

УДК 621.3

О.М. БАШКИРОВ канд. техн. наук, **О.М. КОСТИНА** канд. військ. наук, **А.В. ШИШАЦЬКИЙ**, інж. (Центр. науково-дослід. ін-т озброєння та військової техніки Збройних Сил України, м. Київ),
Ю.І. ВІЛЮХА, інж. (Центр. науково-дослід. ін-т Збройних Сил України, м. Київ)

РОЗВИТОК ІНТЕГРОВАНИХ СИСТЕМ ЗВ'ЯЗКУ ТА ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ ДЛЯ ПОТРЕБ ЗБРОЙНИХ СИЛ

Розглянуто концептуальні засади організації системи зв'язку збройних сил США й країн НАТО. На основі досвіду побудови й функціонування системи зв'язку розвинених країн світу сформульовано тактико-технічні вимоги до перспективних засобів зв'язку для Збройних Сил України.

Рассмотрены концептуальные принципы организации системы связи вооруженных сил США и стран НАТО. На основе опыта построения и функционирования системы связи развитых стран мира сформулированы тактико-технические требования к перспективным средствам связи для Вооруженных Сил Украины.

У цей час військове керівництво США та країн НАТО проводить активні роботи зі створення глобальної інформаційної мережі GIG (Global Information Generation), яка б забезпечувала реалізацію концепції ведення бойових дій в єдиному інформаційному просторі, надаючи можливості спільного використання й обміну інформаційними ресурсами між усіма видами збройних сил (ЗС) США на всій території ведення бойових дій у будь-який час. Розгортання мережі GIG дозволить здійснити інтеграцію засобів спостереження, розвідки, зв'язку, управління бойових засобів на всіх рівнях за допомогою обміну різними видами інформації (мовні та факсимільні повідомлення, відеозображення, електронна пошта та ін.).

Важливою умовою побудови глобальної мережі GIG є впровадження відкритої архітектури системи зв'язку TCA (Transformational Communications Architecture) об'єднаних оперативних формувань ЗС США, які будуть трансформуватися в залежності від обстановки та завдань. З цією метою здійснюється перехід від різнотипних незалежно функціонуючих підсистем до інтегрованих систем зв'язку та передачі даних (ІСЗ ПД) як сукупності уніфікованих багатофункціональних широкодіапазонних радіостанцій і комутаційних пристроїв, які апаратно й функціонально сполучено згідно роботи [1], об'єднано єдиною системою управління, потоків різнотипної інформації (мовні сигнали, дані, графічні та відеозображення), як показано на

рис. 1. Багатофункціональність радіостанцій реалізується завдяки використанню широкого класу сигналів, способів кодування, заходів завадозахисту та режимів передачі інформації.

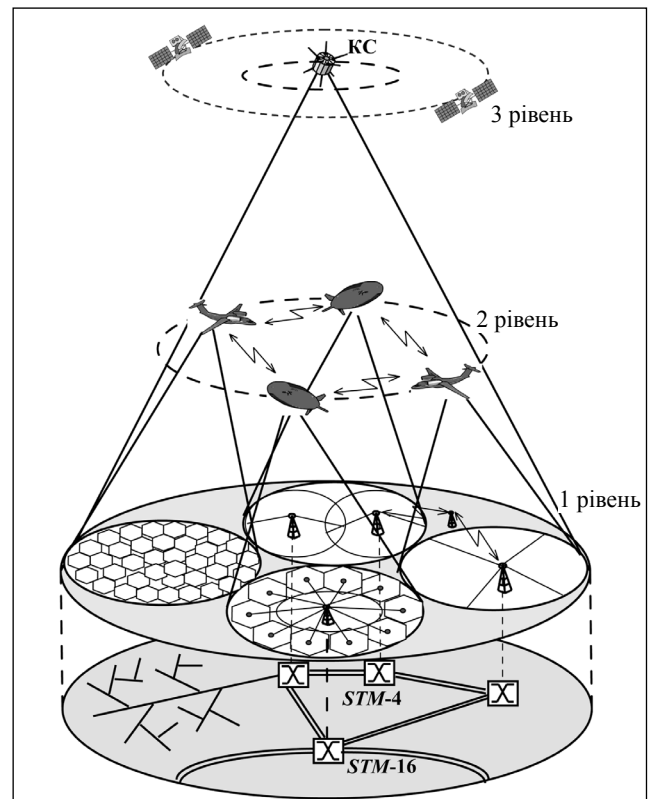


Рис. 1. Архітектура тривірневої системи зв'язку [2]

© О.М. БАШКИРОВ, О.М. КОСТИНА, А.В. ШИШАЦЬКИЙ, Ю.І. ВІЛЮХА, 2015

Перший (наземний) рівень включає наземні тактичні мережі зв'язку, які побудовано за принципом комп'ютерних мереж локального й міського масштабів, і глобальну високошвидкісну опорну мережу зв'язку на основі магістральних волоконно-оптичних, супутникових, радіорелейних і тропосферних ліній, а також мережі автоматизованого комутаційного устаткування нового покоління (STM-4, STM-16). Другий рівень, який побудовано на повітряних платформах, містить багатоканальні засоби зв'язку та ретрансляції повітряного базування, передусім на безпілотних літальних апаратах. Третій (космічний) рівень – це система зв'язку космічного базування, яка включає штучні супутники Землі, що сполучаються між собою лініями міжсупутникового зв'язку, та розгалужену мережу наземних станцій.

Загальні тенденції впровадження концепції трирівневої архітектури ІСЗ ПД в найближчій перспективі (до 2020 р.) викладено в роботі [2]:

1. Заміна різнорідних спеціалізованих засобів зв'язку на уніфіковані радіостанції широкого частотного діапазону з багатьма функціями та комутаційні пристрої, які апаратно й функціонально поєднано, що забезпечують програмне управління

радіостанціями, формування сигналів із потрібними параметрами (діапазон робочих частот, вид та форма сигналу, вихідна потужність) й реалізацію протоколів обміну даними між різнотипними мережами та засобами зв'язку без додаткового сполучення.

2. Використання багатократного дублювання й резервування каналів та вузлів зв'язку, адаптивної маршрутизації пакетів, супутникового зв'язку, широкодіапазонних радіостанцій, повітряних ретрансляторів.

3. Застосування завадостійких режимів роботи, які поєднують перелаштування робочих частот із використанням широкосмугових сигналів, адаптивного управління параметрами передавача, використання завадостійких кодів із високою здатністю виправляти помилки.

4. Забезпечення одночасного обміну всіма видами інформації (мовні повідомлення, дані, графічні та відеозображення), в тому числі таємною, в реальному масштабі часу одними й тими ж самими каналами зв'язку.

5. Побудова мобільних мереж радіозв'язку в тактичній ланці на основі принципів самоорганізації (Mobile Ad Hoc Network – MANET) із можливістю роботи будь-якої радіостанції мережі

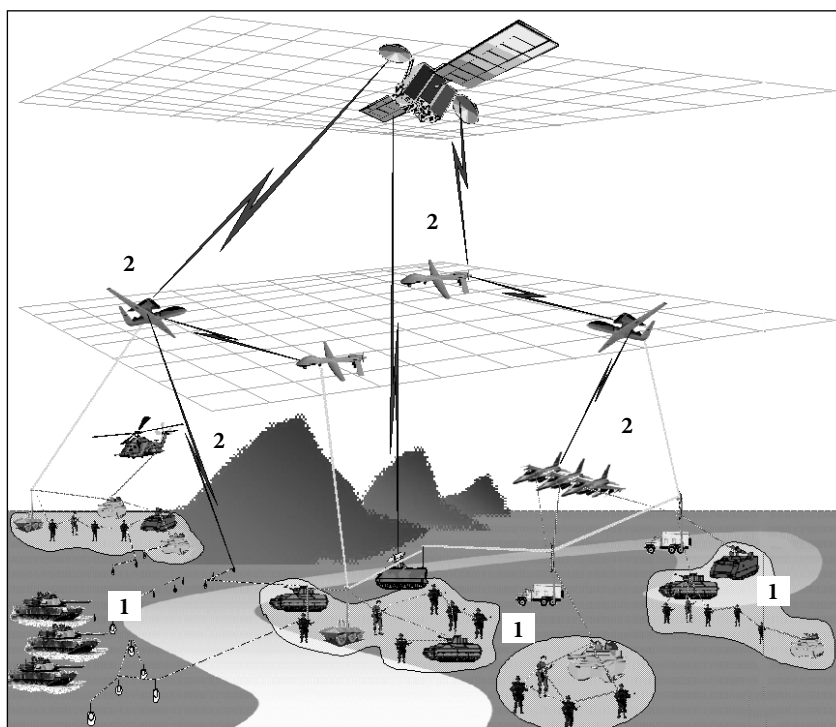


Рис. 2. Варіант об'єднання абонентів у самоорганізовану мережу [3]:

1 – локальні мережі об'єднують окремих абонентів в довільну групу;

2 – засоби ретрансляції та комутації об'єднують локальні мережі в єдину систему.

ретранслятором (рис. 2), яка дозволяє адаптуватися до умов навантаження й задовою ситуації.

6. Використання готових комерційних апарато-програмних засобів, стандартів і протоколів зв'язку, які сертифіковано в ЗС США.

Реалізація вказаних завдань здійснюється в рамках програм створення сімейства нових універсальних засобів зв'язку для тактичної ланки «Об'єднана система тактичного радіозв'язку» (Join Tactical Radio System – JTRS) під час розробки перспективної автоматизованої системи зв'язку «Тактична інформаційна мережа учасника бойових дій» (Warfighter Information Network – Tactical – WIN-T).

Концепція американської програми JTRS використовувалася з метою розробки аналогічних європейських програм: ESSOR2 (European Secure Software Defined Radio) та SFuA. Європейське оборонне агентство реалізує проект програмованих радіостанцій ESSOR, в якому беруть участь Іспанія, Італія, Польща, Фінляндія, Франція й Швеція. Зокрема, компанією SELEX Communications (Італія) створено серію універсальних радіостанцій, які сумісні з радіостанціями, що розробляються за програмою JTRS згідно роботи [3]. З аналогічними можливостями компанією Thales (Франція) розроблено серію радіостанцій ElexNet, як це зазначено в роботі [4]. За німецькою національною програмою, яку створено компанією Ronde & Schwarz,

серію радіостанцій SVFuA призначено для бундесвера Німеччини. На рис. 3 наведено цифрові радіостанції та мережеві засоби зв'язку різних компаній, в тому числі українських, які вже створено для збройних сил, на яких може ґрунтуватися майбутня система зв'язку.

Найважливішою особливістю мереж радіозв'язку перспективних розвідувально-сигнальних систем США та країн НАТО є можливість об'єднання датчиків у самоорганізовані мережі (рис. 2) на основі використання перспективних радіостанцій серії JTRS в умовах прямої видимості або за допомогою супутникового зв'язку в разі її відсутності, як викладено в роботі [3].

Другий рівень перспективної ІСЗ ПД складається з повітряних засобів ретрансляції, як зазначено в роботі [5], які розміщено на аеростатах, стратостатних дирижаблях, пілотованих літаках – повітряних пунктах управління, на транспортних літаках, паливозаправниках і безпілотних літальних апаратах (рис. 4). Ретрансляційне обладнання повітряних платформ будуватиметься на базі універсальних багатодіапазонних цифрових радіостанцій, які програмовано JTRS або широкосмугових надвисокочастотних систем зв'язку загального користування, які використовують стандарти ліній передачі CDL та TCDL. Ретрансляційне обладнання характеризується широким діапазоном частот і

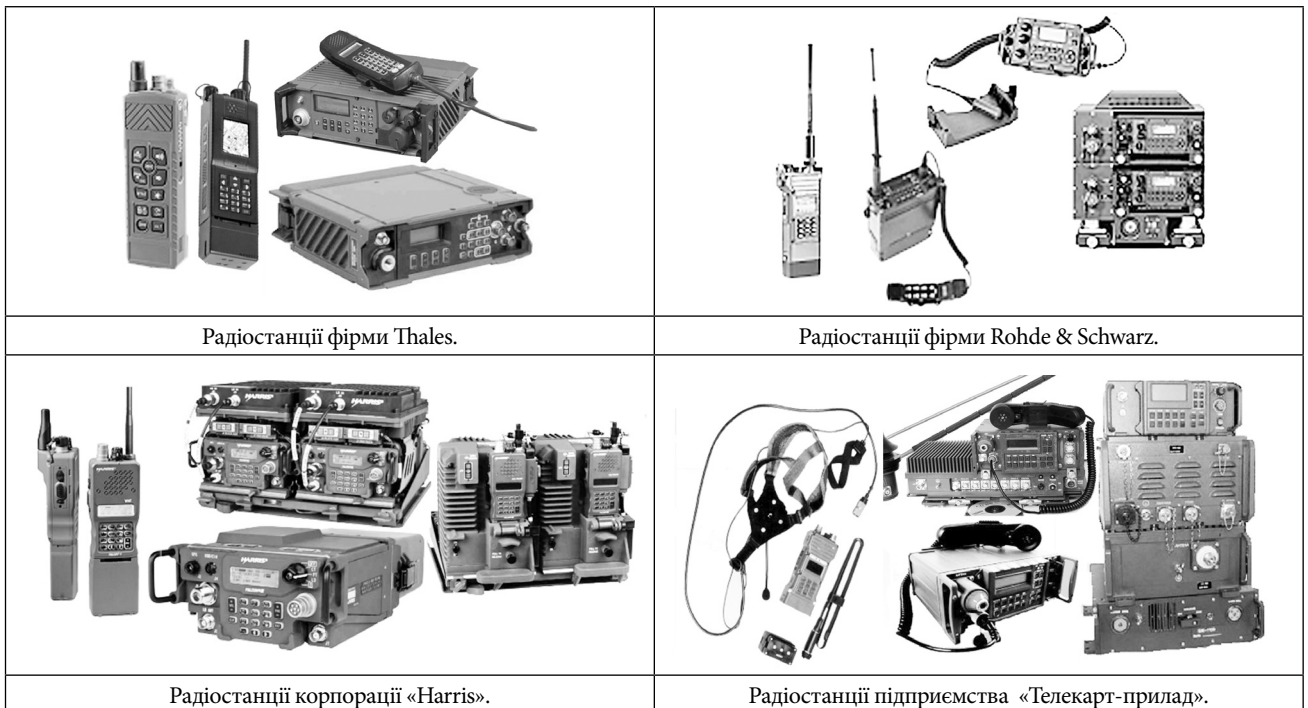


Рис. 3. Зразки універсальних радіостанцій різних компаній [5]

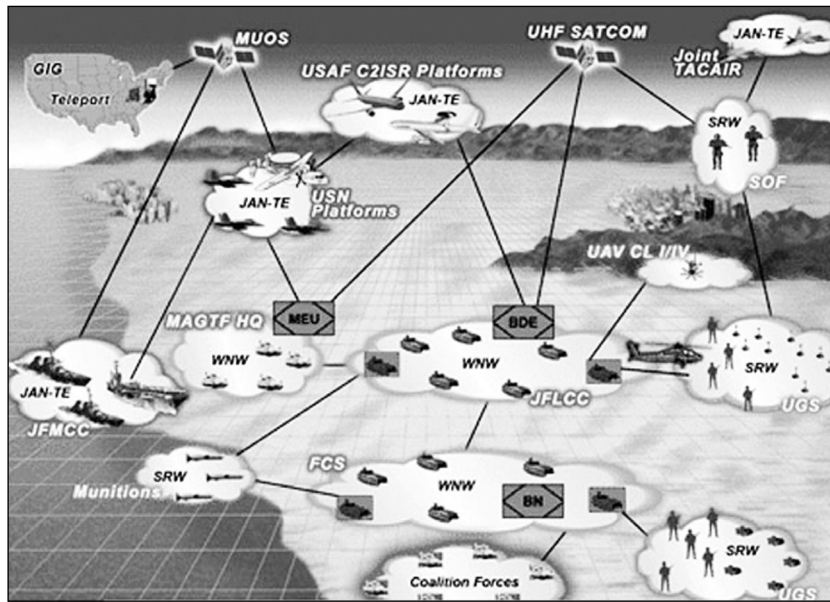


Рис. 4. Перспективна глобальна система зв'язку [2]

швидкостей передачі даних, можливістю одночасної роботи в декількох піддіапазонах та їхньої оперативної зміни, розширеною номенклатурою сигналів, що використовуються, яка включає нові форми сигналів систем JTRS та CDL, застосуванням антен, які спрямовано, заводостійкого кодування й широкопasmових шумоподібних сигналів зі змінюваною шириною смуги каналу, адаптацією параметрів модуляції і кодування за зміни заводої ситуації.

Перспективні засоби зв'язку космічного базування – третій (космічний) рівень перспективної ІСЗ ПД, які включатимуть супутникову систему широкопasmового зв'язку WGS, систему вузькопasmового зв'язку мобільних користувачів MUOS, систему захищеного супутникового зв'язку AENF і систему супутникового зв'язку TCS, що може оперативно трансформуватися, які представлено космічними апаратами TSAT на геостационарній орбіті, APS – на високоеліптичній полярній орбіті та їх елементами мережевого управління.

Одним з найважливіших завдань системи радіозв'язку є спільне використання загального радіочастотного ресурсу, який буде зайнято практично повністю за реалізації перспективної ІСЗ ПД. Це призводить до необхідності підвищення ефективності використання спектрального ресурсу за рахунок застосування з метою передачі цих ділянок частотного діапазону, які не зайнято в даний момент часу іншими користувачами (системами). З метою реалізації такої можливості необхідна

управляюча структура, яка забезпечить динамічний перерозподіл частотних каналів і режимів роботи радіостанцій з урахуванням умов сигнально-завадової обстановки. З метою опису радіосистем, що мають вказані властивості, використовується термін «система когнітивного радіозв'язку» згідно роботи [7], під яким розуміється інтелектуальна система зв'язку, яка здатна аналізувати завадосигнальну інформацію й адаптуватися до неї, реагуючи на зміни в ефірі в реальному часі зміною своїх власних параметрів (діапазону частот, виду й форми сигналу, вихідної потужності) із метою збільшення ефективності використання спектрального ресурсу.

Адаптивне управління робочими частотами дозволяє радіостанціям в автоматичному режимі виявляти смуги частот, які не використовуються (вільні), й задіяти їх для організації зв'язку шляхом швидкого переналаштування робочої частоти. Спеціальне програмне забезпечення радіостанції аналізує весь діапазон робочих частот, забезпечує доступ до вільної частини спектру з метою передачі та прийому інформації. У випадку підвищення рівня завантаження частотного діапазону або в разі виникнення завад смуга робочих частот змінюється без переривання сеансу зв'язку. З метою забезпечення можливості переналаштування робочих частот радіостанцій передбачається обладнати їх змінними носіями інформації, в пам'ять яких записуватимуться дані про розподіл спектру в конкретному регіоні, що дозволяє швидко

перенастроювати систему зв'язку шляхом адаптивного управління спектром радіочастот.

З урахуванням того, про що йшла мова, визначимо перспективи подальшого розвитку систем радіозв'язку в період до 2025 р.

Перше. Впровадження технологій когнітивного радіо, які дозволяють автоматично проводити аналіз сигнально-завадової ситуації й відповідний вибір частотного піддіапазону, підстроювання частотних, часових й енергетичних параметрів, режимів роботи та форм сигналів радіостанцій JTRS, що налаштовуються програмно, й найбільш ефективні для цієї ситуації в інтересах максимальної реалізації пропускну здатності системи зв'язку в разі забезпечення необхідної вірогідності передачі даних.

Друге. Застосування надширокопосмугових сигналів із метою підвищення скритності, надійності та завадозахищеності радіозв'язку.

Третє. Забезпечення управління в русі шляхом переходу від малорухомих систем стільникового й супутникового зв'язку до високомобільних систем зв'язку в оперативно-тактичній ланці.

Четверте. Підвищення стійкості зв'язку шляхом впровадження багатоантенних систем радіозв'язку та МІМО-технології.

П'яте. Підвищення завадозахищеності використання спеціальних антен, які спрямовано, та цифрового діаграмоутворення, що забезпечує формування нулів діаграм направленості антен на джерело завад.

Шосте. Застосування безпілотників із ретрансляторами на борту для організації обміну інформацією між окремими мережами тактичної ланки з метою розширення радіусу дій і зниження навантаження на глобальні системи зв'язку.

Висновки

Основними тенденціями розвитку систем військового радіозв'язку провідних країн світу є перехід до цифрових технологій, побудова систем із відкритою архітектурою та можливістю програмної реконфігурації. Треба відмітити, що реалізація напрямків розвитку систем і засобів радіозв'язку військового призначення в збройних силах країн НАТО покликана істотно скоротити час реакції на зміну поточної обстановки й підвищити оперативність управління військами (силами) та зброєю. За аналогічними принципами будуються системи зв'язку у наших сусідів: наприклад, в Збройних

Силах Росії, Білорусі, Казахстану. Їх позитивний досвід доводить, що схоже мають здійснюватись розробки сучасної техніки радіозв'язку й в Україні.

В зв'язку з відсутністю в Україні власної супутникової сегменти техніки зв'язку до запуску власних супутників доцільно тимчасово замість них розгорнути квазісупутникову телекомунікаційну систему на базі висотних аероплатформ із застосуванням аеростатів та дирижаблів.

З метою підвищення ефективності рішень щодо створення системи зв'язку ЗС України доцільне використання в процесі розробок перспективних принципів функціонування мережецентричних розподілених систем, GRID-решіток, mesh-технологій, MANET-мереж та інших сучасних інформаційних технологій з адаптацією досвіду побудови систем радіозв'язку провідних країн світу в інтересах Збройних Сил України.

Одним з інноваційних напрямів розвитку засобів збройної боротьби провідні країни розглядають розробку робототехнічних платформ, обмін даними з якими в перспективі планується забезпечити завдяки застосуванню малогабаритної радіостанції JTRS SFF-A і SFF-D. Тому найближчим завданням науковців-зв'язківців є формування тактико-технічних вимог до універсальних програмованих багатофункціональних засобів радіозв'язку, в тому числі для використання на безпілотних літальних апаратах та в роботизованих комплексах.

Список літератури

1. *Pagan T.A.* Space and Airborne Communications for the Future Force. Strategy Research Project – Center for Strategic Leadership, 2010 (Space And Airborne Communications for the Future Force 2010.pdf).
2. *Lopatka J.* European Secure Software Radio Program // RTO-MP-IST-083-04, 2008. URL: <http://ftp.rta.nato.int/public/PubFullText/RTO/MP/RTO-MP-IST-083/MP-IST-083-04.doc>.
3. *Joint enterprise: software defined radio* // Army-technology.com. 21.10.2014. URL: www.army-technology.com/features/featuredssi-essor-sdr-software-defined-radio.
4. *PR Thales SDR and ESSOR* // Thales Press Release. 04.06.2009. URL: www.thalesgroup.com/Print-Press-release.html?link=10257f32-1051-2479-300.
5. Каталог озброєння, військової техніки та спорядження для оснащення сил спеціальних операцій / МО України. ЦНДІ ОБТ ЗС України. – К., 2008. – 122 с.
6. *Зелін А.* Програма BBCCШASRTanker // Зарубежное военное обозрение.--2009.-- № 12.-- С. 14-19.
7. *Haykin S.* Cognitive Radio: Brain-Empowered Wireless Communications // IEEE journal on selected areas in communications. – № 2. – Т. 23.– С. 65-73.