

ОСОБЛИВОСТІ І ТЕНДЕНЦІЇ ТРОПОСФЕРНИХ СИСТЕМ ЗВ'ЯЗКУ

¹Черняк А.М., ²Наритник Т.М., ²Шевченко Т.А.

Національна академія Служби безпеки України

¹*Навчально-науковий інститут телекомунікаційних систем КІП ім. Ігоря Сікорського*

E-mail: chernovandnic@gmail.com; t.narytnyk@ukr.net; its.tz91@gmail.com

FEATURES AND TRENDS OF TROPOSPHERIC COMMUNICATION SYSTEMS

It is substantiated that the most relevant for application in the Armed Forces of Ukraine and other military formations for the construction of digital telecommunication systems and special-purpose networks are stations and complexes of tropospheric communication. The analysis of digital tropospheric systems of the American company Comtech Systems, which is one of the world's leading leaders in the field of tropospheric communication, and tropospheric stations, which are in service with the Armed Forces of Ukraine, has been carried out. The directions of further improvement, digitalization and development of means of tropospheric communication, in particular their noise immunity, multifunctionality, multi-option and capacity increase, are considered. It is shown that the introduction of digital signal processing and the use of digital antenna arrays and space-time processing mechanisms are the most acceptable in the context of the prospects for the use of tropospheric communication with the inexpediency of increasing the mass and size indicators of tropospheric stations and transmitter signal power.

Досвід бойових дій у ході проведення ООС (АТО) показав ряд проблемних питань з організації зв'язку в тактичній (оперативній) ланці управління. Серед основних факторів, що негативно вплинули на організацію зв'язку, слід зазначити наступні: недоцільність побудови багато інтервальних радіорелейних ліній зв'язку через складнощі при організації охорони та оборони радіорелейних станцій на територіях, що не контролюються військовими формуваннями; відсутність національної супутникової системи зв'язку та необхідність оренди трафіку у цивільних операторів зв'язку; недостатня кількість апаратних (станцій) зв'язку та відповідного особового складу в штаті військових частин для виконання поставлених завдань у складі батальйонних ротних) тактичних груп.

Це, в свою чергу, вимагає вирішити завдання щодо забезпечення високої пропускної спроможності транспортних телекомунікаційних систем спеціального призначення. В таких умовах, для забезпечення зв'язку на перший план виходять засоби, які дозволяють швидко організувати інформаційні напрямки між пунктами управління. Такими є супутникові та тропосферні станції зв'язку. Однак супутникові засоби мають недоліки: залежність від іноземного оператора, висока вартість оренди послуг, тощо. Тому, найбільш актуальними для застосування у Збройних Силах України та інших військових формуваннях для побудови цифрових телекомунікаційних систем та мереж є станції та комплекси тропосферного зв'язку [1-2].

Серед основних переваг застосування тропосферного зв'язку слід зазначити наступні: відсутність залежності від рельєфу та інших факторів місцевості; забезпечення зв'язку на велику дальність (до 200 км та більше); невеликий час на розгортання тропосферних ліній зв'язку; висока мобільність станцій на автомобільній базі, можливість встановлення обладнання на бронебазу.

До характерних особливостей тропосферних систем зв'язку відносяться:

- велике додаткове (у порівнянні з випадком поширення радіохвиль у вільному просторі) згасання радіохвиль, що для інтервалів військових тропосферних радіоліній (ТРЛ) довжиною 150-200 км може складати 60-80 дБ. Додаткове ослаблення істотно

збільшується з ростом довжини інтервалу (1-1,5 дБ на 10 км зв'язку);

- істотна нестаціонарність поля в точці прийому, що зв'язано з багатопроменевістю сигналу у сполученні з рухливістю неоднорідностей та зі зміною метеоумов в об'ємі перевипромінювання.

Компанія Comtech Systems взяла активну участь в модернізації тропосферних станцій. Перше оновлення передбачало збільшення пропускної здатності даних з 2 Мбіт/с до 8 Мбіт/с в AN/TRC-170 з використанням цифрового тропосферного модему CS6716, який підтримував корекцію помилок і управління адаптацією по потужності. Друге оновлення для тропосферних станцій AN/TRC-170 передбачало збільшення пропускної спроможності до 16 Мбіт/с і створення більш мобільних антенних постів, які дозволяли б розгортання заобрійного зв'язку протягом 30–45 хвилин двома членами екіпажу, замість 6 годин 6–8 членами екіпажу, що було раніше нормою для AN/TRC-170S.



Станом на сьогодні на озброєнні ЗС України знаходяться, в основному, модернізовані мобільні цифрові тропосферні станції з встановленням на військовому вантажному засобі двох антенно-поворотних обладнань (рис. 1).

Рис. 1. Тропосферна станція Р-412Б - мобільний варіант на броньованій базі

Модульна конструкція станцій покращує умови ремонтпридатності та дозволяє за 1-3 хвилини з допомогою автоматичної сигналізації визначити несправність та замінити модуль, що вийшов з ладу. В деяких системах забезпечується автоматичне перемикання несправного модуля на резервний.

В країнах НАТО для вирішення проблеми завадозахищеності радіорелейних та тропосферних засобів використовуються гостронаправлені антени, зменшуються рівні бокового та заднього випромінювань, створюються антени з керованим нулем діаграми направленості, шукаються можливості керування променем випромінювання антени, а також використовуються складні сигнали, методи завадостійкого кодування, завадозахищені модеми, адаптація по потужності передавачів, впроваджується апаратура контролю та визначення завад з візуальним їх відображенням, вишукуються інженерно-технічні шляхи для створення завадозахищених багатопромених антенних систем.

Подальше вдосконалення засобів тропосферного зв'язку, за поглядами закордонних і вітчизняних спеціалістів, направлено на прискорене впровадження цифрових методів передавання сигналів, продовження створення уніфікованих типів апаратури, що складаються з декількох модифікацій, використання єдиних засобів тропосферного зв'язку для військових, урядових та комерційних цілей, подальше підвищення розвід- і завадо захищеної роботи, збільшення пропускної спроможності, удосконалення роботи в режимі прямої видимості при пониженій потужності випромінювання, використання крім рознесеного прийому комбінованих способів боротьби з багатопроменевістю, в тому числі адаптивні модеми, метод прямої корекції помилок, що дозволить підвищити ефективність використання частотного спектру.

Кількість функцій та опцій того чи іншого пристрою більшою мірою визначається програмуванням меншою мірою апаратно і спрямоване на зручність користування послугами, тому стало можливим нівелювання вартості одно-і багатофункціональних пристроїв, що і послужило каталізатором розвитку цього напрямку. Дуже ефектним і перспективним є розвиток такого напрямку в тропосферному зв'язку тропосферного зв'язку як пакетний метод передачі інформації. З техніко-економічної точки зору впровадження даного методу обумовлено простотою і зручністю користування

інтерфейсом засобів тропосферного зв'язку для стикування з кінцевим обладнанням користувача, що, безсумнівно, благотворно позначається на економічних показниках. На сьогоднішній день найбільшого поширення набула пакетна технологія IP/Ethernet, в якій незалежно один від одного поєднуються обробка TDM-трафіку (по суті, крос-комутація TDM-потоків) та механізм Ethernet-комутації для передачі Ethernet-кадрів. Дану систему вигідно відрізняє більш висока ефективність передачі інформації (надання TDM-послуги з продуктивністю як і в TDM-радіо), мінімальний час затримки, що вноситься системою, поліпшення параметрів FER (Frame Error Ratio – частота появи помилок кадру) [6-7].

Висновки. Найбільш прийнятною в контексті перспектив застосування тропосферного зв'язку при недоцільності збільшення масогабаритних показників тропосферних станцій та енергії сигналу передавача, на перший план у проблемі підвищення пропускної спроможності тропосферних ліній зв'язку є впровадження цифрової обробки сигналів та використання цифрових антенних решіток і механізмів просторово-часової обробки (Space-Time Processing – STP) сигналів.

З метою набуття спроможності щодо забезпечення тропосферного зв'язку в інтересах ЗС України військовими частинами (підрозділами) зв'язку доцільно розробити (переопрацювати) нормативно- правові документи щодо розвитку та функціонування тропосферного зв'язку в Україні і провести переоснащення підрозділів ЗС України сучасними засобами тропосферного зв'язку вітчизняного та (або) закордонного виробництва. Виконання запропонованих заходів дозволить використовувати тропосферний зв'язок для побудови резервних тропосферних ліній зв'язку, або прямих напрямків в інтересах рухомих пунктів управління Збройних Сил України.

Підбиваючи підсумки вище викладеного, можна сказати, що в найближчому майбутньому тропосферний зв'язок не втратить свого значення і далі займатиме гідне місце в телекомунікаційній системі для забезпечення держави новітніми вітчизняними зразками озброєння на виконання розпорядження Кабінету Міністрів України від 30.08.2017р. №600 «Деякі питання розвитку критичних технологій у сфері виробництва озброєння та військової техніки» за напрямом «*Технології тропосферного зв'язку*».

Література

1. Наритник Т.М., Волков В.В., Уткін Ю.В. Радіорелейні і тропосферні системи передачі. Навч. посібник. // Видавництво „Основа”, К: 2008.- 696 с.
2. Тропосферний зв'язок. Тропосферний радіорелейна лінія зв'язку «Північ» [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://hi-news.pp.ua/tehnka-tehnologyi/4601-troposferniy-zvyazok-troposferniy-radoreleyna-lnya-zvyazku-pvnch.html>.
3. Спосіб тропосферного зв'язку Патент України на корисну модель №108632, дата публікації 15.07.2016р., Бюл.№14 з пріоритетом від 29.01.2016 Ільченко М.Ю., Наритник Т.М., Слюсар В.І.
4. Наритник Т. М., Почерняєв В. М., Повхліб В. С. Цифрові радіорелейні та тропосферні лінії зв'язку (основи розрахунку). – Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2019. – 166с.
5. Масесов М. О. Перспективи застосування цифрового діаграмоутворення у станціях тропосферного зв'язку спеціального призначення / М. О. Масесов, І. Ю. Субач, Д. М. Руденко, О. В. Станович. // Збірник наукових праць ВІТІ ДУТ.– 2014. – №1. – С. 43–48.
6. Наритник Т.М. Аналітичний огляд сучасних технологій тропосферного та радіорелейного зв'язку Наритник Т.М., Ветошко І.П., Семерій С.І., Сайко В.Г., Сарапулов С.В./ Вісник університету «Україна» № 2 (23), 2019. Серія Інформатика, обчислювальна техніка, кібернетика.-С. 105-120.
7. Слюсар В.І., Масесов М.О. Ідеологія побудови перспективних тропосферних (радіорелейних) станцій спеціального призначення.// Збірник наукових праць ВІТІ НТУУ “КПІ”. – 2010. – Вип. 2. – С. 114 -120. - http://www.slyusar.kiev.ua/VITI_02_2010.pdf.