

АНАЛІЗ ХАРАКТЕРИСТИК СУЧАСНИХ ВІЙСЬКОВИХ УКХ РАДІОСТАНЦІЙ ЩОДО ВИКОРИСТАННЯ В ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ АЕРОПЛАТФОРМАХ

Система зв'язку тактичної ланки управління в загальному випадку повинна мати зв'язну топологію, яка залежить безпосередньо від навколишнього оперативної обстановки, характеру місцевості, завдань усіх підрозділів бойового порядку. Перехід від одного виду бою до іншого, а також умови дії підрозділів не повинні викликати істотних змін в організації зв'язку. Військові підрозділи, які приймають участь в проведенні ООС, розосереджені і розташовані на значних відстанях, значно більших, порівняно з класичними вимогами бойових статутів. Тому засоби радіозв'язку, які знаходяться на озброєнні в підрозділах, за своїми технічними характеристиками не дозволяють сформуванню зв'язну топологію мережі, особливо в русі в умовах бойових дій. Ця ситуація значно погіршується при впливі радіоелектронної протидії противника.

У статті проведено аналіз сучасних військових УКХ радіостанцій по використанню їх в телекомунікаційних аероплатформах. В даний час ЗС України мають різномісний засоби УКХ радіозв'язку, що ускладнюють прийняття рішення по створенню і впровадженню телекомунікаційних аероплатформ. Це обумовлено високою вартістю створення телекомунікаційних аероплатформ. Тому доцільно розглянути наземні радіостанції, як засоби, які будуть працювати через телекомунікаційну аероплатформу, з урахуванням тривалого їх використання.

Виходячи з вищесказаного, в даній статті запропонований варіант подальшого поетапного впровадження телекомунікаційних аероплатформ до системи зв'язку ЗС України. Розвиток системи зв'язку угруповання військ (сил) необхідно направити на створення мережевої архітектури і перехід до принципу побудови ешелонованої мережевої інфраструктури.

Ключові слова: УКХ радіостанція, радіозв'язок, режими роботи, етапи впровадження.

Сергиенко А.В., Думитраш В.А., Нечушкин М.П., Семелюк А.С. Анализ характеристик современных военных УКВ радиостанций по использованию в телекоммуникационных аэроплатформах. Система связи тактического звена управления в общем случае должна иметь связную топологию, которая зависит непосредственно от окружающей оперативной обстановки, характера местности, задач всех подразделений боевого порядка. Переход от одного вида боя к другому, а также условия действий подразделений не должны вызывать существенных изменений в организации связи. Воинские подразделения, которые принимают участие в проведении ООС, рассредоточены и расположены на значительных расстояниях, значительно больших, по сравнению с классическими требованиями боевых уставов. Поэтому средства радиосвязи, которые находятся на вооружении в подразделениях, по своим техническим характеристикам не позволяют сформировать связную топологию сети, особенно в движении в условиях боевых действий. Эта ситуация значительно ухудшается при воздействии радиоэлектронного противодействия противника.

В статье проведен анализ современных военных УКВ радиостанций по использованию их в телекоммуникационных аэроплатформах. В настоящее время Вооруженные Силы Украины имеют разнотипные средства УКВ радиосвязи, что затрудняет принятие решения по созданию и внедрению телекоммуникационных аэроплатформ. Это обусловлено высокой стоимостью создания телекоммуникационных аэроплатформ. Поэтому целесообразно рассмотреть наземные радиостанции, как средства, которые будут работать через телекоммуникационную аэроплатформу, с учетом длительного их использования.

Исходя из вышесказанного, в данной статье предложен вариант дальнейшего поэтапного внедрения телекоммуникационных аэроплатформ к системе связи ВС Украины. Развитие системы связи группировки войск (сил) необходимо направить на создание сетевой архитектуры и переход к принципу построения эшелонированной сетевой инфраструктуры.

Ключевые слова: УКВ радиостанция, радиосвязь, режимы работы, этапы внедрения.

A.Serhiienko, V.Dumitrash, M. Necuskin. A.Semeluk. Analysis of the characteristics of modern military VHF radio stations for use in telecommunication aircraft platforms. The communication system of the tactical command link in the general case should have a coherent topology, which depends directly on the surrounding operational situation, the nature of the terrain, and the tasks of all units of the battle formation. The transition from one type of battle to another, as well as the conditions for the actions of units should not cause significant changes in the organization of communications. The military units that take part in the conduct of environmental protection are dispersed and located at considerable distances, significantly greater than the classical requirements of combat manuals. Therefore, the radio communications equipment that are in service in the units, by their technical

characteristics, do not allow the formation of a coherent network topology, especially in motion in combat conditions. This situation significantly worsens when exposed to enemy electronic countermeasures.

The article analyzes the modern military VHF radio stations for their use in telecommunication aircraft platforms. Currently, the Armed Forces of Ukraine have various types of VHF radio communications, which makes it difficult to decide on the creation and implementation of telecommunication air platforms, due to the high cost. Therefore, it is advisable to consider ground-based radio stations as means that will work through the telecommunication airport platform, taking into account their long-term use.

Based on the foregoing, this article proposes an option for the further phased implementation of telecommunication airport platforms to the communication system of the Armed Forces of Ukraine. The development of the communication system of a grouping of troops (forces) should be directed to creating a network architecture and the transition to the principle of building a layered network infrastructure.

Key words: VHF radio station, radio communication, operating modes, implementation stages.

Постановка завдання у загальному вигляді. Система зв'язку в загальному випадку повинна мати зв'язну топологію, що залежить безпосередньо від навколишньої оперативної обстановки, характеру місцевості, завдань всіх підрозділів бойового порядку, а умови дій підрозділів не повинні викликати істотних змін в організації зв'язку. Військові частини, які приймають участь у проведенні ООС, розосереджені та розташовані на значних відстанях, що значно збільшені, порівняно з класичними поглядами бойових статутів. Тому засоби радіозв'язку, що є на озброєнні у підрозділах, за своїми технічними характеристиками не дозволяють сформуванню зв'язну топологію мережі, особливо в русі в умовах бойових дій. Ця ситуація значно погіршується при впливі радіоелектронної протидії противника.

Досвід бойових дій у ході проведення АТО (ООС) показав ряд проблемних питань з організації зв'язку в тактичній (оперативній) ланці управління. На теперішній час основний спосіб організації радіозв'язку в тактичній ланці управління є транкінговий зв'язок. З метою підвищення зони покриття, зв'язності у радіомережах з командирами підпорядкованих військових частин та підрозділів (до батальйону (дивізіону) включно) передбачено роботу літаків-ретрансляторів.

Основна проблема застосування засобів зв'язку стандарту DMR фірми Motorola – робота на фіксованих частотах, що призводить до низької стійкості при впливі засобів РЕБ. Крім цього, наявність лише 2 голосових каналів для одного ретранслятора, а також низька швидкість передачі даних, призводить до низької продуктивності мережі та, відповідно, до низької вірогідності обслуговування мобільних абонентів.

Тому УКХ радіомережі повинні будуватись сучасними військовими УКХ радіостанціями з підтримкою заводо захищених режимів роботи (зокрема, ППРЧ), можливостями по забезпеченню високошвидкісної пакетної передачі даних, підтримкою технологій множинного доступу до радіоканалу та MANET (Mobile Ad-Hoc Networks).

Наведені сучасні режими реалізуються в УКХ радіостанціях Harris та Aselsan, що на даний час в ЗС України в обмежених кількостях. Проте, застосування як обладнання Motorola, так і УКХ радіостанцій Harris та Aselsan не вирішує проблему зв'язку з підрозділами, які ведуть бойові дії на значних відстанях один від одного, особливо в русі. Виникає завдання розробки нових технічних та архітектурних рішень побудови мобільної компоненти системи зв'язку з використання БпЛА-ретранслятора [1].

Застосування повітряних ретрансляторів та технології FANET (Flying Ad-Hoc Networks) та багатократної ретрансляції (маршрутизації) збільшує дальність радіозв'язку, розвід- та заводо захищеність радіомережі та її живучість. Використання повітряних ретрансляторів та технології FANET дозволить працювати на менших потужностях радіостанцій, що забезпечить більшу скритність роботи радіомережі. Однак забезпечення ефективної роботи радіомереж з підтримкою FANET потребує нових підходів до організації управління мережами, застосування удосконалених протоколів інформаційного обміну, створення децентралізованих алгоритмів управління мережами [2].

Крім цього, відсутність високошвидкісного радіотерміналу для роботи в тактичному інтернеті ускладнює створення української системи С⁴ISR та в цілому перехід на мережецентричну концепцію ведення бойових дій.

Аналіз останніх публікацій і напрямки вирішення завдання.

Основна мета управління військами (силами) – ефективне використання потенційних можливостей військ (сил) при виконанні поставлених перед ними завдань в бойових діях в установлені терміни.

Військове керівництво НАТО в якості одного з основних напрямків своєї діяльності, щодо підвищення бойових можливостей об'єднаних збройних сил і підготовці їх до спільних операцій визначило концепцію ведення військових дій в єдиному інформаційному просторі або з використанням об'єднаних інформаційно-керуючих мереж – концепція “мережецентричних військових дій” або “мережецентричної війни” (NCW - NetworkCentric Warfare, NetworkCentric War) [3-4].

У відповідності з цією концепцією модель збройних сил являє собою систему, що складається з трьох взаємопов'язаних підсистем: інформаційної, розвідувальної і бойової. Основу цієї системи складає інформаційна складова, на яку накладаються решітки, що взаємно перетинаються. Концепція “мережецентричної війни” передбачає створення розгалуженої мережі добре поінформованих, але географічно розподілених сил. Збільшення бойової потужності угруповання різнорідних сил досягається за рахунок створення єдиного інтегрованого інформаційно-комунікаційного простору, що забезпечує доведення до учасників операцій достовірної та повної інформації про обстановку практично в реальному масштабі часу.

Командування збройних сил США проводить широкомасштабні роботи по створенню автоматизованої системи зв'язку на театрі військових дій WIN-T (Warfighter Information Network-Tactical) [5-7]. Ця система заміняє малорухливі і застарілі системи зв'язку і забезпечує перешкодозахищений та закритий обмін різнорідною інформацією в реальному масштабі. У новій системі в якості основних використовуються наземні лінії ширококутового зв'язку на дальність прямої видимості. У разі коли через рельєф місцевості або з інших причин встановити такі лінії неможливо, вони будуть створюватися та резервуватися лініями рухомих повітряних та супутникових зв'язків. Тим самим досягається безперервність зв'язку як в русі, так і на коротких зупинках.

В даний час завершується другий етап програми (із чотирьох) WIN-T (модифікація 2), який націлений на забезпечення управління на зупинках та в русі по супутникових каналах і каналах ширококутового багатоканального радіорелейного зв'язку. Характерною особливістю даного етапу програми WIN-T від попереднього є конвергенція мережевих операцій, що спрощує і скорочує кількість складових зв'язку (обладнання) на третину, підвищуючи маневреність підрозділу. Також проводиться оновлення засобів радіозв'язку, що забезпечує більш ніж чотирикратне збільшення пропускної здатності.

Розвиток системи зв'язку угруповання військ (сил) повинне бути спрямоване на створення мережевої архітектури і перехід до принципу побудови ешелонованої мережевої інфраструктури.

Побудова системи зв'язку (СЗ) передбачає розгортання транспортної мережі зв'язку, як багаторівневої ешелонованої структури формування єдиного інформаційного простору. Оскільки топологія мобільних мереж зв'язку (польової компоненти СЗ) носить динамічний характер і постійно піддається впливу зовнішніх дестабілізуючих факторів, то застосування повітряного ешелону системи зв'язку має бути направлено на підвищення:

- структурної живучості та надійності системи зв'язку;
- пропускної спроможності мереж;
- якості маршрутів передачі даних між абонентами (QoS);
- мобільності системи зв'язку з мобільними абонентами.

Реалізація зазначених вимог можлива за рахунок розгортання повітряного ешелону системи зв'язку. Повітряний ешелон, як елемент СЗ, повинен розгортатися і функціонувати на засобах і технічних ресурсах ретрансляторів зв'язку на БпЛА і забезпечувати функції обміну інформацією між географічно розподіленими мережами зв'язку.

Для забезпечення зазначених завдань необхідно використання БпЛА з достатньою вантажопідйомністю і тривалістю польоту. Також вони повинні мати необхідну дальність польоту, щоб в разі необхідності забезпечити обліт всієї зони відповідальності підрозділів (частин) ЗС України, а спосіб зльоту і посадки повинен забезпечити їх застосування з необладнаних майданчиків. Слід зазначити, що повітряний ешелон системи зв'язку розгорнутий телекомунікаційними аероплатформами, разом з розгорнутою транспортною мережею зв'язку дозволить сформувати єдиний інформаційний простір [2].

На даний час в ЗС України організовані та функціонують УКХ радіомережі, побудовані з використанням обладнання Motorola, Harris, Aselsan, MICRONET PSTR 0.04 з відповідними режимами [8, 9]. Для збільшення зони покриття, дальності зв'язку між абонентами радіомережі, зв'язності мережі, перспективним є використання повітряних ретрансляторів, встановлених на малогабаритних повітряних об'єктах (БпЛА, квадрокоптери тощо) [10]. При підйомі на значну висоту для забезпечення великої дальності зв'язку не потрібні такі ж високі потужності, які використовуються на наземних (автомобільних або ранцевих) станціях [11]. Значення потужності може бути меншим навіть за показники портативних станцій, завдяки наявності прямої видимості між наземними станціями та ретранслятором. При невеликих значеннях вихідної потужності зменшуються і масо-габаритні показники радіостанцій-ретрансляторів. Вибір конкретного типу радіостанції (ретранслятора) для встановлення на повітряному об'єкті, в першу чергу, залежить від військової частини (підрозділу) та радіостанцій, що використовуються в них для створення УКХ радіомереж. Одночасний підйом декількох різнотипних засобів є недоцільним, як через збільшення ваги, так і через погіршення електромагнітної сумісності (створення взаємних завад).

Тому, *метою статті є* аналіз сучасних військових УКХ радіостанцій вітчизняного та іноземного виробництва щодо їх застосування в телекомунікаційних аероплатформах та формування пропозицій, щодо їх подальшого поетапного впровадження до системи зв'язку ЗС країни.

Виклад основного матеріалу.

Розглянемо сучасні військові УКХ радіостанції щодо застосування в якості телекомунікаційних аероплатформ (ретрансляторів).

Повітряний ретранслятор на засобах радіозв'язку виробництва Motorola

До складу обладнання УКХ радіозв'язку виробництва Motorola (ТОВ „Доля”) входять спеціально розроблені ретранслятори для розміщення на аероплатформах (таблиця 1) [12].

Таблиця 1

Обладнання Motorola для створення ретранслятора на аероплатформах

Ретранслятор	Потужність, Вт	Габарити (ВхШхД), мм	Вага (без антен)	Радіус зони покриття, км
Agent-202 (SLR-5500)	1-45	72x205x375	3,7	130-150 ($h = 600$ м)
Agent-202 з дуплексером	1-45	105x205x410	4,8 5,9 (з антеною та кабелем)	
Agent-201 (2xDP4400)	1; 5	55x58x160	0,48	до 70 ($h = 500$ м)

Виріб Agent-201, зовнішній вигляд якого показано на рис. 1, представляє собою портативний ретранслятор для встановлення на повітряних об'єктах малих розмірів. Згідно із заявленими виробником даними забезпечує радіус зони покриття до 70 км при підйомі на висоту 600 м. Може працювати з двома значеннями потужності – 1 і 5 Вт.



Рис. 1. Зовнішній вигляд ретранслятора Agent-201

Виріб Agent-202, зовнішній вигляд якого показано на рис. 2, представляє собою ретранслятор SLR5500, виконаний у спеціальному корпусі для встановлення на повітряних об'єктах. Згідно із заявленими виробником даними забезпечує радіус зони покриття до 130-150 км при підйомі на висоту 600 м. Може працювати з потужністю від 1 до 45 Вт.



Рис. 2 Зовнішній вигляд ретранслятора Agent-202

Враховуючи, що основні потреби УКХ радіозв'язку забезпечуються на сьогодні засобами Motorola, доцільно передбачити встановлення повітряних ретрансляторів на малогабаритні БПЛА з подальшою можливістю заміни обладнання Motorola на УКХ радіостанції-ретранслятори виробництва компаній Aselsan або Harris.

Повітряний ретранслятор на засобах радіозв'язку виробництва Aselsan

На сьогоднішній день компанія Aselsan не випускає спеціального обладнання для встановлення на БПЛА та ін. аероплатформах. Випускається авіаційна радіостанція VRC-9681 (рис. 3), яка за характеристиками й режимами роботи відповідає радіостанції VRC-9661 (за винятком відсутності режиму NBNR), проте має меншу потужність передачі та масо-габаритні показники. Блок управління використовувати потрібно лише перед запуском БПЛА для підготовки радіостанції до роботи (піднімати його у повітря не потрібно) [13].

Радіостанції, які можливо використовувати для створення ретранслятора на аероплатформах наведено у таблиці 2.

Таблиця 2

Обладнання Aselsan для створення ретранслятора на аероплатформах

Радіостанція	Потужність, Вт	Габарити (ВхШхД), мм	Вага (без антен)
VRC-9681	30 (ЧМ) 10-15 (ACNR)	150x240x130	7
Блок управління р/ст-єю VRC-9681	-	150x80x190	н/д
PRC-9651	0,1; 1; 4 (ACNR) 1; 2 (NBNR)	85x257x54	1,4
PRC-9661	1; 5; 10 (ACNR, NBNR, WBNR)	240x247x96	4,75



Рис. 3 Зовнішній вигляд радіостанції VRC-9681 (праворуч) з блоком управління (ліворуч)

Для конфігурації ретранслятора в режимі ACNR необхідно встановлювати 2 радіостанції (загальна вага – до 14 кг) на борту повітряного об'єкта. Використання портативних радіостанцій PRC-9651 (рис. 4) для конфігурації ретранслятора у режимі ACNR на даний час неможливе.

Для вузькосмугового режиму з підтримкою Ad Hoc (NBNR) у якості ретранслятора, що розгортається на малогабаритних БПЛА, доцільно використовувати портативну радіостанцію PRC-9651. При цьому радіостанція буде виконувати функцію однієї із станцій

мережі і основним її завданням буде збільшення дальності зв'язку між станціями, які втратили зв'язність з мережею.

При плануванні конфігурації мережі для радіостанції-ретранслятора доцільно активувати функцію „Voice Repeater”, оскільки режим MANET для NBNR можливий лише для передачі даних. Це дозволить значно збільшити дальність голосового зв'язку.



Рис. 4. Зовнішній вигляд радіостанції PRC-9651

Проте такий ретранслятор зможе обслуговувати тільки радіостанції однієї фізичної мережі (не більше 25). Для інших фізичних мереж необхідно мати інші повітряні ретранслятори. Тому для створення розгалужених мереж передачі даних на аероплатформі повинні встановлюватись дві радіостанції, що конфігуруються як мережевий шлюз. Але, як і для режиму ACNR, використання радіостанцій PRC-9651 для конфігурації мережевого шлюза технічно неможливе. Авіаційна радіостанція згідно технічної документації не підтримує режим NBNR. Тому, необхідне використання двох ретрансляцій PRC-9661 (рис. 5), що мають значно більшу вагу (таблиця 2).



Рис. 5 Зовнішній вигляд радіостанції PRC-9661

Для широкопasmового режиму з підтримкою Ad Hoc (WBNR) у якості ретранслятора, що розгортається на малогабаритних БПЛА, доцільно використовувати радіостанцію PRC-9651.

Доцільно головною станцією у мережі WBNR призначити автомобільну радіостанцію потужністю 50 Вт максимально віддалену від засобів ураження та РЕБ противника. Розміщення головної станції на борту БПЛА є недоцільним, оскільки при подавленні головної станції засобами РЕБ зв'язок у мережі буде повністю відсутнім.

Слід зауважити, що радіостанції виробництва компанії Aselsan відносяться до програмно-визначених радіо (SDR). Архітектура SDR, що програмно перебудовується, дозволяє легко адаптувати, налаштувати різні режими станції під необхідні завдання.

Повітряний ретранслятор на засобах радіозв'язку виробництва Harris

Компанія Harris на сьогоднішній день пропонує готове технічне рішення для реалізації ретранслятора на малогабаритних безпілотних повітряних об'єктах – радіостанція RF-7850A-UA, режими роботи якої відповідають радіостанції RF-7850M-HH [14]. Зовнішній вигляд радіостанції RF-7850A-UA подано на рис. 6. Потужність та масо-габаритні показники радіостанції наведено в таблиці 3.

Таблиця. 3

Обладнання Harris для створення ретранслятора на аероплатформах

Радіостанція	Потужність, Вт	Габарити (ВхШхД), мм	Вага (без антен)
RF-7850A-UA	10	8.13 H x 13.46 W x 4.44D	0,635



Рис. 6 Зовнішній вигляд радіостанції RF-7850A-UA

Станція підтримує усі режими роботи, як і RF-7850M-НН, тому може виконувати функцію ретрансляції для наступних варіантів:

- 1) у режимі TNW з активованою функцією „Voice Repeater”. Максимальна кількість радіостанцій у мережі TNW – 64;
- 2) у режимах FF, QL (1, 2, 3, Wide) для конфігурації ретранслятора необхідно на борту повітряного об’єкта встановлювати 2 радіостанції;
- 3) у режимі ANW2C (Ad Hoc) для ретрансляції необхідно встановлення 1 радіостанції на борту повітряного об’єкта.

Способи реалізації ретранслятора в радіомережах MICRONET PSTR 0.04 на повітряних аероплатформах

Радіостанції MICRONET PSTR 0.04 вітчизняного виробництва призначені для прихованої роботи з шумоподібними (DSSS) сигналами та вихідною потужністю 40 мВт [15]. Зовнішній вигляд радіостанцій показано на рис. 7.



Рис. 7 Зовнішній вигляд радіостанції MICRONET PSTR 0.04

Основні технічні характеристики радіостанції наведено у таблиці 4.

Таблиця 4

Основні технічні характеристики радіостанції MICRONET PSTR 0.04

Вихідна потужність, мВт	40
Частотний діапазон, МГц	900 – 1100 або (як опція) 350 – 520
Вид сигналу	DSSS
Дальність зв'язку на відкритій місцевості (в полі), км	до 4-8
Дальність зв'язку в умовах міста з щільною забудовою, м	до 450-650
Режим ретранслятора	так
GPS	так
Шифрування	AES 256
Кількість каналів	до 16
Одночасна передача даних (ПД), кбіт/с	4,8
Інтерфейс для пристроїв ПД	Bluetooth
АКБ серії 18650 (високий ступінь доступності); час роботи в режимі Tx/Rx = 4/20	не менше 24-х годин
Вага, гр.	278

Дана радіостанція має режим ретрансляції (зозуля), що забезпечує ретрансляцію прийнятого голосового повідомлення довжиною до 1 хв. та ретрансляцію даних. Під час попередніх випробувань даних станцій було встановлено, що при умові розміщення ретранслятора на борту літального апарату та підняття на висоту від 250 м до 2000 м. вдалось досягти дальності зв'язку між радіостанцією та ретранслятором близько 80 км.

Для оцінки граничної дальності зв'язку для УКХ радіозасобів із заданими показниками якості та пропускну здатності здійснюється з допомогою відповідних розрахунків [16]. Для цього необхідні значення чутливості приймача, значення відношень сигнал/шум для різних режимів роботи.

Слід зазначити, що у Військовому інституті телекомунікацій та інформатизації розгорнутий Навчальний центр оперативного реагування на кіберзагрози та створено навчально-тренувальний безпілотний авіаційний комплекс-ретранслятор радіосигналів. До речі, всі профільні кафедри інституту в повній мірі забезпечені сучасними цифровими засобами зв'язку.

Етапи впровадження телекомунікаційних аероплатформ

На даний час в ЗС України знаходяться різноманітні засоби УКХ радіозв'язку, що ускладнюють прийняття рішення по створенню та впровадженню телекомунікаційних аероплатформ, з урахуванням довготривалого їх використання.

Впровадження телекомунікаційних аероплатформ повинне здійснюватися за етапами. Кількість та зміст етапів можуть бути уточнені в ході робіт по впровадженню з урахуванням змін у перспективній системі зв'язку ЗС України. Повинні враховуватись фінансові ресурси та прийняті у зв'язку з цим рішення.

Пропонуються наступні етапи впровадження телекомунікаційних аероплатформ:

На першому етапі:

створення повітряного ретранслятора на БпЛА для ретрансляції цифрового радіозв'язку стандарту DMR Motorola, що обумовлено широким їх розповсюдженням у військах (використання даних ретрансляторів стандарту DMR обмежити тільки перехідним періодом, а БпЛА повинен мати можливість легкої модернізації для встановлення ретрансляторів виробництва інших компаній);

створення комплексу ретранслятора та БпЛА для ретрансляції цифрового радіозв'язку утвореного радіостанціями MICRONET PSTR 0.04., що дозволить забезпечити визначені підрозділи захищеним радіозв'язком;

внесення змін до штатів підрозділів зв'язку, де будуть знаходитись БпЛА ретранслятори;

підготовка особового складу підрозділів БпЛА ретрансляторів, до використання за призначенням.

На другому етапі:

створення повітряного ретранслятора на БпЛА для роботи в радіомережі утворених радіозасобами виробництва компаній Aselsan та Harris, що дозволить забезпечити підрозділи завадостійким, захищеним радіозв'язком;

відповідно до поставлених завдань проведення нарощування наземної та повітряної складової створеної системи зв'язку;

підготовка особового складу підрозділів БпЛА ретрансляторів, до використання за призначенням.

На третьому етапі:

розгортання самоорганізуючих літаючих мереж зв'язку;

розробка та виготовлення станцій широкосмугового доступу на виробничих потужностях України;

проведення випробування та постановку даних станцій на озброєння;

проведення оснащення відповідних підрозділів станціями широкосмугового доступу;

створення телекомунікаційної аероплатформи для організації мереж широкосмугового доступу, маршрутизації та ретрансляції УКХ радіомереж;

відповідно до поставлених завдань проведення нарощування наземної та повітряної складової створеної системи зв'язку;

підготовка особового складу підрозділів БпЛА ретрансляторів, до використання за призначенням.

На четвертому етапі:

проведення дослідження про необхідність розробки, застосування та розвитку телекомунікаційних систем на основі висотних аероплатформ;

поступове виконання вищезазначених етапів дозволить створити та розгорнути повітряний ешелон системи зв'язку оперативного-тактичної ланки управління ЗС України.

Застосування ТА дозволить:

забезпечити оперативне розгортання резервної або додаткової мережі радіозв'язку з наземними абонентами;

забезпечити радіозв'язком підрозділи, що діють у відриві від основних сил;

забезпечити радіозв'язком в складних географічних умовах (гори, ліс, місто);

забезпечити резервування каналів зв'язку у разі відмови існуючої системи зв'язку;

підвищити рівень прихованості у зв'язку зі зниженням рівня потужності передачі радіозасобів.

Переваги застосування мережі телекомунікаційних аероплатформ полягають у наступному:

1. Розширяється територія виконання бойового завдання за рахунок передачі даних через проміжні повітряні вузли та забезпечується зв'язність між географічно розділеними угрупованнями військ (зонами мобільної компоненти);

2. Підвищується надійність зв'язку між мобільними базовими станціями за рахунок появи альтернативних незалежних маршрутів передачі.

3. Підвищується продуктивність мережі за рахунок:

використання радіоканалів між телекомунікаційними аероплатформами з більшою пропускнуою здатністю;

підвищення ефективності управління мобільним компонентом (зменшується обсяг переданої службової інформації та зменшується час її збору);

скорочення в кілька разів довжин маршрутів передачі інформації.

4. Можливість підвищення тривалості функціонування мережі шляхом поетапної заміни телекомунікаційних аероплатформ.

5. В умовах виведення з ладу (знищення) одного або декількох БПЛА підвищити живучість мережі можливо шляхом автоматичної реконфігурації її топології.

6. Забезпечується задана якість обслуговування абонентів (QoS) за рахунок застосування детермінованих протоколів множинного доступу.

7. Істотно знижується вартість технічних рішень (за рахунок заміни, наприклад, однієї великої ТА на більшу кількість малих)

Висновки.

На даний час, засоби радіозв'язку, що є на озброєнні у підрозділах, за своїми технічними характеристиками не дозволяють сформулювати повнозв'язну топологію мережі, особливо під час руху в умовах бойових дій.

При виборі типу аероплатформи для застосування в якості телекомунікаційної аероплатформи необхідно враховувати необхідні технічні характеристики БПЛА, щодо можливості виконувати завдання за призначенням.

Створення повітряних ретрансляторів з застосуванням засобів Motorola допускається та доцільно обмежити перехідним періодом при переоснащенні ЗС України військовими УКХ радіостанціями Aselsan та Harris.

Беручи до уваги, рішення на оснащення підрозділів ЗС радіостанціями Aselsan та те, що дані радіостанції мають багато сучасних технічних рішень боротьби з навмисними завадами, відносяться до програмно-визначених радіо (SDR) це робить їх перспективними для створення повітряного ретранслятору на їх базі.

Радіостанції Harris мають багато сучасних технічних рішень, щодо боротьби з навмисними завадами та можуть бути використані при створенні повітряного ретранслятору для підрозділів в яких дані станції використовуються.

Радіостанцію MICRONET PSTR 0.04. доцільно застосовувати у якості повітряного ретранслятора для організації радіомереж та радіонапрямків в підрозділах де не потрібна передача значного обсягу інформації та фіксація самого факту роботи радіостанцій є недопустимим.

Виконання запропонованих етапів впровадження телекомунікаційних аероплатформ дозволить розгорнути на їх базі повноцінну, захищену транспортну мережу радіодоступу, з можливістю швидкісної передачі даних та маршрутизації з використанням станцій широкосмугового зв'язку.

Напрямами подальших досліджень є вирішення шляхів досягнення електромагнітної сумісності обладнання телекомунікаційних аероплатформ.

ЛІТЕРАТУРА

1. Задачі управління топологіями мереж зв'язку тактичної ланки управління. Романюк В.А., Степаненко Є.О. Збірник наукових праць ВІТІ. 2017. № 2. С. 101 – 109.
2. Літаючі самоорганізуючі радіомережі. Романюк В.А., Степаненко Є.О., Панченко І.В., Восколович О.І. Збірник наукових праць ВІТІ. 2017. № 1. С. 104 – 114.
3. Взгляды командования США на развитие систем связи. Научная работа. [http: \[Электронный ресурс\]](http://Электронный ресурс). Режим доступа: <http://trapeznikovradio.ru/category/nauchnaya-rabota>.
4. Влияние концепции сетецентрической войны на характер современных операций. Хамзатов М.М. “Военная мысль”, 2006, №7: [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://pentagonus.ru/publ/vlijanie_konceptii_setecentricheskoj_vojny_na_kharakter_sovremennykh_operacija/19-1-0-1757.
5. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://gdmissionsystems.com/communications/warfighter-information-network-tactical>.
6. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://asc.army.mil/web/portfolio-item/c3t-warfighter-information-network-tactical-win-t/>.
7. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.lockheedmartin.com/en-us/products/warfighter-information-network-tactical.html>
8. Аналіз бойового застосування та характеристик сучасних військових засобів радіозв'язку іноземного виробництва. Гурський Т.Г. Збірник тез доповідей VII науково-технічної конференції ВІТІ ДУТ. 2014. С. 16 – 22.
9. Аналіз режимів роботи та перспектив бойового застосування сучасних військових УКХ радіостанцій іноземного виробництва. Кувшинов О.В., Гурський Т.Г., Гриценко К.М., Шишацький А.В. Збірник наукових праць ВІТІ № 1 2018. С. 43 – 52.
10. Моделі застосування інформаційно-телекомунікаційних технологій на основі безпілотних авіаційних комплексів у надзвичайних ситуаціях: монографія. Романченко І.С., Данилюк С.Л., Чумаченко С.М. [та ін.]. К. НАУ, 2016. – 332
11. Модель позиціонування телекомунікаційних аероплатформ для оптимізації пропускної здатності повітряної мережі. Романюк В.А., Степаненко Є.О. Збірник наукових праць ВІТІ. 2019. № 2. С. 78 – 85.
12. [Электронный ресурс] https://www.dolya.kiev.ua/catalog/tsifrovye_retranslyatory_mototrbo/.
13. [Электронный ресурс] <https://www.aselsan.com.tr/en/capabilities/military-communication-systems> .
14. [Электронный ресурс] <https://www.harris.com/product-line/harris-falcon-radios>.
15. [Электронный ресурс] <http://www.wireless.ua/1697-malozametnye-lichnye-radiostanicii-soldata.html>.
16. Оцінка граничної дальності зв'язку на сучасних радіо- та радіорелейних лініях Гурський Т.Г., Степаненко Є.О., Шишацький А.В. Збірник наукових праць ВІТІ. 2019. № 1. С. 6 – 17.