**Оперативно-тактичне обґрунтування розробки перспективної** **радіорелейної станції**

**1.1 Загальний принцип побудови систем багатоканального радіозв'язку**

В наше сьогодення різко підвищилась значимість радіорелейного, тропосферного та космічного зв'язку в загальній системі зв'язку і управління.

Під радіорелейним зв'язком розуміють радіозв'язок, заснований на ретрансляції радіосигналів дециметрових і більш коротких хвиль станціями, розташованими на поверхні Землі. Сукупність технічних засобів і середовища поширення радіохвиль для забезпечення радіорелейного зв'язку утворить радіорелейну лінію зв'язку [4].

Радіорелейні системи передачі працють в діапазонах дециметрових, сантиметрових і міліметрових хвиль, що дозволяє передавати по них широкосмугові сигнали і використовувати антени з малими габаритами при вузько направленому випромінюванні. Радіохвилі цих діапазонів стійко розповсюджуються тільки в межах прямої видимості. Внаслідок цього при передачі інформації на великі відстані завжди використовується ретрансляція сигналів. При РРЛ прямій видимості ретранслятори розміщуються на відстані, не перевищуючому 3...70 км (а в діапазоні міліметрових хвиль через велике загасання — до 5 км).

РР зв'язок забезпечує [10]:

* багатоканальність, високу пропускну здатність;
* велику дальність зв'язку:
* дуплексність каналів і трактів;
* сувору нормованість якісних показників і електричних характеристик каналів і трактів, низький рівень в них шумів і завад.

Характерними особливостями РР зв'язку є:

* застосування методу радіозв'язку на УКХ земною хвилею, дальність котрої різко обмежена;
* використання принципу ретрансляції сигналів для забезпечення потрібної дальності зв'язку;
* використання, як правило, вузькоспрямованих антен.

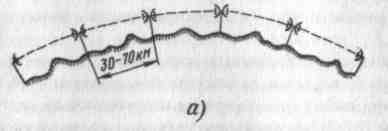


Рис. 1, а. Принцип РР зв'язку

Тропосферний зв'язок заснований на використанні фізичного явища дальнього тропосферного розповсюдження УКХ, відкритого в кінці 40-х років. Експериментально було встановлено, що УКХ розсіюються і відбиваються діелектричними неоднорідностями тропосфери, розповсюджуючись далеко за межами радіовидимості. Основні особливості дальнього тропосферного розповсюдження УКХ полягають в значно більшому (на 60 ... 100 дБ) медіанному загасанні сигналу і наявності і швидких, і повільних завмирань в порівнянні із загасанням у вільному просторі. У зв'язку з цим при розробці ТРС довелося створювати апаратуру з енергетичними параметрами істотно кращими, ніж у РРЛ прямої видимості. Рівень електричного поля, виникаючого в наслідок ДТР УКХ на відстанях більше 90 … 100 км, значно нижче (на 65 … 85 дБ) рівня поля при наявності прямої видимості, але він набагато вище рівня поля, обумовленого дифракцією хвиль, і достатній для забезпечення прямого радіозв'язку з використанням УКХ на відстані сотні кілометрів. Однак при цьому необхідно значно підвищувати потужність радіопередаючих пристроїв і покращувати інші енергетичні параметри апаратури в порівнянні з апаратурою, яка використовується для звичайного РР зв'язку [1].

Принцип тропосферного зв'язку подібний до принципу РР зв'язку. Але розглядаємий принцип відрізняється властивим тільки, йому важливою ознакою, яка заключається в використанні на інтервалах тропосферних ліній методу тропосферного зв'язку, при якому використовується явище ДТР УКХ, завдяки чому збільшується протяжність інтервалів ТРЛ в 4 … 6 разів в порівнянні з інтервалами РРЛ прямої видимості.

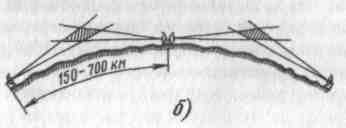


Рис. 1, б. Принцип ТР зв'язку

Характерною особливістю космічного зв'язку є обов'язкова односкачкова чи багатоскачкова ретрансляція сигналів через ретранслятор, встановлений на борту ШСЗ. Тут впливає те, що ретранслятор рухається навколо Землі на значному віддалені від неї і по визначеним законам. Супутникові системи передачі володіють рядом істотних особливостей, що відрізняють їх як від РРСП прямої видимості і від дальніх тропосферних систем передачі. Так, функціонування ССП можливо за наявності ряду спеціальних підсистем. Зважаючи на це ССП виділяють в самостійний вид систем передачі повідомлень. Власне ССП, називаєма зв'язною підсистемою спільно з обслуговуючими її підсистемами і утворює систему супутникової передачі [3].

Специфічною особливістю космічного зв'язку є те, що ретранслятор зв'язку працює в умовах і під впливом космічного середовища. Крім того, істотно і те, що РЗ на ШСЗ являються необслуговуємими радіотехнічними об'єктами. Це підвищує вимоги до надійності та живучості апаратури ретранслятора [11].

Висота польоту супутника зв'язку може досягати декілька десятків тисяч кілометрів, при цьому похилі дальності на відповідних ділянках будуть такого ж порядку. Отже, сигнали зв'язку на шляху розповсюдження повинні перекривати великі відстані і як мінімум два рази проходити через товщу земної атмосфери. Параметри сигналів будуть перетерплювати істотні зміни, до яких в першу чергу треба віднести велике за величиною (200 дБ) і змінне по часу загасання, можливі дисперсійні і поляризаційні явища, відчутні затримки сигналів, виникнення завад та перекручень.

ШСЗ

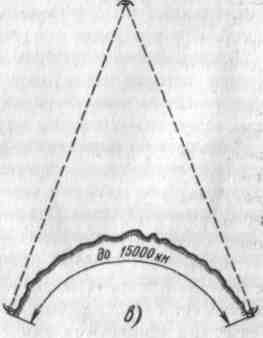


Рис. 1, в. Принцип космічного зв'язку

**1.2 Особливості радіорелейного зв'язку**

Радіорелейний зв'язок являється ефективним видом зв'язку, який допускає передачу великої кількості інформації на великі відстані.

Радіорелейний зв'язок включає в себе переваги, як радіозв'язку, так і багатоканального проводового зв'язку і займає проміжне положення. Багатоканальні сигнали передаються і приймаються засобами радіозв'язку, але формуються, особливо при частотному ущільненні, засобами проводового зв'язку. При цьому радіорелейні лінії забезпечують практично таку ж якість зв'язку і достовірність передачі любої інформації, як і лінії, проводового дальнього зв'язку.

РРЗ отримав широке застосування в усіх галузях народного господарства, а також і у Збройних Силах - для управління військами. В цій галузі використання він являється найбільш мобільним засобом багатоканального зв'язку (телефонного, телеграфного, фототелеграфного і телекодового) і практично єдиним засобом зв'язку, який забезпечує передачу телевізійних сигналів [12].

РРЗ називається спосіб забезпечення дальнього зв'язку на ультракоротких хвилях, використовуючий багатократну ретрансляцію передаваємого сигналу. Принцип його заключається в послідовній передачі інформації від однієї кінцевої станції до другої через ряд проміжних станцій. Цей зв'язок організовується шляхом побудови радіорелейного зв'язку.

Радіорелейною лінією називається група прийомно-передаючих станцій, розташованих на місцевості прямої видимості їх антенних систем, через які послідовно проходять сигнали, що несуть абонентам передаваєму інформацію. Із цієї групи станцій дві являються кінцевими, а інші - проміжними. Протяжність одного інтервалу зв'язку дорівнює дальності прямої видимості між антенами сусідніх станцій. Як правило, кінцеві станції передають і приймають сигнали з одного напрямку зв'язку, а проміжні станції забезпечують прийом і передачу в двох напрямках з сторони попередньої і з подальшої станції. Разом з тим проміжні станції можуть забезпечувати не тільки ретрансляцію сигналів з одного напрямку зв'язку в другий, але й при необхідності і відгалуження інформації поступаючої по частині каналів ліній зв'язку, з ретрансляцією залишившейся інформації по другій частині каналів. [1]

Спільна робота декількох стволів в одній РРЛ забезпечується шляхом частотного розподілення. При багатоствольній роботі частоти передачі і прийому стволів повинні бути вибрані так, щоб звести до мінімуму вплив трактів передачі на тракти прийому в окремих стволах і взаємні перешкоди між ними. Для цього в багатоствольних РРЛ застосовується групування частот передачі і прийому, відповідно до якого частоти передачі всіх стволів розміщуються в одній половині відведеної смуги частот, а частоти прийому — в іншій. [ 10 ]

Надійність радіорелейних ліній зв'язку досягається застосуванням систем резервування по ділянках, коли із загального числа стовбурів виділяються резервні, автоматично що включаються в роботу у разі пошкодження одного з робочих стволів. Перемикання на резерв здійснюється по сигналу, передаваному по груповому спектру або по спектру проміжних частот. Надійність радіорелейної апаратури досягається застосуванням перспективної елементної бази, новітньої технології виробництва, забезпеченням безперебійного електроживлення. [11]

Особливістю РРЗ є :

1. використання тільки ультра-короткихвильового діапазону,
2. у можливості організації багатоканального зв'язку і передачі любих сигналів , як вузькосмугових так і широкосмугових;
3. в забезпеченні двостороннього зв'язку між споживачами каналів (абонентами);
4. у можливості створення 4-х проводних і 2-х проводних виходів каналів зв'язку;
5. у широкому використанні ретрансляції сигналів для організації зв'язку на великі відстані.

Все це виходить із характеристик УКХ діапазону частот, для якого характерно [11]:

* велика частотна ємкість ;
* практично відсутність атмосферних і промислових перешкод ;
* мала дифракційна здатність і можливість створення антенних пристроїв вузькоспрямованого випромінювання, а також прийому електромагнітних коливань.

По виду передаючих сигналів радіорелейні станції можна розділити на аналогові та цифрові.

Аналогові - використовуються головним чином для передачі:

- багатоканальних телефонних сигналів в аналоговій формі (а також для передачі телеграфних сигналів і сигналів даних з малою і середньою швидкістю);

- телевізійних сигналів та сигналів звукового супроводження ;  
Цифрові РРС використовуються більш за все для передачі:

1. багатоканальних телефонних сигналів у цифровій формі із швидкістю від 2 до 140 Мбіт/с:
2. сигналів даних з великою швидкістю;
3. сигналів відеотелефона і телевізійних сигналів у закодованій формі.

Переваги РРЗ [10]:

- можливість створення багатоканального зв'язку з каналами високої якості.

- незалежність зв'язку від пори року, часу доби, стану погоди, атмосферних та промислових перешкод;

- менший час розгортання РРЛ, порівняно з кабельними лініями зв'язку;

- радіорелейний зв'язок менше підлягає впливу активних перешкод противника та можливості радіоперехвату інформації, ніж КХ радіозв'язок;

- канали РРЛ можуть з'єднуватися з каналами зв'язку, утвореними

-іншими засобами. технічна реалізовувана і економічна цілеспрямованість прокладки цих ліній зв'язку в місцях з підвищеною важкістю і вартістю робіт по підземній і підводній прокладці кабелів;

-менша вірогідність пошкоджень, а також менші труднощі їх виявлення і виправлення;

-можливість відгалуження і введення інформації без складніших робіт, що вимагають розкриття підземних кабельних ліній. [12]

Недоліки РРЛ:

- під час розгортання РРЛ, необхідно враховувати рельєф місцевості, а

- також напрямок на кореспондента;

- громіздкість антенних пристроїв, великі розміри майданчиків для їх розгортання;

- значне збільшення затрат сил та засобів РРЛ зв'язку у випадку

розгортання ретрансляційних пунктів, їх охорони та обслуговування; Радіорелейні засоби, як правило застосовуються:

- самостійно, для розгортання РРЛ;

- для створення комбінованих ліній зв'язку сумісно з проводовими та тропосферними засобами;

* для ДУ радіостанціями середньої та великої потужності.

Очевидний недолік РРЛ в порівнянні з кабелями, як недолік радіозв'язку взагалі, - відкрите розповсюдження хвиль в навколишньому середовищу і відкрите розташування всіх технічних споруд. [1]

**1.3 Аналіз радіорелейного зв'язку розвинутих держав світу**

У середині 30-х років у США була побудована перша радіорелейна лінія прямої видимості (РРЛ) із шістьма ретрансляційними пунктами між Нью-Йорком і Філадельфією. У короткий термін цей рід зв'язку, завдяки своїм перевагам, став одним з основних при створенні ліній передачі інформації в більшості закордонних країн [2]:

а) у США 2/3 міжміських телефонних зв'язків і всієї передачі міжміських телевізійних програм забезпечується за рахунок РРЛ;

б) у Західної Європі 50% телефонних і 95% телевізійних мереж побудовані на основі РРЛ;

в) у Японії РРЛ складають 50% усіх наявних ліній зв'язку і 98% ліній  
міжміської передачі телебачення.

Крім телефонного зв'язку і передач телебачення РР мережі широко застосовуються для передачі [2]:

- даних;

- радіомовлення;

- обслуговування газо- і нафтопроводів, ліній електропередач і залізниць;

- для будівництва місцевих, локальних і магістральних мереж;

- у системах військового зв'язку.

Системи і мережі РР зв'язку постійно удосконалюються, проводиться їх модернізація з метою збільшення пропускної здатності, підвищення надійності, застосування удосконалених методів і форм комутації, методів передачі інформації, забезпечення роботи в мережах ЕОМ та ін.. що дозволяє значно збільшити їх економічну ефективність.

В більшості розвинутих держав в РР зв'язку використовується діапазони частот 2, 4, 6, 8, а останні роки - 11, 12, 18 ГГц і більше. При цьому діапазони частот 2, 8 ГГц використовуються для внутрізонових систем зв'язку обсягом менше тисячі телефонних каналів, а діапазони 4. 6 ГГц - переважно для магістральних систем ємністю 1200 і більше телефонних каналів.

В світовій практиці експлуатується велика кількість різних типів апаратури РРС в цілях використання в усіх сферах: урядових, адміністративних, господарчих, індустріальних, військових відомств. Створені спеціальні РРС для використання в збройних силах для управління в оперативних і тактичних ланках. Ці РРС характеризуються високою мобільністю, підвищеною надійністю, обладнуються для захисту від впливу високоточної зброї і для забезпечення роботи в умовах впливу організованих перешкод.

Для сучасних РРС характерний високий ступінь уніфікації і стандартизації апаратури, що дозволяє значно зменшити витрати на розробку, виробництво і експлуатацію систем. Наприклад, комплекс РРС типу L - 300 (Великобританія) має чотири модифікації, модульну конструкцію і в залежності від призначення РРС може, завдяки зміні набору модулів, забезпечувати роботу в різних піддіапазонах частот, мати різну ємність і дальність передачі. Комплекс РРС має набір антени: на більш низьких частотах використовуються антени типу "хвильовий канал", а на більш високих - параболічна антена діаметром 2 м і з підсиленням 27 дБ. [1]

**Аналого-цифровий радіорелейний зв'язок**

Метод частотної модуляції і частотного поділу каналів (ЧМ - ЧРК) є визначальним при передачі інформації по радіорелейних ліній в аналоговому режимі. Удосконалювання цифрових методів передачі інформації, а також бурхливий розвиток систем передачі даних привело до впровадження нових цифрових радіоліній і використанню існуючих багатоканальних розгалужених аналогових систем для передачі інформації в цифровому виді.

При передачі цифрових сигналів по аналогових системах використовуються існуючі спорудження, антени, хвилеводи. передаючі і вхідні пристрої, джерела живлення, що значно знижує витрати на організацію цифрових трактів. Разом з тим при впровадженні цифрових РРЛ виникають проблеми електромагнітної сумісності і, насамперед, забезпечення допустимого впливу спектра сигналу передавача на свій приймач, а також допустимого взаємного впливу РРС і впливу цифрового сигналу на сусідній ствіл або ділянку спектра, по якому передається аналоговий сигнал.

Цифрові стволи можна організувати або заміною деяких вузлів аналогового устаткування, або повної заміни апаратури РРЛ. Можливі три варіанти [1]:

* введення цифрового сигналу у визначену частину спектра основної смуги, що дозволяє використовувати велику частину устаткування аналогових РРЛ, включаючи частотні модеми. При цьому в РРЛ одночасно передаються аналогові і цифрові сигнали;

- передавачі і приймачі заміняються на спеціально розроблені для передачі цифрової інформації, але з використанням існуючого антенно-хвильового тракту. У цьому випадку вартість цифрового ствола зменшується за рахунок використання існуючих будинків, джерел живлення й іншого устаткування;

- збереження НВЧ трактів і прийомопередавачів при заміні вузлів ПЧ і частотних модемів на цифрові. При цьому можна організувати передачу цифрових потоків методами багаторівневої частотної маніпуляції, 4-рівневої (4-ОФМ). 8-рівневої фазової маніпуляції (8-ОФМ) і 16-рівневої квадратурної амплітудної модуляції (16-КАМ), що знайшли переважне поширення, а також іншими високоефективними методами, що забезпечують економічне використання смуг випромінювання .[1]

Відносна нестабільність робочих частот РРС повинна бути 105 і вище. В залежності від структури системи передачі і швидкості передачі використовують бінарні, квазітроїчні і багаторівневі коди. Найбільш широке розповсюдження в передачі цифрової інформації по існуючим аналоговим системам отримав спосіб, при якому сигнал джерела цифрової інформації перетворюється в каналі передачі даних, потім поступає на перетворюючу апаратуру і передається по аналоговій РРЛ.

Встановлені загальні показники для цифрових і аналогових систем РРЛ, а також параметрів РРЛ. До них відносяться: коефіцієнт готовності, напрацювання на відмову, потужність передавача, шум-фактор приймача та ін.. Для цифрових РРЛ основним критерієм є кількісний показник ймовірності помилок, а не рівень шумів.

Існує декілька способів організації змішаних аналого-цифрових стволів в залежності від їх призначення та використовуємого спектру основної смуги частот (рис. 1.2): DAV - "данні вище телефони", DAVID "данні вище телебачення", DUV - "данні нижче телефонії". [1]

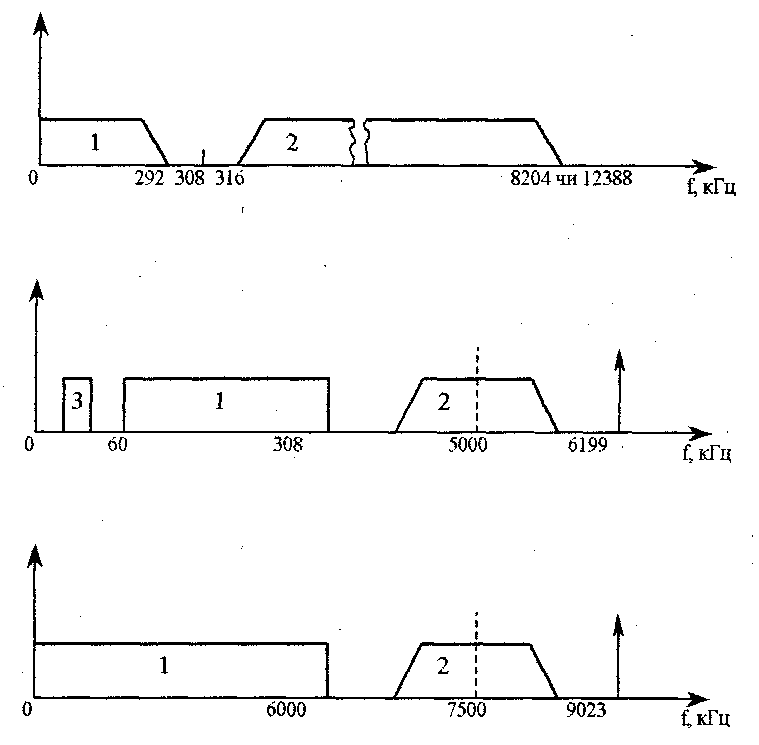


Рис. 1.2 Спектри сигналів в основній смузі частот при передачі цифрового сигналу:

а) DUV:

1 - цифровий сигнал, 2 - сигнал багатоканальної телефонії (1800 і 2000 ТФ каналів);

б) DAV:

1 - сигнал багатоканальної телефонії (960 ТФ кан.), 2 - цифровий сигнал, 3 - сигнали системи управління;

в) DAVID: 1 - сигнал ТВ (чи 960 ТФ кан.), 2 - цифровий сигнал.

Способи DAV та DAVID дозволяють здійснювати передачу цифрового сигналу в верхній частині спектру основної смуги частот шляхом модуляції сигналу піднесучої частоти. В нижній частині спектру основної смуги частот можуть передаватися 960 чи 1800 телефонних каналів чи один канал кольорового телебачення.

**Цифровий радіорелейний зв'язок**

Перша цифрова радіорелейна станція була розроблена в Японії в діапазоні 2,11...2,29 ГГц і має шість дуплексних стволів (один з них резервний). [1]

Виходячи з досвіду розробки, виробництва й експлуатації засобів цифрового радіорелейного зв'язку, закордонні фахівці зробили наступні висновки:

- цифрові системи РРЛ зручні в розгалужених мережах і системах зв'язку, тому що забезпечують виділення необхідної кількості каналів на будь-якій ретрансляційній станції без погіршення якості зв'язку, а також можливість передачі в одному стволі різної інформації;

- у ряді випадків найбільш економічною є передача цифрової інформації в діапазоні понад 15 ГГц завдяки ефективному використанню частотного спектра;

- конструктивна побудова апаратури ЦРРС дає можливість необмеженого застосування ІС, у тому числі з високим ступенем інтеграції;

- використання ЦРРС дозволяє створити єдині інтегральні мережі, мережі зв'язку, придатні для передачі будь-яких видів інформації в дискретній формі.

Вибір оптимального методу передачі цифрової інформації з ЦРРЛ залежить від необхідної якості передачі, пропускної здатності, ефективності використання спектра, діапазону частот, електромагнітної сумісності, максимального застосування існуючого устаткування аналогових РРЛ, енергоспоживання. зручності експлуатації, вартості і габаритних розмірів [5].

Цифрові РРС широко використовуються в густонаселених містах і насамперед між великими АТС міста. Для таких систем характерні невеликі відстані інтервалів зв'язку, велика пропускна здатність, збільшена надійність. Найбільше розповсюдження отримали ЦРРС з діапазонами частот вище 17 ГГц. В смузі частот 17,7…19,7 ГГц може бути розміщено до 16 стволів з пропускною здатністю 140 Мбіт/с. Подальший розвиток ЦРРС іде в напрямку використання діапазонів частот 40...100 ГГц і навіть 150 ГГц.

Найкращими видами модуляції для ЦРРС являються 8-позиційна відносна фазова модуляція (ОФМ-8) і 16-позиційна квадратурна амплітудна модуляція (КАМ-16). Недоліком методу 8-ОФМ є наявність значних перешкод від сусіднього ствола, що потребує складної фільтрації. Метод 16-КАМ дозволяє зменшити смугу частот сигналу, що в достатній мірі вирішує проблему фільтрації. Крім цього, ця модуляція стійка до перешкод від сусіднього ствола.

**Використання радіорелейного зв'язку у військах NАТО**

РР зв'язок прямої видимості за кордоном отримав широке застосування в військових мережах і системах зв'язку. Так, у 70-ті роки за програмою СІР-67 створена розгалужена система РР зв'язку Об'єднаних Збройних сил НАТО в Центральній Європі, котра входить у якості самостійної підсистеми в потужну об'єднану військову систему управління і зв'язку NАТО - NICS [1].

У структурному відношенні підсистема РР зв'язку представляє собою конструктивну подобу типу "коміркова мережа" - з'єднані між собою станції утворюють окремі комірки великої мережі. Подібна структура побудови військових мереж прийнята у всіх країнах НАТО. Пропускна здатність РРЛ - 300 телефонних каналів. В цілях підвищення живучості системи передбачені автоматичний вибір обхідних маршрутів, здійснюваний за допомогою ЕОМ.

Гнучкість системи зв'язку забезпечується за рахунок спряження з іншими мережами та системами зв'язку, використання обхідних маршрутів і наявність пересувних РРС в автомобільному варіанті.

У військових системах радіорелейного зв'язку використовується понад 25 типів стаціонарних і рухомих РРС і їхніх модифікацій. Станції забезпечують роботу в діапазоні 2...18 ГГц, потужність передавачів 0,1...10 Вт. Як правило, РРС мають модульну конструкцію, зібрані на мікросхемах, ІС, ВІС. НВІС, процесорів. Для забезпечення зв'язку застосовується просторове і частотне рознесення.

У США основною складовою частиною багатоканальної системи військового зв'язку є станції типу АN/GRC-103 і АN/GRC-144, що монтуються і встановлені в контейнерах і польових укриттях на височинах. Середня дальність інтервалу 40...50 км.

Використання діапазону ММХ у тактичних мережах зв'язку і управління грає велику роль, забезпечуючи високу мобільність, оперативність розгортання засобів зв'язку, розвідзахищеність, завадостійкість і розосередження ПУ на місцевості.

По наявним даним із 1990 року на озброєнні армійського корпуса більшості країн НАТО знаходяться 50...90 багатоканальних ( 24... 196 ТФ каналів) РРС і 25...40 комплектів малоканальних ( 4...24 ТФ каналів) РРС, а питома вага радіорелейної апаратури у військових мережах зв'язку США і НАТО, стосовно інших засобів зв'язку зросте в найближчі 5 років із 30...35% до 40...45%.Групові швидкості передачі в військових системах РР зв'язку стандартизовані і складають:

* із використанням апаратури ІКМ ( при 64 кбіт/с на канал) - 1,544; 6,312; 44,736 Мбіт/с;
* із використанням прикінцевої апаратури з дельта-модуляцією ( при 16 кбіт/с на канал) - 1.544; 12.9; 36 Мбіт/с.

Подальше використання РР зв'язку діапазону ММХ планується:

* у багатоканальних системах зв'язку тактичної ланки управління військами;
* забезпечення зв'язком командних, запасних, артилерійських (ракетних) і тилових пунктів управління на театрі військових дій і в прифронтовій смузі;
* дистанційної передачі розвід інформації;
* заміни ділянок кабеля.

Характерним для промисловості країн НАТО є повна взаємодія військових і комерційних відомств, у тому числі по розробці, виробництву й експлуатації засобів РР зв'язку, що привело до значного економічного й оперативного виграшу .[2]

**Висновок**

Зрозглянутого вище питання можна зробити наступний висновок, що радіорелейний зв'язок володіє перевагами такими як:

* багатоканальність, високу пропускну здатність;
* велику дальність зв'язку;
* дуплексність каналів і трактів:
* сувору нормованість якісних показників і електричних характеристик каналів і трактів, низький рівень в них шумів і завад.

Встановлені загальні показники для цифрових і аналогових систем РРЛ, а також параметрів РРЛ. До них відносяться: коефіцієнт готовності, напрацювання на відмову, потужність передавача, шум-фактор приймача та ін. Для цифрових РРЛ основним критерієм є кількісний показник ймовірності помилок, а не рівень шумів.

Для сучасних РРС дуже важливий високий ступінь уніфікації і стандартизації апаратури, тому що він дозволяє значно зменшити витрати на розробку, виробництво і експлуатацію систем.

Також ми бачимо, що системи РР зв'язку нашої держави дуже застарілі та потребують негайного вдосконалення.