

Винахід стосується систем безпроводної передачі голосу і даних, зокрема, способу і пристрою для передачі даних трафіка у каналі безпроводного зв'язку.

Безпроводний зв'язок знаходить різноманітні застосування, включаючи, наприклад, без-проводні телефони, пейджери, безпроводні локальні контури, персональні цифрові помічники (PDA), Інтернет-телефонію і супутникові системи зв'язку. Особливо важливими є стільникові телефонні системи для мобільних абонентів (термін "стільникові" системи включає як стільникові частоти, так і частоти персонального зв'язку (PCS)). Для таких стільникових систем були створені різні ефірні інтерфейси, включаючи, наприклад, паралельний доступ з розділенням часу (TDMA), паралельний доступ з розділенням за частотами (FDMA), паралельний доступ з кодовим ущільненням каналів (CDMA - ПДКУ). У зв'язку з цим були розроблені національні і міжнародні стандарти, наприклад, AMPS (Удосконалена Служба Мобільної Телефонії), GSM і стандарт IS-95. Зокрема IS-95 породив рід похідних стандартів: IS-95A, IS-95B, ANSI J-STD-008 і запропоновані системи швидкісної передачі даних від Асоціації Зв'язку і інших організацій.

У телефонних системах, узгоджених з стандартом IS-95, використовується обробка сигналів згідно з ПДКУ для забезпечення ефективного і надійного телефонного обслуговування. Типові телефонні системи стандарту IS-95 описані [у патентах США 5 103 459, 4 901 307], включених у цей опис посиланням. У системах ПДКУ контроль потужності передачі є життєво важливим. Типовий спосіб контролю потужності описано [у патенті США 5 056 109], включеному посиланням.

Головною перевагою інтерфейсу ПДКУ є використання для всіх каналів зв'язку єдиної смуги радіочастот (РЧ). Наприклад, кожний віддалений користувацький пристрій (стільниковий телефон, PDA, з'єднаний з стільниковим телефоном портативний комп'ютер, автомобільний гучномовний телефон тощо) стільникової телефонної системи може підтримувати зв'язок з тією ж базовою станцією (БС), передаючи у зворотному каналі зв'язку у тій же смузі (1,25МГц) РЧ спектра. Подібним чином кожна БС системи може підтримувати зв'язок з віддаленими пристроями, передаючи у прямому каналі зв'язку у іншій смузі (1,25МГц) РЧ спектра. Передача сигналів одного РЧ спектра дає різні переваги, наприклад, підвищення багаторазового використання частот стільникової системи і можливість здійснювати м'яку передачу зв'язку між двома або більше БС. Підвищене багаторазового використання частоти дозволяє проводити більше сеансів зв'язку, використовуючи один і той же спектр. М'яка передача зв'язку є надійним способом переведення віддаленої станції між зонами обслуговування двох або більше БС і передбачає забезпечення одночасного зв'язку з двома БС. На відміну від цього жорстка передача зв'язку передбачає припинення зв'язку з першою БС перед встановленням зв'язку з другою БС. Опис типового способу виконання м'якої передачі зв'язку можна знайти [у патенті США 5 267 261], включеному посиланням.

У звичайній стільниковій телефонній системі комунальна комутаторна телефонна мережа (ККТМ) (звичайно телефонна компанія) і комутаторний центр мобілів (КЦМ) має зв'язок з одним або кількома контролерами БС (КБС) через стандартні телефонні лінії E1 і/або T1. КБС мають зв'язок з трансівєрними підсистемами БС (ТБС) (які називають також БС або комірками) через службові лінії зв'язку E1/T1. ТБС мають ефірний РЧ зв'язок з віддаленими пристроями.

Для підвищення місткості систем Міжнародна Спілка Зв'язку нещодавно висунула вимогу запропонувати способи швидкісної передачі даних і якісного мовного обслуговування через канали безпроводного зв'язку. Були запропоновані так звані системи "третього покоління (3G)". ТІА запропонувала Технологію Радіопередачі ITU-R cdma2000. Стандарт cdma2000 був поданий у вигляді ескізної версії IS-2000, в основному сумісної з IS-95. Іншим стандартом є WCDMA, запропонований консорціумом "Проект партнерства 3-го покоління" (3GPP) у документах 3G TS 25.211, 3G TS 25.212, 3G TS 25.213 і 3G TS 25.214.

Зростання попиту на безпроводний зв'язок породило потребу у високоефективних системах безпроводної передачі даних. Стандарти IS-95, cdma2000 і WCDMA Забезпечують передачу даних і голосового трафіка у прямому і зворотному каналах зв'язку. Спосіб передачі даних у кодовому каналі кадрами фіксованого розміру описано [у патенті США 5 504 773], включеному посиланням.

Суттєва різниця між обслуговуваннями трафіка голосу і трафіка даних полягає в тому, що перше накладає жорсткі вимоги до максимальної затримки. Звичайно повна одностороння затримка кадрів мови має бути меншою 100мс. На відміну від цього затримка кадрів даних може бути змінною для оптимізації ефективності системи передачі даних. Зокрема, може бути використане більш ефективне кодування з корекцією помилок, яке вимагає затримок, значно більших за припустимі при обслуговуванні голосу. Типова схема такого кодування описана [у патенті США №5,933,462 від 6/11/1996], включеному посиланням.

Іншою відмінністю між голосовим трафіком і трафіком даних є те, що перший вимагає постійної і спільної для всіх якості обслуговування (ЯО). Для систем, що обслуговують голосовий трафік, це означає постійну і однакову для всіх користувачів швидкість передачі і максимально припустиму частоту помилок у голосових кадрах. На відміну від цього внаслідок припустимості протоколів повторної передачі при обслуговуванні даних ЯО для різних користувачів може бути різною і може змінюватись для підвищення загальної ефективності системи передачі даних. ЯО системи передачі даних звичайно визначається як повна затримка передачі зумовленого об'єму даних.

Існують різні протоколи, призначені для передачі пакетованого трафіка у пакетних мережах, які забезпечують доставку інформації за призначенням. Одним з таких протоколів є "Інтернет-протокол" (IP), RFC 791 (вересень 1981), який позбавляє повідомлення на пакети, спрямовує їх від відправника до адресата і перетворює пакети у первісні повідомлення у місці призначення. IP вимагає, щоб кожний пакет даних починався з заголовка IP, який має містити поля для адрес джерела і адресата, якими однозначно визначаються адреси комп'ютера-відправника і комп'ютера-адресата. Протокол контролю передачі (ПКП), визначений у RFC 793 (вересень 1981) відповідає за надійну передачу даних з збереженням їх порядку. Користувацький датаграмний протокол (КДП) є простішим протоколом, який використовується, коли механізми надійності ПКП не є необхідними. При обслуговуванні голосового трафіка через IP ці механізми ПКП не потрібні, оскільки повторна передача голосових пакетів є неефективною внаслідок затримок. Отже, КДП використовується для передачі голосового трафіка.

Системи ПДКУ використовують пілот-канали і множинні канали трафіка для надання обслуговування голосу і даних для абонентів. Для оптимізації роботи системи у зворотному каналі між віддаленою станцією і БС, енергії пілот-каналу і каналу трафіка балансуються. Однак, у прямому каналі ніяке балансування енергій не відбувається, оскільки БС передає з максимальним рівнем потужності, необхідним для обслуговування всіх віддалених станцій у зоні обслуговування цієї БС.

Вимога передавати голосовий трафік і трафік даних у єдиному каналі-носії зумовлює потребу у розробці оптимальних стратегій передачі для прямого каналу.

Об'єктом винаходу є нові удосконалені способи і пристрій для передачі даних у єдиному каналі. Каналом є щонайменше частина смуги частот, призначеної для провайдера обслуговування безпроводного зв'язку. У одному з втілень, описаному нижче, канал може бути призначений як для трафіка голосу, так і для трафіка даних, або канал може бути призначений лише для передачі даних.

Згідно з одним з аспектів, запропоновано спосіб передачі даних у каналі системи безпроводного зв'язку, який включає: пакетування корисної складової даних у сукупність субпакетів; послідовну передачу першої частини сукупності субпакетів згідно з зумовленими затримками; і послідовну передачу другої частини сукупності субпакетів згідно з умовами у каналі.

Згідно з іншим аспектом, запропонований спосіб даних у каналі системи безпроводного зв'язку, який включає: пакетування корисної складової даних у сукупність субпакетів; послідовну передачу першої частини сукупності субпакетів згідно з умовами у каналі; і послідовну передачу другої частини сукупності субпакетів згідно з зумовленими затримками.

Іншому аспект передбачає спосіб передачі даних у каналі системи безпроводного зв'язку, який включає: пакетування призначеної для віддаленої станції корисної складової даних у сукупність субпакетів; визначення швидкості віддаленої станції; послідовну передачу першої частини сукупності субпакетів згідно з умовами у каналі, якщо швидкість віддаленої станції є низькою або вона є нерухомою; послідовну передачу другої частини сукупності субпакетів згідно з зумовленими затримками, якщо швидкість віддаленої станції не є низькою; і оновлення визначення швидкості віддаленої станції; якщо оновлена швидкість віддаленої станції вказує на зміну від повільності або нерухомості, виконується передача решти сукупності субпакетів згідно з зумовленими затримками; якщо оновлена швидкість віддаленої станції вказує на зміну від високої швидкості, виконується передача решти сукупності субпакетів згідно з умовами у каналі.

Ще один аспект передбачає спосіб передачі даних у каналі системи безпроводного зв'язку, який включає: перепакетування корисної складової даних у сукупність надлишкових субпакетів; передачу до віддаленої станції першого субпакету, який включає заголовок; якщо не було прийняте підтверджувальне повідомлення, виконання передачі до віддаленої станції з зумовленою часовою затримкою другого субпакета, який не має заголовка; і, якщо не було прийняте підтверджувальне повідомлення для другого пакета, передача решти сукупності надлишкових субпакетів згідно з умовами у каналі, доки не буде прийняте підтверджувальне повідомлення, причому кожний субпакет з решти сукупності надлишкових субпакетів включає заголовок.

Згідно з іншим аспектом, запропоновано спосіб передачі даних у каналі системи безпроводного зв'язку, який включає: пакетування корисної складової даних у сукупність субпакетів; передачу до віддаленої станції першого субпакету; передачу до віддаленої станції решти сукупності субпакетів, якщо умови у каналі є оптимальними; і передачу до віддаленої станції решти сукупності субпакетів під час несприятливих умов у каналі, якщо умови у каналі не є оптимальними протягом зумовленого часу. Згідно з ще одним аспектом, передачі решти сукупності субпакетів, коли умови у каналі є несприятливими, надається вищий пріоритет, ніж новій передачі до другої віддаленої станції.

Особливості, об'єкти і переваги винаходу детально розглядаються у наведеному подальшому описі з посиланнями на креслення, у яких:

Фіг.1 - схема типової системи передачі даних,

Фіг.2 - графік періодичних передач пакетів трафіка даних,

Фіг.3 - графік передач пакетів трафіка даних, коли умови передачі є оптимальними,

Фіг.4 - графік передач пакетів трафіка даних до багатьох віддалених станцій з застосуванням нормалізованих засобів,

Фіг.5 - графік, що ілюструє поліпшення швидкості передачі даних віддаленої станції при низьких швидкостях,

Фіг.7 - схема операцій виконання типового втілення, коли режим передачі є періодичним протягом зумовленого часу, а потім стає аперіодичним,

Фіг.8 - схема прикладу другого типового втілення,

Фіг.9 - схема операцій виконання типового втілення, коли повторна передача виконується після фіксованої затримки, а подальші повторні передачі виконуються з використанням схем планування, чутливих до умов у каналі,

Фіг.10 - схема прикладу третього типового втілення,

Фіг.11 - схема операцій виконання типового втілення, коли повторна передача виконується з використанням схем планування, чутливих до умов у каналі, а подальші повторні передачі виконуються періодично,

Фіг.12 - схема, що ілюструє потенційні затримки передачі при використанні схем планування, чутливих до умов у каналі, і

Фіг.13 - схема операцій виконання типового втілення, у якому між новими передачами і повторними передачами встановлюються пріоритети передач.

Мережа 10 безпроводного зв'язку (Фіг.1) звичайно включає сукупність мобільних станцій або віддалених користувацьких пристроїв 12a-12d, сукупність базових станцій (БС) 14a-14c, контролер БС (КБС) або функцію контролю пакетів 16, контролер мобільних станцій (КМС) або комутатор 18, вузол обслуговування пакетних даних (ВОПД) або функцію взаємодії з Інтернетом (ФВІ) 20, комунальну комутаторну телефонну мережу (ККТМ) 22 і мережу 24 протоколу Інтернету (ПІ) (Інтернет). Для спрощення показано 4 віддалені станції 12a-

12d, три БС 14a-14c, КБС 16, КМС 24 і ВОПД 20. Зрозуміло, що система може включати будь-які кількості віддалених станцій 12, БС 14, КБС 16, КМС 18 і ВОПД 20.

У одному з втілень мережа 10 безпроводного зв'язку є мережею обслуговування пакетних даних. Віддалені станції 12a-12d можуть бути стільниковими телефонами, стільниковими телефонами, з'єднаними з портативними комп'ютерами, оснащеними програмами базованого на ПІ зв'язку з Web-броузерами, стільниковими телефонами, пов'язаними з автомобільним обладнанням або PDA, оснащеними програмами базованого на ПІ зв'язку з Web-броузерами. Віддалені станції 12a-12d можуть бути конфігуровані для виконання одного або кількох протоколів безпроводної передачі пакетних даних, визначених, наприклад, стандартом ЕФІРНОГО ІНТЕРФЕЙСУ/TIA/IS-707. У одному з втілень віддалені станції 12a-12d генерують пакети ПІ, призначені для мережі 24 ПІ і розміщують ці пакети у кадрах, використовуючи протокол "від пункта до пункта" (ППП).

У одному з втілень мережа 24 ПІ має зв'язок з ВОПД 20, який має зв'язок з КМС 18, з'єднаним з КБС 16 і ККТМ 22, а КБС 16 має зв'язок з БС 14a-14c провідними лініями, придатними для передачі голосу і/або пакетів даних згідно з будь-яким з відомих протоколів, включаючи, наприклад, Е1, Т1, Режим Асинхронної Передачі (АТМ), ПІ, PPP, Ретрансляція Кадрів, HDSL, ADSL або xDSL. У іншому втіленні КБС 16 має прямий зв'язок з ВОПД 20, а КМС 18 не має зв'язку з ВОПД 20. У одному з втілень віддалені станції 12a-12d підтримують зв'язок з БС 14a-14c через РЧ інтерфейс, визначений у "Проекті 2 партнерства 3-го покоління" (3GPP2), "Стандарті Фізичного Рівня для Систем Розширеного Спектра (cdma2000)", документі 3GPP2 С.Р0002-А6 TIA PN-4694 (TIA/EIA/IS-2000-2-A, версія 30, 19/11/1999), включені посиланням.

Під час роботи типової мережі 10 безпроводного зв'язку БС 14a-14c приймають і де-модулюють сигнали зворотного каналу від різних віддалених станцій 12a-12d, що проводять сеанси телефонного зв'язку, працюють з Інтернетом і здійснюють інші типи обміну даними. Кожний сигнал зворотного каналу, прийнятий даною БС 14a-14c, обробляється цією БС. Кожна БС 14a-14c може мати зв'язок з багатьма віддаленими станціями 12a-12d, модулюючи і передаючи сигнали прямого каналу до цих станцій. Наприклад БС 14a має одночасний зв'язок з віддаленими станціями 12a, 12b, а БС 14c - з віддаленими станціями 12c, 12d. Отримані пакети надсилаються до КБС 16, який призначає ресурси сеансу зв'язку і виконує функції, пов'язані з мобільністю, включаючи організацію м'яких передач зв'язку з певною віддаленою станцією 12a-12d від однієї БС 14a-14c до іншої. Наприклад, віддалена станція 12c має зв'язок з двома БС 14b, 14c одночасно. Коли віддалена станція 12c віддаляється досить далеко від БС 14c, зв'язок буде переданий до БС 14b.

У випадку звичайного телефонного сеансу зв'язку КБС 16 надсилає прийняті дані до КМС 18, яка обслуговує інтерфейс з ККТМ 22. У випадку передачі пакету даних, наприклад, адресованого до мережі 24 ПІ, КМС 18 надсилає цей пакет до ВОПД 20, який надсилає його до мережі 24. У іншому варіанті КБС 16 надсилає пакети безпосередньо до ВОПД 20, який надсилає його до мережі 24.

Зворотні канали є передачами від віддалених станцій 12a-12d до БС 14a-14c. Якість передач зворотного каналу можна вимірювати як співвідношення між рівнями енергії пілот-каналу і інших інформаційних зворотних каналів. Пілот канал супроводжує канали трафіка для забезпечення когерентної демодуляції прийнятих каналів трафіка. У системі cdma2000 канали зворотного трафіка можуть включати кілька каналів, включаючи (але не лише) Канал Доступу, Поліпшений Канал Доступу, Спільний Зворотний Контрольний Канал, Спеціальний Зворотний Контрольний Канал, Зворотний Основний Канал, Зворотний Допоміжний Канал і Зворотний Допоміжний Кодовий Канал, визначені радіоконфігурацією кожної індивідуальної користувацької мережі стандарту cdma2000.

Хоча сигнали, що передаються різними віддаленими станціями у зоні обслуговування БС не є ортогональними, канали, що передаються певною віддаленою станцією є взаємно ортогональними завдяки використанню кодів Уолша. Кожний канал спочатку розширюється кодом Уолша, що забезпечує каналізацію і стійкість приймача до фазових помилок.

Як уже відзначалося, контроль потужності є життєво важливим у системах ПДКУ. У типовій системі ПДКУ БС вкраплює біти контролю потужності в передачі до кожної віддаленої станції у зоні обслуговування цієї БС. За допомогою біт контролю потужності віддалена станція може коригувати силу сигналу, який вона передає, завдяки чому можуть бути знижені споживання енергії і перешкоди для інших віддалених станцій. Отже, потужності віддалених станцій у межах обслуговування є приблизно однаковими, що максимізує інформаційну місткість системи. Віддалені станції забезпечені щонайменше двома засобами корекції вихідної потужності. Одним з них є процес контролю потужності у відкритому контурі, а іншим - процес корекції у замкненому контурі, у яких беруть участь як віддалена станція, так і БС.

Однак, у прямому каналі БС може вести передачу з максимальним рівнем потужності до всі віддалених станцій у її зоні обслуговування, оскільки проблема інтерференції між віддаленими станціями однієї зони обслуговування не виникає. Ця особливість може бути використана для побудови системи, яка може нести як голосовий трафік, так і трафік даних. Слід зазначити, що максимальний рівень потужності передачі не може бути настільки високим, щоб створювати перешкоди для сусідніх БС.

У системі, де використовується кодування і декодування голосового трафіка з змінною швидкістю, БС не передає голосовий трафік з постійним рівнем потужності. Використання кодування і декодування змінної швидкості перетворює характеристики мови у голосові кадри, які кодуються оптимально, з змінною швидкістю. У типовій системі ПДКУ цими швидкостями є повна швидкість, половинна швидкість, швидкість 1/4 і швидкість 1/8. Кодовані голосові кадри можуть бути передані з різними рівнями потужності, що дає бажану частоту кадрових помилок (ЧКП), якщо система побудована належним чином. Якщо, наприклад, швидкість передачі даних є нижчою за максимальну у системі, біти даних можуть бути упаковані у кадр з надлишком. Таке надлишкове пакування дозволяє знизити споживання потужності і перешкоди для інших віддалених станцій, оскільки м'яке комбінування у приймачі забезпечує відновлення спотворених біт. Використання кодування і декодування змінної швидкості описано [у патенті США 5 414 796], включеному посиланням. Оскільки передавач кадрів голосового трафіка не вимагає передачі з максимальним рівнем потужності, з яким може вести передачу БС, це створює можливість передавати пакетовані дані трафіка, використовуючи залишок

потужності.

Отже, якщо у даний момент $x(t)$ з рівнем X дБ передається голосовий кадр, а максимальна потужність передачі БС становить Y дБ, то залишкова потужність $(Y-X)$ дБ може бути використана для передачі трафіка даних.

Процес передачі трафіка даних разом з голосовим може викликати проблеми. Оскільки кадри голосового трафіка передаються з різними рівнями потужності, значення $(Y-X)$ неможливо прогнозувати. Одним з способів усунення цієї невизначеності є перепакетовування корисного трафіка даних у повторювані надлишкові субпакети. За допомогою процесу м'якого комбінування, коли один спотворений субпакет комбінується з іншим спотвореним субпакетом, передача з повторенням надлишкових субпакетів може забезпечити оптимальні швидкості передачі даних. З ілюстративною метою ми використовуємо тут номенклатуру системи cdma2000, хоча застосування винаходу не обмежується системами стандарту cdma2000. У системі cdma2000 трафік даних розділяється на пакети, які складаються з субпакетів, які займають щілини.

Наприклад, якщо віддалена станція вимагає передачі даних з швидкістю передачі 76,8 кбіт/с, а БС знає, що це неможливо у даний час, оскільки зумовлено місцезнаходженням віддаленої станції і кількістю наявної залишкової потужності, БС може упакувати дані у кілька субпакетів, які можна передати з нижчою потужністю. Віддалена станція приймає ці субпакети даних з помилковими бітами, але може здійснити м'яке комбінування неспотворених біт субпакетів і, таким чином, прийняти корисні дані з прийнятною ЧКП.

Важкою цього способу є те, що віддалена станція мусить мати здатність виявляти і декодувати додаткові субпакети. Оскільки додаткові субпакети несуть надлишкові біти корисних даних, передачу таких додаткових пакетів можна розглядати як "повторну".

Одним з способів забезпечити у віддаленій станції виявлення повторних передач є надсилання цих передач з періодичним інтервалом. Згідно з цим способом до першого переданого субпакету додається заголовок, який несе інформацію, що ідентифікує віддалену станцію-адресата корисних даних, визначає швидкість передачі субпакету і кількість субпакетів, використаних для передачі повної кількості пакетних даних. Часовий розклад надходження субпакетів, тобто періодичні інтервали, з якими заплановано надходження повторних передач, звичайно є заздалегідь визначеним параметром системи, але якщо такого системного параметра не існує, ця інформація також може бути включена у заголовок. Інша інформація, наприклад, послідовні номери RLP пакету даних, також може бути включена. Оскільки віддалена станція інформована про часи надходження майбутніх передач, ці майбутні передачі не потребують включення біт заголовка.

Завмирання Релея, відоме також як багатошляхова інтерференція, виникає, коли кілька екземплярів одного сигналу надходять до приймача деструктивно. Суттєва багатошляхова інтерференція може викликати глибоке завмирання в усій смузі частот. Якщо віддалена станція рухається у довкіллі, що швидко змінюється, глибоке завмирання може виникнути тоді, коли заплановано повторну передачу субпакетів. У такому випадку БС потребує додаткової потужності передачі для передачі субпакету. Це може створити проблеми, якщо рівень потужності, що залишилась, є недостатньою для повторної передачі субпакету.

Фіг.2 ілюструє графік залежності сили сигналу від часу, коли періодичні передачі відбуваються у моменти t_1 , t_2 , t_3 , t_4 і t_5 . У момент t_2 канал завмирає і тому рівень потужності передачі має бути підвищений, щоб мати низьку ЧКП.

Ще одним способом забезпечення у віддаленій станції виявлення повторних передач є додання заголовка до кожного переданого субпакету і надсилання субпакетів протягом існування оптимальних умов у каналі. БС може визначати оптимальні умови у каналі з інформації, переданої віддаленою станцією. Оптимальні умови у каналі можуть бути визначені з інформації про стан каналу, яку несуть повідомлення з вимогою даних (DRC) або повідомлення про вимірювання рівня енергії (PWRP), які передає віддалена станція до БС під час операцій. Інформація про стан каналу може передаватися багатьма шляхами, які тут не розглядаються [див. патент США №6,377,809, включену посиланням]. Однією з мір оптимальних умов у каналі є рівень перешкод від інших віддалених станцій. Іншою мірою таких умов є умови завмирання Релея.

Спосіб передачі лише протягом існування в каналі оптимальних умов є ідеальним для каналів, які не мають заздалегідь визначених часових інтервалів для передач. У типовому втіленні БС передає лише на піках обвідної завмирання Релея, тобто графіка сили сигналу у функції часу, причому піки сили сигналу ідентифікуються через зумовлене порогове значення. При використанні такого способу вирішальним фактором для виконання повторних передач є наявність заголовка, який легко виявити і декодувати.

Фіг.3 містить графік залежності сили сигналу від часу. Якщо БС визначає, що сила сигналу, що передається до віддаленої станції, є хорошою у моменти t_1 , t_4 , t_5 , але не у моменти t_2 і t_3 , то вона передаватиме лише у моменти t_1 , t_4 , t_5 .

Оскільки декодування повторних передач залежить від доданих до них заголовків, ці заголовки необхідно передавати з рівнем потужності, вищим за потужність передачі решти субпакету, або надати йому структури, яка полегшує його виявлення і декодування. Спосіб структурування заголовків описано [у заявці на патент США від 29/11/2000] ("PREAMBLE GENERATION" (ГЕНЕРУВАННЯ ЗАГОЛОВКІВ)).

Однак, біти заголовка є додатковими бітами, які витрачають потужність передачі, яку можна було б використати для передачі трафіка даних. Наприклад, якщо заголовок має довжину K біт, корисні дані розділяються на M субпакетів і повна кількість біт в усіх субпакетах становить N . Тоді періодична передача, яка вимагає лише одного заголовка, створюватиме додаток у K/N біт, а енергія, потрібна для передачі цього додатку, становитиме $10\log_{10}(K/N)$. Однак, аперіодична передача, яка вимагає заголовка для кожного субпакету, створить додаток у MK/N біт, а енергія, потрібна для передачі цього додатку, становитиме $10\log_{10}(MK/N)$.

У описаних тут типових втіленнях використовуються переваги цих двох способів, але мінімізуються їх негативні аспекти. Хоча ці втілення розглядаються для каналу, що несе як голос, так і дані трафіка, описані тут способи можуть бути використані для будь-якого каналу даних, де мають місце повторні передачі спотворених пакетів даних.

Фіг.4 містить схему операцій першого типового втілення, коли для визначення часів передач пакетів даних трафіка прямого каналу використовується вимірювання швидкості руху віддаленої станції.

Згідно з першим типовим втіленням, для визначення швидкості віддаленої станції використовується схема оцінювання швидкості, [описана у патенті США № 6,564,042 від 3/03/2000], включеній посиланням. Загальним спостереженням є те, що у моменти умов швидкого замирання енергія прийнятого пілот-сигналу швидше перетинає заданий поріг рівня потужності. Швидкість перетинання рівня обвідної (ШПР) визначається як середня кількість позитивних перетинів зумовленого рівня R за сек. У одному з втілень оцінка швидкості перетинання рівня визначається як швидкість перетинання нуля фазним (I), або квадратурним (Q) компонентом сигналу. Якщо λ_c - довжина хвилі носія, то:

$$v_{LCR} = \lambda_c L_{RSMSE} / \sqrt{2\pi},$$

$$v_{ZCR} = \lambda_c L_{ZCR} / \sqrt{2}$$

де L_{RSMSE} - кількість перетинань рівня за сек., L_{ZCR} - кількість перетинань нуля сигналом і ϵ - основа натуральних логарифмів. Тоді v_{LCR} - оцінка швидкості, одержана з кількості перетинань рівня, а v_{ZCR} - оцінка швидкості, одержана з кількості перетинань нуля.

Згідно з іншим способом, швидкість віддаленої станції оцінюється через оцінку коваріації. Виконується оцінювання автоковаріації між зразками $r[i]$, що зазнали замирання. Ці зразки можуть бути зразками обвідної, квадратами зразків обвідної або логарифмами зразків обвідної. Значення τ_i визначається як проміжок між зразками у сек. на зразок, а значення $\mu_n(0)$ - як енергія прийнятого сигналу $r[k]$ ($\mu_n(k)$ - коваріація). Для квадрату обвідної швидкість віддаленої станції може бути оцінена через рівняння:

$$v_{COV} = (\lambda_c / 2\pi\tau) \sqrt{\bar{V} / \mu_n(0)}$$

де $V = (1/N) \sum_{k=1}^N (r[k + \tau_i] - r[k])^2$, k - індекс зразка, N - розмір рухомого вікна і \bar{V} - середнє значення V . Енергія $\mu_n(0)$ сигналу може бути оцінена у будь-який з багатьох відомих способів.

У іншому втіленні способу оцінка швидкості віддаленої станції може бути одержана через оцінку доплерівської частоти, яка є пропорційною швидкості віддаленої станції. Доплерівську оцінку можна одержати, маючи біти контролю потужності передачі у віддаленій станції або у БС.

Згідно з ще одним способом оцінювання швидкості, біти контролю потужності використовуються для оцінювання умов у каналі. Спостереження показали, що біти контролю потужності приймаються віддаленою станцією з частотою помилок 4%. Отже, рівні потужності передачі віддаленої станції і рівні потужності передачі, визначені фактичними бітами контролю потужності не відрізняються на значний процент. Це вказує на те, що доцільно оцінювати рівень потужності передачі, використовуючи кількість біт контролю потужності, прийнятих віддаленою станцією або використовуючи кількість біт контролю потужності, переданих БС.

Знання кумулятивної суми біт контролю потужності може бути використане у БС або у віддаленій станції для визначення середньої потужності передачі віддаленої станції, що у свою чергу дозволяє визначити швидкість віддаленої станції. Рівні енергії прийнятих сигналів використовуються для визначення ШПР обвідної, моменти відхилення і їх глибину. Це визначення виконується через пряме спостереження кількості позитивних перетинань за сек., зроблених переданими бітами контролю потужності. Частота перетинань рівня і момент відхилення можуть бути використані для одержання інформації про швидкість. Слід відзначити, що профіль ШПР обвідної є подібним до профілю потужності передачі віддаленої станції. У одному з втілень профіль потужності передачі віддаленої станції, який складається з кроків у 1дБ, може бути замінений профілем ШПР обвідної, який можна згладити використанням геометричного . середнього послідовних значень енергії прийнятої обвідної на PCG і кривої, що відповідає цим значенням.

Перше типове втілення винаходу (Фіг.4) включає і інші способи визначення швидкості віддаленої станції.

Операцією 40 (Фіг.4) БС періодично передає субпакети, що несуть корисні дані трафіка до віддалених станцій, що знаходяться у зоні обслуговування цієї БС. Слід відзначити, що, оскільки передачі є періодичними, лише перший субпакет сукупності субпакетів, що несуть конкретне навантаження даних, має містити заголовок, який інформує віддалену станцію, що повторні передачі надійдуть у зумовленому періоді часу.

Операцією 41 елемент обробки у БС визначає, що щонайменше одна віддалена станція є нерухомою або рухається з низькою швидкістю, тобто з швидкістю не вище 20км/год., хоча це порогове значення є лише прикладом і може бути іншим залежно від вимог конкретної системи. У даному випадку швидкість може визначатись віддаленою станцією або у БС. Якщо це визначення виконується віддаленою станцією, то вона передає інформацію про швидкість до БС.

Операцією 42 БС припиняє передачу пакетів даних трафіка до "повільної" віддаленої станції і починає передавати аперіодично, під час наявності оптимальних умов у каналі. У цьому випадку передачі відбуваються тоді, коли умови замирання Релея є вищими за встановлений поріг. Цей поріг вибирається як нормалізоване середнє замирання у каналі. Фіг.5 містить графік, що ілюструє передачу пакетів, які несуть корисні дані трафіка, і у моменти t_1 , t_4 і t_5 проходить вище встановленого порогу X дБ. Кожний переданий пакет містить біти заголовка.

Виконується оновлення значення швидкості, завдяки чому повторні передачі виконуються періодично або аперіодично в залежності від швидкості.

Слід відзначити, що у типовому втіленні БС починає передачі у режимі, чутливому до умов каналу, тобто передає лише протягом існування у каналі оптимальних або сприятливих умов. Якщо швидкість віддаленої станції визначена як помірна або велика, БС починає передавати субпакети періодично.

У будь-який момент описаного процесу, якщо від віддаленої станції було прийняте АСК (підтверджуюче повідомлення), то повторні передачі до цієї віддаленої станції припиняються і надлишкові субпакети, що залишилися, відкидаються.

Фіг.6 містить графік, що ілюструє підвищення пропускної здатності для 10 віддалених станцій, що рухаються повільно і тому до них може бути застосоване перше типове втілення. Столпці 1a, 2a, 3a, 4a, 5a, 6a, 7a, 8a, 9a і 10a вказують, що без застосування першого типового втілення середня швидкість передачі даних становить 15кбіт/с. Столпці 1b, 2b, 3b, 4b, 5b, 6b, 7b, 8b, 9b і 10b показують, що застосування першого типового втілення дає підвищення середньої швидкості передачі до 35кбіт/с, тобто подвоює пропускну здатність для цих віддалених станцій.

Фіг.7 ілюструє друге типове втілення для передачі трафіка голосу і трафіка даних разом у одному каналі. Це втілення може бути використане також для передачі даних у призначеному каналі даних. У цьому втіленні БС може передавати корисну складову даних трафіка до багатьох віддалених станцій, використовуючи залишкові рівні потужності. Для спрощення цей спосіб розглядається для випадку лише однієї БС і однією віддаленою станцією. У другому типовому втіленні субпакети, що несуть корисні дані, розділяються на першу і другу частину вузлом планування. Перша частина субпакетів надсилається з постійною затримкою між передачами, а друга частина - лише під час існування у каналі сприятливих умов.

Операцією 71 планувальний вузол БС приймає дані трафіка для передачі до віддаленої станції. Згідно з схемами кодування даних, [описаними у заявці 08/743 688], корисна складова даних надлишково пакується у сукупність субпакетів, які послідовно передаються до віддаленої станції. Надлишковість полягає в наявності у кожному субпакеті суттєво подібних корисних даних. Слід відзначити, що біти контролю потужності вкраплено у субпакети з інтервалами, які не залежать від вмісту субпакету, тобто субпакети з цими вкрапленнями можуть бути несхожими.

Операцією 71 планувальний вузол контролює передачу до віддаленої станції першої частини субпакетів, у якій субпакети передаються з заздалегідь визначеною затримкою між ними. Ця затримка може становити, наприклад, 3 щільні цикли, де кожна щільність має тривалість 1,25мс. Перший субпакет даних містить додані до нього біти заголовка, які інформують віддалену станцію, що у подальшому надійдуть К субпакетів з зумовленими часовими інтервалами.

Операцією 72 планувальний вузол чекає позитивного (ACK) або негативного (NACK) підтвердження від віддаленої станції. Якщо надходить ACK (опер.73), планувальний вузол відкидає решту субпакетів з надлишковою корисною складовою даних.

Якщо ACK не надійшло (опер.72), планувальний вузол вирішує, чи слід надсилати залишок субпакетів періодично. Якщо таких пакетів не залишилось, планувальний вузол відмовляється починати передачу у каналі тієї частини субпакетів, що призначена для передачі у режимі, чутливому до умов каналу (опер.75). Оскільки віддалена станція не може знати, коли надійде адресований до неї субпакет, необхідно додавати до кожного субпакету заголовок з адресною інформацією для віддаленої станції.

Фіг.8 містить діаграму передачі і повторних передач на інтервалі від t_1 до t_2 . Корисні дані трафіка паковані у 16 субпакетів, кожний з яких з надлишком заповнений корисними даними трафіка або їх частиною. Слід відзначити, що кількість пакетів може бути іншою, згідно з вимогами системи. В момент t_1 БС починає передавати пакети у прямому каналі з зумовленими часовими проміжками між пакетами. У момент t_2 відбувся прийом NACK і у момент t_3 БС передає 8 пакетів, що залишились згідно з оптимальними умовами у каналі, і тому часові інтервали між повторними передачами є змінними.

Фіг.9 ілюструє третє типове втілення передачі трафіка даних, згідно з яким після зумовленої затримки відбувається лише одна передача, а залишкові надлишкові субпакети передаються послідовно під час існування сприятливих умов у каналі. Операцією 90 планувальник БС приймає дані трафіка для передачі до віддаленої станції, які пакує з надлишком у субпакети. Операцією 91 планувальник передає перший субпакет і чекає ACK. Якщо ACK не надходить протягом зумовленого часу, передається другий субпакет (опер.93). Якщо ACK не надходить (опер.95), що підтверджує точне декодування корисної складової трафіка даних у цих двох пакетах, планувальник починає передавати решту субпакетів у режимі, чутливому до умов каналу (опер.94). У будь-який момент під час повторних передач планувальник після прийому ACK припиняє повторні передачі і відкидає субпакети, що залишились.

Фіг.10 містить діаграму передачі корисної складової даних на інтервалі від t_1 до t_2 . Корисні дані трафіка паковані у 16 субпакетів, кожний з яких з надлишком заповнений корисними даними трафіка або їх частиною. Слід відзначити, що кількість пакетів може бути іншою, згідно з вимогами системи. В момент t_1 БС передає один пакет. У момент t_2 не надійшло ACK і БС передає другий субпакет. У момент t_3 ACK не надходить, і БС починає передавати решту субпакетів у режимі, чутливому до умов каналу, у якому віддалена станція не має інформації про надходження решти субпакетів.

Фіг.11 ілюструє четверте типове втілення, згідно з яким трафік даних передається як у режимі, чутливому до умов каналу, так і у режимі, нечутливому до цих умов. У цьому випадку субпакети, що несуть корисну складову даних, розділено на першу і другу частини планувальним вузлом. Перша частина субпакетів передається протягом існування сприятливих умов у каналі, а друга частина передається з постійною затримкою між передачами.

Операцією 110 БС приймає дані трафіка для передачі до віддаленої станції. Згідно з схемами кодування, описаними [у патенті США 5,933,462], корисна складова даних надлишково пакується у сукупність субпакетів, які послідовно передаються до віддаленої станції.

Операцією 111 планувальник починає передачу до віддаленої станції першої частини субпакетів, у якій субпакети передаються у режимі, чутливому до умов у каналі. Оскільки віддалена станція не може знати, коли надійде адресований до неї субпакет, необхідно додавати до кожного субпакету заголовок з адресною інформацією для віддаленої станції.

Операцією 112 планувальник чекає ACK або NACK від віддаленої станції. Якщо надходить ACK (опер.113), планувальник відкидає решту субпакетів з надлишковою корисною складовою даних.

Якщо ACK не надійшло (опер.112), планувальник вирішує, чи слід надсилати залишок субпакетів аперіодично. Якщо таких пакетів не залишилось, планувальник починає передавати періодично другу частину субпакетів (опер.115) з заздалегідь визначеною затримкою між ними. Ця затримка може становити, наприклад,

З щільнін цикли, де кожна щільна має тривалість 1,25мс. Перший субпакет даних містить додані до нього біти заголовка, які інформують віддалену станцію, що у подальшому надійдуть К субпакетів з зумовленими часовими інтервалами.

Згідно з п'ятим типовим втіленням корисні дані трафіка розділяються на субпакети більшого розміру для передачі. Наприклад, замість 16 формуються 8 субпакетів. Ця менша кількість субпакетів може біти передана, як це було описано вище.

Фіг.12 ілюструє проблему, яка виникає у зв'язку з схемами передачі, чутливими до умов у каналі. За деяких обставин, коли виникає глибоке завмирання, умови для повторної передачі можуть не виникнути за призначений період. Наприклад, у момент t_1 БС використовує інформацію про стан каналу для виявлення оптимальних умов для передачі. Якщо віддалена станція входить в зону тривалого глибокого завмирання, наступним оптимальним моментом для повторної передачі може бути t_2 після неприйнятно тривалої затримки.

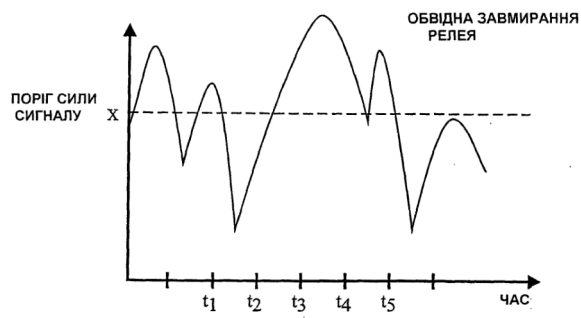
Шосте типове втілення для передачі даних використовує планувальний вузол БС для встановлення пріоритетів повторним передачам до поточної станції і новим передачам до нової станції. Фіг.13 ілюструє шосте типове втілення. Операцією 130 БС приймає корисна складова трафіка даних для першої віддаленої станції і перепакетує корисні дані у субпакети з надлишком. Операцією 131 БС передає щонайменше один субпакет до першої віддаленої станції у момент, коли ця віддалена станція прийматиме сильний сигнал. Операцією 132 БС приймає корисна складова трафіка даних для другої віддаленої станції, якщо операцією 134 не було прийняте підтвердження, і перепакетує перепакетує корисні дані у субпакети з надлишком. Операцією 133 БС вирішує починати передачі до другої віддаленої станції або повторно передавати до першої віддаленої станції. На цьому етапі планувальний вузол у момент $x(t)$ БС призначає відносні показники важливості передачам до другої віддаленої станції і повторним передачам до першої віддаленої станції. Якщо при $x(t)$ виникає довга затримка після передач до першої віддаленої станції (опер.135), якщо підтвердження прийому не було отримано опер.134, БС виконує повторну передачу до першої віддаленої станції замість передачі нової інформації до другої віддаленої станції.

Таке рішення дозволяє БС перевстановлювати пріоритети передач для зниження реальних затримок передачі до користувача. Повторні передачі до віддаленої станції можуть бути заплановані на моменти, що лежать значно нижче порогових рівнів енергії, ніж ті, що передбачаються для схем, чутливих до умов у каналі.

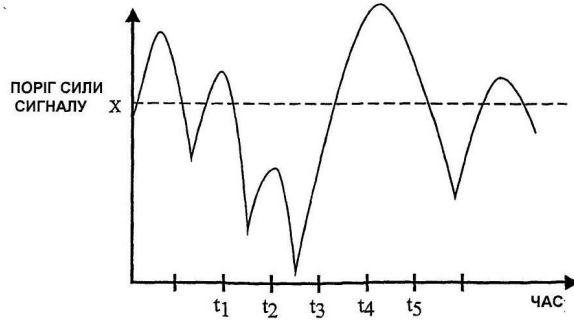
Отже, були описані нові удосконалені способи і пристрій для передачі трафіка даних з використанням інформації про стан каналу. Фахівцю зрозуміло, ілюстративні логічні блоки, модулі, схеми і операції алгоритмів, згадані у описі втілень, можуть бути реалізовані схемно, програмно або комбіновано. Спосіб реалізації цих функцій (схемно або програмно) залежить від конкретного застосування і системних конструктивних обмежень. Зрозуміло, що схемні і програмні рішення є взаємозамінними і їх вибір залежить від конкретних застосувань їх функцій. Логічні блоки, модулі і операції алгоритмів, які стосуються наведених тут втілень винаходу, можуть бути реалізовані через використання процесора загального призначення, процесора цифрових сигналів (DSP), спеціалізованої інтегральної схеми (ASIC), спеціалізованого набору програмованих польових логічних елементів (FPGA) або інших програмованих логічних пристроїв, дискретної ключової або транзисторної логіки, дискретних схемних компонентів, наприклад, регістрів, процесора з ПЗП, будь-якого звичайного програмованого модуля і процесора або будь-якої їх комбінації, здатної виконувати описані функції. Дані, інструкції, команди, інформація, сигнали, біти, символи і елементи коду, що згадувались у описі, можуть бути репрезентовані напругами, струмами, електромагнітними хвилями, магнітними полями або частками, оптичними полями або частками або їх комбінаціями.

Наведений опис бажаних втілень дає змогу фахівцю застосувати винахід. Різні модифікації цих втілень і принципи винаходу дозволяють побудувати інші втілення без додаткового винахідництва. Винахід не обмежується цим втіленням і його об'єм визначається його принципами і новими ознаками.





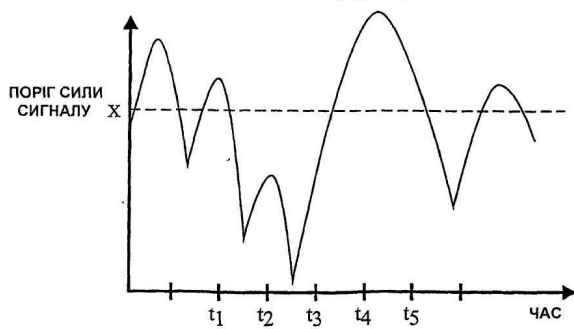
ФІГ.2



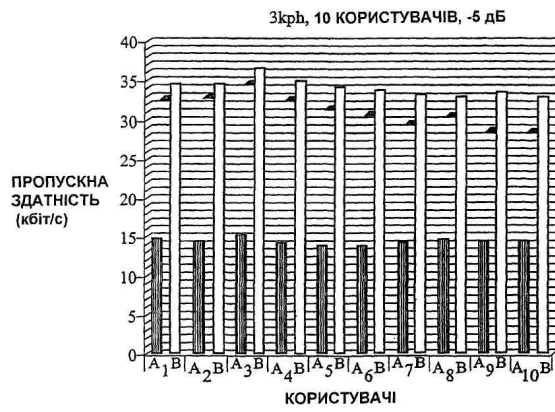
ФІГ.3



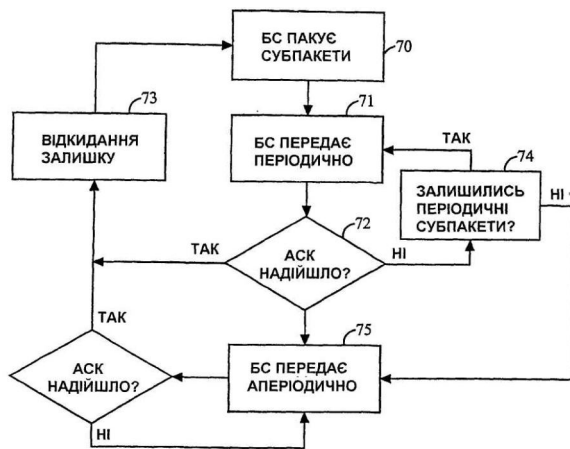
ФІГ.4



ФІГ.5

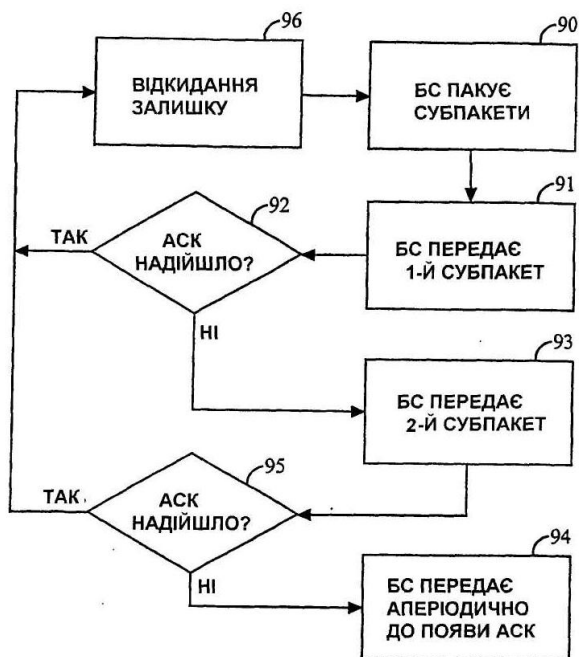


ФІГ.6

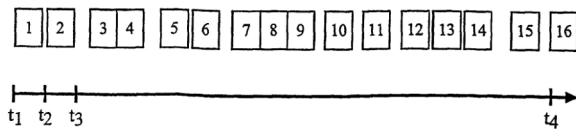


ФІГ.7

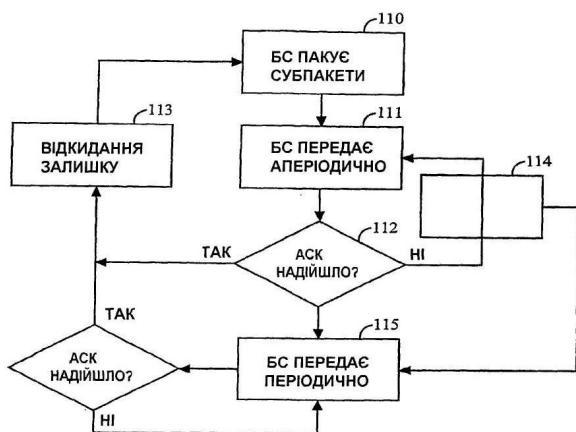




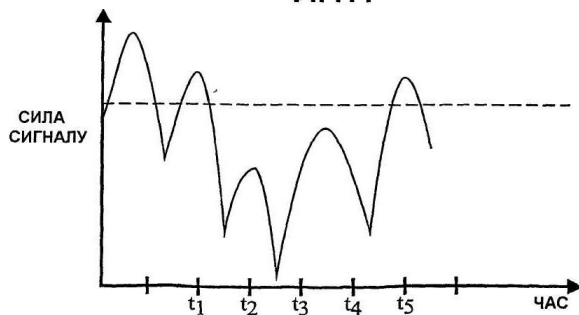
ФІГ.9



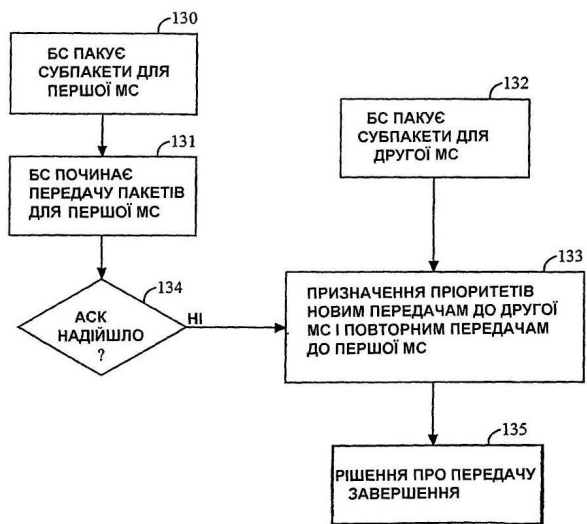
ФІГ.10



ФІГ.11



ФІГ.12



ФІГ.13