

СУЧАСНІ ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ У СФЕРІ БЕЗПЕКИ ТА ОБОРОНИ

ISSN 2311-7249 (Print)

ISSN 2410-7336 (Online)

№ 2(23)
2015

Науковий журнал

Засновник і видавець

Національний університет оборони України
імені Івана Черняхівського
Журнал заснований у 2008 році

Адреса редакції

Національний університет оборони України
імені Івана Черняхівського
Інститут інформаційних технологій

Повітрофлотський проспект, 28,
Київ, 03049

телефон: (044)-271-09-44, (066)-713-20-22
факс: (044)-271-09-44

Журнал зареєстровано в Державній реєстраційній службі України
(свідцтво КВ №20490-10290ПР)

Журнал видається
українською, російською та англійською мовами

Журнал виходить 3 рази на рік

Наказом Міністерства освіти і науки України
від 29 грудня 2014 р. №1528 журнал включено до
Переліку наукових фахових видань України в галузях
“технічні науки” та “військові науки”

Рекомендовано до друку Вченою радою
Національного університету оборони України
імені Івана Черняхівського
(протокол № 11 від 27 серпня 2015 р.)

При використанні матеріалів посилання на журнал
“Сучасні інформаційні технології
у сфері безпеки та оборони” обов'язкове

Редакція може не поділяти точку зору авторів
Відповідальність за зміст поданих матеріалів
несуть автори

Журнал індексується у наукометричних базах:
Citefactor, Google Academy, Index Copernicus,
The Journal Impact Factor.

Журнал представлений у базах даних:
Bielefeld Academic Search Engine, Research Bible, WorldCat.

Журнал внесений до каталогів бібліотек:
Vernadsky National Library of Ukraine.

В номері:

Теоретичні основи створення і використання інформаційних технологій

- Биченков В.В.** Етапи прогнозування поведінки складної інерційної системи з використанням розробленої моделі системи..... 5
- Богданович В.Ю., Висідалко А.Л., Косоков О.М.** Шляхи удосконалення методичних основ та інструментальних засобів підтримки процесів прийняття рішень в системі забезпечення національної безпеки..... 12
- Бухал Д.А.** Визначення дальності зони радіоелектронної розвідки противника з врахуванням потужності випромінювання радіостанцій системи радіозв'язку окремої механізованої бригади..... 21
- Волобуєв А.П.** Тензор доступності радіостанцій для енергетичного викриття засобами радіорозвідки противника..... 25
- Волошко С.В., Слюсарь І.І., Москаленко А.О., Ромашико І.В.** Застосування технологій цифрової обробки сигналів для створення перспективних систем супутникового зв'язку..... 34
- Генов Б.А., Анорейко Я.Т., Чернобириченко О.М., Резнік Д.В., Ердяков В.Г.** Показник ефективності взаємодії тактико-вогневих підрозділів зенітних ракетних військ та військ протиповітряної оборони сухопутних військ..... 38
- Даник Ю.Г., Писарчук О.О., Тимчук С.В.** Математичне забезпечення автоматизованої системи збору та обробки інформації від технічних засобів моніторингу..... 44
- Знатдинов Ю.К., Воронин А.Н., Пермяков А.Ю., Варламов И.Д.** Определение парето-оптимальной области массово-траекторных параметров трансформерной авиационной системы..... 54
- Коцюруба В.І.** Моделювання процесу пошуку та виявлення вибухонебезпечних предметів радіолокаційним методом..... 65
- Кучеров Д.П., Козуб А.Н.** Оценка пропускной способности группы беспилотных летательных аппаратов при выполнении задачи мониторинга..... 70
- Ланецкий Б.Н., Кобзев В.В., Артеменко А.А.** Метод обработки результатов испытаний радиоэлектронных средств зенитных ракетных комплексов, эксплуатируемых по техническому состоянию, по показателю безотказности “вероятность безотказного включения”..... 75
- Лебідь Є.В., Кононенко С.М., Судніков Є.О., Єфімова Р.Г.** Метод оцінки показників якості системи фазової автопідстроїки частоти..... 81
- Міренко В.І., Пустовий С.О., Яблонський П.М., Авраменко О.В.** Порівняння ефективності технічного обслуговування виробів авіаційної техніки, що експлуатуються за технічним станом, для моделей дифузійно-монотонного і дифузійно-немонотонного розподілу відмов..... 88
- Москаленко А.О., Волошко С.В., Слюсарь І.І., Рубцов І.Ю.** Перешкодостійкість сигналів удосконаленої модуляції циклічним зсувом коду з адаптацією по швидкості передачі інформації в умовах багатопроменевого розповсюдження радіохвиль..... 94
- Опенько П.В., Дранник П.А., Кобзев В.В., Зубрицький Г.М.** Оцінка адекватності ведення бойових дій у групуванням зенітних ракетних військ..... 99
- Присяжнюк М.М., Шимчук О.С.** Інтернет як нове середовище суєтивного маніпулятивного впливу..... 104
- Слюсар В.І., Зінченко А.О., Зінченко К.А.** Система мобільного зв'язку стандарту GSM для потреб радіолокаційного контролю повітряного простору..... 108
- Чумаченко С.М., Данилюк С.Л.** Метод імітаційного моделювання процесу спостереження Вольтерівських систем у зоні ведення бойових дій як елемент нової інформаційної технології адаптивного екологічного моніторингу стану навколишнього природного середовища..... 115
- Інтерактивні моделі розвитку науково-освітнього простору у сфері безпеки та оборони**
- Козубов І.М.** Інформаційна модель підготовки аспіранта з методологічною компетентністю у системі вищої військової освіти..... 120
- Савченко В.А.** Політика “Принеси свій прилад” та Wi-Fi технологія для військового навчального закладу..... 124
- Чона Д.А., Деревянчук А.Й., Москаленко Д.Р.** Основні принципи створення спрощених електронних симуляторів артилерійських комплексів..... 131
- Сучасні військово-теоретичні проблеми**
- Бобильов В.Є.** Управління військами на основі зворотного зв'язку..... 136
- Інтерактивний дискурс у контексті інформаційної безпеки держави**
- Бочаров М.М., Войтко О.В., Тищенко М.Г.** Завдання захисту загальновійськових підрозділів від негативного інформаційно-психологічного впливу в ході антитерористичної операції..... 139
- Волощина Н.М., Череватий С.В.** Інформаційний вплив на громадську думку українського суспільства..... 144

Редакційна колегія

Головний редактор

полковник *Пермяков Олександр Юрійович*,
доктор технічних наук, професор

Заступник головного редактора

полковник *Савченко Віталій Анатолійович*,
доктор технічних наук, старший науковий співробітник

Члени редколегії:

Бутвін Борис Леонідович,
доктор технічних наук, професор

Гавлічек Пьотр,
доцент

Дробаха Григорій Андрійович,
доктор військових наук, професор

Жук Сергій Якович,
доктор технічних наук, професор

Загорка Олексій Миколайович,
доктор військових наук, професор

полковник *Катеринчук Іван Степанович*,
доктор технічних наук, професор

Компанцева Лариса Феліксівна,
доктор філологічних наук, професор

Косевцов В'ячеслав Олександрович,
доктор військових наук, професор

Кравченко Юрій Васильович,
доктор технічних наук, професор

полковник *Лобанов Анатолій Анатолійович*,
доктор військових наук, професор

Потій Олександр Володимирович,
доктор технічних наук, професор

Пресналл Аарон,
доктор філософії

Репіло Юрій Євгенович,
доктор військових наук, професор

генерал-майор *Риспаев Асхат Науризбайович*,
кандидат військових наук

Романченко Ігор Сергійович,
доктор військових наук, професор

полковник *Рубан Ігор Вікторович*,
доктор технічних наук, професор

Рябцев Вячеслав Віталійович,
кандидат технічних наук, доцент

Сбітнев Анатолій Іванович,
доктор технічних наук, професор

Семон Богдан Йосипович,
доктор технічних наук, професор

Серватюк Василь Миколайович,
доктор військових наук, професор

Солонніков Владислав Григорович,
доктор технічних наук, професор

Телелим Василь Максимович,
доктор військових наук, професор

Флурі Філіпп,
доктор філософії

Шевченко Віктор Леонідович,
доктор технічних наук,
старший науковий співробітник

Шемаєв Володимир Миколайович,
доктор військових наук, професор

Шиміч Горан,
доктор філософії

Відповідальний секретар

майор *Тищенко Максим Георгійович*,
кандидат технічних наук

MODERN INFORMATION TECHNOLOGIES IN THE SPHERE OF SECURITY AND DEFENCE

ISSN 2311-7249 (Print)

ISSN 2410-7336 (Online)

№ 2(23)
2015

Scientific journal

Founder and Publisher

National Defence University of Ukraine
named after Ivan Cherniakhovsky
The journal was founded in 2008

Address:

National Defence University of Ukraine
named after Ivan Cherniakhovsky,
Information Technology Institute
Povitroflotskiy ave. 28, Kyiv, 03049
Telephone: (044)-271-09-44, (066)-713-20-22
Fax: (044)-271-09-44

The journal is registered
in the State Registration Service of Ukraine
(certificate KB №20490-10290ПП)

The journal is published
in Russian, Ukrainian and English

The journal is published thrice a year

According to the Document of the Ministry of
Education and Science of Ukraine
issued on December 29, 2014 (№ 1528) the journal
was included into the Ukrainian list of specialized scientific
publications in engineering sciences and military sciences

*Recommended to publication
by the Scientific Council of the National
Defence University of Ukraine
named after Ivan Cherniakhovsky
(Protocol No. 11, 27 August 2015)*

When using the materials, the reference to the journal
“Modern Information Technologies
in the Sphere of Security and Defence” is mandatory

The editorial board can have a different viewpoint
than that of the authors
The content of the materials is the authors' responsibility

The journal is indexed in the scientometric bases:
*Citefactor, Google Academy, Index Copernicus,
The Journal Impact Factor.*

The journal is presented in the databases:
Bielefeld Academic Search Engine, Research Bible, WorldCat.

The journal is added to the libraries:
Vernadsky National Library of Ukraine.

Contents:

Theoretical Foundations of Information Technologies Creation and Use

<i>Bychenkov V.V.</i> Prediction stages of the difficult inertia system behavior with the use of the developed system model	5
<i>Bohdanovych V.V., Vysidalko A.L., Kosohov O.M.</i> The ways of improving methodical basis and instrumental tools of decision making processes support within the national security system.....	12
<i>Bukhal D.A.</i> Determination of an enemy radio reconnaissance's range taking into account a radio stations radiant power of an armoured brigade's communication system.....	21
<i>Volobuiev A.P.</i> The radio station accessibility tensor for energy detection by enemy radio intelligence means.....	25
<i>Voloshko S.V., Sliusar I.I., Moskalenko A.O., Romashko I.V.</i> The use of the digital signals processing technology for advanced satellite communications systems development	34
<i>Henov B.A., Andreiko Y.T., Chernobrychenko O.M., Riezniak D.V., Erdiakov V.H.</i> Antiaircraft missile troops and land forces air defense troops tactical and fire units cooperation effectiveness indicator.....	38
<i>Danyk Y.H., Pysarchuk O.O., Tymchuk S.V.</i> Mathematical support of the information collection and processing automated system from the monitoring equipment.....	44
<i>Ziatdinov Y.K., Voronin A.M., Permiakov O.Y., Varlamov I.D.</i> Pareto-optimal region of mass-trajectory parameters of transformer aviation system	54
<i>Kotsiuruba V.I.</i> Modeling explosive ordnance search and detection procedures by radar techniques	65
<i>Kucherov D.P., Kozub A.M.</i> Air drones group capacity estimation during monitoring mission.....	70
<i>Lanetskyi B.N., Kobziev V.V., Artemenko A.A.</i> The test data processing technique of the antiaircraft missile systems radio electronic means that are exploited by the technical conditions, with the “failsafe switching probability” safety indicator.....	75
<i>Lebid Y.V., Kononenko S.M., Sudnikov Y.O., Yefimova R.H.</i> The quality indexes estimation method of the phase-locked loop system	81
<i>Mirnenko V.I., Pustovyi S.O., Yablonskyi P.M., Avramenko O.V.</i> Comparison of aerotechnics devise maintenance efficiency which are exploited with the technical condition for diffusion-monotonic and diffusion-nonmonotonic failure distribution models.....	88
<i>Moskalenko A.O., Voloshko S.V., Sliusar I.I., Rubcov I.Y.</i> The signals immunity of the improved modulation by cyclic shift with adaptation to information transfer rate in multimode propagation environment.....	94
<i>Openko P.V., Drannyk P.A., Kobziev V.V., Zubrytskyi H.M.</i> The warfare self-supportability assessment by an antiaircraft missile troops grouping.....	99
<i>Prystazhniuk M.M., Shymchuk O.S.</i> The Internet as the new environment of the suggestive manipulative influence.....	104
<i>Sliusar V.I., Zinchenko A.O., Zinchenko K.A.</i> The GSM standard mobile telecommunication system for airspace radar control needs	108
<i>Chumachenko S.M., Danyliuk S.L.</i> The simulation method of the Voltaire systems observation process in a conducting operations zone as the adaptable ecological monitoring new informational technology element of the environment condition.....	115

Interactive Models of Scientific Educational Environment Development in the Sphere of Security and Defence

<i>Kozubtsov I.M.</i> The information model of postgraduate student with methodological competence preparation in the higher military education system	120
<i>Savchenko V.A.</i> Bring Your Own Device policy and Wi-Fi technology for military organization	121
<i>Chopa D.A., Derevianchuk A.Y., Moskalenko D.R.</i> The basic principles of a simplified electronic simulators of an artillery systems development	131

Modern Military Theoretical Problems

<i>Bobylov V.Y.</i> Troops management based on feedback.....	136
--	-----

Interactive Discourse in the State's Information Security Context

<i>Bocharov M.M., Voitko O.V., Tyshchenko M.H.</i> The combined arms units protection task from the negative information and psychological warfare during the anti terrorist operation	139
<i>Voloshyna N.M., Cherevatyi S.V.</i> Information influence on Ukrainian society public opinion	144

Editorial Board

Chief Editor

colonel *Permiakov Oleksandr Yuriiovych*,
doctor of technical sciences, professor

Deputy Chief Editor

colonel *Savchenko Vitalii Anatoliiovych*,
doctor of technical sciences, senior research fellow

Editorial Board members:

Butvin Borys Leonidovych,
doctor of technical sciences, professor

Gawliczek Piotr,
associate professor

Drobakha Hryhorii Andriiovych,
doctor of military sciences, professor

Zhuk Serhii Yakovych,
doctor of technical sciences, professor

Zahorka Oleksii Mykolaiovych,
doctor of military sciences, professor

colonel *Katerynychuk Ivan Stepanovych*,
doctor of technical sciences, professor

Kompantseva Larysa Feliksivna,
doctor of philological sciences, professor

Kosevtsov Viacheslav Oleksandrovych,
doctor of military sciences, professor

Kravchenko Yurii Vasylovych,
doctor of technical sciences, professor

colonel *Lobanov Anatolii Anatoliiovych*,
doctor of military sciences, professor

Potii Oleksandr Volodymyrovych,
doctor of technical sciences, professor

Presnall Aaron,
doctor of philosophy

Repilo Yurii Yevhenovych,
doctor of military sciences, professor

major general *Ryspaiev Askhat Nauryzbaiovych*,
candidate of military sciences

Romanchenko Ihor Serhiovych,
doctor of military sciences, professor

colonel *Ruban Ihor Viktorovych*
doctor of technical sciences, professor

Riabtsev Viacheslav Vitaliiovych,
candidate of technical sciences,
associate professor

Sbitniev Anatolii Ivanovych,
doctor of technical sciences, professor

Semon Bohdan Yosypovych,
doctor of technical sciences, professor

Servatiuk Vasyl Mykolaiovych,
doctor of military sciences, professor

Solonnikov Vladyslav Hryhorovych,
doctor of technical sciences, professor

Telemetry Vasyl Maksymovych,
doctor of military sciences, professor

Fluri Philip,
doctor of philosophy

Shevchenko Viktor Leonidovych,
doctor of technical sciences,
senior research fellow

Shemaiev Volodymyr Mykolaiovych,
doctor of military sciences, professor

Shimic Goran,
doctor of philosophy

Executive Secretary

major *Tyshchenko Maksym Heorhiovych*,
candidate of technical sciences

Сергій Володимирович Волошко (канд. техн. наук, с.н.с.)

Ігор Іванович Слюсарь (канд. техн. наук, доцент)

Артем Олексійович Москаленко (канд. техн. наук)

Ігор Володимирович Ромашко

Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка, Полтава, Україна

ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ЦИФРОВОЇ ОБРОБКИ СИГНАЛІВ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ПЕРСПЕКТИВНИХ СИСТЕМ СУПУТНИКОВОГО ЗВ'ЯЗКУ

Останнім часом широкий розвиток отримала концепція мережево-центричної війни (NET-CENTRIC WAR OPERATIONS, NCWO), сутність якої полягає в об'єднанні сенсорної і бойової підсистем із метою підвищення швидкості керування та забезпечення повної синхронізації бойових дій. Необхідним аспектом реалізації даної концепції вважається впровадження нових систем керування, розвідки, комп'ютерного моделювання, оперативного бойового забезпечення та ін. У цьому відношенні незмінним лідером стосовно проведення революційних змін у військово-технічній сфері залишаються США. В якості основного інформаційного середовища для реалізації NCWO розглядається супутниковий зв'язок.

У статті в рамках згаданої концепції розглянуто проекти нових і перспективних систем супутникового зв'язку із застосуванням технології цифрового діаграмоутворення і ортогональної частотної дискретної модуляції.

Ключові слова: система супутникового зв'язку; цифрове діаграмоутворення; цифрова антенна решітка.

Вступ

Постановка проблеми. Сучасна епоха глобалізації змушує провідні космічні держави поєднувати зусилля в напрямку подальшого розвитку наукомістких і ресурсномістких технологій у сфері телекомунікацій. Підтвердженням цього є спроби здійснити проект глобальної інформаційної космічної системи "НЕО" для глобального обміну інформаційними потоками через супутники різних держав та різного призначення.

В той же час бойові дії сучасності показують, що в нинішніх умовах значно збільшився обсяг інформації, необхідний для прийняття рішень, зростає і динамічність самої інформації, яка швидко застаріває. У сучасному бою для ухвалення адекватного рішення необхідна оперативна й точна інформація в реальному часі, що відповідає сформованій на даний момент обстановці. Складність і динамічність інформації вимагають значно більше часу для її аналізу, а сучасний характер бойових дій - прийняття рішень у якомога коротші строки, а в окремих випадках - миттєво. Тому у збройних силах найбільш розвинених держав з'явилися такі нові форми ведення воєнних дій, як інформаційні операції (наступальні, оборонні, спеціальні), і нові способи збройної боротьби, як наприклад, боротьба із системами бойового управління (Command Control Warfare – C2W). Технічною основою забезпечення нових форм ведення воєнних дій повинні служити перспективні системи зв'язку, створені на основі впровадження новітніх інформаційних технологій.

Цифрові транспортні мережі, що створюються на основі систем ущільнення існуючих середовищ

передачі: коаксіального і волоконно-оптичного кабелю, витої пари, радіофіру – дозволяють забезпечити цифрову форму подання всіх переданих і оброблюваних сигналів, незалежно від типу переданої інформації, будь то мова, текст, дані, графіка й зображення, а також цифрові методи їхньої обробки і передачі.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проведені протягом останніх років численні наукові дослідження щодо можливості застосування в системах зв'язку сучасних технологій цифрової обробки сигналів на основі надрелеївського розрізнення, цифрового діаграмоутворення (ЦДУ) [1, 5-6], Multiple Input Multiple Output (MIMO) [7, 8], а також комбінацій просторового, частотного та часового розподілу каналів зв'язку дозволяють зробити висновок: технології ЦДУ, MIMO, програмної реконфігурації стають базовими для сучасних систем зв'язку і суттєво покращують їх характеристики.

При створенні перспективних засобів супутникового зв'язку в умовах удосконалення форм інформаційної боротьби та підвищення вимог до ефективності систем зв'язку значну увагу слід спрямувати на застосування технології цифрового діаграмоутворення, методів ортогональної частотної дискретної модуляції сигналів (OFDM) та неортогональної частотної дискретної модуляції сигналів (N-OFDM) [2].

Мета статті. Обґрунтування доцільності створення нових систем супутникового зв'язку за рахунок застосування цифрового діаграмоутворення, надрелеївського розрізнення

сигналів та удосконалення методів обробки сигналів в засобах зв'язку.

Виклад основного матеріалу дослідження

Проекти із застосуванням технологій цифрового діаграмоутворення

Серед проектів з ЦДУ слід назвати вже реалізований проект ССЗ THURAYA, який фінансувався компанією Thuraya Satellite

Telecommunication (OAE). До складу космічного сегменту THURAYA входять космічні апарати (КА) на геостаціонарній орбіті зі встановленою на борту приймально-передавальною ЦАР L-діапазону. Антенна решітка утворена із 128 дипольних елементів і забезпечує одночасне формування до 300 променів. Приймальний та передавальний сегменти ЦАР представлені на рис. 1.

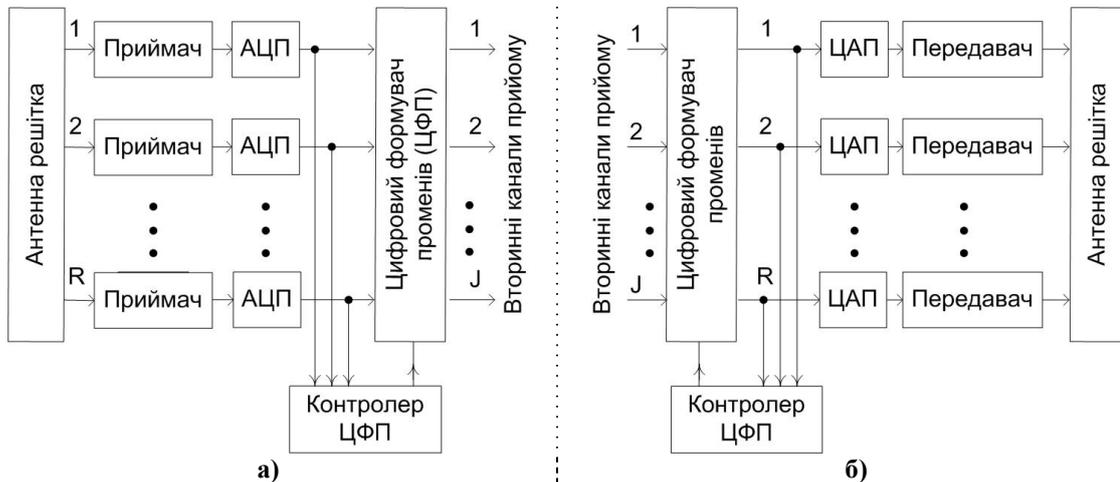


Рис. 1. Приймальний (а) та передавальний (б) сегменти ЦАР супутника-ретранслятора Thuraya

За рахунок ЦДУ та перенацілення променів система спроможна адекватно реагувати на зміну інформаційного навантаження. При цьому в бортовому спецобчислювачі реалізуються функції виділення каналів зі змінною смугою пропускання, декодування сигналів у стандартах FDMA та TDMA, їхньої квадратурно-фазової модуляції та демодуляції, що дозволяє забезпечити комутацію понад 25 000 дуплексних каналів зв'язку, розрахованих на обслуговування 1,75 млн. абонентів одночасно.

Особливістю проекту квазістаціонарної ССЗ компанії Mitsubishi Electric (Японія) є здатність забезпечення за рахунок ЦАР кожним із трьох супутників системи до 100 000 каналів двостороннього зв'язку. При цьому формування численних променів діаграми спрямованості дозволяє більш раціонально використовувати ресурс ретрансляторів.

На створення антени з цифровим формуванням променів в інтересах ширококутового супутникового зв'язку спрямований також проект SANTANA (Smart Antenna Terminal), започаткований та профінансований Міністерством освіти і досліджень Німеччини. У проект приймали участь Гамбурзький технічний університет, Інститут комунікації та навігації, Інститут високочастотної та НВЧ техніки, а також підприємства EADS Astrium, IMST, DLR, IHF, VIcon та ін. Метою проекту було створення демонстратора активної ЦАР Ка-діапазону. Проект складався з двох етапів. У ході першого були розроблені, створені та досліджені 16-елементні приймальний та передавальний модулі

ЦАР. На другому етапі за рахунок використання сукупності базових модулів створений демонстратор 4-модульної (64-елементної) приймально-передавальної ЦАР. Подальші дослідження в проекті SANTANA були спрямовані на системну інтеграцію, у ході якої була розроблена, створена та досліджена 16-модульна (256-елементна) приймально-передавальна супутникова ЦАР (рис. 2).

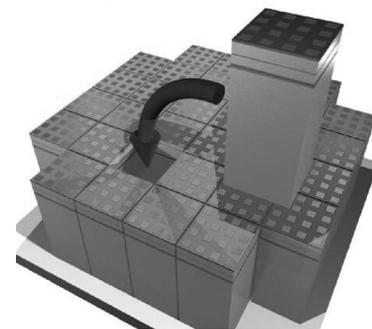


Рис. 2. Модульний принцип формування 256-елементної ЦАР

З огляду на використання повітряного сегменту в перспективних системах супутникового зв'язку заслугоує на увагу проект HALO-Network фірми Angel Technologies Corporation (США) із стратосферною базовою станцією мегаполісної радіомережі, що розміщується на спеціальному літаку Proteus каліфорнійської фірми Scaled Composites. Згідно проекту ЦАР повинна замінити рухому антену. Літак Proteus знаходиться на висоті 18-20 км і рухається за кільцевою траєкторією з діаметром кола 10-15 км. Він має охоплювати послугами ширококутового цифрового зв'язку

сотні тисяч наземних користувачів на площі великого мегаполісу з радіусом 120-150 км.

Важливе значення має впровадження ЦАР у систему супутникової радіонавігації GPS (США), яка набула поширення по всьому світу, а її приймальні індикатори стали продуктами масового попиту. Перспективи розширення комерційного ринку навігаційної апаратури виявилися настільки вражаючі, що США здійснили модифікацію системи під цивільні потреби.

Проекти із застосуванням технологій ортогональної частотної дискретної модуляції

Найбільш придатними для військових систем супутникового зв'язку (ВССЗ) вважаються широкопasmові сигнали (ШСС), які забезпечують значні швидкості передачі, підвищену завадостійкість та енергетичну прихованість. Пріоритетним для ВССЗ із ЦДУ є використання ШСС на основі OFDM. Цей метод використовується у стандартах HIPERLAN/2, IEEE 802.11, IEEE 802.16 [4], тощо. Сутність методу OFDM полягає в розподілі всієї смуги частот на множину підканалів фіксованої ширини, які можна розглядати як набір систем із QAM.

До ключових переваг методу OFDM варто віднести поєднання високої швидкості передачі разом із протидією міжканальній інтерференції – явищу, що є наслідком багатопроменевого поширення. При цьому відсутність частотної залежності каналів забезпечується ортогональністю несучих сигналів. Застосування OFDM забезпечує підвищення показників порогових співвідношень сигнал/шум та енергетичну ефективність сигналу на біт інформації у порівнянні з традиційними методами модуляції. Крім того, наявність низькошвидкісних субканалів робить модуляцію OFDM особливо зручною для реалізації її в ЦАР з точки зору обробки інформації у реальному масштабі часу.

Література

1. Слюсар В. И. Цифровое формирование луча в системах связи: будущее рождается сегодня / В. И. Слюсар // *Электроника: Наука, Технология, Бизнес.* – 2001. – № 1. – С. 6–12. **2. Филиппов А. Ю.** Алгоритмы модуляции технологий xDSL // *Сети ЭВМ и телекоммуникации.* Режим доступа: <http://lecture.by.ru/articles/xdsl>. **3. Зубарев Ю. Б.** Цифровое телевизионное вещание. Основы, методы, системы / Ю. Б. Зубарев, М. И. Кривошеев, И. Н. Красносельский – М. : НИИР. 2001. – 568 с. **4. Рошан П.** Основы построения беспроводных локальных сетей стандарта 801.11 / П. Рошан, Д. Лиэри. – М. : Вильямс, 2004. – 304 с. **5. Слюсар В. И.**

Одним із OFDM-проектів в інтересах збройних сил США є MinuteMan, який фінансується Office of Naval Research (ONR) і здійснюється з 2000 р. Electrical Engineering Department and Computer Science Department of UCLA (США). Мета проекту – розробка системи радіозв'язку та обміну даними сил флоту з безпілотними повітряними, надводними і наземними апаратами.

До речі, фірма Nova Engineering пропонує вже комплекти зв'язку для ВМС США, які використовують принцип OFDM та випускаються серійно (HDR LOS Radio Modem). У сухопутних військах НАТО незабаром з'явиться система зв'язку, що використовує військову версію протоколу 802.11g (OFDM), її виробництво освоїла нідерландська фірма MobiComm.

Висновки і перспективи подальших досліджень

Наведений перелік проектів і програм, що спираються на застосування технології ЦДУ та модуляції OFDM (N-OFDM), є далеко не повним і постійно розширюється.

Крім того, при створенні перспективних засобів супутникового зв'язку зростає кількість досліджень, спрямованих на впровадження технологій просторово-часової і просторово-поляризаційної обробки сигналів. В останні роки все більшого поширення набуває застосування модуляції OFDM (N-OFDM) в сукупності з випромінюванням сигналів подвійної поляризації.

Отже, удосконалення сучасних засобів зв'язку шляхом впровадження технології ЦДУ та модуляції OFDM (N-OFDM) – закономірний історично-діалектичний процес розвитку. Використання зазначених технологій є визначним явищем у розвитку ВССЗ, здатним кардинально вплинути на якість ведення ефективних бойових дій в епоху мережево-центричних та інформаційних воєн.

Цифровые антенные решетки в зарубежных системах мобильной связи / В. И. Слюсар, М. А. Заблочкин // *Зв'язок.* – 1999. – №1. – С. 25–27. **6. Слюсар В. И.** Цифровое диаграммообразование – базовая технология перспективных систем связи / В. И. Слюсар // *Радиоаматор.* – 1999. – №8. – С. 58–59. **7. Слюсар В. И.** Системы ММО: принципы построения и обработка сигналов / В. И. Слюсар // *Электроника: Наука, Технология, Бизнес.* – 2005. – №8. – С. 52–59. **8. Слюсар В. И.** Метод многоимпульсной передачи сигналов в ММО-системе / В. И. Слюсар, А. Н. Дубик // *Известия вузов. Сер. Радиоэлектроника.* – 2006. – №3. – С. 75–80.

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ПЕРСПЕКТИВНЫХ СИСТЕМ СПУТНИКОВОЙ СВЯЗИ

Сергей Владимирович Волошко (канд. техн. наук, с.н.с.)

Игорь Иванович Слюсарь (канд. техн. наук, доцент)

Артем Алексеевич Москаленко (канд. техн. наук)

Игорь Владимирович Ромашко

Полтавский национальный технический университет имени Юрия Кондратюка, Полтава, Украина

В последнее время широкое развитие получила концепция сете-центрической войны (NET-CENTRIC WAR OPERATIONS, NCWO), суть которой состоит в объединении сенсорной и боевой подсистем с целью повышения скорости управления и обеспечения полной синхронизации боевых действий. Необходимым аспектом реализации данной концепции считается внедрение новых систем управления, разведки, компьютерного моделирования, оперативного боевого обеспечения и т.п. В этом отношении бесспорным лидером относительно проведения революционных изменений в военно-технической сфере остаются США. В качестве основной информационной среды для реализации NCWO рассматривается спутниковая связь.

В статье в рамках упомянутой концепции рассмотрены проекты новых и перспективных систем спутниковой связи с применением технологии цифрового диаграммообразования и ортогональной частотной дискретной модуляции.

Ключевые слова: система спутниковой связи; цифровое диаграммообразование; цифровая антенная решётка.

THE USE OF THE DIGITAL SIGNALS PROCESSING TECHNOLOGY FOR ADVANCED SATELLITE COMMUNICATIONS SYSTEMS DEVELOPMENT

Serhii V. Voloshko (Candidate of Technical Sciences, Senior Research Fellow)

Ihor I. Sliusar (Candidate of Technical Sciences, Associate Professor)

Artem O. Moskalenko (Candidate of Technical Sciences)

Ihor V. Romashko

Poltava National Technical Yuri Kondratyuk University, Poltava, Ukraine

In recent years, widely developed the concept of network-centric war (NET-CENTRIC WAR OPERATIONS, NCWO), the essence of which is to combine the sensor and combat subsystems to enhance the speed and control to ensure full synchronization of the fighting. An essential aspect of the implementation of this concept is the introduction of new management systems, intelligence, computer simulation, operational combat support, etc. In this respect, the undisputed leader of the revolutionary changes regarding the military-technical sphere are the United States. As the main information environment for the implementation of NCWO considered satellite.

The article referred to the concept as part of the drafts of new and emerging satellite communication systems using digital beamforming technology and orthogonal frequency discrete modulation.

Keywords: satellite communication system; digital beamforming; digital antenna array.

References

1. Slyusar V.I. (2001), [Tsifrovoe formirovanie lucha v sistemah svyazi: budushee rozhdetsya segodnya], Elektronika: Nauka, Tehnologiya, Biznes, № 1. pp. 6–12.
2. Filiminov A.Y. [Algoritmy modulyatsii tehnologiy xDSL], Seti EVM i telekommunikatsii, Available at: <http://lecture.by.ru/articles/xdsl>.
3. Zubarev Y.B., Krivosheev M.I., Krasnoselskiy I.N. (2001), [Tsifrovoe televizionnoe veschanie. Osnovy, metody, sistemy], Moscow, NIIR, 568 p.
4. Roshan P., Lieri D. (2004), [Osnovy postroyeniya besprovodnykh lokalnykh setey standarta 801.11], Moscow, Vilyams, 304 p.
5. Slyusar V.I., Zablotskiy M.A. (1999), [Tsifrovyye anteny reshetki v zarubezhnykh sistemah mobilnoy svyazi], Zviyazok, № 1. pp. 25–27.
6. Slyusar V.I. (1999), [Tsifrovoe diagrammoobrazovanie – bazovaya tehnologiya perspektivnykh sistem svyazi], Radioamator, № 8, pp. 58–59.
7. Slyusar V.I. (2005), [Sistemy MIMO: printsipy postroyeniya i obrabotka signalov], Elektronika: Nauka, Tehnologiya, Biznes, № 8, pp. 52–59.
8. Slyusar V.I., Dubik A.N. (2006), [Metod mnogoimpulsnoy peredachi signalov v MIMO-sisteme], Izvestiya vuzov. Seriya Radioelektronika, № 3. pp. 75–80.

Отримано: 08.06.2015 р.

Комп'ютерна верстка: *М.Г. Тищенко, М.О. Масесов, Є.О. Судніков, Д.Л. Демидко*

Засновник і видавець Національний університет оборони України імені Івана Черняховського.
Св-во КВ № 20490-10290ПР. Адреса редакції: 03049, м. Київ, Повітрофлотський пр-т, 28. Тел. (044) 271-09-44.

Підписано до друку 27.08.2015. Формат 60×84 1/8. Ум. друк. а. 24. Тираж 100 прим.

Надруковано у друкарні Національного університету оборони України імені Івана Черняховського.
