



УКРАЇНА

(19) UA (11) 37290 (13) C2

(51) 7 H04Q7/36, 7/30, H04N7/173

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗВ'ЯЗКУ У ЗОНІ ОБСЛУГОВУВАННЯ СИСТЕМИ ЗВ'ЯЗКУ

(21) 98084339

(22) 06.02.1997

(24) 15.05.2001

(31) 08/600,104

(32) 08.02.1996

(33) US

(86) PCT/US97/01876, 06.02.1997

(46) 15.05.2001, Бюл. № 4, 2001 р.

(72) Дін, Річард, Ф., (US), Вівер, Ліндзі, А., Молодший, (US), Вітлі, Чарльз, Е., III, (US)

(73) КВАЛКОММ ІНКОРПОРЕЙТИД, (US)

(56) 1. Патент США № 5267261 від 30.11.1993.

2. Патент США № 5056109 від 08.10.1991.

3. Патент США № 5548812 від 20.08.1996.

4. Патент США № 5475870 від 12.12.1995.

5. Патент США № 5280472 від 18.01.1994.

(57) Пристрій для забезпечення зв'язку у зоні обслуговування системи зв'язку, що має ряд радіоантенних пристроїв (РАП), який відрізняється тим, що система зв'язку включає мережу кабельного телебачення з рядом РАП, розташованих через інтервали уздовж кабеля кабельної мережі, причому кожний з зазначеного ряду РАП має кабельний вхід, через який кожний з зазначеного ряду РАП приймає з зазначеного кабеля сигнал прямого ка-

налу зв'язку разом з еталонним сигналом РАП, вихід для безпроводного зв'язку, через який кожний з зазначеного ряду РАП передає безпроводні сигнали прямого каналу зв'язку, вхід для безпроводного зв'язку, через який кожний з зазначеного ряду РАП приймає безпроводні сигнали прямого каналу зв'язку, і кабельний вихід, через який кожний з зазначеного ряду РАП надсилає у кабель сигнали зворотного каналу зв'язку разом з еталонним сигналом, що визначає коефіцієнт передачі прямого шляху, процесор центрального вузла, з'єднаний з зазначеним кабелем, який має базову станцію, що має у складі групу демодуляторів, програмно з'єднаних з щонайменше одним з сукупності зазначених рядів РАП, і у якому у випадку, коли перші два з зазначеного ряду РАП передають один загальний сигнал прямого каналу зв'язку, то ці зазначені перші два РАП працюють як елементи розподіленої антени, а у випадку, коли перші два з зазначеного ряду РАП передають різні сигнали прямого каналу зв'язку, то ці зазначені перші два працюють як сектори зазначеної системи зв'язку, причому зазначений еталонний сигнал РАП визначає, чи ці зазначені перші два РАП працюють як елементи або як сектори.

Винахід стосується систем зв'язку, зокрема, способу та пристрою для передачі зв'язку між двома секторами загальної базової станції.

У стільникових телефонах з використанням паралельного доступу з кодовим ущільненням каналів (ПДКУ), безпроводних локальних зв'язках або приватних комунікаційних системах для зв'язку з усіма базовими станціями системи використовується загальна смуга частот. Це дозволяє мати одночасний зв'язок між віддаленим абонентом і однією або більше базовими станціями. Сигнали, що займають загальну смугу частот, на базовій станції розрізняються за їх формою розширеного спектру, зумовленою використанням швидкісного псевдошумового (ПШ) коду. Цей код використовується для модуляції сигналів, що передаються як базовими станціями, так і віддаленими абонентами. Станції, що використовують різні ПШ коди або ПШ коди, зсунуті у часі, передають сигнали, які можуть бути прийняті відокремлено один від

одного на приймальній станції. Швидкісна ПШ модуляція також дозволяє цій станції приймати кілька копій одного сигналу від однієї передавальної станції у випадку, коли цей сигнал проходить кількома різними шляхами внаслідок багатошляхових характеристик радіоканалу або навмисної диверсифікації сигналу.

Багатошляховість радіоканалу створює багатошляхові сигнали, які різними шляхами проходять від передавальної станції до приймальної. Однією з особливостей багатошляхового каналу є часове розширення сигналу. Наприклад, якщо через багатошляховий канал проходить ідеальний імпульс, прийнятий сигнал являтиме собою потік імпульсів. Іншою особливістю багатошляхового каналу є те, що різні шляхи можуть створювати різні послаблення. Наприклад, якщо через багатошляховий канал буде передано ідеальний імпульс, прийняті імпульси потоку матимуть різні рівні. Ще однією особливістю такого каналу є те, що фази

сигналів, що пройшли різними шляхами, можуть бути різними. Наприклад, імпульси потоку, що був прийнятий після входження ідеального імпульсу різними шляхами, можуть мати різні фази. У радіоканалі різні шляхи виникають внаслідок відбиття сигналу перешкодами довкілля, наприклад, будинками, деревами, автомобілями і людьми. Взагалі радіоканал є багатошляховим з змінним часом проходження по шляхах, оскільки об'єкти, що створюють шляхи, рухомі. Наприклад, якщо такими шляхами пройде ідеальний імпульс, він створить потік імпульсів з положенням у часі, послабленим і фазою, які можуть змінюватися у функції часу.

У багатошляховому каналі може виникати завмирання, яке зумовлюється фазовими характеристиками такого каналу. Воно має місце, коли вектори шляхів, складаючись, взаємно знищуються, даючи сигнал, слабкіший за будь-який окремих вектор. Наприклад, якщо синусоїдальна хвиля проходить двома шляхами, перший з яких створює послаблення X дБ, часову затримку δ і фазовий зсув θ , а другий - послаблення X дБ, затримку δ і фазовий зсув $\theta + \pi$, на виході каналу сигналу не буде.

У вузькосмугових системах модуляції, таких, як АМ або ЧМ, що використовуються у звичайних радіотелефонних системах, наявність багатьох шляхів у каналі призводить до дуже сильного завмирання. Як уже відзначалось, у широкосмугових системах з ПДКУ на приймальній станції у процесі демодуляції окремі шляхи можуть бути відокремлені. Це не тільки дуже зменшує вплив багатошляхового завмирання, але й створює певні переваги систем з ПДКУ.

У зразковій системі з ПДКУ кожна з базових станцій передає пілот-сигнал з загальним ПШ розширюючим кодом, зсунутий по фазі відносно пілот-сигналів інших станцій. Під час роботи кожен з віддалених абонентів забезпечується списком фазових зсувів кодів, що відповідають сусіднім базовим станціям, оточуючим базову станцію, з якою підтримується зв'язок. Віддалений абонент має пошуковий елемент, який дозволяє абоненту стежити за силою пілот-сигналу від групи базових станцій, включаючи сусідні.

Спосіб і система для створення зв'язку з віддаленим абонентом через більш, як одну базових станцій у процесі передачі зв'язку описано у патенті США 5 267 261 від 30.11.1993. У цій системі зв'язок між абонентами не переривається під час передачі зв'язку від первісної базової станції до наступної. Така передача зв'язку розглядається як "м'яка" і у цьому випадку переривання зв'язку з первісною станцією відбувається після встановлення зв'язку з наступною. Коли віддалений абонент має зв'язок з двома станціями, у абонентському пристрої відбувається комбінування сигналів від кожної з станцій подібно до того, як це відбувається з багатошляховими сигналами від однієї станції.

У типовій стільниковій системі контролер системи може створювати єдиний сигнал для кожного з абонентів з сигналів, прийнятих кожною базовою станцією. У кожній базовій станції сигнали, прийняті від загального для них абонента, можуть бути об'єднані перед декодуванням і, таким чином, можуть бути використані переваги, які дає прийом кількох сигналів. Результати декодування у кожній

з базових станцій надсилаються до контролера системи. Після декодування сигнал уже не можна об'єднувати з іншими. Отже, контролер системи має обирати з багатьох декодованих сигналів, що надійшли від базових станцій, які мають зв'язок з одним абонентом. З цих сигналів обирається найкращий, решта відкидається.

Віддалений абонент сприяє м'якій передачі зв'язку, вимірюючи рівень пілот-сигналів від кількох сукупностей базових станцій. Активна сукупність утворюється базовими станціями, через які здійснено активний зв'язок. Сусідня сукупність - це такі базові станції серед оточуючих активну базову станцію, яким притаманна висока імовірність рівня сигналу, достатня для встановлення зв'язку. Сукупність кандидатів утворюється базовими станціями, для яких характерний рівень пілот-сигналу, достатній для встановлення зв'язку.

На початковій стадії встановлення зв'язку віддалений абонент має зв'язок з першою базовою станцією, яка одна утворює активну сукупність. Абонент веде моніторинг рівня пілот-сигналів базових станцій активної і сусідньої сукупностей і сукупності кандидатів. Коли рівень пілот-сигналу базової станції з сусідньої сукупності перевищує зумовлене порогове значення, ця базова станція переводиться з сусідньої сукупності до сукупності кандидатів. Віддалений абонент надсилає відповідне повідомлення з ідентифікатором цієї нової станції до першої базової станції. Контролер стільникової або приватної системи зв'язку вирішує, чи встановити зв'язок між новою базовою станцією і абонентом. У випадку прийняття такого рішення цей контролер надсилає до нової базової станції повідомлення з ідентифікатором віддаленого абонента і командою встановити з ним зв'язок. До абонента через першу базову станцію також надсилається повідомлення, яке містить інформацію про нову активну сукупність, яка складається з першої і нової базових станцій. Віддалений абонент відшукує інформаційний сигнал від нової базової станції і встановлює з нею зв'язок, не перериваючи зв'язку з першою базовою станцією. Ця процедура може повторюватись з додатковими базовими станціями.

Підтримуючи зв'язок з кількома базовими станціями, віддалений абонент продовжує моніторинг рівня пілот-сигналів базових станцій активної і сусідньої сукупностей і сукупності кандидатів. Якщо рівень сигналу від базової станції з активної сукупності стає нижче зумовленого порогу протягом зумовленого відрізка часу, абонент формує і передає повідомлення про це. Контролер стільникової або приватної системи зв'язку приймає це повідомлення через щонайменше одну базову станцію, яка має зв'язок з цим абонентом. Далі контролер може вирішити припинити зв'язок через базову станцію з слабким пілот-сигналом і у цьому випадку формує повідомлення про нову активну сукупність базових станцій, до якої не входить базова станція, зв'язок через яку припинено.

Базові станції, через які встановлено зв'язок надсилають повідомлення до віддаленого абонента. Контролер системи також повідомленням інструктує базову станцію припинити зв'язок з абонентом. Таким чином, зв'язок з віддаленим абонентом

здійснюється тільки через базові станції, що утворюють нову активну сукупність.

Оскільки віддалений абонент підтримує зв'язок з співрозмовником завжди через щонайменше одну базову станцію, цей зв'язок не переривається при м'якій передачі зв'язку. М'яка передача зв'язку, тобто "зв'язок перед перериванням" дає відчутні переваги над звичайним "перериванням перед зв'язком", яке використовується у інших системах.

У стільникових або приватних телефонних системах зв'язку дуже важливо максимізувати продуктивність системи, тобто кількість телефонних сеансів зв'язку, які вона здатна обслуговувати одночасно. Продуктивність систем з розширеним спектром може бути максимізована, якщо потужність передачі кожного з віддалених абонентів регулюється таким чином, що передані сигнали надходять до приймача базової станції, маючи однаковий рівень. У реальних системах кожний віддалений абонент може вести передачу з тією мінімальною потужністю, яка забезпечує таке відношення сигнал/шум, з яким ще можливе надійне одержання даних. Якщо сигнал від абонента, що надійшов до базової станції, має занадто низький рівень потужності, частота появи помилкових бітів може виявитись занадто великою для якісного зв'язку внаслідок перешкод від інших віддалених абонентів. З іншого боку, якщо потужність передачі від віддаленого абонента занадто велика, якість зв'язку з цим абонентом буде високою, але потужний сигнал буде перешкодою для інших абонентів і може порушити зв'язок з ними.

Таким чином, щоб максимізувати продуктивність зразкової системи з ПДКУ з розширеним спектром, базова станція керує потужністю передачі кожного з віддалених абонентів, що знаходяться у зоні обслуговування цієї станції, таким чином, щоб приймати від них сигнали однакового номінального рівня. У ідеальному випадку повна потужність сигналів, що приймає базова станція дорівнює номінальній потужності сигналу від віддаленого абонента, помноженій на кількість абонентів, що ведуть передачу у зоні обслуговування цієї станції, плюс прийнята потужність від віддалених абонентів, що обслуговуються сусідніми базовими станціями.

Втрати у шляху радіоканалу можна характеризувати двома окремими факторами: середніми втратами сигналу у шляху і завмиранням. Прямий канал від базової станції до віддаленого, абонента працює на частоті, що відрізняється від частоти зворотного каналу зв'язку, тобто від абонента до базової станції. Оскільки частоти прямого і зворотного каналів лежать у одній і тій же загальній смузі, існує суттєва кореляція між середніми втратами сигналу у шляху у цих каналах. Але завмирання у прямому і зворотному каналах є незалежними явищами і можуть змінюватися з часом.

У зразковій системі з ПДКУ кожний віддалений абонент оцінює втрати сигналу у шляху у прямому каналі, базуючись на повній потужності сигналів, що приймаються абонентом. Повна потужність є сумою потужностей сигналів від усіх базових станцій, які віддалений абонент приймає на одній частоті. Базуючись на оцінці середніх втрат у прямому каналі, віддалений абонент встановлює

рівень потужності передачі у зворотному каналі. Якщо проходження у зворотному каналі від одного з віддалених абонентів раптово поліпшується, оскільки завмирання у прямому і зворотному каналах незалежні, потужність сигналу, що приймає базова станція від цього абонента, підвищиться. Це підвищення створює додаткові перешкоди для усіх сигналів цієї ж частоти. Отже, швидка реакція абонента на раптове поліпшення проходження у каналі підвищує якість роботи системи. Таким чином, необхідно, щоб базова станція допомагала керуванню потужністю у віддаленому абонентському пристрої.

Потужність передачі віддаленого абонента може керуватись однією або більше базових станцій. Кожна з таких станцій, що має зв'язок з віддаленим абонентом, вимірює рівень сигналу від цього абонента. Вимірний рівень сигналу порівнюється з бажаним для цього абонента. Команда на зміну потужності формується кожною базовою станцією і передається до віддаленого абонента у прямому каналі зв'язку. У відповідь на цю команду віддалений абонент підвищує або знижує потужність передачі на зумовлену величину. Цей спосіб забезпечує швидку реакцію на зміни у каналі і у середньому поліпшує ефективність роботи системи. Зазначимо, що у типовій стільниковій системі базові станції не мають між собою безпосереднього зв'язку, і кожній базовій станції не відомий рівень сигналу від абонента, який приймають інші базові станції.

Коли віддалений абонент має зв'язок з більш, як однією базовими станціями, кожна з них надсилає до нього команди на зміну потужності передачі. У відповідь на ці команди від базових станцій віддалений абонент уникає передавати з рівнем потужності, який може перешкодити сеансам зв'язку інших віддалених абонентів, але утримує потужність, достатню для підтримання зв'язку цього абонента з щонайменше однією базовою станцією. Таке керування потужністю досягається, якщо віддалений абонент підвищує потужність передачі тільки тоді, коли усі базові станції, з якими абонент має зв'язок, вимагають цього підвищення, і якщо він знижує потужність передачі, коли будь-яка з базових станцій, з якими він має зв'язок, вимагає цього зниження. Таку систему керування потужністю передачі описано у патенті США 5 056 109 від 8.10.1991.

Зв'язок віддаленого абонента з кількома базовими станціями є важливим елементом м'якої передачі зв'язку. Описаний спосіб керування потужністю є оптимальним, коли віддалений абонент має зв'язок з усіма базовими станціями, з якими можливий зв'язок. У цьому випадку абонент не створює перешкод зв'язку через базову станцію, яка приймає від абонентського пристрою сигнали занадто високого рівня, але не може передавати команди на зміну потужності до віддаленого абонента з причини відсутності зв'язку з ним.

Типова стільникова або приватна система зв'язку містить базові станції, що мають кілька секторів. Багатосекторна базова станція має кілька незалежних антен для прийому-передачі. Одночасний зв'язок з двома секторами базової станції називають "м'якішою передачею зв'язку". Для віддаленого абонента м'яка і м'якіша передачі зв'язку

не відрізняються одна від одної. Однак, базові станції з м'якою і м'якішою передачею зв'язку у роботі відрізняються. Коли віддалений абонент має зв'язок з двома секторами однієї базової станції, демодульовані інформаційні сигнали обох секторів можна об'єднувати у базовій станції перед передачею до контролера стільникової або приватної системи зв'язку. Оскільки два сектори базової станції мають спільні схеми і функції керування, ці сектори можуть мати доступ до різних типів інформації, чого не мають незалежні базові станції. Крім того, два сектори однієї базової станції надсилають до віддаленого пристрою однакову інформацію стосовно керування потужністю, як це описано далі. М'якіша передача зв'язку дозволяє об'єднувати демодульовані дані від різних секторів перед декодуванням і, таким чином, одержувати єдині вихідні дані. Процедура об'єднання можна виконувати, урахувавши відносний рівень кожного сигналу, що робить таку процедуру найбільш надійною.

Як уже відзначалось, базова станція може приймати багато примірників одного сигналу від віддаленого абонента. Кожному демодульованому примірнику призначається демодулятор. Демодульовані виходи об'єднуються, і одержаний сигнал декодується. Демодулятори можуть бути призначені не єдиному сектору, а сигналу від будь-якого з секторів базової станції, і, таким чином, базова станція може ефективно використовувати свої ресурси, призначаючи демодулятори найсильнішому сигналу.

Об'єднання сигналів від секторів однієї базової станції дозволяє також секторизованій базовій станції формувати єдину команду на зміну потужності для системи керування потужністю віддаленого абонента. Таким чином, команди на зміну потужності від секторів однієї базової станції однакові. Така уніфікованість керування потужністю робить процес передачі зв'язку більш гнучким, оскільки керування потужністю передачі абонента стає нечутливим до диверсифікування секторів. Більш детально м'якішу передачу зв'язку описано у заявках 08/144 903 від 30.10.1993, 08/144 901 від 30.10.1993 і 08/316 155 від 30.09.1994 на патент США.

Кожна базова станція стільникової системи має зону обслуговування прямим каналом зв'язку, яка визначає фізичні межі, за якими зв'язок базової станції з віддаленим абонентом погіршується. Інакше кажучи, якщо абонент знаходиться у зоні обслуговування, він може підтримувати зв'язок з базовою станцією, якщо ж ні, то такий зв'язок стає ненадійним. Базова станція може мати один або кілька секторів. Односекторна базова станція має приблизно круглу зону обслуговування, багатосекторні станції мають зону обслуговування у вигляді пелюсток, що відходять від станції.

Зона обслуговування базової станції має дві межі передачі зв'язку. Межа передачі зв'язку характеризується тим, що на ній канали зв'язку віддаленого абонента як з першою, так і з другою базовими станціями працюють однаково. Кожна базова станція має межі передачі зв'язку для прямого і зворотного каналів. Межа передачі зв'язку прямого каналу визначається тим, що на ній приймач віддаленого абонента працює однаково як з першою, так і з другою базовими станціями. Межа

передачі зв'язку зворотного каналу визначається тим, що на ній приймачі обох базових станцій мають однаковий прийом від одного віддаленого абонента.

У ідеальному випадку межі збалансовані, тобто фізично збігаються. У іншому випадку продуктивність системи може знизитись внаслідок порушення керування потужністю і зайвого розширення зони передачі зв'язку. Слід відзначити, що баланс меж передачі зв'язку є функцією часу, оскільки зона обслуговування зменшується з зростанням кількості абонентів у ній. Потужність у зворотному каналі зв'язку, яка зростає з появою нового абонента, зворотно пропорційна до зони обслуговування зворотного каналу. Підвищення потужності прийому зменшує ефективний розмір зони обслуговування базової станції у зворотному каналі і наближає до станції відповідну межу передачі зв'язку.

Для забезпечення високої ефективності стільникових систем з ПДКУ або іншого типу важливо ретельно і точно керувати потужністю передачі базових станцій і віддалених абонентів. Таке керування обмежує кількість взаємних перешкод у системі, а точне підтримування потужності передачі у прямому каналі може балансувати межі передачі зв'язку прямого і зворотного каналів для базової станції або одного сектора багатосекторної базової станції. Таке балансування допомагає знизити розмір зони передачі зв'язку, поліпшити роботу віддаленого абонента у цій зоні і підвищити загальну продуктивність системи.

Перед включенням нової базової станції у існуючу мережу потужності прямого (тобто передаючого) і зворотного (приймаючого) каналів приблизно дорівнюють 0. Процедура включення починається з встановлення великих значень у атенюаторі приймача, що створює високий рівень потужності штучних шумів при прийомі. Атенюатор передавача встановлюється подібним чином, що знижує рівень потужності. Високий рівень штучних шумів зумовлює дуже малий розмір зони обслуговування нової станції у зворотному каналі. Оскільки зона обслуговування прямого каналу пропорційна до потужності передачі, дуже низький рівень потужності передачі зумовлює дуже малий розмір зони обслуговування нової станції у прямому каналі.

Після цього одночасно змінюють встановлені значення у атенюаторах приймача і передавача. Послаблення на приймальній стороні зменшують, зменшуючи цим рівень штучних шумів, підвищуючи рівень прийому сигналів і розширюючи зону обслуговування у зворотному каналі. Послаблення у передавачі також знижують, підвищуючи цим потужність передачі і збільшуючи зону обслуговування прямого каналу. Швидкість підвищення потужності передачі і зниження рівня шумів має бути досить низькою, щоб додаванням нової станції (або вилученням станції) не порушити передачу зв'язку між новою і оточуючими базовими станціями.

Початковим калібруванням кожної з базових станцій сумарні шуми незавантаженого приймача і бажана пілотна потужність встановлюються рівними константі. Константи калібрування однакові для усіх базових станцій. З завантаженням системи (з початком зв'язку з віддаленими абонентами) ком-

пенсійна мережа підтримує постійне співвідношення між потужністю прийому у зворотному каналі і пілотною потужністю, випромінюваною базовою станцією. Завантаження базової станції наближає до неї межу передачі зв'язку зворотного каналу. Отже, для досягнення такого ж ефекту у прямому каналі пілотно потужність знижують з зростанням завантаження. Процес балансування меж передачі зв'язку прямого і зворотного каналів, який називають диханням базової станції, описано у патенті США 5 548 812 від 20.08.1996. Балансування меж передачі зв'язку прямого і зворотного каналів у процесі додання або видалення базової станції у системі, які називають розквітом або в'яненням станції, описано у патенті США 5 475 870 від 12.12.1995.

Багато керувати відносним рівнем потужності сигналів прямого каналу, які передає базова станція, в залежності від керуючої інформації, яку передає кожний віддалений абонент. Головною причиною цього є необхідність брати до уваги можливість поганого проходження у шляхах до погано розташованих абонентів. Якщо не підвищити потужність передачі до абонента, що знаходиться у поганих умовах, якість сигналу може стати неприйнятною. Прикладом цього може бути випадок, коли втрати у шляху до однієї або двох сусідніх базових станцій майже такі ж, як у шляху до станції, з якою підтримує зв'язок погано розташований абонент. У такому випадку сумарні перешкоди, яких зазнає цей абонент, утричі перевищують перешкоди, які б мали місце, якби він знаходився у відносній близькості до базової станції. Крім того, замирання перешкод від сусідніх базових станцій не змінюються синхронно з сигналом від активної станції, як це було б з перешкодами від активної базової станції. У такій ситуації віддалений абонент для підтримки нормального зв'язку може зажадати додаткових 3 - 4 дБ потужності сигналу від активної базової станції.

У інших випадках віддалений абонент може опинитись у місці, де відношення сигнал/шум незвичайно високе, і тоді базова станція може передавати у прямому каналі з потужністю, нижчою за номінальну, знижуючи цим перешкоди для інших сигналів системи.

Щоб здійснити таке керування, приймач абонентського пристрою може бути обладнаний засобом для вимірювання відношення сигнал/шум. Таке вимірювання здійснюють порівнянням потужності бажаного сигналу з повною потужністю перешкод і шумів. Якщо це відношення менше за зумовлене значення, віддалений абонент передає до базової станції вимогу додаткової потужності у прямому каналі. У протилежному випадку абонент передає до базової станції вимогу знизити потужність. Одним з способів визначення приймачем абонента відношення сигнал/шум є моніторинг частоти помилок у кадрах (ЧПК) сигналу.

Базова станція приймає вимоги зміни потужності від кожного з віддалених абонентів і відповідає на це зміною потужності відповідного сигналу прямого каналу на зумовлену величину. Такі зміни невеликі, звичайно від 0,5 до 1,0 дБ, тобто приблизно 12%. Швидкість зміни потужності може бути дещо нижчою, ніж у зворотному каналі, наприклад, одна зміна за сек. У бажаному втіленні ви-

находу динамічний діапазон регулювання у прямому каналі може бути у межах від -4 дБ до +6 дБ відносно номінальної потужності передачі.

Базові станції з ПДКУ здатні точно керувати рівнем потужності передачі. Для цього необхідно компенсувати зміни коефіцієнтів передачі окремих компонентів, що складають передачу секцію станції. Такі зміни викликаються змінами температури і старінням і, отже, проста процедура калібрування не гарантує точного рівня потужності передачі. Зміни коефіцієнтів передачі може бути компенсована зміною загального коефіцієнта передачі ланцюга передачі таким чином, що фактична потужність передачі дорівнюватиме бажаній. Кожен з секторів базової станції створює кілька каналів передачі, які функціонують з різними швидкостями передачі даних і відносними рівнями сигналу, утворюючи РЧ сигнал передачі. Модулятори каналів обчислюють очікувану потужність кожного сигналу у каналі. Базова станція також має у складі контролер трансивера (КТ), який генерує бажану вихідну потужність, сумуючи очікувані потужності каналів.

Важливою операцією у впровадженні безпровідної системи зв'язку є розташування антен у зоні обслуговування таким чином, щоб у кожній точці цієї зони, де може опинитись віддалений абонент, забезпечувався достатній рівень сигналу. Щоб створити розподілену антену, вихідний сигнал базової станції, призначений для передачі, надсилають до антен з часовою затримкою. Розподілена антена дозволяє використати здатність системи з ПДКУ прямої послідовності розрізняти багатопляхові сигнали створенням штучних шляхів, що задовольняють критеріям розрізнення.

Спосіб поліпшення роботи системи з розподіленою антеною, який передбачає використання паралельних груп окремих антен, у яких кожна антена відрізняється від інших часовою затримкою, описано у патенті США 5 280 472 від 18.01.1994. Подальший розвиток цього способу описано у заявці 08/112 392 від 27.08.1993 на патент США. У системах з розподілом антен сигналам, що передаються від антен, які належать до однієї групи, надаються часові затримки на шляху від базової станції до антени. Антенні вузли можуть мати схеми зниження частоти для зменшення втрат у кабелі між антенним вузлом і базовою станцією і для можливості використання стандартних елементів затримки.

Іншою перевагою розподілених антен є малий об'єм додаткових робіт, пов'язаних з місцем розташування. За нормальних умов розташування антени може мати обмеження, зумовлене тільки фізичними особливостями місця, і має задовольняти вимозі, щоб кожне можливе місце обслуговувалось двома антенами. Взаємне перекриття у цьому випадку не має значення і, хоча може бути навіть бажаним, оскільки забезпечує диверсифікацію зв'язку з абонентами, не є обов'язковим.

Метою мережі мобільних персональних телефонів є обслуговування великого регіону. Великий розмір регіону, що обслуговується, є суттєвою вимогою і його обслуговування має забезпечуватись з першого дня, щоб залучити користувачів у цьому регіоні. Одними з найбільших витрат, пов'язаних з цим, є втрати на придбання нерухомості і прав на використання землі, а також на встановлення ба-

зових станцій, кожна з яких має обслуговувати певну частину регіону.

Слід відзначити, що мережі кабельного телебачення (МКТ) обслуговують майже усі приміські зони. Тому, якщо використати МКТ як основу мережі безпроводного зв'язку, витрат на придбання нерухомості, прав на використання землі і на встановлення базових станцій можна уникнути. Центральний головний процесор може виконувати усі функції обробки сигналів у межах регіону, а кабельні засоби розповсюдження можуть нести сигнали до користувачів.

Особливості систем з ПДКУ дають численні переваги безпроводним системам з використанням МКТ. Інтегрування безпроводної системи зв'язку у МКТ можна здійснити таким чином, що буде забезпечено високі гнучкість і продуктивність системи з ПДКУ.

Задачею винаходу є створення способу і пристрою для інтегрування приватної системи зв'язку з МКТ. Радіоантенні пристрої (РАП) приєднують до МКТ. РАП забезпечує перетворення частоти і керування потужністю сигналу, що приймається від МКТ для передачі до віддалених абонентів. РАП також забезпечує перетворення частоти і керування потужністю сигналу, що приймається віддалених абонентів для передачі у МКТ.

У головному пункті МКТ встановлюють базову станцію, призначену бути інтерфейсом між РАП і комунальною комутаторною телефонною мережею (ККТМ). Базова станція виконує функції стандартної макростільникової базової станції, такі, як знижує перетворення частоти, демодуляцію, керування потужністю, об'єднання сигналів і підвищує перетворення частоти. Ця станція може також виконувати деякі з функцій, які звичайно виконує центральний контролер макростільникової системи, наприклад, вибір вокодерів.

Крім цих функцій, базова станція МКТ має компенсувати зміни коефіцієнта передачі у МКТ. Керування потужністю у прямому каналі визначається еталонним сигналом РАП, який для підвищення ефективності може знаходитись у сигналі ПДКУ. У процесі керування потужністю у зворотному каналі використовується еталонний сигнал, який індивідуально передається кожним РАП у цьому каналі.

Архітектурі, що відповідає винаходу, притаманна висока гнучкість. Кожний РАП може працювати як елемент розподіленої антени або як сектор базової станції. У обох випадках РАП може бути дистанційно програмований головним процесором. Таким чином, щільність обслуговування системи можна географічно змінювати згідно з зміною інформаційного завантаження каналів зв'язку.

При розгортанні системи важлива гнучкість. На цій стадії усій системі може бути потрібний тільки один сектор базової станції для обслуговування початкової малої кількості користувачів. У подальшому для підвищення продуктивності на центральному пункті можуть бути додані додаткові ресурси. РАП перепрограмуються центральним процесором з центрального пункту для роботи з доданими ресурсами.

Безпосередній зв'язок з ресурсами базової станції дозволяє системі об'єднувати сигнали, що надходять до різних секторів усієї системи після

демодуляції, але перед декодуванням. Це дозволяє здійснювати м'якшу передачу зв'язку по усій зоні обслуговування.

У подальшому детальному описі розглянуто особливості, задачі і переваги винаходу з посиланнями на креслення, де:

фіг. 1 - схема прикладу МТК;

фіг. 2 - блок-схема зразка МКТ, інтегрованої з приватною системою зв'язку;

фіг. 3 - схема РАП, призначена для обробки сигналу прямого каналу зв'язку;

фіг. 4 - схема РАП, призначена для обробки сигналу зворотного каналу зв'язку;

фіг. 5 - діаграма опромінювання антени трьохсекторної базової станції;

фіг. 6 - сукупність розподілених антен, що забезпечують обслуговування концентрованої зони;

фіг. 7 - зразок втілення стандартної стільникової системи з трьохсекторними базовими станціями;

фіг. 8 - одне з втілень трьохсекторної базової станції стандартної стільникової системи;

фіг. 9А - зразок спектрального розподілу у кабельній лінії прямого каналу зв'язку;

фіг. 9Б - зразок спектрального розподілу у кабельній лінії зворотного каналу зв'язку;

фіг. 10 - блок-схеми втілення базової станції згідно з винаходом;

фіг. 11 - варіант, коли еталонний сигнал РАП займає місце у центрі секторного сигналу ПДКУ;

фіг. 12 - блок-схема, що частково ілюструє функції цифрових блоків.

На фіг. 1 зображено зразок МТК. Антени 10, 12 центрального вузла 4, призначені для зв'язку з супутниками, приймають телевізійні (TV) сигнали у діапазонах Ku і C. TV приймач 14 центрального вузла 4 перетворює ці сигнали у сигнали нижчих РЧ для передачі через МТК. Типові телевізійні сигнали приймаються у діапазоні частот 54 - 550 МГц. Вихідні РЧ сигнали TV приймача надходять до блоку перетворювачів 16А - 163 електричних сигналів у оптичні. Кожний з цих перетворювачів перетворює електричні сигнали у оптичні для передачі через оптичне волокно до зон обслуговування, у яких встановлено оптоелектричні вузли 20А - 203. Наприклад, волокно 2 несе оптичний сигнал від перетворювача 16А до вузла 20А. Оптоелектричні вузли 20А - 203 розташовані у зонах, що обслуговуються сигналом волокна 2, і надсилають електричні сигнали через кабель до користувачів 24А - 243, тобто у будинки, житлові і конторські споруди. Уздовж електричного сигнального кабеля розташовано двонапрямкові підсилювачі 22А - 223. Електричні сигнальні кабелі разом з підсилювачами можуть утворювати паралельні і/або зіркові конфігурації на відміну від послідовного з'єднання фіг. 1.

Шлях телевізійного сигналу від центрального вузла 4 до користувачів 24А - 243 будемо називати прямим. Місто з населенням близько 1 млн має три або чотири центральні вузли. Волоконні лінії, подібні до лінії 2, прокладено на довгій відстані у підземних каналах або над землею на стовпах. Довжина кабелів, що несуть електричний сигнал від вузлів 20А - 203, дорівнює 1,6 км (1 миля) або менше залежно від кількості користувачів. Двонап-

рядкові підсилювачі 22А - 223 можуть бути розташовані на кабелі через кожні 300 м (1000 футів). Звичайно на одному кабелі розташовано не більше 5 таких підсилювачів, щоб уникнути взаємодіяційних спотворень, що створюються підсилювачами.

Правила Федеральної Комісії Зв'язку вимагають, щоб кожна МТК забезпечувала двосторонній зв'язок з користувачами. Тому у додаток до прямого шляху для телевізійного сигналу система забезпечує зворотний шлях для сигналу від користувачів 24А - 243 до центрального вузла 4. Завантаження зворотного шляху сигналами значно менше, ніж завантаження прямого шляху. Зворотний шлях може використовуватись користувачем для обрання платних передач. Робота зворотного шляху, по суті, подібна роботі прямого шляху. Частота сигналів у зворотному шляху знаходиться у діапазоні 5 - 40 МГц. Від користувачів 24А - 243 через сигнальний електричний кабель сигнали проходять до вузла 20А. У вузлах 20А - 203 електричні сигнали перетворюються у оптичні і передаються через волокно 2 до центрального вузла 4. Тут сигнали перетворюються у електричні перетворювачами 18А - 183 і обробляються процесором 6 користувачських сигналів.

У типових конфігураціях між перетворювачами 16А - 163 і вузлами 20А - 203 існує взаємно однозначне співвідношення.

Фіг. 2 містить схему, згідно з якою систему згідно з винаходом інтегровано з МКТ фіг. 1. Центральний вузол 4 замінено вузлом 40, який забезпечує безпроводний зв'язок. Центральний вузол 40 включає базову станцію 44, яка є інтерфейсом між мережею безпроводного зв'язку і ККТМ 30 і, крім того, генерує сигнали ПДКУ прямого каналу, а також пілотні і інші службові сигнали, які проходять прямим шляхом. Станція 44 також здійснює селекцію і об'єднання інформаційних і службових сигналів, що надходять зворотним шляхом.

Як уже відзначалось, прямим шляхом звичайно проходять телевізійні сигнали діапазону 54 - 550 МГц, але можливе проходження сигналів частотою до 700 МГц. Деякі нові системи можуть працювати на частотах до 850 МГц. У застарілих системах, що працюють у діапазоні 350 - 450 МГц, може виявитись необхідним звільнити кілька Т.В. для використання у системі зв'язку. У бажаному втіленні винаходу сигнали прямого каналу зв'язку мають частоту від 550 до 700 МГц. Кожний сектор прямого каналу ПДКУ одержує смугу у діапазоні частот МКТ. Сигнали прямого каналу ПДКУ від базової станції складаються з телевізійними сигналами від приймача 14 у суматорі 42 і потім, подібно до телевізійних сигналів, проходять прямим шляхом МКТ. Як детально пояснюється далі, призначенням деяких сигналів ПДКУ прямого каналу є РАП 50А - 503. Вони випромінюють сигнал прямого каналу ПДКУ для зони обслуговування, пов'язаної з оптоелектричним вузлом 20А, і розташовані уздовж електричного сигнального кабеля, пов'язаного з вузлом 20А, з інтервалом 300 - 45D м (1000 - 1500 футів). Сигнали прямого каналу ПДКУ проходять через підсилювачі 22А - 223 разом з телевізійними. Очевидно, що РАП 50А - 503 мають бути розташовані таким чином, щоб сигнали, випромінювані ними, були досить високого рівня по усій

зоні обслуговування. Якщо кабель від вузла 20А прокладено під землею, РАП 50А - 503 необхідно встановлювати поблизу користувачів 24А - 243. Якщо кабель проходить під землею, він виходить назовні для з'єднання з обладнанням користувача. РАП 50А - 503 можуть бути встановлені на дахах будинків. Якщо кабель проходить поверхню, РАП 50А - 503 можна встановлювати уздовж кабеля будь-де, або на стовпах, що підтримують кабель.

Як уже відзначалось, сигнали зворотного шляху лежать у діапазоні 5 - 40 МГц. Канал ПДКУ зворотного зв'язку працює найбільш ефективно, якщо зворотні шляхи диверсифіковано таким чином, щоб кожен з РАП 50А - 503 мав дві антени для забезпечення окремих сигналів для базової станції 44. Отже, якщо сигнали зворотного каналу ПДКУ мультиплексовано у МКТ за частотою, для цього каналу потрібна частотна смуга, удвічі ширша, ніж для прямого каналу. Але зворотний шлях МКТ може надати тільки 35 МГц. Тому, як показано на фіг. 2, кожний вузол 20А - 203 створює прямий шлях, що відповідає одному з перетворювачів 18А - 183, які з'єднано з центральним вузлом 40. Базова станція 44 має двосторонній зв'язок сигналами з ККТМ 30.

Уже відзначалась важливість керування потужністю у прямому і зворотному каналах систем з ПДКУ. У існуючих системах з ПДКУ засоби генерування сигналів і антена об'єднано і тому базові станції можуть встановлювати потужність передачі і виміряти рівень прийнятих сигналів безпосередньо.

На відміну від цього у системах на базі МКТ базова станція 44 і РАП 50А - 503 можуть розділятися відстанями у кілька км. Крім того, окремі РАП пов'язані з базовою станцією 44 різними шляхами, які до того ж можуть мати різні коефіцієнти передачі, зумовлені широким діапазоном температур, при яких працює МКТ. Крім того, на МКТ можуть діяти різні сторонні динамічні сигнали. У міському доквіллі виникають численні сторонні сигнали від інших систем зв'язку (наприклад, локальних телевізійних систем, комерційних систем радіомовлення тощо) і від різних машин, які створюють випадкові випромінювання (наприклад, запуск автомобіля). Ці сигнали з'являються непередбачено і можуть сильно змінюватись з часом.

З цих причин керування потужністю стає важливою задачею винаходу. Компенсація змін потужності у прямому каналі зв'язку здійснюється використанням еталонного сигналу РАП, що передається прямим шляхом. У зворотному каналі ця операція здійснюється за допомогою зворотного еталонного сигналу, який проходить зворотним шляхом. Форма і функції цих сигналів детально розглядаються далі.

Перед поясненням процедури керування потужністю розглянемо структуру РАП. Кожний РАП обробляє сигнали як прямого, так і зворотного каналів. На фіг. 3 наведено схему обробки сигналу прямого зв'язку у РАП згідно з винаходом. РЧ сигнал з електричного кабеля надходить через з'єднуючий елемент 60. Розгалужувач 62 розділяє цей сигнал для використання двома різними обробляючими засобами. Процесор 84 еталонного сигналу РАП відокремлює цей сигнал з суміші сигналів у кабелі.

Еталонний сигнал РАП має три призначення: бути еталонним значенням коефіцієнта передачі каналу, бути еталоном для синтезаторів частот і передавати керуючу інформацію до РАП. Процесор 84 еталонного сигналу РАП відокремлює частотний еталонний сигнал з еталонного сигналу РАП і надсилає його до контурів 64, 68 автопідстроювання фази (КАФ), а також відокремлює еталонний сигнал значення коефіцієнта передачі каналу, який потім обробляється мікропроцесором 88 РАП і спрямовується до регулювача 72 коефіцієнта передачі. Крім того, процесор 84 відокремлює дані для керування і надсилає їх до мікропроцесора 88 РАП для аналізу. Дані для керування можуть містити команди від центрального вузла 40, призначені тільки для цього РАП. Наприклад, ці дані можуть містити команду змінити частоту КАФ 64 або 68.

Процесор 70 проміжної частоти (ППЧ) також приймає сигнал від розгалужувача 62. ППЧ 70 змінює частоту вхідного сигналу таким чином, що сигнал стає центрованим навколо зумовленої проміжної частоти. Як уже відзначалось, сигнали прямого каналу ПДКУ частотно мультиплексовано у МКТ. Частота, генерована у КАФ 64, змішується з вхідним сигналом таким чином, що одержаний сигнал стає центрованим навколо зумовленої проміжної частоти. Типовий ППЧ 70 має фільтр поверхневої акустичної хвилі (ФПХ) або іншого типу, що пропускає сигнали від РАП і блокує сигнали від розгалужувача 62. Якщо відстань між окремими РАП не достатня для створення часової затримки, необхідної для багатопрошляховості, ППЧ 70 може мати змінний або програмований елемент затримки.

ППЧ 70 надсилає сигнал проміжної частоти до регулювача 72 коефіцієнта передачі. Регулювач 72 встановлює потужність передачі РАП згідно з сигналом керування, одержаного від мікропроцесора 88 РАП. Змішувач 74 перетворює сигнал керування коефіцієнтом, що надходить від регулювача, і підвищує частоту до частоти передачі. Підсилювач потужності 76 згідно з номінальним коефіцієнтом підсилення підсилює сигнал, надаючи йому потужність, необхідну для передачі. Фільтр 77 відокремлює сигнал для передачі і придушує небажані сигнали змішувача. З'єднувач 78 витягає з сигналу для передачі малий зразок і надсилає його до вимірювача 90 потужності, і результат надсилається назад до мікропроцесора 88.

Фіг. 4 ілюструє обробку сигналу зворотного каналу у РАП згідно з бажаним втіленням винаходу. Антени 100, 126 належать РАП. Дві рознесені антени у кожному РАП забезпечують потрібну диверсифікацію. Відстань між антенами має бути такою, щоб вони оприміювали одну й ту ж зону і мали незалежні завмирання. Застосування двох антен на одній базовій станції з метою диверсифікування часто використовується у макростільникових системах; такі антени обслуговують зони розміром кілька км. Звичайно відстань між антенами складає приблизно від 5 до 20 довжин хвилі, що забезпечує загальну зону обслуговування і незалежні завмирання. Як уже відзначалось, для повного використання переваг диверсифікації кожний сигнал окремо демодулюють перед їх об'єднанням. Демодуляція виконується у центральному вузлі 40. Таким чином, назад до центрального вуз-

ла 40 від РАП надсилаються два окремі сигнали альфа і бета, прийняті антенами 100 і 126 відповідно. Внаслідок цього сигнали зворотного шляху МКТ вимагають смуги частот, приблизно удвічі ширшої, ніж для сигналів прямого шляху.

Сигнали альфа і бета від антен 100, 126 надходять до керованих атенуаторів 102, 128 відповідно. Ці атенуатори виконують дві важливі функції. Для належного об'єднання сигналів, демодульованих у вузлі 40, їх відносні рівні мають бути відомими, щоб при об'єднанні їм були надані відповідні ваги. Оскільки від кожного РАП надходить тільки один еталонний сигнал, що визначає коефіцієнт передачі, цей сигнал має визначати відносні рівні обох прийнятих сигналів від одного РАП. Отже, шляхи проходження цих сигналів мають бути збалансованими, тобто мати однакові коефіцієнти передачі і рівні шумів. Атенуатори 102, 126 калібрують ці альфа- і бета-шляхи.

Другим призначенням керованих атенуаторів 102, 128 є дихання і розквітання РАП. Дихання - це процес балансування меж передачі зв'язку відносно сусіднього РАП у прямому і зворотному каналах. Розквітання є процес додання і вилучення РАП з системи. Мікропроцесор 88 керує цими процесами, керуючи послабленням у атенуаторах 102, 128. Дихання і розквітання можуть бути здійснені у різних варіантах, детально описаних у патентах США 5 548 812, 5 475 870.

Далі на шляху прийняті сигнали підсилюються низькошумовими підсилювачами 104, 130 і після цього перетворюються у сигнали фіксованої частоти змішувачами 106, 132. Фіксована проміжна частота не залежить від частот прийнятих сигналів і від частоти передачі сигналів від РАП до центрального вузла 40 через МКТ. Змішувачі 106, 132 працюють, одержуючи частоту від КАФ 118, яка програмується мікропроцесором 88 РАП і залежить також від еталонного сигналу КАФ (зв'язок не показаний).

Виходом змішувачів 106, 132 є частоти певної смуги, що визначається відповідними фільтрами 108, 134, які відфільтровують небажані частотні складові. Елементи затримки 110, 136 можуть бути постійними, змінними або керованими. Потреба у затримці у шляху прийнятого сигналу може виникнути у випадку, коли, наприклад, об'єднуються сигнали від антен 100, 126 або коли сигнали об'єднуються з сигналами від інших РАП у МКТ. Див. патент США 5 280 472 та заявку 08/112 392.

Змішувач перетворює альфа- і бета-сигнали у належну частоту для передачі по МКТ, використовуючи сигнали від КАФ 120, 122 відповідно. Ці КАФ програмуються мікропроцесором 88 РАП і використовують еталонний сигнал РАП (зв'язок не показано). Суматор 144 складає альфа- і бета-сигнали і еталонний сигнал, що визначає коефіцієнт передачі зворотного шляху. Регулювач 146 коефіцієнта передачі регулює коефіцієнт передачі для об'єданого сигналу, а підсилювач 148 підсилює цей сигнал. З'єднувач 150 пропускає цей сигнал у МКТ.

На фіг. 4 знов наведено мікропроцесор 88 РАП. У бажаному втіленні він є єдиним обробляючим засобом, що забезпечує керування як прийомною, так і передавальною частинами РАП. Показано також керований напругою кварцевий генера-

тор (ККГ) 154 з температурною компенсацією. ККГ 154 генерує тактовий сигнал для мікропроцесора 88 РАП і еталонний сигнал для генератора 152 еталонного сигналу для коефіцієнта передачі (ЕСКП) зворотного шляху. Мікропроцесор 88 РАП може також синхронізувати і/або підстроювати фазу вихідного сигналу ККГ 154, використовуючи еталонний сигнал РАП після його появи. При першому включенні РАП ККГ 154 забезпечує тактові імпульси і еталонні сигнали, які використовуються для функціонального розгортання.

Генератор 152 еталонного сигналу для коефіцієнта передачі зворотного шляху керує потужністю РАП. Кожний РАП передає до центрального вузла 40 окремий еталонний сигнал для коефіцієнта передачі зворотного шляху. У вузлі 40 сигнал вимірюється і порівнюється з рівнями одержаних інших таких сигналів. Вузол 40 еталонним сигналом РАП може надіслати до окремих РАП команди знизити або підвищити потужність сигналів, які РАП надсилає у МКТ. Як уже відзначалось, коефіцієнти передачі у МКТ помітно змінюються з часом, причому ці коефіцієнти і зміни різні для різних частот. Кожний РАП потребує окремого еталонного сигналу для коефіцієнта передачі зворотного шляху, який можна відокремити у центральному вузлі 40, навіть якщо сигнали, які він генерує об'єднані з сигналами від інших РАП. Детальний опис цієї операції наведено далі.

Уже відзначалось, що типова стільникова система має у складі сукупність рознесених базових станцій, кожна з яких має кілька антен. Типова стільникова базова станція може складатись з трьох або більше секторів з безпосереднім зв'язком між ними. Кожний сектор транслює окремий набір сигналів, відмінний від наборів інших секторів базової станції. Оскільки компоненти секторів знаходяться у одному місці, вони можуть використовуватись спільно і бути з'єднаними між собою.

На фіг. 5 зображено типову трьохсекторну антену, яка обслуговує зони 300А, визначену тонкою лінією, 300Б, визначену середньою лінією, і 300В, визначену жирною лінією. Форма трьох зон обслуговування, наведених на фіг. 5, відповідає зоні, яку утворює стандартна дипольна антена. На краях зон обслуговування віддалений абонент приймає сигнал найменшого рівня, який ще достатній для підтримання зв'язку з цим сектором. З просуванням абоненту усередину зони сектора сила сигналу, який він приймає від базової станції, зростає. Віддалений абонент, що знаходиться у пункті 302, може підтримувати зв'язок через сектор 300А, з пункту 303 - через сектори 300Б і 300В і з пункту 305 - через сектор 300В. Коли абонент просувається за край сектора, зв'язок через цей сектор може погіршитись. Віддалений абонент, для якого відбувається м'яка передача зв'язку від базової станції фіг. 5 до сусідньої (не показаної), скоріш за все, знаходиться біля краю одного з секторів.

Систему з розподіленими антенами описано у патенті США 5 280 472. Тут передбачено встановлення ряду антен з затримками сигналу між ними. Такий ряд може обслуговувати зону подовженої форми або зони з великою кількістю послаблюючих об'єктів. Такі антени, наприклад, можуть обслуговувати вулицю між дуже високими будин-

ками, поза кутом, тобто у випадках, коли у звичайних сигнал блокується.

Система з розподіленими антенами може використовуватись не тільки для подовжених, а і для концентрованих зон. Наприклад, на фіг. 6 зображено сукупність антен 306А - 306І, які обслуговують відповідні зони 305А - 305І. Система з розподіленими антенами звичайно використовується з одним сектором базової станції, і кожна з антен 306А - 306І передає одну й ту ж групу сигналів, навіть коли між антенами встановлено елементи затримки. Крім гнучкості стосовно форми зони обслуговування, перевагою розподілених антен є відносно постійний рівень потужності сигналів, що передаються до віддалених абонентів зони обслуговування. Завдяки цьому віддалені абоненти мають можливість відмовитись від передачі з великою потужністю і, отже, зберегти енергію батареї живлення.

У системі з розподіленими антенами фіг. 6 при переході віддаленого абонента з однієї зони до іншої ніякої передачі зв'язку не відбувається. Зв'язки через більш, як одну антену 306А - 306І, сприймаються базовою станцією і абонентом як бага-тошляхові і обробляються як такі.

На фіг. 7 зображено втілення стандартної стільникової системи з трьома односекторними базовими станціями 362, 364, 368. Антени 310, 326, 344 є приймальними антенами станцій 362, 364, 368 відповідно. Базові станції 362, 364, 368 розташовані поблизу одна однієї, і антени 310, 326, 344 мають зони обслуговування, які перекриваються таким чином, що може відбуватись така м'яка передача зв'язку з абонентом, у якій беруть участь усі три станції одночасно. Кожна з антен 310, 326, 344 може бути системою розподілених антен, як на фіг. 6; звичайно кожен сектор має дві антени.

Кожна з розподілених антен має зв'язок з власною системою приймальної обробки, і, отже для сигналів кожної з антен може бути призначений демодулятор.

Антени 310, 326, 344 надсилають прийняті сигнали до систем 312, 328, 346 приймальної обробки відповідно. Ці системи обробляють РЧ сигнали і перетворюють їх у цифрову двійкову форму і, крім того, можуть фільтрувати цифрові біти. Система 312 обробки надсилає фільтровані цифрові біти до демодуляторів 316А - 316Л, система 328 - до демодуляторів 332А - 332Л і система 346 - до демодуляторів 350А - 350Л.

Контролер 318 через з'єднуючий елемент 320 керує демодуляторами 316А - 316Л. Цей контролер призначає ці демодулятори для одного з елемента інформаційного сигналу одного з абонентів, прийнятих базовою станцією 362. Такі елемента інформації сигналу можуть бути породжені багатошляховістю довкілля. Демодулятори дають біти даних, які об'єднує об'єднувач 324 символів. Вихідні сигнали об'єднувача 324 можуть містити дані для м'якого прийняття рішень, придатні для декодування Вітербі. Декодер 314 декодує об'єднані дані і надсилає результат до контролера 370 стільникової або приватної системи зв'язку як Повідомлення 1.

Засновуючись на силі об'єднаного сигналу, одержаного з усіх сигналів, демодульованих де-

модуляторами 316А - 316Л, контролер 318 формує команди керування потужністю, які базова станція 362 передає до абонента. Контролер 318 може пересилати відповідну інформацію до передавача (не показаний) базової станції 362 для передачі до абонента.

Контролер 334 через зв'язок 336 керує демодуляторами 332А - 332Л. Цей контролер призначає ці демодулятори для одного з екземплярів інформаційного сигналу одного з абонентів. Демодулятори 332А - 332Л надсилають біти даних, які об'єднує об'єднувач 340 символів. Вихідні сигнали об'єднувача 340 можуть містити дані для м'якого прийняття рішень, придатні для декодування Вітербі. Декодер 342 декодує об'єднані дані і надсилає результат до контролера 370 стільникової або приватної системи зв'язку у вигляді Повідомлення 2.

Засновуючись на силі об'єданого сигналу, одержаного з усіх сигналів, демодульованих демодуляторами 332А - 332Л, контролер 334 формує команди керування потужністю, які базова станція 364 передає до абонента. Контролер 334 може пересилати відповідну інформацію до передавача (не показаний) базової станції 364 для передачі до абонента.

Контролер 352 через зв'язок 354 керує демодуляторами 350А - 350Л. Цей контролер призначає ці демодулятори для одного з екземплярів інформаційного сигналу одного з абонентів, прийнятих базовою станцією 368. Демодулятори надсилають біти даних, які об'єднує об'єднувач 358 символів. Вихідні сигнали об'єднувача 358 можуть містити дані для м'якого прийняття рішень, придатні для декодування Вітербі. Декодер 360 декодує об'єднані дані і надсилає результат до контролера 370 стільникової або приватної системи зв'язку у вигляді Повідомлення 3.

Засновуючись на силі об'єданого сигналу, одержаного з усіх сигналів, демодульованих демодуляторами 350А - 350Л, контролер 352 формує команди керування потужністю, які базова станція 368 передає до абонента. Контролер 352 може пересилати відповідну інформацію до передавача (не показаний) базової станції 368 для передачі до абонента.

Для кожного віддаленого абонента у системі з м'якою передачею зв'язку контролер 370 стільникової або приватної системи одержує декодовані дані від щонайменше двох базових станцій. Наприклад, контролер 370 (фіг. 7) одержує декодовані дані у вигляді Повідомлень 1,2,3 від загального абонента через базові станції 362, 364, 368 відповідно. Декодовані дані не можна об'єднувати, щоб мати переваги, які дає об'єднання перед декодуванням. Отже, типовий контролер 370 стільникової або приватної системи не об'єднує декодовані дані від кожної з базових станцій, а замість цього обирає з Повідомлень 1, 2, 3, що містять ці дані, таке, яке має найвищий проказник якості, і відкидає інші два. Селектор 372 (фіг. 7) здійснює такий вибір, перевіряючи кадр за кадром, і надсилає результат до декодера або іншого засобу обробки даних. Цей процес докладно описано у заявці 08/519 670 на патент США.

Об'єднані але не декодовані дані від об'єднувачів 324, 340, 358 не надсилаються безпо-

середньо від базових станцій 362, 364, 368 до контролера системи 370 тому, що з виходу демодулятора дані надходять з дуже великою швидкістю. Для одержання декодованого символа декодер потребує великих блоків даних. Відношення кількості даних, потрібних для декодування символа, до кількості даних, потрібних для визначення декодованого символа і показника якості, може досягати 1000 до 1. Крім того, часові затримки, викликані пересиланням таких великих об'ємів інформації стають неприпустимими, якщо використовувати швидкісний зв'язок. Таким чином, об'єднання тільки декодованих даних і показників якості замість недекодovаних даних суттєво спрощує взаємозв'язок між сотнями базових станцій і контролером системи.

Передача великої кількості інформації, пов'язаної з об'єднаннями, але не декодованими даними, не тільки складна, але й коштовна. Базові станції типової системи знаходяться на значній відстані від контролера системи, і шлях від базової станції до контролера звичайно містить арендовану лінію зв'язку, наприклад, типу Т1. Вартість таких ліній залежить, головним чином, від кількості даних, що проходять через них, і, отже, збільшення об'ємів інформації, що пересилаються через ці лінії, можуть зробити їх вартість неприпустимо високою і викликати технічні ускладнення.

У менш досконалих системах селекційний спосіб виконання м'якої передачі зв'язку, описаний згідно з фіг. 7, можна застосувати для секторованих базових станцій, розглядаючи кожний сектор як окрему незалежну базову станцію. Кожний сектор базової станції може об'єднувати і декодувати багатопляхові сигнали від одного віддаленого абонента. Декодовані дані можуть надсилатися до контролера системи кожним сектором негайно або після порівняння і селекції. Однак, більші переваги дає використання м'якішої передачі зв'язку згідно з заявкою 08/144 903 на патент США. Відповідні схемні наведено на фіг. 8.

На фіг. 8 сектор має приймальні антени 222А - 222В і передавальні антени 230А - 230В. Антени 222А і 230А мають загальну зону обслуговування і в ідеальному випадку можуть мати однакові діаграми спрямованості. Також загальні зони обслуговування мають пари антен 222Б, 230Б і 222В, 230В. На фіг. 8 зображено типову базову станцію, антени 222А - 222В якої мають зони обслуговування з таким взаємним перекриттям, що сигнал від одного абонента можуть одночасно приймати більш, як одна антена. Антени 222А - 222В можуть мати діаграми спрямованості згідно з фіг. 5 і можуть бути розподіленими.

Антени 222А - 222В надсилають прийнятий сигнал до приймальних засобів 224А - 224В обробки, які обробляють РЧ сигнал і перетворюють його у цифрову форму. Засоби 224А - 224В можуть також фільтрувати сигнал, після чого надсилають його до інтерфейсного порту 226. Порт 226 може створювати для кожного з цих трьох сигналів шлях до демодуляторів 204А - 204Л, якими через зв'язання 212 керує контролер 200.

Контролер 200 призначає демодулятори одному з екземплярів інформаційних сигналів від одного абонента, прийнятих будь-яким з секторів. З виходів демодуляторів 204А - 204Л надходять ін-

формаційні біти 220А - 220Л, які відповідають даним від одного віддаленого абонента. Об'єднувач 208 символів об'єднує біти 220А - 220Л у єдиний комплект даних, прийнятих від абонента. Вихідні сигнали об'єднувача 200 можуть містити дані для м'якого прийняття рішень, придатні для декодування Вітербі. Об'єднані сигнали надсилаються до декодера 228.

Демодулятори 204А - 204В також виробляють кілька сигналів керування і надсилають їх до контролера 200 через з'єднання 212. Ця інформація включає оцінку сили сигналу, призначеного окремому демодулятору, яку кожний з демодуляторів одержує вимірюючи силу призначеного йому сигналу. Слід відзначити, що об'єднувач 208 символів може об'єднувати тільки сигнали від одного сектора або від кількох секторів, обраних інтерфейсним портом 226. З оцінок сил сигналів, прийнятих усіма секторами, контролер 200 виробляє одну команду керування. Контролер 200 може переслати інформацію, необхідну для керування потужністю, до передавальної частини кожного з секторів базової станції, і, таким чином, кожний сектор передає до одного абонента одну і ту ж інформацію для керування потужністю. Коли об'єднувач 208 символів об'єднує сигнали від віддаленого абонента, що надійшли через більш, як один сектор, цей абонент знаходиться у процесі м'якшої передачі зв'язку. Базова станція може надсилати сигнали від декодера 228 до контролера стільникової або приватної системи зв'язку. Цей контролер може виробляти один вихідний сигнал, застосовуючи описану вище процедуру селекції до сигналів від абонента, прийнятих цією або іншими базовими станціями.

Повідомлення від співрозмовника, призначене для передачі до віддаленого абонента, надходить від контролера системи. Це повідомлення може бути передане однією або більше з антен 230А - 230В. Інтерфейсний порт 236 створює для повідомлення для віддаленого абонента шлях до одного або більше модулаторів 234А - 234В згідно з настановою від контролера 200. Модулятори 234А - 234В модулюють повідомлення для абонента відповідним ПШ кодом і надсилають модульовані дані до передавальних засобів 232А - 232В обробки. Ця обробка включає перетворення у РЧ сигнали і передачу з належною потужністю антенами 230А - 230В відповідно. Слід відзначити, що інтерфейсні порти 226 і 236 працюють незалежно, тобто прийом сигналу від певного віддаленого абонента антенами 222А - 222В не означає, що відповідні антени 230А - 23В обов'язково передаватимуть сигнал до цього абонента. Крім того, усі антени передають одну й ту ж команду керування потужністю, і тому диверсифікація секторів однієї базової станції не є суттєвим фактором способу керування потужністю. Ці переваги використано у системі, описаній у заявках 08/144 901 і 08/316 155 на патент США.

Слід відзначити підвищення гнучкості ресурсів базової станції, що можна бачити, порівнюючи фіг. 7 та фіг. 8. Якщо (фіг. 7) базова станція 362 перевантажена до такої міри, що кількість сигналів, що надходять, перевершує кількість демодуляторів, що можуть їх обробити, той факт, що станція 364 перевантажена мало і має вільні демоду-

лятори, не може допомогти станції 362. У системі згідно з фіг. 8, однак, кожний демодулятор може призначатись будь-якому з секторів, що дозволяє задовольняти ресурсами найбільш завантажений сектор.

Згідно з винаходом, існує тільки одна центральна станція у центральному вузлі 40 (фіг. 2). Таким чином, усі демодулятори системи можна розп'ядати безпосередньо пов'язаними подібно до секторів стандартної системи. Сигнали від будь-якого РАП можуть бути об'єднані перед декодуванням з сигналом від будь-якого іншого РАП, що поліпшує роботу системи. У ідеальному випадку селекція не виконується і м'якша передача зв'язку може здійснюватись по усій зоні обслуговування системи. Проте для спрощення структури кількість взаємозв'язків між демодуляторами можна зменшити і застосувати селекцію при об'єднанні сигналів.

Крім переваг, які дає м'якша передача зв'язку, дуже велика гнучкість такої системи спрощує початкове розгортання і подальше внесення змін у систему згідно з змінами умов роботи. Гнучкість зумовлюється тим, що у описаній системі кожний РАП може працювати або як елемент розподіленої антени, або як окремий сектор, і зміна ролі РАП здійснюється швидко, просто і дистанційно з центрального вузла 40.

Фіг. 9А містить спектральне розподілення у кабелі прямого шляху МКТ. Оскільки звичайні телевізійні канали мають смугу шириною 6 МГц, у бажаному втіленні у сигналах прямого каналу використовуються частотні блоки шириною 6 МГц. Крім того, типова базова станція має три сектори, і тому для узгодження з устаткуванням звичайних стільникових систем, частоти призначаються з урахуванням трьох пов'язаних секторів. Однак, згідно з винаходом припускаються інші спектри і призначення ресурсів. На фіг. 9А наведено частотні характеристики для трьох секторів системи з ПДКУ. У бажаному втіленні кожному з секторів призначено приблизно 1,25 МГц. На фіг. 9А також наведено еталонний сигнал РАП, що передається будь-яким з трьох секторів. Вузкосмуговий ФПХ у РАП може відфільтрувати побічні частоти ПДКУ і еталонний сигнал РАП досить ефективно, щоб забезпечити передачу до віддаленого абонента тільки бажаного сигналу.

Фіг. 9Б містить спектральне розподілення у кабелі прямого шляху МКТ. Сигнали зворотного каналу зазнають менших обмежень при призначенні частотної смуги. Згідно з фіг. 9Б вважається, що щонайменше деякі РАП мають антени для альфа- і бета-сигналів (див. фіг. 4), і тому для обслуговування трьох секторів для зворотного каналу потрібна ширша смуга. Згідно з фіг. 9Б, як можна бачити, їй призначено 13 МГц разом з частиною спектру для унікального еталонного сигналу, який визначає коефіцієнт передачі зворотного шляху.

Як показано на фіг. 9А, Б, сигнали секторів частотно мультіплексовано у кабель. РАП може бути інструкований через еталонний сигнал РАП настроїти КАФ таким чином, щоб РАП передавав сигнал сектора 1, і надсилав прийнятий сигнал на частотах альфа- і бета-сигналів сектора 1. Другий РАП, що має суміжну зону обслуговування, може одержати інструкцію також приймати і передавати

сигнали сектора 1, тобто другий РАП поводить як ще один елемент розподіленої антени сектора 1. Не має значення, чи з'єднані ці РАП з одним або різними оптоелектронними вузлами (наприклад, 20А - 203 на фіг. 2). У цьому випадку віддалений абонент, що переходить з зони обслуговування першого РАП до зони другого, взагалі не зазнає передачі зв'язку. Як для абонента, так і для базової станції така ситуація сприймається просто як поява ще одного шляху сигналу.

З другого боку, другий РАП через еталонний сигнал РАП може бути інструктований настроїти КАФ таким чином, щоб РАП передавав сигнал сектора 1, і надсилав прийнятий сигнал на частотах альфа- і бета-сигналів сектора 1. У цьому випадку абонент, переходячи з зони обслуговування першого РАП до зони другого, зазнає передачі зв'язку, як це описано вище. Залежно від конфігурації базової станції, відбувається м'яка або м'якіша передача зв'язку, які сприймаються віддаленим абонентом як однакові процедури.

Фіг. 10 містить блок-схему базової станції 44 фіг. 2 згідно з винаходом. Базова станція 44 одержує сигнали від конверторів 18А - 183 оптичних сигналів у електричні. У загальному випадку ці конвертори можуть забезпечувати сигналами будь-який з секторів базової станції 44. Подвійний банк перетворювачів 410А - 410Л, що знижують частоту, з'єднанням 414 з'єднано з оптоелектричними перетворювачами 18А - 183. Банк 410А - 410Л є подвійним тому, що окремі оптичні волокна можуть проводити прийняті як альфа, так і бета-сигнали. Якщо у системі є РАП, що не здійснюють диверсифікованого прийому, деякі з перетворювачів 410А - 410Л можуть не бути подвійними. У загальному випадку елемент 414 з'єднання може з'єднувати будь-який з оптоелектричних перетворювачів 18А - 183 з будь-яким з перетворювачів 410А - 410Л і може об'єднувати сигнали від двох або більше перетворювачів 18А - 183.

Як показує фіг. 9Б, що при перетворенні кожного сигналу від кожного з секторів у загальну проміжну частоту не існує взаємно однозначної відповідності між перетворювачами 410А - 410Л і перетворювачами 18А - 183. Наприклад, якщо оптоелектричний перетворювач 18А забезпечує сигналами три сектори з фіг. 9Б, необхідно мати шість окремих перетворювачів з зниженням частоти для прийому сигналів 1 - альфа, 1 - бета, 2 - альфа, 2 - бета, 3 - альфа, 3 - бета від перетворювача 18А. У бажаному втіленні, якщо перетворювачі 18А, 18Б обидва проводять альфа-сигнали сектора 1 однакової частоти, ці сигнали можуть бути об'єднані у з'єднанні 414 перед зниженням частоти.

У загальному випадку те, що сигнали певного з секторів базової станції 44 мають першу частоту у першому з волокон кабеля МКТ, не означає, що інші волокна несуть сигнали того ж сектора на першій частоті. Тому навіть у системах всього з трьома секторами з здатністю об'єднувати РЧ сигнали у з'єднанні 414, потрібне відношення кількості секторів до кількості перетворювачів у подвійному банку перевищує 2:1. Наприклад, якщо оптоелектричний перетворювач 18А проводить сигнали трьох секторів фіг. 9Б, з центральною частотою 12 МГц, а перетворювач 18Б - такі ж сигнали з центральною частотою 25 МГц, то для обслуговування

цих трьох секторів потрібні 12 перетворювачів, знижуючих частоту.

Подвійний банк перетворювачів 410А - 410Л виконує перетворення входних сигналів з зниженням частоти і фільтрування. У бажаному втіленні винаходу перетворювачі 410А - 410Л знижують частоту до однієї й тієї проміжної.

Паралельно до подвійного банку перетворювачів 410А - 410Л підключено процесори 412А - 412К еталонних сигналів, що визначають коефіцієнт передачі зворотного шляху. Еталонний сигнал від кожного РАП має бути аналізований у базовій станції 44 окремо, і тому кількість процесорів 412А - 412К не визначається кількістю перетворювачів. У бажаному втіленні еталонний сигнал, що визначає коефіцієнт передачі зворотного шляху, не вимагає безперервного моніторингу, а може вимірюватись через інтервали. Наприклад, кожний з процесорів 412А - 412К може вести моніторинг 12 різних еталонних сигналів, що визначають коефіцієнт передачі зворотного шляху, шляхом послідовного вимірювання рівнів цих сигналів. У такому випадку кількість процесорів еталонних сигналів, що визначають коефіцієнт передачі зворотного шляху, можна зменшити.

Процесори 412А - 412К вимірюють амплітуду кожного з еталонних сигналів від кожної РАП. Ці вимірювання дають відносні оцінки амплітуд сигналів зворотного шляху. Результати вимірювань надходять до контролера 430 зв'язку МКТ через з'єднання 408. Зворотне повідомлення у вигляді еталонного сигналу РАП надходить до РАП, і примушує РАП знизити або підвищити рівень сигналів, які воно надсилає зворотним шляхом. Отже, рівень вихідних сигналів кожного РАП регулюється таким чином, що їх можна належним чином об'єднувати у МКТ або базовій станції 44. Процесори 412А - 412К еталонних сигналів, що визначають коефіцієнт передачі зворотного шляху, можуть також виконувати інші функції, наприклад, моніторинг повідомлень від РАП або аварійних.

З'єднання 408 пов'язує подвійний банк перетворювачів 410А - 410Л з подвійним банком суматорів, які складають вихідні сигнали конверторів 410А - 410Л, які надійшли від одного сектора.

Таким чином, центральний вузол не тільки керує відносними рівнями потужності сигналів зворотного шляху для кожної РАП, щоб уможливити ефективне об'єднання, але й регулює абсолютний рівень цих сигналів. Як уже відзначалось, однією з специфічних проблем, пов'язаних з використанням МКТ для передачі приватних сигналів, є наявність сторонніх сигналів. У бажаному втіленні система з ПДКУ не чутлива до шкідливої дії порівняно великих перешкод у безпроводних зв'язках і сторонніх сигналів у МКТ завдяки широкій смузі частот інформаційного сигналу і керуванню потужності у зворотному каналі. Це керування потужністю дуже зменшує динамічний діапазон сигналів, що надходять до РАП, тому що кожний віддалений абонент встановлює для себе таку потужність передачі, що при прийомі у РАП вони мають однаковий рівень незалежно від відстані до абонента. Завдяки вузькому динамічному діапазону сигналам зворотного шляху у кабелі можна надавати постійну велику потужність, яка перевершує потужність сторонніх сигналів.

Однак, важливо, щоб рівень сигналів зворотного шляху був досить низьким, щоб не виникло переважання електрооптичних перетворювачів і іншого обладнання шляху і щоб він не заважав іншим сигналам зворотного шляху, наприклад, сигналам від користувачів телевізійної системи, пов'язаним з платним телемовленням. Саме з цих причин центральний вузол має регулювати абсолютний рівень сигналів.

Структура фіг. 10 дозволяє керувати абсолютним рівнем багатьма способами. Слід відзначити, що еталонний сигнал, що визначає коефіцієнт передачі зворотного шляху, досягає центрального вузла 40, маючи однаковий рівень незалежно від фактичного рівня сигналу, прийнятого відповідною РАП. Отже для визначення повної потужності необхідно застосувати інший спосіб, наприклад, такий, за яким кожний активний перетворювач 410А - 410Л подвійного банку сповіщає про абсолютний рівень сигналу, який він приймає, контролер 430 зв'язків МКТ. Цей контролер у відповідь може надіслати до кожного РАП команду знизити або підвищити рівень сигналу зворотного шляху.

Вихідні сигнали банку суматорів надходять до відповідних автоматичних регулювачів 406А - 406І підсилення (АРП), кожний з котрих забезпечує, наприклад, фільтрування сигналів проміжної частоти. У бажаному втіленні перетворювачі 410А - 41І ОЛ виробляють аналогові сигнали, які об'єднуються аналоговими суматорами 407А - 407І. Об'єднані аналогові сигнали перетворюються у цифрові у банку АРП 406А - 406І. Для нормальної роботи АЦП необхідно точно регулювати амплітуду їх вхідних сигналів. Функцією АРП 406А - 406І є встановлення такого рівня вхідних аналогових сигналів АЦП, що не впливає на роботу контурів керування потужністю у МКТ. У іншому варіанті АЦП можна розмістити у банку 400 модемів.

З'єднання 404 з'єднує банк 400 модемів з АРП 406А - 406І. Банк 400 містить цифрові блоки 402, кожен з яких містить групу каналних модемів. Канальні модеми виконують функції демодуляторів (подібно до демодуляторів 204А - 204Л фіг. 8). У загальному випадку кожний з демодуляторів банку 400 може бути призначений для будь-якого з сигналів секторів, що надходять від будь-якого з АРП 406А - 406І.

Фіг. 12 містить часткову блок-схему одного з каналних модемів блоку 402. Цей модем використовується для обробки сигналів, що відповідають одному віддаленому абоненту. У бажаному втіленні кожен з демодуляторів 204А - 204Л може бути призначений демодулювати один багатопотужний сигнал від будь-якого з з'єднаних з'єднаннями 404 АРП 406А - 406І. Таким чином, більш як один з демодуляторів 204А - 204Л можуть бути призначені для одного АРП банку 406А - 406І, якщо від цього АРП надходить більш, як один якісний багатопотужний сигнал. Також один з демодуляторів 204А - 204Л може бути призначений до іншого АРП, якщо сигнал від абонента пройшов через МКТ двома різними шляхами. Слід відзначити, що вихідні сигнали демодуляторів 204А - 204Л об'єднуються у об'єднувачі 208 символів з вагами згідно з якістю сигналів, незалежно від яких банк 406А - 406І АРП постачає сигнали, і тому не виникає пот-

реби у процедурі селекції для виконання м'якої передачі зв'язку по усій зоні обслуговування.

На фіг. 12 наведено також модулюючу частину каналного модема блоку 402. У бажаному втіленні сигнал прямого каналу зв'язку перед передачею модулюється піотною послідовністю. Якщо такий сигнал має бути переданий двома елементами РАП, які працюють з різними зсувами пілот-сигналу, то цей сигнал необхідно створювати у двох різних модуляторах. Контролер 237 банку модемів виконує подібні функції керування через шини, що з'єднує з контролером 200 фіг. 8.

З'єднуючі елементи 414, 404, 426, 408 можуть з'єднувати будь-які виходи з будь-якими входами. У дуже великих системах фактична кількість зв'язків може обмежуватись з фінансових, геометричних або інших практичних міркувань. Наприклад, може виявитись вигідним обмежити кількість з'єднань таким чином, щоб перша група оптоелектричних перетворювачів могла бути з'єднана з першою (але не з другою) групою групуючих частоту перетворювачів. Внутрішні зв'язки у з'єднаннях 414, 404, 426, 408 можуть бути динамічно керованими від контролера 430 зв'язків МКТ.

Сигнали, призначені для передачі, формуються у цифрових блоках 402. Для кожного з активних секторів у з'єднання 404 від блоків 402 надходить повний комплект сигналів, включаючи пілот-сигнали каналу, синхронізуючі, пейджерні і усі інформаційні сигнали (тобто повідомлення для абонента). Кожний з сигналів секторів від модемів 400 перетворюється щонайменше одним з перетворювачів 422А - 422Н з підвищенням частоти. Якщо цей сигнал має бути переданий на різних частотах, він надходить до більш, як одного з перетворювачів 422А - 422Н.

Кожний сигнал сектора, що надсилається до одного або більше генераторів еталонних сигналів РАП, супроводжується цифровим показником бажаного рівня. Кожна лінія зв'язку, яка несе сигнал сектора, має також нести відповідний еталонний сигнал РАП, який несе інформацію для керування потужністю у прямому і зворотному шляхах, а також іншу керуючу інформацію для РАП.

Якщо у іншому втіленні цифрові блоки 402 не генерують бажаного показника потужності передачі, перед перетворювачами 422А - 422Н можуть бути встановлені схеми моніторингу потужності. Сигнал про вимірний ними рівень потужності може бути надісланий безпосередньо або непрямо шляхом до відповідного генератора 422А - 420І еталонних сигналів РАП, який використовує цей сигнал так, як він використовує показник бажаної потужності у бажаному втіленні.

Якщо три різні сигнали секторів надсилаються однією лінією зв'язку до РАП (фіг. 9А), до одного генератора еталонних сигналів надходять три різні цифрові показники бажаного рівня передачі. Кожна з РАП, що ведуть моніторинг цієї лінії, має бути забезпечена також інформацією для керування потужністю у зворотному шляху. Цю інформацію постачає контролер 430 зв'язків МКТ, який формує її, використовуючи дані від процесорів 412А - 412К еталонних сигналів коефіцієнта передачі.

З'єднуючий елемент 426 має бути здатний надсилати сигнали від перетворювачів 422А -

422Н, що підвищують частоту, до одного або більше оптоелектричних перетворювачів 16А - 163. Якщо по кількох лініях у МКТ проходить одна й та ж секторна інформація, той же підвищуючий частоту перетворювач надсилає інформацію до кількох електрооптичних перетворювачів 16А - 163. Якщо інформація для кількох секторів проходить по одній лінії (фіг. 9А), до одного електрооптичного перетворювача надходить інформація від кількох підвищуючих частоту перетворювачів 422А - 422Н. З'єднання 426 також забезпечує проходження відповідного еталонного сигналу РАП від одного з генераторів 422А - 420І еталонних сигналів РАП до кожного з електрооптичних перетворювачів 16А - 163. Якщо еталонний сигнал РАП має досить широку смугу частот для керування потужністю і інших функцій керування, цей сигнал може бути надісланий до кількох електрооптичних перетворювачів 16А - 163. У іншому варіанті для кожної лінії може бути зформований окремий еталонний сигнал РАП, навіть якщо через лінії проходить один секторний сигнал. У цьому випадку еталонний сигнал РАП несе тільки керуючу інформацію для цієї РАП.

У прямому шляху МКТ також необхідно керувати абсолютним рівнем. Типові телевізійні сигнали прямого шляху мають 112дБ/Гц. У бажаному втіленні рівень сигналів ПДКУ має бути знижений приблизно на 10 дБ, щоб уникнути впливу цих сигналів на сигнали МКТ.

З'єднуючий елемент 414 забезпечує також зв'язок оптоелектричних перетворювачів 18А - 183 з процесором 416 сторонніх сигналів. Функції цього процесора описано далі.

У типовій макростільниковій системі базові станції не мають прямого зв'язку з ККТМ. Звичайно центральний процесор системи керує базовими станціями. Наприклад, (фіг. 7) контролер 370 системи забезпечує селекційний процес для базових станцій 362, 364, 368. У бажаному втіленні цей процес можна вилучити, але існують інші функції контролера системи, які не можна передати центральному вузлу 40. Наприклад, у системі з ПДКУ, що відповідає стандарту TIA/EIA/IS-95 (або просто IS-95), вокасовані голосові дані формуються у кадри. Контролер 370 системи забезпечує двостороннє перетворення між сигналам ККТМ з імпульсно-кодовою модуляцією і кадрами системи ПДКУ.

У бажаному втіленні система забезпечує обробку як голосових, так і інформаційних даних від віддалених абонентів. Може виявитись потреба, щоб центральний вузол обробляв різні інформаційні дані, а також виконував функції, пов'язані з оплатою послуг, і інші функції обробки викликів, як це звичайно робить контролер макростільникової системи. Центральний вузол також може мати у складі комутатор для зв'язку між МКТ і ККТМ. Винаходом також передбачені інші структури і призначення функцій.

Наприклад, традиційні функції контролера системи можуть бути призначені окремому системному контролеру а центральний вузол може розглядатись як одна з базових станцій розширеної системи.

Як уже відзначалось, еталонний сигнал РАП використовується РАП трояко. По-перше, цей сиг-

нал несе цифрову інформацію до РАП. По-друге, він використовується як еталон частоти у РАП. По-третє, він є еталоном, відносно якого вимірюється коефіцієнт передачі у МКТ. Одним з засобів, що уможлиблює виконання усіх цих функцій, є амплітудна модуляція (АМ) еталонного сигналу РАП.

У бажаному втіленні кожний РАП системи має власну унікальну адресу. У звичайних умовах необхідно тільки, щоб кожний РАП, що веде моніторинг загального еталонного сигналу РАП, мав унікальну адресу і цю адресу можна було передавати по усій системі. У більш гнучкому варіанті ці адреси можуть програмно призначатись центральним вузлом, але вони можуть бути фіксованими схемно. Формат сигналів РАП може передбачати можливість моніторингу еталонного сигналу РАП, адресованого саме їй. Якщо адреса, передана у еталонному сигналі РАП, збігається з адресою РАП або універсальною адресою, РАП декодує повідомлення і діє згідно з ним. Якщо такого збігу нема, РАП ігнорує повідомлення, але продовжує моніторинг. Швидкість передачі еталонного сигналу РАП складає приблизно 300 біт/с, але для нього можна використовувати стандартний модем з швидкістю передачі 9,6 кбіт/с або 19,2 кбіт/с.

Еталонний сигнал РАП використовується також як еталон частоти для КАФ у РАП, а також для таймера РАП, який синхронізує передачу даних. Оскільки це АМ сигнал, його частота постійна і він може використовуватись як еталон майже безпосередньо. Крім того, щоб запобігти фазовим і амплітудним спотворенням, модуляція має бути швидкою і не мати постійної складової. Можна використовувати модуляцію з розщепленням фази або манчестерську, які утворюють "М"-подібну спектральну щільність, і, таким чином, можливі спотворення будуть віддалені від несучої.

Нарешті, еталонний сигнал РАП визначає коефіцієнт передачі у МКТ від центрального вузла 40 і кожної РАП. АМ сигнал може використовуватись як еталон амплітуди, якщо схему модулятора побудовано належним чином і вона забезпечує, наприклад, малу глибину модуляції. Цифрові дані, що передаються, мають мати рівні кількості логічних 1 і 0 на відносно коротких інтервалах. Необхідно також, щоб РАП усереднював потужність еталонного сигналу РАП за певний період.

Як уже відзначалось, потужність складеного сигналу прямому каналу ПДКУ, що проходить прямим шляхом МКТ, є функцією кількості і відносної потужності сигналів, які об'єднуються, утворюючи цей складений сигнал. З зазначених вище причин важливо, щоб відносна потужність передачі кожного РАП належним чином регулювалась, щоб межі РАП передачі зв'язку зберігали своє положення. Спосіб і пристрій для створення сигналу, що визначає підсилення і відповідну силу складеного сигналу, описано у заявці 08/525 899 на патент США від 8.09.1995.

Кожному сектору системи відповідає незалежний складений сигнал, сила якого залежить від кількості і відносної сили кожного з сигналів, що передаються. Кожний модулятор блоку 402 створює вихідний цифровий сигнал, який додається до інших сигналів-показників, вироблених модуляторами для цього сектора. У такий спосіб можна зформувати сигнал-показник рівня передачі кож-

ного складеного сигналу сектора, створеного банком 400 модемів, згідно з вже згаданою заявкою 08/525 899.

Еталонний сигнал РАП завжди передається центральним вузлом на фіксованому рівні, незалежно від бажаної вихідної потужності. Цей сигнал може використовуватись як приблизна оцінка коефіцієнта передачі у МКТ. Коли РАП веде передачу (фіг. 3), вихідна потужність вимірюється вимірювачем 90 потужності і результат передається назад до мікропроцесора 88 РАП. Мікропроцесор 88 порівнює результат вимірювання потужності з рівнем, одержаним у еталонному сигналі РАП у цифровій формі. Це порівняння дає сигнал різниці, що визначає величину, на яку необхідно знизити або підвищити вихідну потужність. Цей контур керування потужністю характеризується першою константою часу, яка визначає швидкість, з якою команди керування потужністю приймаються від центрального вузла 40 у еталонному сигналі РАП. Відзначимо, що кожна РАП, що випромінює сигнал цього сектора, одержує той же самий показник потужності передачі у цифровій складовій еталонного сигналу РАП. Оскільки контури керування потужністю мають підтримувати вихідну потужність у межах ± 1 дБ від бажаного рівня, перший контур може працювати досить повільно, щоб задовольнити цій вимозі.

Керування потужністю у першому контурі здійснюється мікропроцесором 88, який також виконує моніторинг абсолютного рівня еталонного сигналу РАП. Варто відзначити, що коефіцієнти передачі сигналу на шляхах між центральним вузлом 40 і РАП незалежні і можуть відрізнятися один від одного. Без другого контура зміна умов передачі у шляху між центральним вузлом 40 і РАП призведе до зміни вихідної потужності ГРМ, доки перший контур не поверне її до бажаного рівня.

Призначенням другого контура керування потужністю РАП є компенсування змін коефіцієнтів передачі МКТ. Процесор 84 еталонного сигналу РАП веде моніторинг абсолютного рівня цього сигналу і порівнює його з фіксованим еталонним значенням. Результат цього порівняння додається до такого ж результату першого контура, і сумарний сигнал надсилається до АРП 72, який встановлює вихідну потужність РАП. Таким чином, зміна коефіцієнта передачі у МКТ викликає відповідну зміну коефіцієнта підсилення у РАП.

У інших втіленнях може бути застосований тільки один з описаних способів, що відповідає винаходу.

З наведеного опису очевидно, що чим ближче еталонний сигнал РАП відповідає фактичному коефіцієнту передачі зміні коефіцієнта передачі у МКТ, тим точніше працює система керування потужністю зворотного шляху. Зміни коефіцієнта передачі у МКТ можуть сильно залежати від частоти, і, таким чином, чим більший частотний зсув між сигналом сектора і відповідним еталонним сигналом РАП, тим менша кореляція між коефіцієнтом передачі для сигналу сектора і коефіцієнтом передачі для еталонного сигналу РАП. Наприклад, амплітуда (фіг. 9А) еталонного сигналу РАП є досить задовільним показником амплітуди для сектора 3, але є менш точною оцінкою амплітуди сектора 1.

З фіг. 9А можна також бачити, що еталонний сигнал РАП займає смугу частот, яку можна використовувати для інших потреб, наприклад, для сигналу іншого сектора або телевізійного.

Одним з способів тісніше наблизити амплітудні характеристики еталонного сигналу РАП і сигналу сектора є передача еталонного сигналу РАП у смузі 1,25 МГц секторного сигналу з ПДКУ. На фіг. 11 показане розміщення еталонного сигналу РАП у центрі секторного сигналу з ПДКУ. Таке розміщення не дуже впливає на роботу системи. Розширююча ПШ послідовність, що використовується абонентськими пристроями для демодулювання секторного сигналу, забезпечує значне підсилення сигналу з ПДКУ відносно "заважаючого" еталонного сигналу РАП.

Розміщення еталонного сигналу РАП у центрі секторного сигналу з ПДКУ дає додаткові переваги порівняно з іншими способами включення у секторний сигнал. У абонентському пристрої сигнал з ПДКУ перетворюється до сигналу базової частоти таким чином, центральна РЧ накладається на частоту базової смуги, що відповідає постійному струму, і ця частота блокується у аналогових схемах перед АЦП, що забезпечує додаткове придушення цієї частоти.

Подібний спосіб може бути застосований для еталонного сигналу для коефіцієнта передачі, але він у цьому випадку не є найкращим, оскільки кількість таких сигналів для кожного сектора може бути досить великою і створити значні перешкоди.

Як уже відзначалось, умови передачі РЧ у МКТ досить важкі. МКТ дуже вразлива до сторонніх сигналів, які можуть змінюватись у часі. Природні властивості сигналів з ПДКУ захищають їх від вузькосмугових перешкод, але наявність вузькосмугових перешкод у спектрі секторних сигналів зворотного шляху може трохи погіршити роботу системи. У схемах для ПДКУ існує засіб виявлення причин погіршення, а саме, процесор 416 (фіг. 10) сторонніх сигналів.

Цей процесор перевіряє весь спектр, що використовується, вузькосмуговими кроками і створює базу даних про джерела сторонніх сигналів. Наприклад, процесор 416 аналізує зразки спектру шириною 125 кГц кожні 10 мс. Якщо енергія у цій смузі перевищує природне значення для сигналу з ПДКУ (яке є відносно малим внаслідок широкосмуговості сигналу з ПДКУ і досить вузької смуги зразка), процесор 416 реєструє перешкоду на цій частоті. Якщо сумарна енергія перешкод для секторного сигналу перевищує поріг, частота цього сигналу може бути змінена. Використовуючи дані про перешкоди з бази даних процесора 416 можна обрати найвільніший від перешкод спектр.

Перехід до нової частоти легко здійснити, не перериваючи зв'язку між РАП і центральним вузлом. Ті РАП, що зазнають перешкод їх сигналам, одержують у еталонному сигналі РАП повідомлення з інструкцією перейти на нову частоту. Наприклад, КАФ 112 (фіг. 4) або КАФ 138, або обидва можуть бути перепрограмовані на іншу частоту. Один з подвійних банків перетворювачів 410А - 410Л у центральному вузлі 40 одержують команду обробляти сигнали, що надходять на іншій частоті. Усі операції виконуються автоматично, без втручання оператора.

Описана система має багато переваг завдяки її гнучкості. Коли система розгортається вперше, кількість користувачів невелика. На цій стадії центральний вузол 40 може мати тільки один сектор ресурсів, тобто усі РАП забезпечують однаковий набір сигналів. Процедура передачі зв'язку для рухомих віддалених абонентів не виконується.

З зростанням кількості абонентів у базовій станції створюється новий сектор ресурсів, для якого потрібні, наприклад, додаткові цифрові блоки і перетворювачі як знижуючі, так і підвищуючі частоту. Після створення у базовій станції нового сектора центральний вузол може запрограмувати роботу кількох РАП з сигналами нового сектора. З подальшим збільшенням кількості абонентів до базової станції додаються нові ресурси і нові РАП дистанційно програмується для роботи з ними, причому додання нових секторів не потребує ніяких фізичних змін у РАП. Таким чином, після витрат на початкове розгортання, витрати на подальший поступовий розвиток незначні.

Легкість, з якою РАП перепрограмується для роботи у складі нового сектора, дає переваги при унесенні змін у систему. Припустимо, наприклад, що міська зона нормально обслуговується п'ятьма РАП, які передають однаковий набір сигналів і є розподіленими антенами одного сектора. У цій невеликій зоні обслуговування кількість абонентів, що вимагають обслуговування може раптово зрости втричі, внаслідок, наприклад, автомобільної аварії, яка може зупинити дорожній рух. Базовій станції стає відомо про зростання кількості вимог у певному секторі і вона перепрограмує один або більше РАП з цих п'яти, щоб вони утворили новий сектор, і, таким чином збільшує загальну кількість телефонних викликів зони, які можуть обслуговуватись одночасно. У найбільш критичних випадках кожний з наявних РАП може бути перетворений у сектор. Ці операції базова станція виконує майже миттєво без втручання оператора.

Підвищена гнучкість, яка є особливістю винаходу, створює численні можливості. Прикладом може бути спорадичне використання, що має місце, наприклад, на стадіоні, який може бути заповнений протягом кількох годин кілька разів на тиждень. У звичайній системі з постійною структурою більшість ресурсів, необхідних під час спортивних подій, залишатиметься невикористаною решту часу. Згідно з винаходом, ресурси, що за потребою призначаються для обслуговування стадіону, можуть бути потім використані для інших потреб, що знижує вартість системи і підвищує її продуктивність. Такі призначення можуть бути програмовані заздалегідь для запланованих подій або автоматично у несподіваних випадках.

Згідно з винаходом можливі різні варіанти системи. Наприклад, процесор 70 проміжної частоти (фіг. 3) може мати постійний елемент затримки для створення диверсифікованих сигналів, що можуть окремо демодулюватись у абонентському пристрої. У іншому втіленні через прямий шлях МКТ можуть проходити кілька версій секторного сигналу. Версії можуть затримуватись у процесорі центрального вузла або у іншому вузлі системи, і РАП як елементи загальної розподіленої антени можуть передавати різні версії з різними затримками, не створюючи власної затримки.

Іншим варіантом підвищення інформаційної ємності сигналу зворотного каналу є перетворення частоти у вузлах 20А - 20З. На шляху від РАП до волоконних вузлів частотна смуга зворотних сигналів системи обмежена частотами 5 - 40 МГц, а для прямих сигналів - 54 - 700 МГц. Оптична система фактично здатна передавати сигнали у значно ширшій полосі, наприклад, 200 МГц. Кожний волоконний вузол може використовувати загальний набір частот для зворотного сигналу від РАП до волоконного вузла. Волоконні вузли можуть мультиплексувати зворотні сигнали по частоті і, створивши групу частот вище робочої частоти частоти прямого каналу, передавати ними сигнал через оптичну мережу до оптоелектронних перетворювачів 18А - 18З. Ці перетворювачі можуть знизити частоту цих сигналів перед передачею до базової станції або надіслати їх до знижуючих перетворювачів 410А - 410Л для відповідного перетворення.

У початковому застосуванні винаходу може виявитись економічно вигідним побудувати схеми центрального вузла 40 на базі схем існуючої макростільникової системи. Типова нерухома макростільникова базова станція має три різні сектори. М'якіша передача зв'язку з об'єднанням здійснюється між секторами однієї базової станції, м'яка передача з селекцією - між одним з секторів і сектором іншої базової станції. Для використання існуючого обладнання структура центрального вузла може передбачати потроєння наборів секторів. Передача зв'язку між секторами потроєного набору буде м'якішою, а передача зв'язку між нез'єднаними секторами наборів м'якою. Перевагою такої системи є можливість програмувати фізично близькі один до одного РАП відповідно до трьох секторів потроєного набору секторів, щоб збільшити кількість м'якіших передач зв'язку у системі, зменшуючи кількість м'яких. Таким чином використовуються гнучкість і інші переваги системи з одночасним зниженням вартості застосування.

Можливі численні модифікації системи згідно з винаходом, включаючи прості структурні зміни. Наведений опис бажаних втілень дає змогу будь-якому фахівцю у даній області застосувати винахід і, якщо потрібно, модифікувати його, дотримуючись концепцій і принципів, на яких його засновано. Описані втілення не обмежують об'єм винаходу, який визначено у Формулі.

Скорочення у тексті

ПДКУ - паралельний доступ з кодовим ущільненням каналів;

ПШ - псевдошумовий;

АМ - амплітудна модуляція;

ЧМ - частотна модуляція;

ЧПК - частота помилок у кадрі;

КТ - контролер трансівера;

МКТ - мережа кабельного телебачення;

РАП - радіоантенний пристрій;

ККТМ - комунальна комутаторна телефонна мережа;

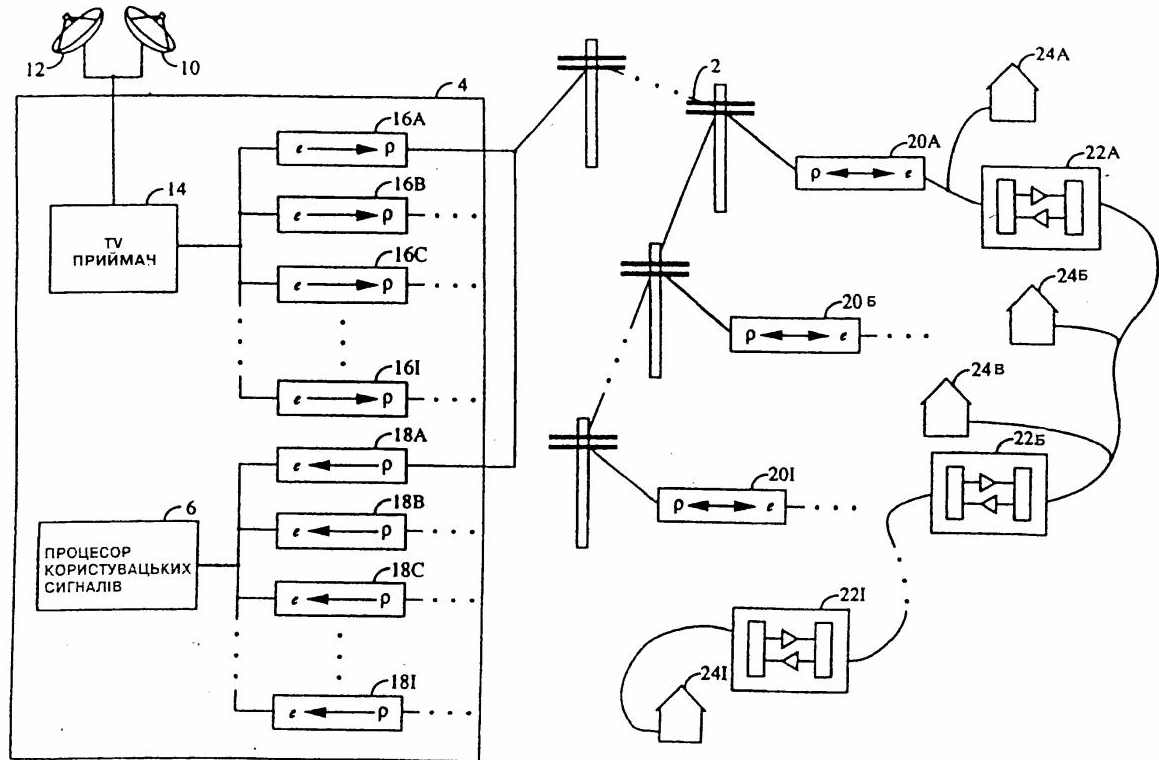
КАФ - контур автопідстроювання фази;

ППЧ - процесор проміжної частоти;

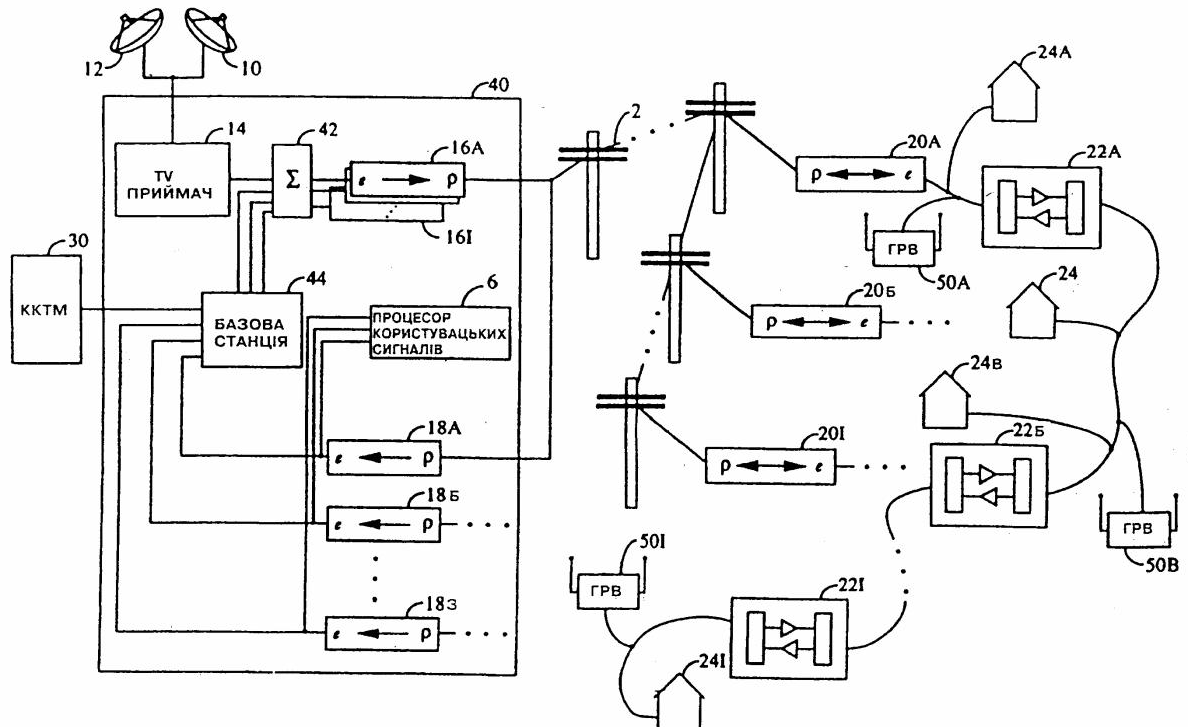
ФПХ - фільтр поверхневої хвилі;

АРП - автоматичний регулювач підсилення;

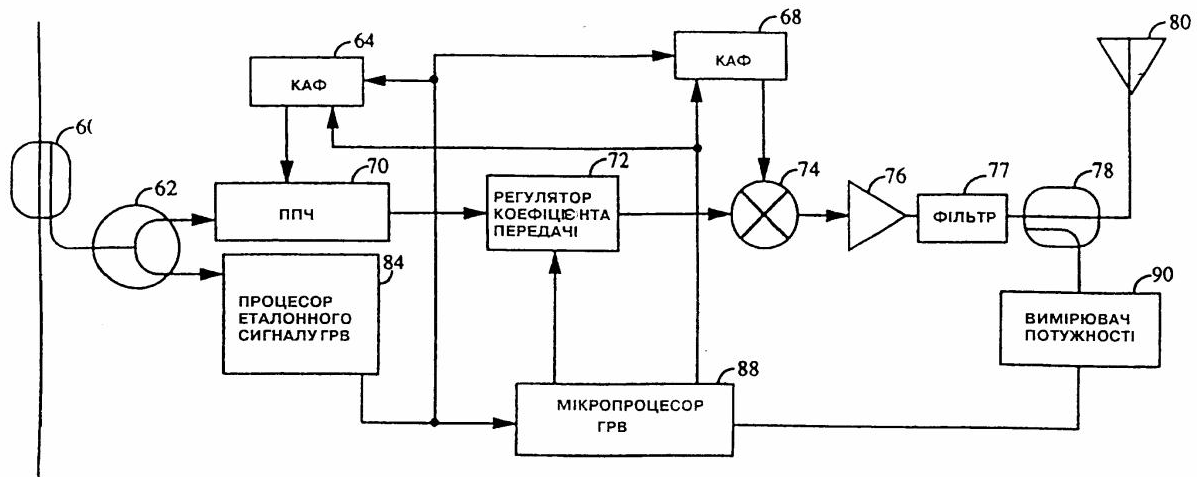
ЕСКП - еталонний сигнал коефіцієнта передачі.



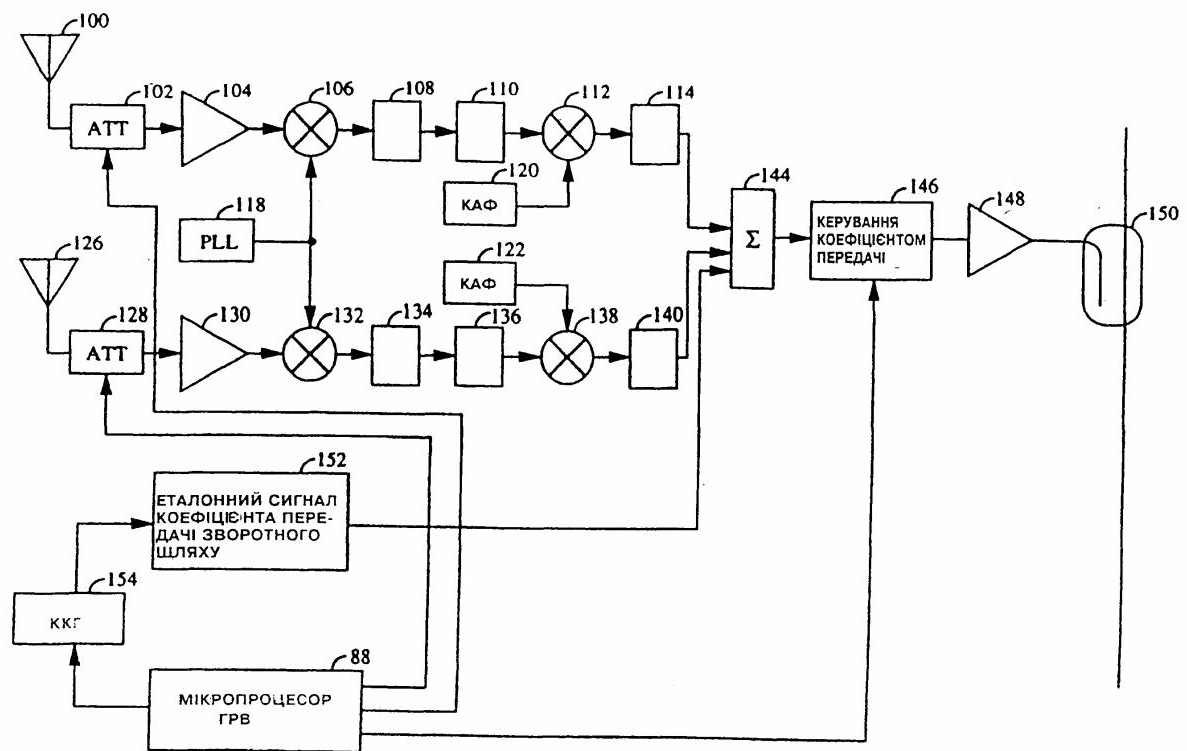
Фіг. 1



Фіг. 2



Фіг. 3



Фіг. 4

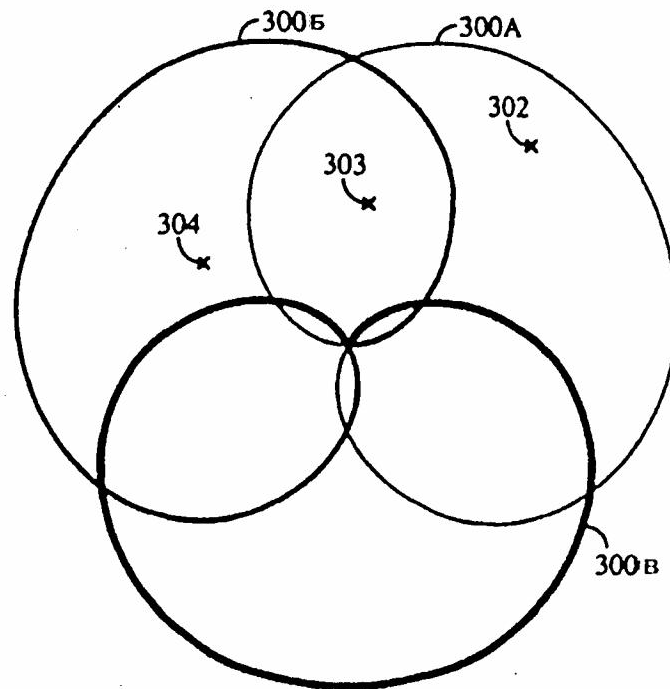


Fig. 5

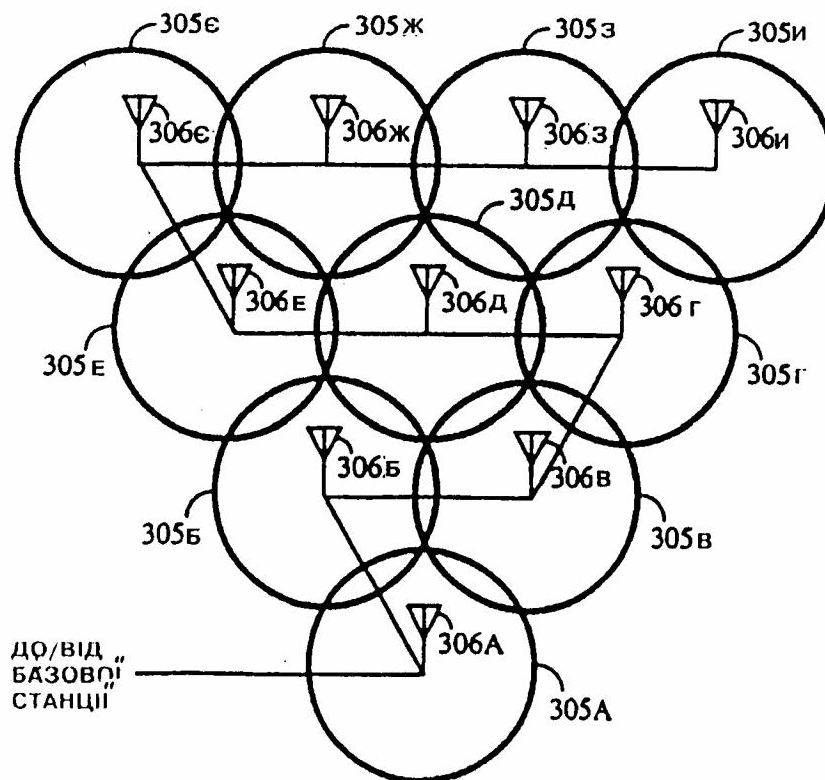
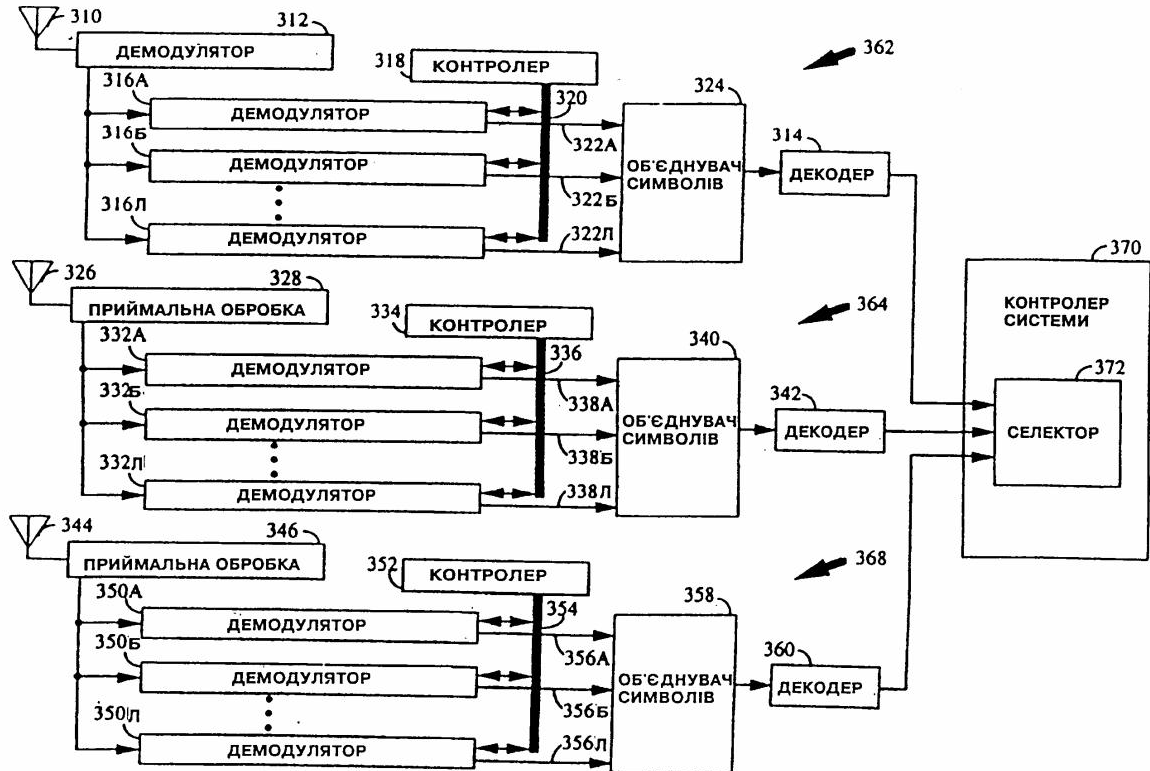
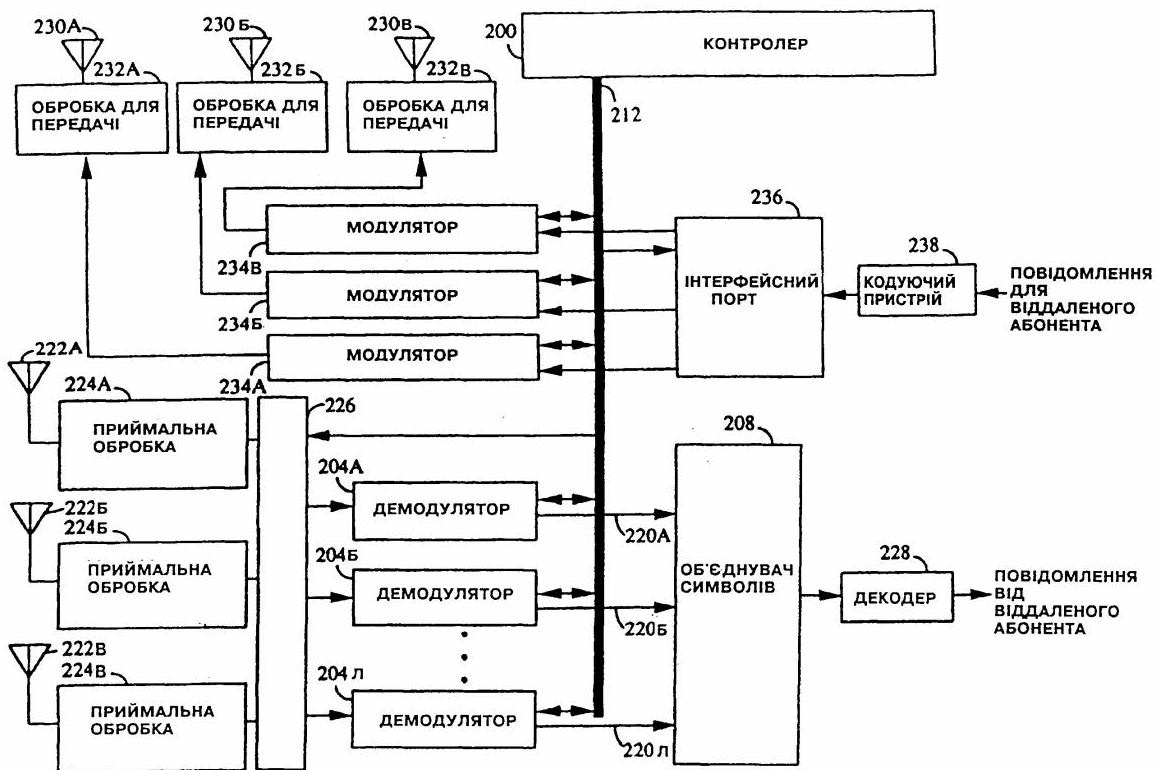


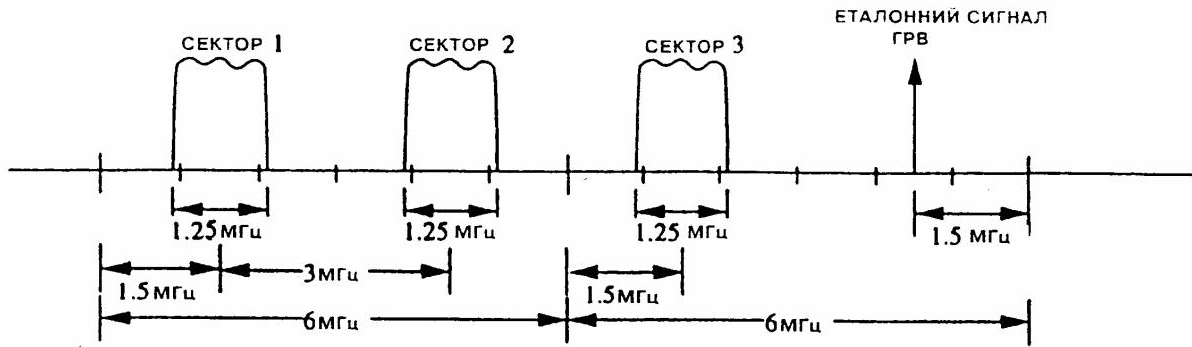
Fig. 6



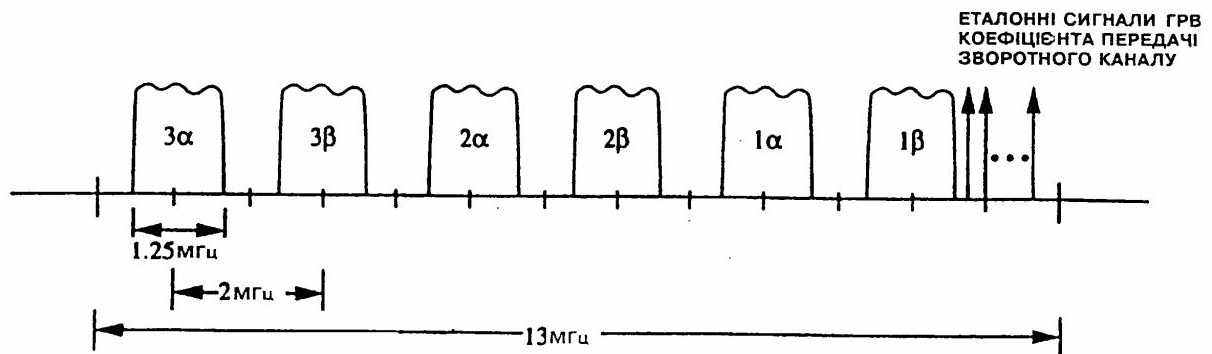
Фіг. 7



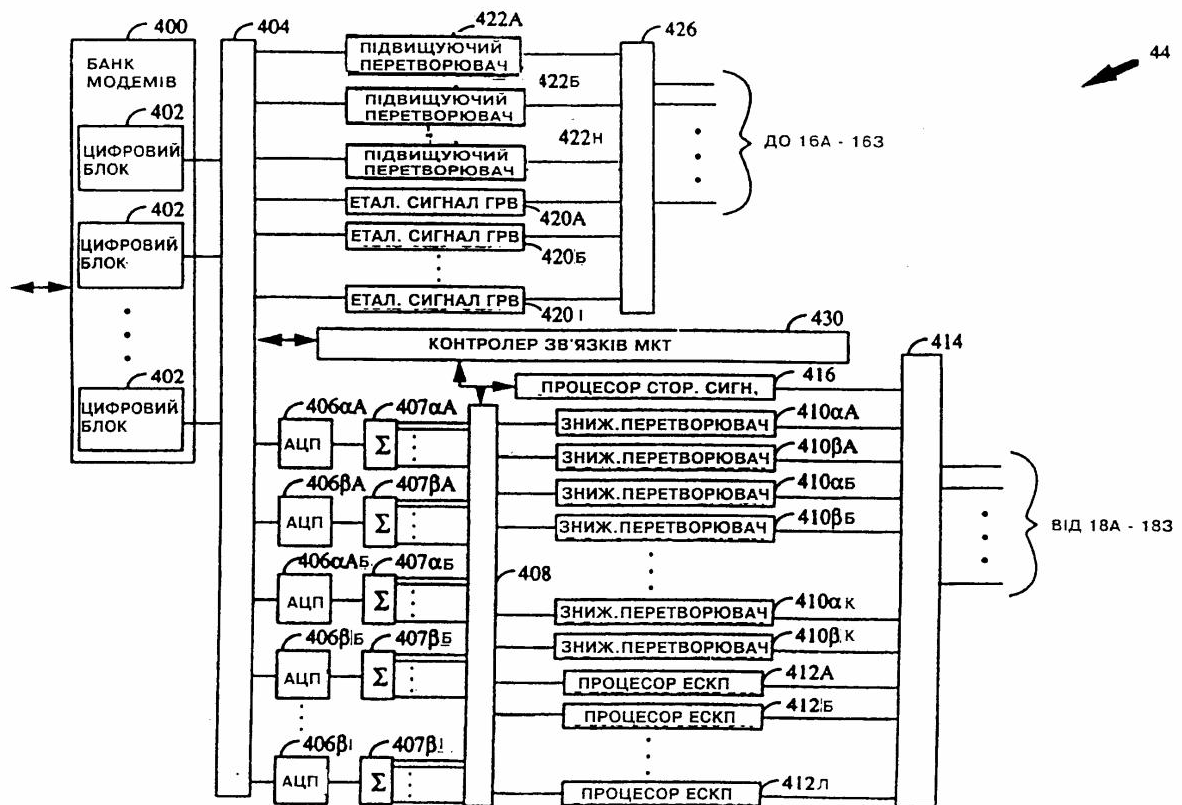
Фіг. 8



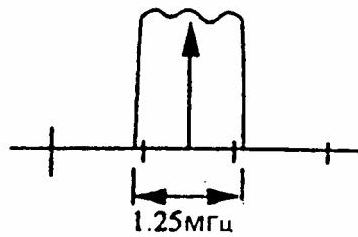
Фіг. 9А



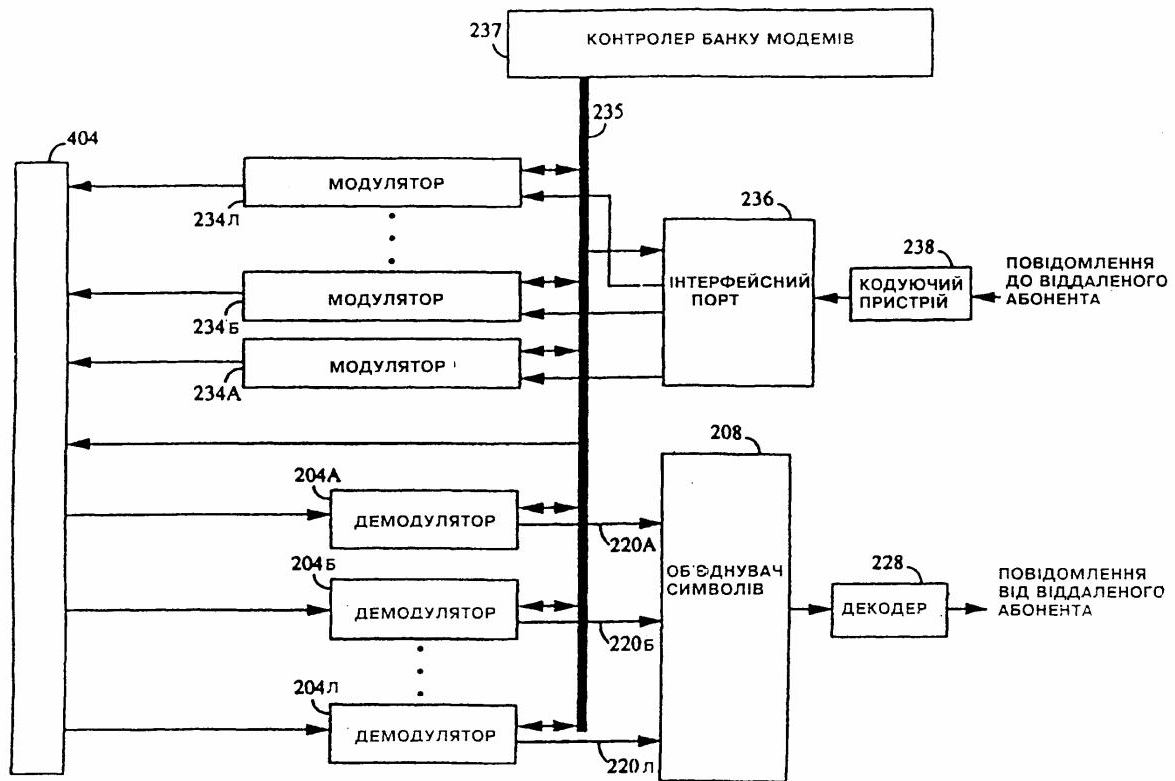
Фіг. 9Б



Фіг. 10



Фіг. 11



Фіг. 12

Тираж 50 екз.

Відкрите акціонерне товариство «Патент»
Україна, 88000, м. Ужгород, вул. Гагаріна, 101
(03122) 3 – 72 – 89 (03122) 2 – 57 – 03