

Науково-технічні засади побудови нових систем загоризонтного зв'язку із використанням ретрансляційних аероплатформ та штучних утворень

Scientific and technical basis for the construction of new over-the-horizon communication systems using relay air platforms and artificial formations

1. **Науковий керівник:** Кравчук Сергій Олександрович (д.т.н., професор)
Kravchuk Serhii Olexandrovich (Doctor of Technical Sciences, Professor)
2. **Назва підрозділу, телефон, e-mail.** КПІ ім. Ігоря Сікорського, науково-дослідний інститут телекомунікацій, (044) 204-83-13, sakravchuk@ukr.net

3. Суть розробки, основні результати.

Головним результатом є розробка концепції науково-технічних засад створення нових високошвидкісних систем загоризонтного зв'язку із змінною архітектурою із використанням опорних станцій тропосферного зв'язку і ретрансляційних інтелектуальних аероплатформ та штучних утворень. Концепція базується на застосуванні нових технологій когнітивного і програмно-визначуваного радіо, кооперативної ретрансляції, M2M, цифрової обробки сигналів, підтримки високоефективних методів адаптації до зміни умов роботи, які виникають як внаслідок складних завмирань, так і внаслідок структурної організації телекомунікаційних систем 4-го та 5-го поколінь.

При цьому, зокрема, отримано наступне: структурно-функціональні принципи побудови нових гетерогенних систем загоризонтного зв'язку, структуризація об'єктів та вузлів такої системи; структурно-функціональні принципи побудови системи самоорганізації та групової взаємодії аероплатформ в сузір'ї (рої) із урахуванням підходів M2M; технічні вимоги до обладнання вузлів СЗЗ; математичні моделі пропускну здатності та завадозахищеності каналів СЗЗ, архітектура яких підтримує системну багаторівневність, ретрансляцію та mesh-структуризацію; результати досліджень специфічних закономірностей тропосферного розсіяння на неоднорідностях атмосфери та на штучних утвореннях з метою визначення меж можливого розширення робочих смуг частот радіоканалів та способів боротьби з добовими інверсіями шарів тропосфери; шляхи та методи залучення штучних пасивних завод в тропосфері для направленоного відбивання радіосигналу наземної станції з метою створення ретрансляційної радіолінії великої протяжності; методи підвищення енергетичної і спектральної ефективності цифрових систем зв'язку на малих аероплатформах.

The main result is the development of the concept of scientific and technical foundations for the creation of new high-speed over-the-horizon communication systems (SPZ) with variable architecture using reference stations for tropospheric communication and relay intelligent air platforms and artificial formations. The concept is based on the use of new technologies of cognitive and software-defined radio, cooperative relaying, M2M, digital signal processing, support of highly effective methods of adaptation to changing working conditions that arise both as a result of complex fading and as a result of the structural organization of telecommunication systems of the 4th and 5th generation.

In this case, in particular, the following was obtained: structural and functional principles of building new heterogeneous over-the-horizon communication systems, structuring of objects and nodes of such a system; structural and functional principles of building a system of self-organization and group interaction of air platforms in the constellation, taking into account the M2M approaches; technical requirements for the equipment of the SPZ units; mathematical models of bandwidth and noise immunity of

SPZ channels, the architecture of which supports system layering, retransmission and mesh-structuring; the results of studies of specific patterns of tropospheric scattering on atmospheric inhomogeneities and on artificial formations in order to determine the boundaries of a possible expansion of the operating frequency bands of radio channels and ways to combat daily inversions of tropospheric layers; ways and methods of attracting artificial passive interference in the troposphere for directional reflection of the radio signal of a ground station in order to create a long-range relay radio link; methods of increasing the energy and spectral efficiency of digital communication systems on small air platforms.

4. Порівняння зі світовими аналогами.

Загалом, наукова новизна роботи базується на використанні нових методів розв'язання поставлених завдань проекту через застосування нових оригінальних підходів, алгоритмів і моделей та технічних рішень, більшість з яких до теперішнього часу не застосовувалась і тому не мають аналогів у світі.

Відповідність результатів роботи світовому рівню підтверджують, зокрема, наступні положення. Розробка структурно-функціональних принципів побудови нових гетерогенних систем загоризонтного зв'язку, структуризація об'єктів та вузлів такої системи є подальшим розвитком науково-технічних принципів створення сучасних високоефективних телекомунікацій. Результати досліджень специфічних закономірностей тропосферного розсіяння на неоднорідностях атмосфери та на штучних утвореннях з метою визначення меж можливого розширення робочих смуг частот радіоканалів та способів боротьби з добовими інверсіями шарів тропосфери, дослідження шляхів та методів залучення штучних пасивних завад в тропосфері для направленої відбивання радіосигналу наземної станції з метою створення ретрансляційної радіолінії великої протяжності Одним із важливих положень даних досліджень стала розробка нової моделі тропосферного розсіяння на основі техніки трасування променів Ray tracing.

Все це підтверджує інноваційну новизну і світовий рівень результатів даної роботи.

5. Потенційні користувачі.

Потенційними користувачами можуть бути вітчизняні та закордонні підприємства радіотехнічного і телекомунікаційного профілю, науково-дослідні та проектно-конструкторські організації при створенні нових систем, комплексів та засобів зв'язку в мікрохвильовому діапазоні довжин хвиль. Також, Міністерство освіти і науки України, вищі навчальні заклади при підготовці фахівців та наукових кадрів телекомунікаційного профілю.

6. Стан готовності розробки.

Розроблені та виготовлені макети обладнання, відпрацьовані відповідні технології і розроблені технологічні рекомендації щодо ефективного застосування експериментального обладнання. Можлива розробка дослідно-промислових зразків нового устаткування, які повністю адаптовані до існуючого основного силового обладнання і можуть бути впроваджені у промислове виробництво.

7. Існуючі результати впровадження.

Результати роботи були впроваджені в ВАТ "Меридіан" ім. С.П. Корольова при створенні вітчизняного БПЛА "Spectator" та в НВП "Сінко" при створенні приймально-передавального обладнання різного призначення.

8. Фото.



Зображення зависання квадрокоптера із модулем ADALM-Pluto Radio



Зависання рою дронів на висоті 10...15 м

Ключові слова до розробки: СИСТЕМИ ЗАГОРИЗОНТНОГО ЗВ'ЯЗКУ, ТРОПОСФЕРНЕ РОЗСПОВАННЯ, БЕЗПЛОТНИЙ ЛІТАЮЧИЙ АПАРАТ, ШТУЧНІ УТВОРЕННЯ, ЗАВАДОСТІЙКІСТЬ, ПРОПУСКНА ЗДАТНІСТЬ.