

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ЮРИДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ЯРОСЛАВА МУДРОГО
ВІЙСЬКОВО-ЮРИДИЧНИЙ ІНСТИТУТ
Кафедра загальновійськових дисциплін**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Начальник кафедри
загальновійськових дисциплін

полковник

Станіслав КОРОЛЬОВ

« _____ » _____ 20____ р.

**ЛЕКЦІЯ № 4
з навчальної дисципліни:
ОРГАНІЗАЦІЯ ВІЙСЬКОВОГО ЗВ'ЯЗКУ**

Модуль 1. Основи організації зв'язку в Сухопутних військах Збройних Сил України. Характеристика родів військового зв'язку і способи організації зв'язку

Змістовий модуль 1.4. Загальна характеристика та способи організації супутникового, радіорелейного, тропосферного зв'язку, фельд'єгерсько-поштового, сигнального зв'язку

Заняття 1.4.1. Загальна характеристика та способи організації супутникового, радіорелейного, тропосферного зв'язку

Тема: Загальна характеристика та способи організації супутникового, радіорелейного, тропосферного зв'язку

Навчальний потік: 3 курс військово-юридичного інституту

Час: 90 хв.

Місце: лекційна аудиторія

Навчальна та виховна мета:

Вивчити:

- загальну характеристику супутникового, радіорелейного, тропосферного зв'язку;
- способи організації зв'язку цими засобами.

Виховувати:

- широкий оперативно-тактичний кругозір;
- зацікавленість щодо вивчення навчальної дисципліни.

Навчальні питання і розподілення часу: (слайд 2)

№ з/п	Зміст занять, навчальні питання	Час, хв.
I	Вступна частина	5
II	Основна частина	80
	1. Загальна характеристика та способи організації супутникового зв'язку	30
	2. Загальна характеристика та способи організації радіорелейного зв'язку	25
	3. Загальна характеристика та способи організації тропосферного зв'язку	25
III	Заключна частина	5

Навчально-матеріальне забезпечення:

1. Мультимедійний проектор Inphocus;
2. Презентація за темою лекції, підготована за комп'ютерною програмою Microsoft PowerPoint;
3. Схеми за темою лекції.

Навчальна література:

1. Організація військового зв'язку (В.Г. Шолудько, М.Ю. Єсаулов, О.В. Вакуленко, Т.Г. Гурський, М.М. Фомін). Навчальний посібник. – К.: ВІТІ, 2016 р. – 282 с.
2. Організація військового зв'язку. О.О. Лаврут, С.О. Івко, Б.М. Бойчук, С.В. Давіденко, О.М. Манюк. Інтерактивний посібник. – Л: НАСВ, 2016 р. Режим доступу: <http://manyukoleksandr.esy.es/>.
3. Стан та перспективи застосування сучасних технологій та засобів радіозв'язку в Збройних Силах України. О.О. Лаврут, О.К. Климович, М.Л. Тарасюк, О.Л. Антонюк. Системи обробки інформації. Х.:ХНУПС, 2017. – № 1 (147),– С. 159–167.
4. Державний стандарт України. ДСТУ В 3265—95. Зв'язок військовий. Терміни та визначення.
5. Керівництво з технічного забезпечення зв'язку та автоматизації управління військами Збройних Сил України (КТЗЗ та АУВ ЗСУ – 2002). – К. : Військове видавництво, 2002. – 134 с.
6. Бойовий статут механізованих і танкових військ Сухопутних військ Збройних Сил України. Частина II. Батальйон, рота. – Київ: Командування Сухопутних військ Збройних Сил України, 2016. — 260 с.

ЗМІСТ ЛЕКЦІЇ ТА МЕТОДИКА ВИКЛАДЕННЯ

Дана лекція є лекцією інформаційного типу. Вона повинна починатися з короткого вступу, у якому до аудиторії доводиться тема лекції, її значення у системі підготовки військового фахівця, цільова настанова і план лекції. Також необхідно дати стисло характеристику навчальної літератури, яка рекомендується.

В основній частині лекції, при розгляданні кожного питання, доцільно формулювати проблему, яка розглядається, встановлювати її зв'язок із майбутньою діяльністю військового фахівця.

Розкриття питань лекції, як і її загального змісту, здійснюється шляхом раціонального поєднання методів індукції і дедукції, прийомів викладання від часткового до загального. Лекція повинна формувати у тих, хто навчається, здатності до абстрактного мислення. Викладення матеріалу повинно супроводжуватися демонстрацією слайдів.

Лекція повинна закінчитися формулюванням стислих висновків з матеріалу, який розглядався, викладенням рекомендацій для самостійної роботи, якщо вони не були дані раніше у ході лекції та відповідями викладача на питання курсантів.

ВСТУП

Роль і значення різних засобів зв'язку визначаються їх тактико-технічними характеристиками і вимогами забезпечення управління військами і зброєю в конкретних умовах обстановки. Основними засобами зв'язку є ті, що в даній обстановці найбільш повно забезпечує потребу управління. У всіх випадках для зв'язку слід застосовувати ті засоби, які забезпечують максимальне збереження в таємниці не тільки зміст повідомлення, а й самого факту його передачі. Способи організації зв'язку різними родами зв'язку мають забезпечити найбільш раціональне використання засобів зв'язку та ефективне функціонування системи зв'язку.

Сьогоднішня лекція присвячена вивченню загальних характеристик та способів організації супутникового, радіорелейного та тропосферного зв'язку.

1. Загальна характеристика та способи організації супутникового зв'язку

Загальна характеристика супутникового зв'язку

Супутниковий зв'язок – радіозв'язок, що здійснюється між земними станціями за допомогою ретрансляції радіосигналів через супутник-ретранслятор.

Супутниковий зв'язок поєднує в собі ряд позитивних властивостей радіо-радіорелейного, тропосферного і проводового зв'язку, відіграє важливу роль при забезпеченні управління військами в складних обставинах у всіх видах їх бойової діяльності.

До засобів супутникового зв'язку належать: космічні апарати зв'язку – ретранслятори на штучних супутниках Землі, наземні вузлові та кінцеві станції.

Засоби супутникового зв'язку дозволяють здійснювати дуплексний багатоканальний телефонний, телеграфний, факсимільний зв'язок і передачу даних, а також передачу телевізійної і телеметричної інформації (повідомлень).

Супутниковий зв'язок може здійснюватись цілодобово чи сеансами і має такі основні особливості:

- можливість забезпечення зв'язку на великій відстані при обхваті значних площ території;
- швидкість розгортання і вводу в експлуатацію ліній незалежно від їх протяжності;
- можливість встановлення зв'язку через територію зайняту противником, а також через важкодоступні і непрохідні ділянки місцевості;
- забезпечення зв'язку як з нерухомими, так і з рухомими об'єктами;
- можливість передачі повідомлень одночасно великій кількості кореспондентів;
- високу маневреність каналами і напрямками зв'язку;
- можливість роботи станції за декількома напрямками зв'язку одночасно;
- високу ступінь централізації управління зв'язком.

До основних недоліків супутникового зв'язку відносяться:

- наявність великих зон радіовидимості, що дає можливість противнику вести перехват наших передач і створювати завади роботі бортових ретрансляторів штучних супутників Землі;
- малий діапазон роботи супутникових станцій.

Способи організації супутникового зв'язку

Засоби супутникового зв'язку визначеним чином організуються в специфічну систему, прийняту називати системою супутникового зв'язку. Система супутникового зв'язку може будуватися на основі радіального і радіально-вузлового принципів.

Радіальний принцип побудови передбачає забезпечення зв'язку між одним прийомо-передавальним центром (ППЦ) і декількома вузловими чи кінцевими станціями одночасно (рис. 1.1).

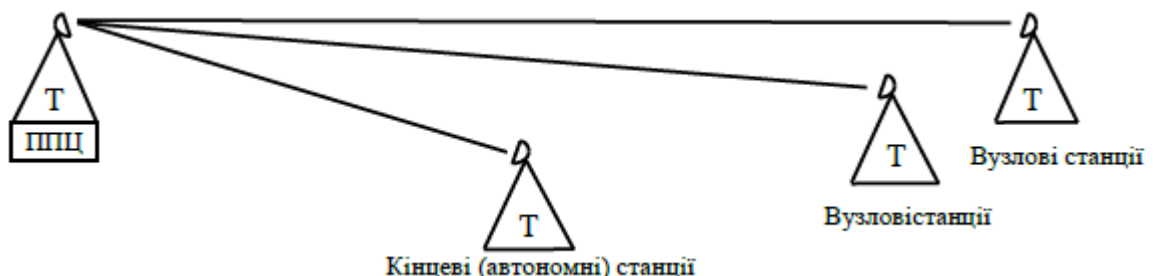


Рис. 1.1. Радіальний принцип побудови системи супутникового зв'язку

Радіально-вузловий принцип побудови передбачає забезпечення зв'язку між одним прийомо-передавальним центром і декількома вузловими та кінцевими станціями, а також між однією вузловою і декількома кінцевими станціями (рис. 1.2).

В системах супутникового зв'язку, побудованих на радіальному і радіально-вузловому принципах, організуються напрямки і мережі супутникового зв'язку.

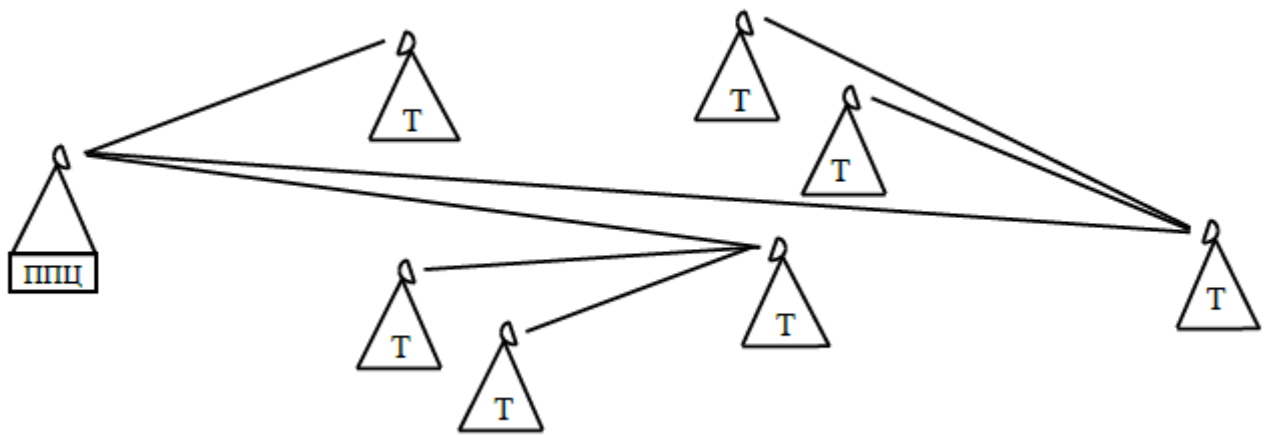


Рис. 1.2. Радіально-вузловий принцип побудови системи супутникового зв'язку

Напрямок супутникового зв'язку – спосіб організації супутникового зв'язку між двома командирами (штабами), при якому зв'язок здійснюється по окремій лінії супутникового зв'язку, розгорнутій безпосередньо між ними (рис. 1.3).

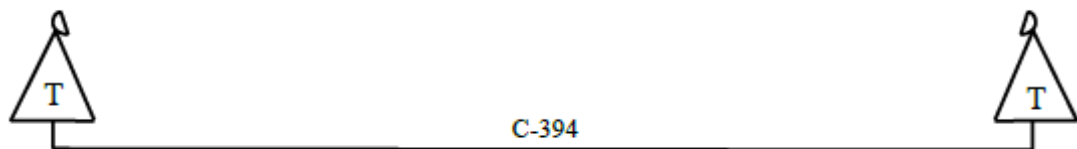


Рис. 1.3. Напрямок супутникового зв'язку

Мережа супутникового зв'язку – спосіб організації супутникового зв'язку, при якому зв'язок командира (штабу) з декількома командирами (штабами) підлеглих і взаємодіючих частин (з'єднань та ін.) здійснюється по чергово (рис. 1.4).

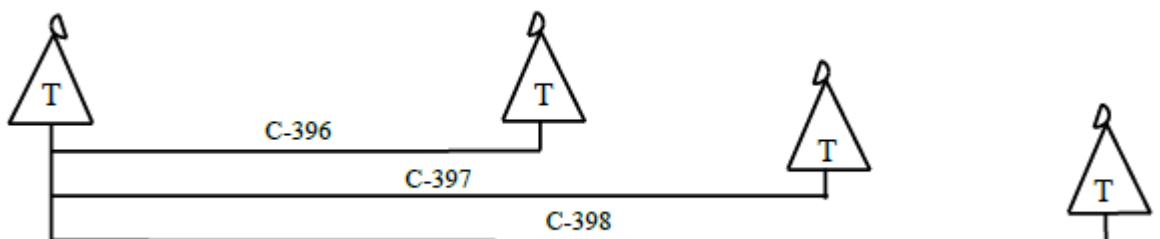


Рис. 1.4. Мережа супутникового зв'язку

Організаційно і технічно мережа супутникового зв'язку представляє собою об'єднання радіоліній супутникового зв'язку, розгорнутих у відповідності зі структурою управління.

При роботі в мережі підлеглі станції знаходяться в режимі чергового прийому і включаються на передачу з дозволу головної станції чи за розкладом.

В напрямках і мережах супутникового зв'язку станція старшого командира (штабу) являється головною. В напрямках і мережах взаємодії головна станція призначається штабом, який організує взаємодію.

На теперішній час на озброєнні військ знаходяться станції супутникового зв'язку "Тоoway" з телекомунікаційним обладнанням. Використовується супутник на геостаціонарній орбіті, який покриває зону Західної і Східної Європи.

Геостаціонарні системи супутникового зв'язку (GEO - Geostationary Earth Orbit) - із круговими екваторіальними орбітами висотою близько 40 000 км. При цьому період обертання супутника навколо Землі дорівнює 24 год. Тобто, супутник завжди знаходиться над певною точкою Землі. Перевагою таких систем є можливість покриття всієї земної поверхні невеликою кількістю супутників (від трьох). Основний недолік - великий час розповсюдження радіосигналів (затримка радіосигналу). Прикладами систем є: INMARSAT (міжнародна організація морського супутникового зв'язку), OmniTRACKS (північноамериканська система для передавання даних і визначення місця розташування), EUTELTRACKS (західноєвропейська з тими ж функціями), Mobilesat (австралійська система для мобільного і фіксованого зв'язку), "Сокіл" (російська).

Для забезпечення управління військами в АТО, у зв'язку з відсутністю власного штучного супутника Землі та станцій супутникового зв'язку як цивільного, так і військового призначення, широкого застосування набули **термінали супутникового зв'язку Тоoway**. Послуга супутникового зв'язку надається компанією Eutelsat на території всієї Європи через супутник Ka-Sat (компанія Eutelsat (Франція), розташований у позиції 9° с.д. (Ka-band транспондера, обсяг ресурсу – 20 000 МГц), що працює в Ka-діапазоні (20/30 ГГц). Супутник Ka-Sat є унікальним, оскільки він розроблявся винятково для надання супутникового інтернету Тоoway на супутникові антени невеликого діаметра (до 75 см).

Застосування системи TOOWAY дозволяє забезпечити ефективні, захищені, інтерактивні лінії зв'язку високої якості за технологією Ethernet з сотнями і навіть з десятками тисяч віддалених пунктів. Віддалені термінали TOOWAY можуть забезпечувати двосторонній супутниковий зв'язок через мережу Інтернет.

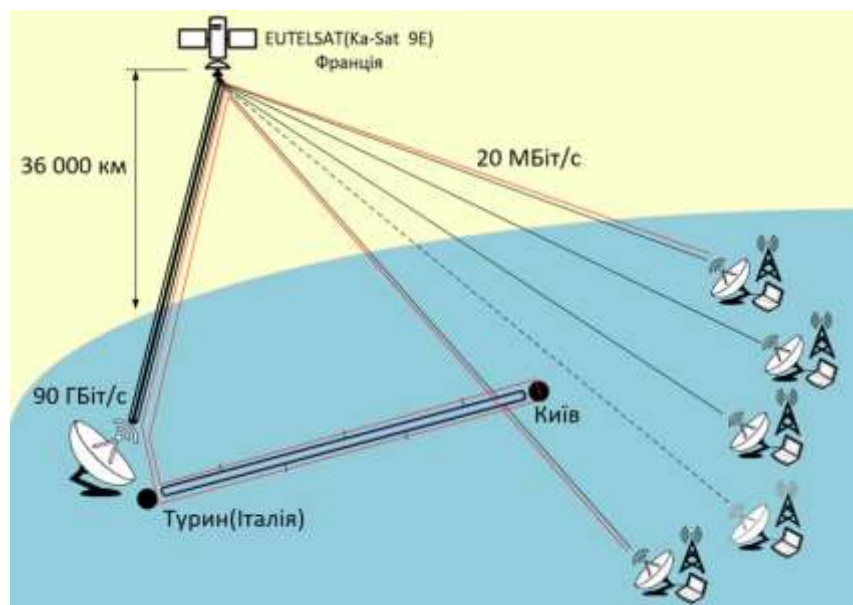


Рис. 1.5. Система супутникового зв'язку TOOWAY

Провайдером послуги "супутниковий двосторонній Інтернет Тоoway" є оператор зі світовим ім'ям, компанія SkyLogic, яка надає VSAT Інтернет доступ в 26 країнах Європи, включаючи Україну. Офіційний сайт компанії Skylogic доступний за адресою www.tooway.com. У країнах Європи VSAT інтернет відомий під брендом Тоoway. Штаб квартира оператора SkyLogic розташована в Італії, Турін. Оператор Skylogic є донькою компанії Eutelsat Франція (Eutelsat є власником супутника Ka-Sat 9E).

Основні ТТХ. Тип орбіти – геостаціонарна, координати супутника – 9° східної довготи. Максимально можлива швидкість передавання інформації – до 5 Мбіт/с (для конкретного терміналу може бути і меншою, в залежності від підключеного пакета послуг, які надає компанія DataGroup). Діапазон частот (Ka): передавання – 29,5...30 ГГц, прийом – 19,7...20,2 ГГц.

Основні складові *терміналу*: прийомо-передавач з параболічною антеною, розраховані на експлуатацію під відкритим небом при температурах від -40С до +55°С та модем, розрахований на експлуатацію в приміщенні (при температурі від 0С до +40С). Модем з прийомо-передавачем з'єднується ВЧ-кабелем максимальною довжиною 50 м.

Живлення терміналу (110/220 В змінного струму) подається на модем. Потужність на виході передавача 3 Вт. Споживана потужність – 24 Вт.

До модему замість комп'ютера, який використовувався у якості управляючого, може підключатися маршрутизатор, або комутатор, далі – VoIP-шлюз, до якого – аналогові телефонні апарати. Інші порти маршрутизатора можуть використовуватись для створення каналів передавання даних, включення ретранслятора транкінгового зв'язку Motorola DR-3000.

Мобільний комплекти МКСС 1.1 призначений для забезпечення послугами відкритого телефонного зв'язку (також передбачено підключення зовнішнього шифрувального пристрою) та передачі даних, з використанням каналу супутникового зв'язку системи Ka-Sat у смузі частот 20,2 – 30,1 ГГц (Ka-діапазон) зі швидкістю до 5 Мбіт/с, доступ до мережі Інтернет до 20 Мбіт/с.

Комплект забезпечує: організацію локальної мережі до 3 абонентів; організацію відкритого телефонного зв'язку для 2 абонентів по протоколу SIP; повнофункціональний маршрутизатор з підтримкою більшості мережевих протоколів; індикацію рівня заряду акумуляторної батареї; автономну роботу – до 120 хвилин; безвідмовну роботу при температурі від -10 °С до + 30 °С. Електроживлення: постійним струмом – 12/24В, змінним струмом – 220В. Загальна вага комплекту 24,5 кг. Транспортуються обслуговуючим персоналом. Складається з двох ранцевих рюкзаків.

До складу мобільного комплекту супутникового зв'язку МКСЗ входить: модемний блок у герметичному кейсі, у якому знаходяться плати безпосередньо модему, маршрутизатора, VoIP шлюза, пристрій безперебійного живлення (ПБЖ), прийомо-передавач з антеною на тринозі. Розрахунок МКСЗ у похідному положенні складається з двох чоловік при перенесенні двома людьми. Електроживлення: постійним струмом 12/24 В, змінним струмом 220 В. Автономна робота – до 120 хвилин за рахунок ПБЖ (рис. 1.6).



Рис. 1.6. Мобільний комплект супутникового зв'язку МКСЗ

Лінії прямого супутникового зв'язку між пунктами управління є основою польового компоненту системи зв'язку у ході застосування Збройних Сил України **в антитерористичній операції.**

В ході ведення антитерористичної операції також набули вкрай важливого значення мережі супутникового зв'язку. Якщо раніше внаслідок їх вузькосмуговості та малоканальності вони використовувалися як лінії прямого зв'язку між командирами та штабами, зараз, наприклад, супутникова мережа є основою транспортної мережі системи зв'язку.

Через відсутність національного супутника зв'язку, станцій супутникового зв'язку та портативних терміналів супутникового зв'язку військового призначення було прийнято рішення на використання станцій супутникового зв'язку комерційного призначення. На цей час розгорнута повнозв'язна підсистема супутникового зв'язку, яка доведена до окремих батальйонних та ротних тактичних груп, ротних та окремих взводних опорних пунктів. З метою підвищення живучості системи супутникового зв'язку розглядається рішення щодо нарощування системи засобами Ku-діапазону (14 ГГц і 12 ГГц, відповідно). Супутникові засоби також широко використовуються для організації системи транкінгового зв'язку.

2. Загальна характеристика та способи організації радіорелейного зв'язку

Загальна характеристика радіорелейного зв'язку

Радіорелейний зв'язок – радіозв'язок прямої видимості між двома радіорелейними станціями або радіозв'язок, який здійснюється шляхом багатократної ретрансляції радіосигналів по ланцюгу радіорелейних станцій.

Радіорелейний зв'язок, включає в себе ряд корисних властивостей радіо- та проводових засобів, і є одним із основних родів зв'язку та дозволяє реалізувати великі можливості для забезпечення управління військами в складній обстановки в усіх видах їх бойової діяльності.

Радіорелейні засоби використовуються, як правило, самостійно для розгортання радіорелейної лінії (дві і більше РРС, розгорнутих на одному напрямку для спільної роботи), а також для нарощування ліній радіо- і

проводового зв'язку, для дистанційного управління радіостанціями середньої та великої потужності.

Радіорелейні засоби дозволяють створювати якісні дуплексні канали зв'язку (групові тракти) первинної мережі зв'язку, які практично мало залежать від пори року і доби, від стану погоди та атмосферних завад, залежить від рельєфу місцевості, що зумовлено властивостями розповсюдженню УКХ.

До переваг діапазону УКХ відносяться:

- різке зменшення рівнів промислових та атмосферних завад;
- підвищення направленості та покращення поляризаційних властивостей випромінювання та прийому антени.

Недоліки УКХ: розповсюдження радіохвиль переважно в межах прямої видимості.

Класифікація засобів та ліній військових систем радіорелейного зв'язку

В основу класифікації військових систем радіорелейного зв'язку належать наступні основні признаки: мобільність, кількість каналів (пропускна здатність), діапазон робочих частот, метод об'єднання та розподілення каналів, метод модуляції радіосигналу, область переважного застосування.

По мобільності розподіляють рухомі та стаціонарні засоби. Рухомі радіорелейні станції (PPC) розміщуються на кузовах, контейнерах, на платформах та інших об'єктах. За кількістю каналів (пропускна здатність) РРЛ (PPC) діляться на малоканальні та багатоканальні.

Малоканальні радіорелейні лінії (РРЛ) та PPC мають не більше 12 каналів тональної частоти (ТЧ). Багатоканальні РРЛ і PPC забезпечують до 60, а іноді і більше каналів зв'язку.

Типова градація кількості каналів 2, 3, 6, 12, 48 і 60.

За діапазоном робочих частот військові РРЛ та PPC класифікуються, як лінії метрового, дециметрового, сантиметрового та міліметрового діапазонів.

За методом об'єднання та розподілення каналів РРЛ та PPC розподіляються на два традиційно відомих класів: з частотним розподілом каналів (ЧРК) та чатовим розподілом каналів (ТРК).

Метод модуляції радіосигналу РРЛ. Звичайним являється користування в радіотрактах частотної модуляції, частотної та фазової маніпуляції, а також інших способів формування завадозахищених радіосигналів.

Область переважного застосування РРЛ та PPC визначає їх технічну та експлуатаційну здатність, умови функціонування, надійність, якість зв'язку та інше.

Способи організації радіорелейного зв'язку

Радіорелейні станції застосовують для утворення магістральних ліній, опорних мереж зв'язку, ліній прямого зв'язку між пунктами управління, ліній прив'язки до опорної мережі зв'язку, а також для того щоб утворити "вставки" в потужних та інших лініях кабельного зв'язку.

При організації радіорелейного зв'язку необхідно враховувати залежність його від рельєфу місцевості, що викликає необхідність ретельного вибору траси ліній зв'язку, неможливість роботи або значне зменшення дальності дії радіорелейних станцій (PPC), можливість перехвату передач і створення радіозавад противником.

Для безпосереднього зв'язку між двома РРС необхідна наявність прямої видимості між антенами цих станцій.

Обмежена дальність зв'язку вимагає застосовувати проміжні (ретрансляційні) станції при організації зв'язку на великі відстані (рис. 2.1).

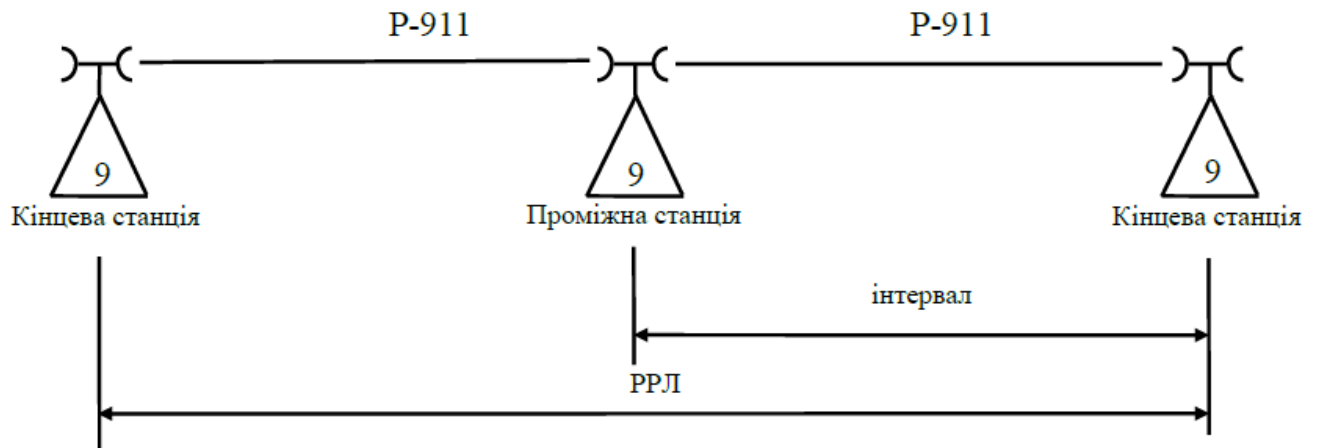


Рис. 2.1. Радіорелейна лінія

Радіорелейна лінія – це дві і більше РРС, розгорнутих в одному напрямку.

Перед розгортанням РРЛ, як правило, на топографічній карті або на місцевості прокладається траса. Трасою РРЛ називається лінія на місцевості або карті, що з'єднує точки розміщення кінцевих та проміжних РРС. Траси прокладаються з метою оцінки місцевості в умовах проходження радіохвиль (визначення ступеня геометричної видимості між антенами на кожному інтервалі).

Дальність зв'язку і стійкість роботи радіорелейних ліній (РРЛ) для кожного типу станції залежать від довжини інтервалів і максимально допустимого числа проміжних станцій, від рельєфу місцевості і умов розгортання ліній.

Збільшення числа проміжних станцій або довжини інтервалів більше допустимого викликає погіршення якості зв'язку або його відсутність.

Радіорелейний зв'язок, в залежності від умов обстановки, тактико-технічних даних апаратури, наявності сил та засобів, особливостей організації управління може бути організований за напрямком, по мережі і по осі.

Напрямок радіорелейного зв'язку – спосіб організації зв'язку між двома ПУ (командирами, штабами) (рис. 2.2).

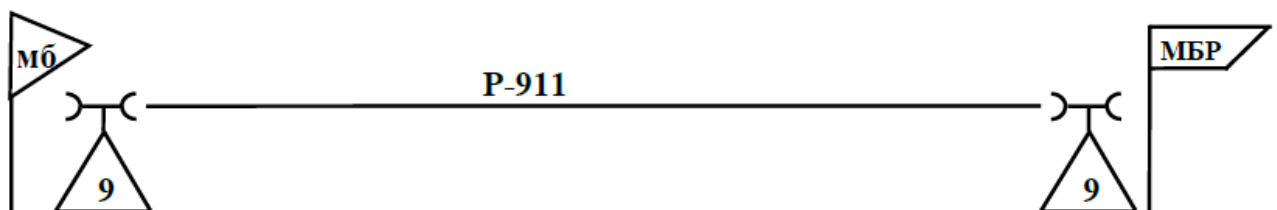


Рис. 2.2. Напрямок радіорелейного зв'язку

Зв'язок за напрямком є найбільш простим способом організації радіорелейного зв'язку, але потребує підвищеної кількості радіорелейних станцій на вузлі зв'язку старшого штабу та більшого числа частот.

Спосіб організації радіорелейного зв'язку за напрямком використовується в усіх ланках управління військами.

Переваги радіорелейного напрямку:

- забезпечує велику надійність роботи напрямку зв'язку;
- забезпечує велику пропускну здатність.

Недоліки радіорелейного напрямку:

- великий розхід частот і радіорелейних станцій при штабі, що організує зв'язок;
- труднощі в розміщенні великої кількості РРС без взаємних завад на ВЗ старшого штабу;
- вимагає можливості маневру каналами зв'язку між напрямками.

Вісь радіорелейного зв'язку – спосіб організації зв'язку, при якому зв'язок старшого ПУ (командира, штабу) декількома підлеглими ПУ (командирами, штабами) здійснюється по одній РРЛ, що розгорнута в напрямку переміщення ПУ старшого штабу (рис. 2.3).

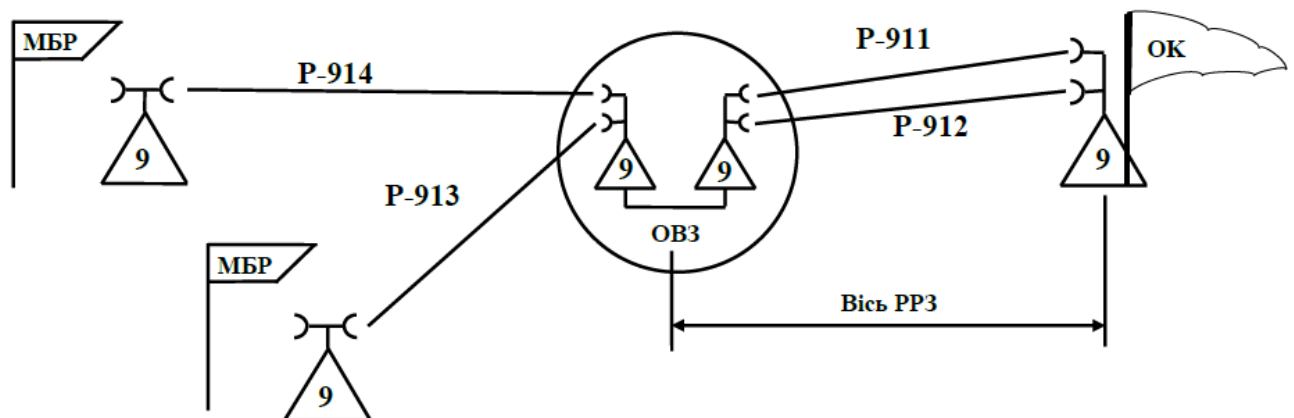


Рис. 2.3. Вісь радіорелейного зв'язку

В залежності від кількості підлеглих штабів можуть організовуватися дві та більше основних радіорелейних ліній.

Зв'язок ПУ старшого штабу з ПУ підлеглих штабів здійснюється через опорні (допоміжні) телекомунікаційних вузлів зв'язку (ОТВЗ, ДВЗ), на яких проводиться розподіл телефонних і телеграфних каналів між ПУ.

Переваги радіорелейного зв'язку, який організований по осі:

- зменшується кількість РРС на вузлах зв'язку старшого штабу;
- забезпечується можливість маневру каналами зв'язку, більш ефективно їх використання;
- полегшується управління РРЗ.

Недоліки радіорелейного зв'язку, який організований по осі:

- залежність всього РРЗ від роботи вісьової лінії;
- необхідність додаткової комутації каналів на ОТВЗ, ДВЗ.

На осьовій лінії застосовуються багатоканальні станції (збільшується перепускна здібність осі), а на лініях прив'язки – малоканалні станції.

Мережа радіорелейного зв'язку – спосіб організації зв'язку, при якому зв'язок старшого ПУ (командира, штабу) з декількома підлеглими ПУ (командирами, штабами) здійснюється за допомогою одного радіорелейного комплексу.

Під час роботи у мережі на частоту передавача РРС старшого ПУ (командира, штабу) настроюються приймачі підлеглих ПУ (штабів), а на частоту приймача старшого ПУ (командира, штабу) настроюються передавачі підлеглих

ПУ (штабів). Підлеглі РРС мережі працюють в режимі чергового прийому і включаються на передачу за викликом головної РРС мережі або визначений розкладом термін (рис. 2.4).

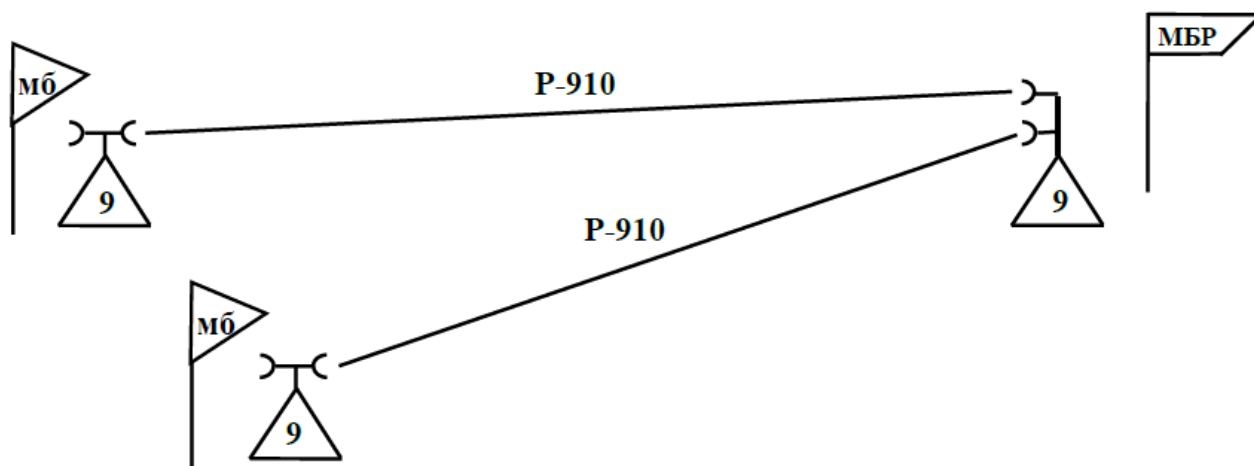


Рис. 2.4. Мережа радіорелейного зв'язку

При роботі в мережі передавачі РРС підлеглих кореспондентів постійно настроєні на частоту приймача головної станції.

При відсутності обміну всі станції мережі повинні знаходитись в режимі чергового прийому. Право виклику представляється переважно головній станції.

Після виклику головною станцією одного з кореспондентів, переговори між ними можуть продовжуватись в дуплексному режимі. По закінченні переговорів станції знову переключаються в симплексний режим.

Кількість РРС в мережі не повинно перевищувати трьох-чотирьох.

Підлеглі ТРС мережі працюють в режимі чергового прийому та включаються на передачу на вимогу головної РРС мережі або в терміни визначені розкладом.

В теперішній час на озброєнні військ знаходяться радіорелейні станції малоканалні: Р-409М, Р-415, Р-419, багатоканальні РРС: Р-414, Р-416 та цифрова РРС Р-450 і малогабаритні РРС широкосмугового доступу типу NANOBRIGE.

Найсучаснішою військовою радіорелейною станцією вітчизняного виробництва, як відповідає вимогам сьогодення, є РРС Р-450.



Рис. 2.5. Радіорелейна станція Р-450

PPC P-450 призначена для забезпечення цифрового радіорелейного зв'язку в стаціонарних і польових системах зв'язку.

Радіорелейна станція може працювати на стаціонарних вузлах зв'язку і в апаратних польових системах зв'язку різних рівнів. Вона надає можливість створення радіоканалів дальньої дії.

PPC дозволяє працювати із двома типами модуляції: FSK і QPSK.

Модуляція FSK дозволяє одержати швидкості передачі 256, 512, 1024 і 2048 кбит/с. Модуляція FSK може бути двох видів: згідно зі STANAG 4210 і CP-FSK2r (далі — FSK2r). FSK2r — двійкова частотна маніпуляція з безперервною фазою із вкладеним у потік даних службовим каналом.

Модуляція QPSK. Це чотирьорівнева фазова модуляція, призначена для роботи з потоком 8448 кб/с.

PPC по цифровому стику може працювати в чотирьох режимах, що дозволяє підключати цифрову апаратуру зв'язку з різними стиками. Зміна типу стику в PPC виконується програмно, шляхом зміни режиму роботи оператором станції або системою управління.

Режим STANAG

У цьому режимі використовується електричний стик відповідно до стандарту STANAG 4210 (варіант стику «З»), виведений на роз'єм «ТРАКТ» на передній панелі ППБ. Можлива робота з каналами зі швидкістю 256, 512, 1024 і 2048 кбит/с.

Режим Eurocom

Режим роботи використовує електричний стик, що відповідає стандарту Eurocom D/1, виведений на роз'єм «ТРАКТ» на передній панелі ППБ. Можлива робота з каналами 256, 512, 1024, 2048 Кбит/с.

Режим G.703

Режим роботи використовує електричний стик, що відповідає стандарту ITU-T G.703, виведений на роз'єм «ТРАКТ» на передній панелі ППБ. Можлива робота з каналом 2048, 4x2048 або 8448 Кб/с.

Режим Opto

Даний режим роботи реалізує багатомодовий оптичний стик по двох каналах (прийом і передача) з довжиною хвилі 1300 нм. Він дозволяє працювати з каналами 256, 512, 1024, 2048 і 8448 Кбит/з і призначений для підключення комутаційної апаратури з оптичними стиками.

PPC передбачає зв'язок між операторами спільно працюючих станцій по службовому каналі.

Живлення радіостанції здійснюється:

змінним струмом напругою від 187 до 242В, частотою від 43 до 65 Гц. Номінальне значення – 220У 50 Гц;

постійним струмом від 22 до 30В із захистом від помилкової зміни полярності. Номінальне значення — 27 В.

Електроживлення від джерела змінного струму здійснюється від окремого блока перетворення змінного струму напругою 220В 50 Гц на постійний струм напругою 27 В.

Габаритні розміри радіостанції – 487x554x259 мм.

Технічні характеристики радіостанції:
Діапазон частот – від 1350 до 2690 МГц
Крок сітки робочих частот – 125 кГц
Кількість каналів — 10720.
Мінімальний дуплексний інтервал — 50 МГц
Поляризація антени — лінійна (вертикальна або горизонтальна).
Висота щогли — 20 м.
Довжина фідера – 40 ± 1 м.
Строк експлуатації — не менше 20 років

Для організації прив'язки вузлів зв'язку пунктів управління до опорної мережі також застосовуються **цивільні широкодіапазонні радіорелейні станції**. Такі станції використовуються для побудови бездротових ліній зв'язку за технологією Wi-Fi та WiMax з підтримкою протоколів 802.11n, 802.11g, 802.11b (рис. 2.6, 2.7). Вони забезпечують реальну швидкість передачі даних до 300 Мбіт/с. Бездротову точку застосовують для підключення до базової станції провайдера або побудови Wi-Fi мостів на відстань до 35 км. Пристрій швидко збирається без використання спеціальних інструментів.



Рис. 2.6. Зовнішній вигляд широкодіапазонної станції Airfiber



Рис. 2.7. Зовнішній вигляд широкодіапазонної станції AirGrid M5 та Nanobridge

Переваги такого класу пристроїв: висока швидкість бездротового каналу; відсутність падіння швидкості при малому розмірі пакетів; висока ємність каналу і ефективне використання радіосередовища за рахунок спеціальних модуляцій і технології ХРІС МІМО; оптимальний за ємністю і надійністю радіоканал завдяки адаптивній модуляції; низьке енергоспоживання – до 50 Вт; гарна продуктивність; велика дальність роботи і невисока ціна.

Перспективною для використання є фірмова розробка компанії Ubiquiti Networks – технологія AirMax. Це особливий протокол, за допомогою якого ведеться безпроводова передача даних.

Суть технології полягає в тому, що відбувається часове розподілення передачі пакетів для кожного абонента, надаючи йому визначений часовий слот для передачі/прийому даних. В результаті відпадає необхідність слухати ефір, зникають затримки. Друга особливість технології – вміння визначати клієнтів з "важким" трафіком (VoIP/Video) і надавати їм пріоритет.

Використання протоколу AirMax дає декілька важливих переваг. По-перше, це масштабованість бездротової мережі. Використання AirMax запобігає зниженню якості каналу в умовах одночасного використання великою кількістю клієнтів. Якщо в мережі 802.11, яка реалізується за технологією Wi-Fi, рекомендується одночасне підключення не більше 20 користувачів, то за допомогою технології AirMax одночасно можуть працювати одразу до 120 клієнтів. Дане досягнення стало можливим завдяки зміні принципу передачі інформації на MAC рівні. У Wi-Fi мережах ступінь зайнятості каналу може бути визначена за допомогою бази інформації про наявність несучої. В AirMax же використовується технологія опитування клієнтів мережі базою (полінга). Дана технологія дозволила вирішити проблему «прихованих вузлів» – коли два абоненти мережі одночасно намагаються надіслати сигнал, так як при прослуховуванні ефіру «не чують» один одного через віддаленість або інші фактори. По-друге, використання технології AirMax дозволяє максимально зменшити затримку для передачі голосу і відео. Алгоритми опитування клієнтів мережі роблять можливим визначення тих клієнтів, які передають чутливі до затримки відео і голос, і надають їм пріоритет відносно інших. По-третє, була досягнута висока швидкість передачі даних завдяки використанню технології MIMO. Дана технологія дає можливість збільшення швидкості передачі інформації на фізичному рівні. Унікальною розробкою Ubiquiti Networks стали кросполяризаційні антени, характеристики яких максимально наближені до антен операторського сегменту. Дані антени пройшли спеціальні тести на сумісність з пристроями Ubiquiti Networks, які відрізняються підтримкою AirMax. Такі антени розроблені з метою оптимізації характеристик радіоканалів.

Досвід організації зв'язку в ході АТО призвів до зміни ряду поглядів на способи організації радіорелейного зв'язку.

Радіорелейні лінії зв'язку на багатоканальних РРС Р-414, навіть ущільнені цифровими модемами, практично не застосовувались внаслідок низької мобільності та демаскувальних ознак (високих антен).

Широкого застосування набули малогабаритні радіорелейні станції широкосмугового доступу (нанобридж і т.д.).

3. Загальна характеристика та способи організації тропосферного зв'язку

Загальна характеристика тропосферного зв'язку

Тропосферний зв'язок – радіозв'язок, що здійснюється відбиттям та розсіюванням радіохвиль на неоднорідностях тропосфери між станціями, які знаходяться поза межами прямої видимості (рис. 3.1).

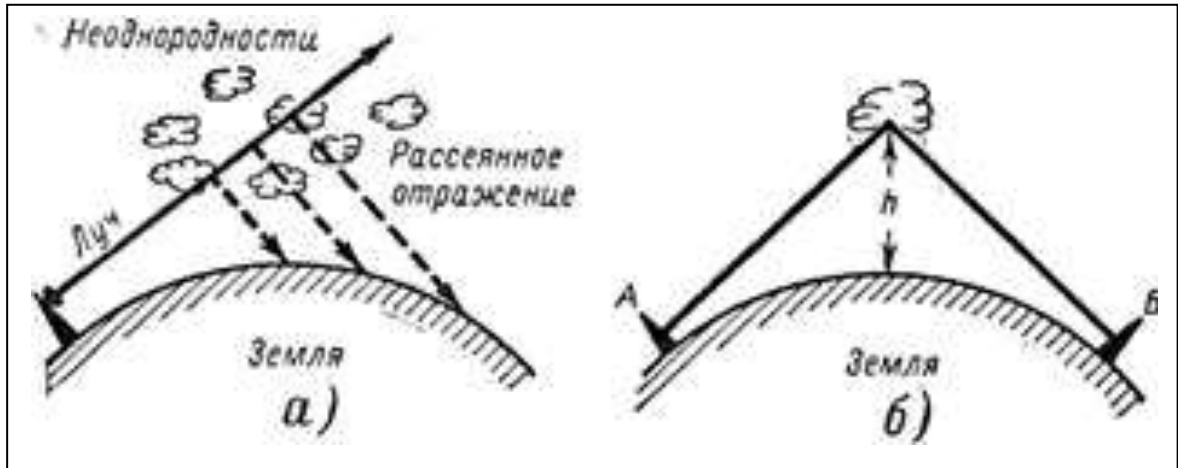


Рис. 3.1. Здійснення тропосферного зв'язку

Тропосферний зв'язок, як різновидність радіо- та радіорелейного зв'язку, ґрунтується на використанні ефекту розсіювання ультракоротких хвиль на неоднорідностях тропосфери, обумовлених неоднорідностями метеорологічних параметрів повітря, температури, вологості, тиску. Такі неоднорідності турбулентного (вихрового) та шарового характеру існують в тропосфері регулярно по всій товщині – від поверхні землі до верхнього кордону 10–15 км.

З цього виходить, що тропосферний радіозв'язок може здійснюватися незалежно від пори року та доби.

Принципальна відмінність ліній тропосферного зв'язку від розглянутих радіорелейних ліній полягає в відсутності прямої видимості.

За допомогою тропосферних станцій можна забезпечити зв'язок без ретрансляції на 150–200–250 км, скоротити час на розгортання ліній великої потужності і таким чином зменшити потребу в техніці та особовому складі.

Сигнали, які передаються тропосферними станціями, приходять в пункт прийому в значній мірі послаблені. Тому використання тропосферного зв'язку можливо за умови наявності потужних передавачів, високочутливих приймачів, а також антен з великою площею розкриття.

Багатоканальність та висока якість каналів, значна дальність зв'язку на одному інтервалі, в порівнянні з радіорелейним зв'язком, швидкість розгортання і встановлення зв'язку, малий вплив висотних ядерних вибухів на тропосферний зв'язок висунули його в ряд найважливіших.

Але необхідно відмітити, що тропосферні засоби зв'язку залишаються ще громіздкими. В теперішній час необхідний біологічний захист особового складу.

Всі сучасні тропосферні лінії зв'язку (ТЛЗ) діляться на стаціонарні та рухомі.

Стаціонарні – є магістральні ТЛЗ великої протяжності багатоцільового призначення. Станції таких ліній розміщуються на постійно відведених робочих частотах.

Рухомі ТЛЗ відрізняються тим, що їх станції розраховані на більш або менш швидке згортання, транспортування та розгортання в новому пункті.

Рухомі військові тропосферні лінії іноді діляться на важкі та легкі.

Легкими лініями є такі, обладнання станцій, які розміщуються, як правило, не більше як на двох – трьох транспортних одиницях (автомобілі, причепи) середнього тону. Кількість транспортних одиниць станцій важких рухомих ліній буває п'ять та більше.

Більше всього на стаціонарних та важких рухомих лініях використовують діапазон дециметрових хвиль, а на рухомих малоканалних – діапазон сантиметрових хвиль.

Легкі рухомі тропосферні лінії зв'язку складаються із невеликої кількості ділянок та часто – із однієї ділянки.

Протяжність ділянок буває 150–300 км, кількість каналів ТЧ 2–24. Передавачі мають потужність не більше 1–2 кВт.

Важкі рухомі лінії обслуговують дальність зв'язку в декілька тисяч км. При довжині ділянки до 500 км, кількість каналів ТЧ декілька десятків. Передавачі мають потужність до 10 кВт.

Способи організації тропосферного зв'язку

Тропосферний зв'язок може організовуватись за напрямком та по осі.

Напрямок тропосферного зв'язку – спосіб організації тропосферного зв'язку між двома командами (штабами), при якому зв'язок здійснюється по окремій тропосферній лінії, розгорнутій безпосередньо між ними (рис. 3.2).

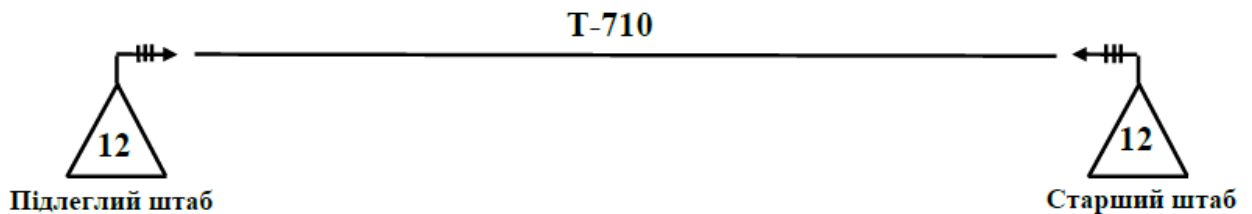


Рис. 3.2. Напрямок тропосферного зв'язку

Вісь тропосферного зв'язку – спосіб організації тропосферного зв'язку, при якому зв'язок старшого ПУ (командира, штабу) з декількома командами (штабами) здійснюється по одній осевій тропосферній лінії, що розгорнута в напрямку переміщення ПУ старшого штабу (рис. 3.3).

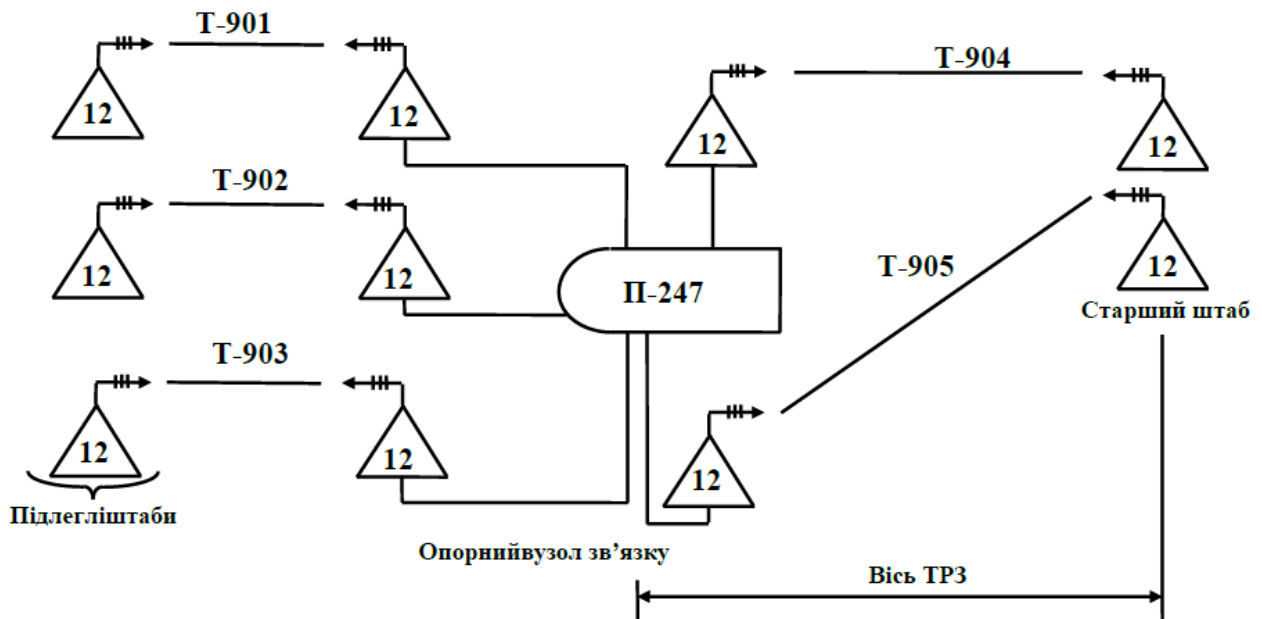


Рис. 3.3. Вісь тропосферного зв'язку

В теперішній час на озброєнні в військах зв'язку є тропосферні станції Р-412А(Б), Р-412Ф, Р-410М, Р-423-2/1, Р-417 та цифрові ТрС, зокрема Р-417МУ, Р-423-1МУ.

ЦИФРОВІ СТАНЦІЇ ТРОПОСФЕРНОГО ЗВ'ЯЗКУ Р-417МУ, Р-423-1МУ

Станції тропосферного зв'язку Р-417МУ, Р-423-1 МУ є модернізованими модифікаціями станцій Р-417, Р-423-1. Фахівцями ВАТ „Олімп” розроблена технічна документація на дані вироби і проведена технічна підготовка їх виробництва. Станція тропосферного зв'язку Р-417МУ прийнята в 2007 році на озброєння Збройних Сил України, створення станції тропосферного зв'язку Р-423-1МУ знаходиться на стані виготовлення дослідних зразків та проведення їх випробування в лютому 2009 року. Модернізовані вироби працюють в діапазоні частот 4435 – 4750 МГц і забезпечують зустрічну роботу між собою. Головні задачі, які були вирішені при створенні модернізованих виробів, являються:

- заміна з відновлюванням робочого ресурсу станцій Р – 417, Р-423 – 1, які експлуатуються в Збройних Силах України і відпрацювали свій ресурс роботи;
- покращення енергетичних показників станцій і надійності ліній зв'язку при збільшенні відстані однієї інтервальної лінії зв'язку, практично до 180–200км;
- забезпечення передачі цифрової інформації на швидкостях кратних $N \times 64$ кбіт/с з можливістю інтеграції тропосферних мереж зв'язку в мережі спільного використання; – покращення умов життєдіяльності і експлуатації станцій.

Лінії прямого тропосферного зв'язку між пунктами управління є елементом польового компоненту системи зв'язку у ході застосування Збройних Сил України **в антитерористичній операції** і служать для резервування ліній прямого супутникового зв'язку.

Тропосферні лінії зв'язку (ущільнені цифровими модемами) застосовуються не лише для організації прямих зв'язків між пунктами управління, а також для організації ліній прив'язки в місцях, де організація одноінтервальної радіорелейної та проводової прив'язки ускладнена.

ЗАКЛЮЧЕННЯ

Аналіз показує, що сьогодні у Збройних Силах України застосування новітнього високотехнологічного обладнання зв'язку дало змогу відмовитись від застарілих і слабоефективних принципів і способів організації і забезпечення зв'язку та перейти до організації надання в інтересах пунктів управління якісних інформаційно-телекомунікаційних сервісів.

Забезпечення ефективного управління підрозділами Збройних Сил України доцільно організовувати за допомогою комплексного підходу – розробці сучасних засобів зв'язку та комутації вітчизняного виробництва, а також застосування передових технологій і засобів телекомунікації провідних країн світу. Це, в свою чергу, в подальшому дасть можливість впровадити в ЗС України концепцію ведення бойових дій в єдиному інформаційному просторі.

На цьому лекцію закінчено. Слід сказати, що часу лекції недостатньо для всебічного розглядання її теми. З більшою частиною навчального матеріалу вам належить ознайомитися самостійно.

Завдання на самостійну підготовку – підготуватися до групового заняття 3.

Лекцію розробив
Старший викладач
кафедри загальновійськових дисциплін

Геннадій ЗМІВСЬКИЙ

Лекція обговорена і схвалена
на засіданні кафедри, протокол № _____
від « _____ » _____ 20__ р.