і з ряду інших причин, що впливають на радіосигнал.

Для цифрових систем основним критерієм якості прийому інформації є вірогідність бітової помилки. Забезпечення високої якості передачі повідомлень з мінімально допустимими спотвореннями безпосередньо пов'язане із збільшенням енергопотенціалу систем радіозв'язку. Проте обмеження на потужність випромінювання радіопередавачів і завантаженість радіочастотного спектру, висунули на перший план в забезпеченні високої якості інформаційного обміну методи перешкодостійкого кодування інформації, що передається, як найбільш результативний шлях підвищення достовірності її передачі. На сьогодні відомо і успішно застосовується багато видів різних перешкодостійких кодів. Їх ефективність безпосередньо пов'язана як з характером інформаційного потоку, так і з конкретними умовами застосування. Тому для конкретного радіоканалу потрібно підбирати найбільш результативний вид перешкодостійкого кодування.

ЩОДО ПЕРЕОЗБРОЄННЯ ПОВІТРЯНИХ СИЛ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ НОВИМИ ЗАСОБАМИ ЗВ'ЯЗКУ

*І.В. Тітов, к.т.н., с.н.с.
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

Хоча в цілому, система зв'язку сьогодні і спроможна забезпечувати стійке та безперервне управління частинами та підрозділами у ході бойових дій, навіть в умовах застосування засобів радіоелектронної протидії, на сьогоднішній день актуальним є питання переозброєння Повітряних Сил не просто сучасними цифровими засобами зв'язку, саме такими, які відповідають стандартам НАТО.

Відповідно до інформації начальника військ зв'язку Збройних Сил України – начальника Головного управління зв'язку та інформаційних систем Генерального штабу Збройних Сил України генерал майора Володимира Рапко, до кінця 2018 року планується поступово витіснити радіостанції

Motorola в тилове, технічне та інші види забезпечення, і залишити їх тільки індивідуальними радіостанціями солдата. В бойових частина перевага буде надана радіостанціям КХ діапазону – Harris (США) та УКХ діапазону – Aselsan (Туреччина), які відповідають стандартам НАТО.

Aselsan є однією з небагатьох компаній у світі, яка здійснює весь цикл проектування, виробництва, постачання та подальшої модернізації нового покоління програмних радіостанцій (Software-defined radio, SDR), розроблених для наземних, повітряних та морських платформ. Наявність сімейства SDR-радіостанцій на всіх платформах надасть Збройним Силам України переваги сумісності між різними силами, спростить питання матеріально-технічного забезпечення та навчання, забезпечить гнучкість використання на місцях.

ПРИНЦИПИ АВТОМАТИЗОВАНОГО РОЗРАХУНКУ ЛІНІЙ ТРОПОСФЕРНОГО РАДІОЗВ'ЯЗКУ

*М.Д. Рисаков, к.т.н., доц.; О.П. Кулик, к.військ.н.; В.Г. Карев
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

Засоби тропосферного радіозв'язку є найважливішими засобами для організації наземного зв'язку між пунктами управління (ПУ) військами ЗСУ на відстаннях суттєво більших дальності прямої видимості. Досвід ведення АТО свідчить, що на їх основі вдається організувати прямі лінії зв'язку між командними пунктами бригад, батальйонів, рот Сухопутних військ на відстані до (150-180) км.

Особливості побудови ліній тропосферного радіозв'язку по відношенню до ліній прямої видимості пов'язані з фізичними особливостями тропосферного зв'язку, що обумовлюють особливості вибору траси тропосферної лінії (ТРЛ) зв'язку і попереднього розрахунку надійності зв'язку на інтервалах лінії для визначення придатності усіх ліній. Актуальним є завдання щодо автоматизації такого розрахунку.

У доповіді охарактеризовані особливості побудови і розрахунку тропосферної лінії зв'язку згідно існуючою методики. Обґрунтована можливість і доцільність автоматизації такого розрахунку. Запропонована блок-схема алгоритму програмного, поетапного розрахунку надійності зв'язку тропосферної лінії. Викладається сутність алгоритмів поетапного розрахунку ТРЛ – параметрів взаємного розміщення тропосферних станцій заданих типів і координат, середньої висоти, взаємних азимутів та кутів закриття інтервалу лінії на основі електронного рельєфу місцевості; розрахунку запасу радіосигналу на інтервалі та придатності інтервалу ТРЛ, і надійності зв'язку усієї ТРЛ.

ПРОБЛЕМНІ ПИТАННЯ ЗАСТОСУВАННЯ РАДІОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ БЛИЖНЬОЇ НАВІГАЦІЇ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПОЛЬОТІВ АВІАЦІЇ ЗБРОЙНИХ СИЛ

*М.Д. Рисаков, к.т.н., доц.; І.Л. Костенко, к.військ.н., с.н.с.; С.М. Рот, к.т.н.
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

Радіотехнічні системи ближньої навігації (РСБН) являють собою складні системи наземного і бортового обладнання. Обладнання РСБН встановлюються на всіх аеродромах та на кожному літаку військової і цивільної авіації. Застарілі принципи побудови більшості каналів РСБН, використання застарілої елементної бази, вироблення міжремонтного ресурсу, поява серйозних проблем електромагнітної сумісності апаратури РСБН із системами цифрового телебачення і мобільного зв'язку обумовлюють необхідність модернізації каналів РСБН. На основі аналізу особливостей побудови і характеристик експлуатованих та закордонних РСБН у доповіді обґрунтовуються наступні можливі напрямки модернізації системи РСБН-4Н:

- перевід наземного маяка на сучасну елементну базу і впровадження цифрових методів формування і обробки сигналів азимутального та далекомірного каналів системи та програмних методів відображення координатної інформації на моніторі;
- перевід наземного і бортового обладнання азимутального і далекомірного каналів системи у частотний діапазон РСБН військ НАТО – TACAN;
- впровадження в азимутальному каналі спрямованого імпульсного режиму формування азимутального і опорних сигналів;
- впровадження в азимутальному каналі РСБН двоканального фазового методу вимірювання азимуту.

ШЛЯХИ УДОСКОНАЛЕННЯ АПАРАТУРИ ВІДОБРАЖЕННЯ РОБОЧОГО МІСЦЯ КЕРІВНИКА БЛИЖНЬОЇ ЗОНИ КОМАНДНО-ДИСПЕТЧЕРСЬКОГО ПУНКТУ ЗА УМОВИ ЗАСТОСУВАННЯ СУЧАСНИХ ЗАСОБІВ ВІДОБРАЖЕННЯ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

О.В. Висоцький, к.т.н., доц.; С.А. Макаров, к.т.н., доц.;
О.А. Павліченко; В.П. Поздняк
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба

Основним засобом інформаційного забезпечення осіб групи керівництва польотами (ГКрП) на командно-диспетчерському пункті (КДП) більшості аеродромів Повітряних Сил на сьогодні залишається обладнання виносних індикаторів систем посадки ВІСП-75Т. На двох аеродромах для обладнання робочих місць посадових осіб ГКрП встановлено автоматизовані командно-диспетчерські пункти (АКДП).

Для керівництва польотами на кожному льотну зміну обов'язково призначається ГКрП у складі керівника польотів на аеродромі, помічника

керівника польотів, керівника ближньої зони (КрБЗ) та керівника зони посадки.

Типове обладнання робочого місця (РМ) КрБЗ складається з: пристроїв відображення інформації диспетчерського та посадкового радіолокаторів радіолокаційної системами посадки (РСП); інформації РЛС метрового діапазону; інформації радіотехнічної системи ближньої навігації (РСБН); пультів управління цими пристроями та апаратури об'єктивного контролю.

Кращим напрямом удосконалення апаратури відображення РМ КрБЗ КДП є встановлення обладнання АКДП замість обладнання ВІСП-75Т, але це потребує значних фінансових ресурсів та часу для проведення монтажних та пуско-налагоджувальних робіт. На перехідний період запропоновано провести часткову модернізацію ВІСП-75Т стосовно заміни аналогових індикаторів цифровими індикаторами на базі сучасних моніторів та застосування сучасних інформаційних технологій

Застосування цифрових моніторів та сучасних інформаційних технологій дозволяє відобразити радіолокаційну, масштабну, радіонавігаційну, координатну, діагностичну, картографічну, сигнальну, спеціальну та допоміжну інформацію.

СТАН І ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ РАДІОТЕХНІЧНОЇ СИСТЕМИ БЛИЖНЬОЇ НАВІГАЦІЇ І ПОСАДКИ В ПОВІТРЯНИХ СИЛАХ ЗСУ

*І.Л. Костенко, к.військ.н., с.н.с.; О.В. Симоненко, к.т.н.; А.В. Литвин
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

Одними з головних завдань систем радіотехнічного забезпечення польотів авіації всіх відомств є завдання забезпечення навігації і посадки літальних апаратів в складних метеоумовах і вночі. До появи супутникових радіонавігаційних систем ці завдання вирішували за допомогою радіомаєчних систем ближньої навігації і посадки. Найбільшого поширення в світі отримали радіомаєчні системи VOR/DME, ILS, TACAN і РСБН/ПРМГ. Радіотехнічні системи ближньої навігації мають дуже широке поширення. Тільки на території США експлуатується понад 1000 радіомаєків VOR/DME та VORTAC. Вони забезпечують роботу практично всіх аеропортів США. 100% магістральних повітряних суден оснащені обладнанням навігації і посадки VOR/DME/ILS. В даний час у зв'язку з широким впровадженням супутникових радіонавігаційних систем роль радіомаєчних систем ближньої навігації (особливо для цивільної авіації) зменшилася. Однак відповідно до документів ІКАО та Євроконтролю передбачається експлуатація систем VOR/DME принаймні до 2015 року, а радіомаєків системи DME і бортового обладнання з режимом multiDME – і після 2020р. Система TACAN продовжує широко використовуватися країнами НАТО та інших держав і, судячи з планів, від неї не будуть відмовлятися ще довгий час. Протягом тривалого періоду часу в Україні, країнах СНД і ряді зарубіжних країн (КНР, Індії, В'єтнамі, Алжирі, Єгипті, Північній Кореї та ін.) одним з основних джерел інформації про місцезнаходження літальних апаратів при польоті по маршруту, повернення на аеродром, заході на посадку, зустрічі літальних

апаратів в повітрі для дозаправки була радіотехнічна система ближньої навігації і посадки, яка розроблялася за часів СРСР.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ХАОТИЧНИХ СИГНАЛІВ І МОЖЛИВОСТІ ЇХ ВИКОРИСТАННЯ В СУЧАСНИХ СИСТЕМАХ ЗВ'ЯЗКУ

П.Ю. Костенко, д.т.н. проф.; В.В. Слободянюк, к.т.н.

Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба

При розробці сучасних радіотехнічних систем (РТС) передачі конфіденційної інформації спостерігається тенденція до використання сигналів властивості яких близькі до властивостей білого шуму. До таких сигналів можна віднести хаотичні послідовності. Важливо відзначити, що використання математичного хаосу для конструювання дискретних хаотичних сигналів, що володіють необхідною скритністю, обмежується лише їх використанням в телекомунікаційних мережах. Для передачі інформації по радіоканалу використовується фізичний хаос, коли хаотичний сигнал, генерується безпосередньо в радіо-або НВЧ-діапазоні довжин хвиль (прямохаотичні системи зв'язку). Інформацію вводять або шляхом модуляції параметрів передавача, або за рахунок її накладення на хаотичну несучу вже після його генерації. Однак прямохаотичні системи зв'язку, працюють на відносно невеликих відстанях. В даний час у зв'язку з розвитком цифрових методів формування і обробки сигналів з'явилася можливість створення джерел хаотичних сигналів на основі цифро-аналогових пристроїв різного ступеня інтеграції, що дозволяють формувати широкосмугові і смугові сигнали з великим радіусом дії для навігаційних, телекомунікаційних та радіолокаційних систем.

Однією з важливих характеристик радіотехнічних систем передачі інформації (РТС ПІ), які функціонують в умовах радіоелектронного подавлення та в умовах несанкціонованого доступу до інформації являється їх скритність. Під скритністю розуміють здатність РТС ПІ протидіяти засобам радіотехнічної розвідки з заданої імовірністю. У доповіді під скритністю будемо розуміти близькість безлічі точок образу сигналу в фазовому просторі до образу білого шуму, тобто ступінь його маскування під шум. Чисельну міру якості маскування (скритності сигналу) визначається значенням BDS-статистики сигналу. Її значення, для незалежних та однаково розподілених (Independent and Identically Distributed) випадкових величин (білого шуму), знаходяться в інтервалі $(-1,96; 1,96)$. Відхилення значень BDS-статистики сигналу від цього інтервалу можна характеризувати мірою скритності, яку назовемо ПІД-скритністю.

МЕТОДИКА АДАПТИВНОГО УПРАВЛІННЯ РАДІОЧАСТОТНИМ РЕСУРСОМ В СКЛАДНІЙ ЕЛЕКТРОМАГНІТНІЙ ОБСТАНОВЦІ

О.В. Кувишинов¹, д.т.н. проф.; А.В. Шишацький², к.т.н.

¹Національний університет оборони України ім. І. Черняхівського

²Центральний науково-дослідний інститут ОБТ ЗС України

Відомі методики управління радіочастотним ресурсом засобів військового радіозв'язку (ЗРЗ) враховують або тільки вплив навмисних завад (завмирань сигналів) або взаємний вплив передавачів один на одного. Проте відомі методики, не враховують обидві зазначені складові.

Тому виникає актуальне наукове завдання розробки методики адаптивного управління радіочастотним ресурсом ЗРЗ, яка здатна розрахувати оптимальні для роботи частоти.

Основні етапи реалізації методики:

проводиться оцінка впливу навмисних завад та завмирань сигналу на ЗРЗ (їх вид, спектральна щільність, тривалість та інші параметри);

визначаються уражені частоти, на яких завади від передавачів можуть проникнути в приймач ЗРЗ;

з урахуванням першим двох етапів методики проводиться вибір робочих частот для кожного ЗРЗ системи військового радіозв'язку.

Розрахунки зазначеної методики були обмежені тільки комбінаційними каналами прийому та основними видами навмисних шумових завад.

Було проведено моделювання розробленої методики, що показало підвищення ефективності використання радіочастотного ресурсу ЗРЗ на 13-17%.

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДУ ОБҐРУНТУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНОГО СКЛАДУ ЗАСОБІВ ВИМІРЮВАНЬ МОБІЛЬНОГО ПОЛІГОННОГО ВИМІРЮВАЛЬНО-ОБЧИСЛЮВАЛЬНОГО КОМПЛЕКСУ

В.М. Зозуля; А.І. Собора; Ю.М. Добришкін, к.т.н.

Державний науково-випробувальний центр ЗС України

З метою перевірки адекватності та ефективності рішень, які отримані з використанням удосконаленого методу обґрунтування раціонального складу засобів вимірювань мобільного полігонного вимірювально-обчислювального комплексу (ПВОК), в доповіді представлені результати дослідження на прикладі, коли необхідно провести контрольні льотні випробування зенітних керування ракет 5В55К(Р) до зенітно-ракетного комплексу (ЗРК) С-300П для визначення можливості продовження їх призначеного строку служби.

За результатами досліджень запропоновані рекомендації щодо раціонального складу засобів вимірювань мобільного ПВОК, які необхідно перебазувати на визначений тимчасовий майданчик для випробувань зенітних керування ракет 5В55К(Р) до ЗРК С-300П, та порядку їх використання для оцінки параметрів вимірювань під час випробувань.

В рамках запропонованого методу, формування складу засобів мобільного ПВОК, які необхідно перебазувати на визначений тимчасовий майданчик та

порядок їх використання, здійснюється з врахуванням як вимог до точності вимірювань параметрів зразків озброєння та військової техніки, що випробовуються, так і вартості використання різномісних засобів вимірювань. Це дозволило підвищити ефективність проведення випробувань нових та модернізованих зразків озброєння і військової техніки.

АЛГОРИТМ ОПТИМІЗАЦІЇ ПАРАМЕТРІВ ПРОЦЕСУ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ЗАСОБІВ РАДІОТЕХНІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА ЗВ'ЯЗКУ ПОВІТРЯНИХ СИЛ ЗСУ

*О.А. Прохоров¹, к.педаг.н., доц.; Г.Б. Жиров¹, к.т.н., с.н.с.; Є.С. Ленков², к.т.н.
¹Військового інституту Київського національного університету ім. Т. Шевченка
²Військового інституту телекомунікацій і інформатизації*

Радіотехнічні засоби та прилади зв'язку, що використовуються в Повітряних Силах України звичайно відносяться до класу відновлювальних об'єктів тривалого використання. Іноді кошторис експлуатації цих об'єктів може дорівнювати та навіть перевищувати ціну самого виробу. Для забезпечення відповідного рівня надійності та зменшення вартості експлуатації, зазвичай проводиться їх технічне обслуговування і ремонт (ТОіР), параметри яких безпосередньо впливають на зазначені показники. Таким чином, визначення оптимальних параметрів проведення ТОіР є актуальною задачею. Для вирішення загальної проблеми оптимізації процесу ТОіР є задача розробки алгоритму оптимізації параметрів процесу ТОіР за станом з постійною періодичністю контролю за різними критеріями.

У загальному вигляді критерій мінімізації вартості експлуатацій можна записати:

$$c_e(E_{TO}^*, U_{TO}^*, T_K^*) \rightarrow \min, \text{ при } T_0(E_{TO}^*, U_{TO}^*, T_K^*) \geq T_0^{\text{необх}}$$

Розроблений алгоритм використовується як складова частина імітаційної статистичної моделі об'єкту радіотехнічного забезпечення та зв'язку. Це дозволяє визначати оптимальну кількість елементів, періодичність проведення контролю в процесі ТО, за умови мінімізації питомої вартості експлуатації досліджуваного об'єкту.

МЕТОДИКА МОДЕРНІЗАЦІЇ СИСТЕМ ДІАГНОСТУВАННЯ РАДІОЕЛЕКТРОННИХ КОМПЛЕКСІВ ПОВІТРЯНИХ СИЛ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ДІАГНОСТУВАННЯ ЦИФРОВИХ ПРИСТРОЇВ

*Б.О. Попков, к.військ.н., с.н.с.; В.О. Савран, к.т.н.; С.В. Бурий
Військового інституту Київського національного університету ім. Т. Шевченка*

Сучасні радіоелектронні комплекси Повітряних Сил, що знаходяться на озброєнні в ЗС України, характеризуються багатофункціональністю і складністю, зумовленими обсягом і характером задач, які вони вирішують. Особливістю цих радіоелектронних комплексів є наявність великої кількості цифрових пристроїв, надійність яких значною мірою визначає надійність комплексу в цілому.

Побудова високоєфективних систем визначення технічного стану цифрових пристроїв і їх складових компонентів у сучасних умовах вимагає розробки нових методів діагностування, а також синтезу сучасних автоматизованих систем технічного діагностування. Це обумовлено високою складністю цифрових пристроїв, дефіцитом часу на прийняття рішення при проведенні контролю технічного стану. Перспективними напрямками наукових досліджень у розглянутій області являється розробка інформаційних технологій для обробки отриманої діагностичної інформації для удосконаленого спектрального енергодинамічного методу діагностування на основі енергодинамічних перехідних процесів в шині живлення цифрових пристроїв. Успішне рішення завдання контролю технічного стану цифрових пристроїв залежить від адекватності діагностичної моделі, методики побудови тестових впливів і методу діагностування.

Таким чином, в результаті аналізу внутрішньої структури цифрових пристроїв і взаємодії основних функціональних вузлів у рамках цієї структури розроблена діагностична модель узагальненого модуля цифрового пристрою з урахуванням перехідних процесів у шині живлення, яка забезпечить діагностування цифрових пристроїв радіоелектронних комплексів з високою достовірністю при мінімальних матеріальних і часових витратах.

СИСТЕМА АДАПТИВНОГО ЗАХИСТУ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ СТАНЦІЙ ВІД АКТИВНИХ ШУМОВИХ ПЕРЕШКОД НА ОСНОВІ МАТРИЧНИХ ФІЛЬТРІВ-ПРОЕКТОРІВ

О.А. Прохоров, к.педаг.н.,доц.; С.В. Бурій

Військовий інститут Київського національного університету ім. Т. Шевченка

Підвищення ефективності запропонованого алгоритму системи адаптивного захисту від активних шумових перешкод (АШП) при радіолокації повітряних цілей пов'язано з мінімізацією впливу заважаючих сигналів на результат обробки. Це забезпечується при проектуванні прийнятого інформаційного процесу на підпростір сигналів. Інструментом такої процедури служить матричний фільтр-проектор (ФП). Використовуючи особливі властивості ФП, обґрунтовано застосування принципу факторизації для спрощення структури системи обробки й покращенню її характеристик. Також узагальнено принцип факторизації для довільного варіанту M -мірного проектора за допомогою одномірних, і в результаті отримано новий алгоритм побудови системи обробки. Технічне рішення полягає в заміні оптимального просторового фільтру, що забезпечує додавання вихідних сигналів прийомних каналів з вагами на ФП з ортогональною характеристикою, що забезпечує кутову режекцію сигналів АШП. Відповідно і додавання вихідних сигналів прийомних каналів буде відбуватися по новому розробленому алгоритму.

Таким чином, було розроблено новий алгоритм і технічне рішення системи просторово-часової обробки сигналів на основі ЦЛАР і ЦОС, що забезпечують високу ефективність придушення 4-х і більше джерел активних шумових перешкод. Відмінністю даного алгоритму від оптимального полягає в суттєвому скороченні кількості обчислювальних операцій і, відповідно,

забезпеченні обробки сигналів в реальному масштабі часу при одночасному спрощенні технічної реалізації.

МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМИ ЗВ'ЯЗКУ БРИГАДИ

О.М. Іщенко; О.С. Коваленко

Центральний науково-дослідний інститут ЗС України

В умовах ведення бойових дій на сході нашої країни, поява нових засобів радіоелектронної боротьби, підвищення вимог системи управління до обміну інформації з одної сторони та переозброєння на нові сучасні цифрові засоби зв'язку військ зв'язку з іншої обумовлюють актуальність наукової задачі щодо визначення раціонального складу сил і засобів зв'язку бригади. Найчастіше визначення цільової функції системи зв'язку, тобто аналітичного виразу, що відображає залежність показника ефективності функціонування системи зв'язку від її параметрів, є дещо проблематичним через стохастичність декількох взаємопов'язаних та водночас тривалих процесів, які відбуваються у складових системи зв'язку, за значної кількості обмежень. Крім того фактори, які їх визначають, є різноманітними та чисельними, а їх взаємозв'язки настільки "переплетені", що використання традиційних аналітичних підходів становить певні труднощі, пов'язані з формалізацією цих процесів. Тому дослідження функціонування системи зв'язку, доцільно проводити за допомогою імітаційного моделювання на ПЕОМ з використанням спеціального програмного забезпечення.

У доповіді представлені результати імітаційного моделювання системи зв'язку в програмному продукті AnyLogic. Система зв'язку представлена як багатоканальна, багатофазна система масового обслуговування з обмеженим часом чекання.

Перспективи подальших досліджень у цьому напрямку пов'язані з удосконаленням на основі імітаційної моделі функціонування системи зв'язку методики обґрунтування раціонального складу сил і засобів зв'язку бригади.

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗВ'ЯЗКУ В АНТИТЕРОРИСТИЧНІЙ ОПЕРАЦІЇ НА СХОДІ УКРАЇНИ

О.С. Коваленко; О.М. Іщенко

Центральний науково-дослідний інститут ЗС України

Одним з найбільш вдалих рішень для забезпечення зв'язку в зоні проведення антитерористичної операції стало використання типового складу телекомунікаційного обладнання (станція супутникового зв'язку, модем, роутер, VoIP- шлюзи, пристрої криптографічного захисту інформації, засоби транкінгового зв'язку, КХ та УКХ діапазонів радіостанції та ін.).

Результати аналізу процесу створення та функціонування системи зв'язку, як матеріально-технічної основи системи управління у ході проведення антитерористичної операції дозволяють зробити висновки:

безперервне, надійне управління військами (силами) може бути реалізовано лише за умов централізованого управління інформаційно-телекомунікаційними системами ЗС України, операторів телекомунікацій, ІВФ та ПрО України через Національний центр управління, застосування сучасних цифрових засобів телекомунікацій та захисту інформації, на основі використання нових телекомунікаційних технологій, протоколів та стандартів;

зміна характеру і способів ведення бойових дій під час проведення АТО потребують перегляду основ організації зв'язку в цілому, забезпечення відповідної якості існуючих та нових сервісів, вирішення питання щодо внесення змін до керівних документів щодо порядку організації та забезпечення зв'язку в ході підготовки та ведення бойових дій, пошуку джерел фінансування для забезпечення новими цифровими засобами телекомунікацій та захисту інформації військових частин та підрозділів ЗС України, ІВФ та ПрО.

МЕТОД ОЦІНКИ ПАРАМЕТРІВ КАНАЛУ БАГАТОАНТЕННИХ СИСТЕМ ВІЙСЬКОВОГО РАДІОЗВ'ЯЗКУ

О.Г. Жук¹, к.т.н., доц.; О.О. Волошин²

¹Військовий інститут телекомунікацій та інформатизації

²Центральний науково-дослідний інститут ОБТ ЗС України

Однією з технологій, що дозволяють значно збільшити пропускну здатність радіоканалів є технологія "багато входів – багато виходів" (MIMO - Multiple-Input Multiple-Output), яка дозволяє більш ефективно використовувати потужність передавача і боротися із завмираннями сигналів.

Проте, сучасні методи оцінки параметрів каналу в системах MIMO мають високу обчислювальну складність та низьку точність оцінки параметрів каналу.

З цією метою в роботі проведена розробка методу оцінки параметрів каналу багатоантенних систем військового радіозв'язку, який забезпечує задану якість оцінки параметрів каналу систем MIMO та характеризується помірною обчислювальною складністю.

Ключова відмінність запропонованого методу від відомих в тому, що оцінка кожного з антенних каналів системи MIMO здійснюється по декільком різним параметрам оцінки, в даному випадку імпульсна характеристика та ймовірність бітової помилки.

Обчислювальна складність запропонованого методу інваріантна довжині імпульсної характеристики каналу та для великих довжин дає істотний вигравш у порівнянні з описаним в роботі Y. Chen алгоритмом пошуку по решітці зі зменшеним сузір'ям.

МЕТОДИКА ВИБОРУ МЕТОДІВ ПОПЕРЕДНЬОГО КОДУВАННЯ В БАГАТОАНТЕННИХ СИСТЕМАХ ВІЙСЬКОВОГО РАДІОЗВ'ЯЗКУ

А.В. Шишацький¹, к.т.н.; П.В. Жук², к.т.н., доц.

¹Центральний науково-дослідний інститут ОВТ ЗС України

²Національний університет оборони України ім. І. Черняхівського

У сучасних системах військового радіозв'язку (ВСРЗ) широко застосовується технологія МІМО (Multiple-Input Multiple-Output – "багато входів – багато виходів").

Теоретично доведено в роботах авторів, що використання інформації про стан каналів зв'язку на передавальній стороні може суттєво підвищити як енергетичну так і частотну ефективність ВСРЗ, покращити зону покриття та знизити складність реалізації приймача системи з використанням технології МІМО.

Отже постає актуальне наукове завдання, яке полягає у розробці методики вибору методу попереднього кодування в залежності від стану каналу зв'язку.

Основні етапи реалізації методики:

введення вихідних даних;

оцінка стану каналу зв'язку;

формування команди управління з зазначенням критерію ефективності методу попереднього кодування;

вибір методу попереднього кодування;

навчання системи МІМО на основі генетичного алгоритму з формуванням бази даних.

Проведений аналіз ефективності зазначеної методики показав підвищення енергетичної ефективності ВСРЗ на 18-25% у порівнянні з методиками, де не здійснюється вибір методу попереднього кодування.

АСПЕКТИ УДОСКОНАЛЕННЯ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ СИСТЕМ ПОСАДКИ

*О.В. Висоцький, к.т.н., доц.; А.А. Залюбівський; Д.О. Землянський; А.А. Чирва
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

На підставі аналізу завдань, характеристик, принципів побудови та функціонування радіолокаційних систем посадки літаків (РСП) РСР-6М2, РСР-10МН та РСР-10МА, закордонних посадкових радіолокаторів точного заходу на посадку PAR-80 (Федеративна Республіка Німеччина), PAR-2090 (застосовується на військових аеродромах Італії), AN/FPN-63(V), AN/TPN-22 (ВМС США) та AN/GPN-22 (Повітряні сили США), а також рівня безпеки польотів державної авіації з урахуванням досвіду локальних війн та бойових дій при здійсненні заходів по забезпеченню національної безпеки та оборони, стримані і відсічі російської збройної агресії в Донецькій і Луганській областях визначено аспекти удосконалювання систем та пристроїв РСР Повітряних Сил Збройних Сил України.

Удосконалення РСР відбувається за напрямками підвищення завадозахищеності та експлуатаційних властивостей диспетчерських та

посадочних радіолокаторів, а саме: застосування фазованих антенних решіток для реалізації електронного сканування простору; використання у якості зондувальних сигналів фазоманіпульованих і ЛЧМ сигналів та хаотичних сигналів, які мають функції невизначеності з малим рівнем бічних пелюсток в околиці головної пелюстки та малою шириною головної пелюстки функції невизначеності за затримкою та частотою у порівнянні зі складними сигналами, особливо для зони посадки; застосування когерентних методів виявлення та цифрової обробки сигналів; використання сучасних засобів відображення радіолокаційної інформації та автоматизованих систем контролю функціонування та діагностування відмов, а також впровадження сучасних методів забезпечення надійності та підвищення термінів експлуатації радіолокаційних систем посадки.

ТЕРАГЕРЦОВІ КОМУНІКАЦІЙНІ СИСТЕМИ

І.П. Стороженко¹, д.фіз.-мат.н., проф.; М.В. Кайдаш², к.фіз.-мат.н., доц.

¹Національний фармацевтичний університет;

²Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба

Терагерцовий діапазон електромагнітних хвиль цікавий тим, що, по-перше, в цьому діапазоні лежать "вікна" прозорості атмосфери (в районі 3, 4, 5, 10 і 20 мкм), так що створення систем зв'язку для цих "вікон" дозволило б вирішити масу проблем, що відносяться до моніторингу навколишнього середовища, запобігання катастроф та терористичних актів. По-друге, в терагерцовому діапазоні лежать обертальні рівні майже всіх молекул, що дозволяє використовувати випромінювання цього діапазону для ідентифікації речовин. Крім того, для терагерцового випромінювання виявляються "прозорими" багато видів матеріалів, в тому числі дерев'яні та бетонні стіни, пакувальні матеріали. Це дозволяє створювати системи різного призначення виявлення та ідентифікації речовини на відстані декілька десятків метрів.

В доповіді розглянуті основні переваги і сценарії розвитку застосування терагерцового діапазону частот для зв'язку. Нещодавні розробки напівпровідникових технологій дозволили створити демонстрацію, що показує потенціал для досягнення швидкості передачі даних декількох десятків Гбіт/с. Однією з найбільш важливих проблем для подальших досліджень є розвиток інтелектуальних концепцій антен для подолання високих втрат на трасі поширення радіохвилі в поєднанні з динамічними подіями затінення, викликаних, наприклад, шляхом переміщення об'єктів.

ПОВІТРЯНА ЛАЗЕРНА ЛІНІЯ ЗВ'ЯЗКУ ДЛЯ ЛОКАЛЬНИХ КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖ

О.І. Моценко; О.М. Дроль

Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба

Поява лазерів дуже вплинуло на розвиток різних галузей науки й техніки, у тому числі й на системи зв'язку. Оптичний діапазон довжин хвиль дозволяє значно збільшити кількість переданої інформації з порівняння з радіолініями

при малих габаритах передавальних і прийомного модулів.

Основним недоліком відкритих лазерних систем зв'язку є вплив атмосфери на поширення лазерного випромінювання. При поширенні оптичного випромінювання в атмосфері відбувається ослаблення енергії за рахунок поглинання й розсіювання на частках середовища. Тому найбільш перспективними в наземних умовах вважаються волоконно-оптичні системи зв'язку.

У той же час відкриті лінії системи зв'язку доцільно використовувати на невеликих відстанях, коли прокладка кабелю недоцільна, а радіозв'язок не може бути застосована через наявність електричних перешкод, а також коли один або обидва термінали (передавальна або приймальна системи) будуть рухливими. Такі атмосферні лінії зв'язку одержали назву лазерного оперативного зв'язку (ЛОЗ).

Можна відзначити наступні переваги відкритих лазерних ліній зв'язку в порівнянні з радіо - і НВЧ системами зв'язку. Переваги: значно більша інформаційна ємність оптичного каналу; краще просторове розділення при менших апертурах антени; малі габарити передавального і приймального модулів для зв'язку на невелику відстань; скритність зв'язку.

АНАЛІЗ ПРИНЦИПІВ ОРГАНІЗАЦІЇ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ВИПРОБУВАНЬ РАДІОЕЛЕКТРОННИХ СИСТЕМ

Ю.П. Шамаєв, проф.; Р.А. Ткаченко

Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба

У сучасних зразках озброєння і військової техніки (ОВТ)* широко застосовують радіоелектронну апаратуру (РЭА). Первинне значення для такої апаратури мають показники якості, що визначають можливість виконання нею цільової задачі нормального функціонування в заданих умовах протягом необхідного часу наробки. Якість виробів РЕА забезпечується вибором її конструкції, технології виготовлення і умовами виробництва. Етапи проектування і виробництва РЕА передбачають отримання інформації про її якість на всіх стадіях - від початку проектування до виготовлення в серійному виробництві і подальшій її експлуатації. Істотна роль в цьому процесі відводиться випробуванням. Результати випробувань є основою рішення по використанню РЕА, вдосконаленню її конструкції і технології виготовлення.

Випробування є складним процесом отримання інформації про характеристики властивостей продукції.

Задачами випробувань являється: устаткування відповідності характеристик об'єкта заданим вимогам (контролю) та отримання кількісних і якісних оцінок властивостей об'єкта.