



УКРАЇНА

(19) UA (11) 91048 (13) C2  
(51) МПК (2009)  
H04B 7/005

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

### (54) ІНФОРМАЦІЯ ПРО ПЕРЕШКОДИ З МНОЖИНИ СЕКТОРІВ ДЛЯ КЕРУВАННЯ ПОТУЖНІСТЮ

1

(21) a200711349  
(22) 15.03.2006  
(24) 25.06.2010  
(86) PCT/US2006/009549, 15.03.2006  
(31) 60/662,301  
(32) 15.03.2005  
(33) US  
(31) 60/731,126  
(32) 27.10.2005  
(33) US  
(46) 25.06.2010, Бюл.№ 12, 2010 р.  
(72) МЕСЕ МУРАТ, US, СУТІВОНГ АРАК, US  
(73) КВЕЛКОММ ІНКОРПОРЕЙТЕД, US  
(56) US 6519705 B1; 11.02.2003  
WO 2006007318 A1; 19.01.2006  
EP 1315310 A2; 28.05.2003  
US 60006073 A; 21.12.1999  
US 2002077138 A1; 20.06.2002  
(57) 1. Спосіб здійснення керування потужністю бездротового термінала обслуговуючим сектором, який полягає в тому, що одержують щонайменше для двох секторів індикацію перешкод, які спостерігаються даним сектором, причому кожний сектор є або сусіднім сектором, не призначеним для прийому передачі даних, відправленої бездротовим терміналом, або обслуговуючим сектором, призначеним для прийому передачі даних, відправленої бездротовим терміналом, поєднують кожну індикацію перешкод, одержану зі згаданих щонайменше двох секторів, індикація містить перший біт, який показує, чи перебувають перешкоди, які спостерігаються даним сектором, вище або нижче першого порога перешкод; і коректують потужність передачі для передачі даних на підставі об'єднаних індикацій.  
2. Спосіб за п. 1, в якому індикація додатково містить другий біт, який показує, чи перевищують перешкоди, які спостерігаються даним сектором, другий поріг перешкод, який вищий, ніж перший поріг перешкод.  
3. Спосіб за п. 1, в якому при об'єднанні присвоюють ваговий коефіцієнт кожній індикації.  
4. Спосіб за п. 3, в якому при присвоєнні вагового коефіцієнта ваговий коефіцієнт присвоюють на підставі відношення підсилення каналу для кожного сектора відносно обслуговуючого сектора.  
5. Спосіб за п. 4, в якому обслуговуючим сектором є обслуговуючий сектор зворотної лінії зв'язку.

2

6. Спосіб за п. 4, в якому додатково визначають порогове значення для кожної індикації і при присвоєнні вагового коефіцієнта присвоюють ваговий коефіцієнт кожному пороговому значенню згідно з відношенням підсилення каналу.  
7. Спосіб за п. 4, в якому посилення каналів для кожного з щонайменше двох секторів і обслуговуючих секторів оцінюють на підставі пілот-сигналів, одержаних, відповідно, з цих секторів.  
8. Спосіб за п. 4, в якому при коректуванні потужності передачі здійснюють коректування на підставі об'єднаної індикації і імовірності.  
9. Спосіб за п. 8, в якому додатково визначають імовірність підвищувального або понижувального коректування потужності передачі на підставі відношення підсилення каналу для кожного зі згаданих щонайменше двох секторів.  
10. Спосіб за п. 9, в якому імовірність визначають також на підставі поточного рівня потужності передачі для передачі даних.  
11. Спосіб за п. 9, в якому потужність передачі коректують кроками, що мають фіксований розмір, відповідно до певної імовірності.  
12. Спосіб за п. 4, в якому додатково визначають розмір кроку коректування потужності передачі на підставі обчислених відношень підсилення каналу, причому коректування здійснюють на підставі об'єднаних індикацій і розміру кроку.  
13. Спосіб за п. 12, в якому розмір кроку визначають також на підставі поточного рівня потужності передачі для згаданої передачі даних.  
14. Пристрій для здійснення керування потужністю бездротового термінала, який містить процесор, виконаний з можливістю одержання для щонайменше двох секторів індикації перешкод, які спостерігаються даним сектором, причому індикація містить перший біт, який показує, чи перебувають перешкоди, які спостерігаються даним сектором, вище або нижче першого порога перешкод, причому кожний сектор є або сусіднім сектором, не призначеним для прийому передачі даних, відправленої згаданим бездротовим терміналом, або обслуговуючим сектором, призначеним для прийому передачі даних, відправленої згаданим бездротовим терміналом, і коректування потужності передачі для передачі даних на підставі об'єднання кожної індикації перешкод, прийнятої зі згаданих щонайменше двох секторів, і

(13) C2  
(11) 91048  
(19) UA

запам'ятовуючий пристрій, зв'язаний із процесором.

15. Пристрій за п. 14, в якому індикація додатково містить другий біт, який показує, чи перевищують перешкоди, які спостерігаються даним сектором, другий поріг перешкод, який вищий, ніж перший поріг перешкод.

16. Пристрій за п. 14, в якому процесор виконаний з можливістю об'єднання за допомогою присвоєння вагового коефіцієнта кожній індикації.

17. Пристрій за п. 16, в якому процесор виконаний з можливістю присвоєння вагового коефіцієнта на підставі відношення підсилення каналу для кожного сектора відносно обслуговуючого сектора.

18. Пристрій за п. 17, в якому обслуговуючим сектором є обслуговуючий сектор зворотної лінії зв'язку.

19. Пристрій за п. 17, в якому процесор виконаний з можливістю визначення порогового значення для кожної індикації і присвоєння вагового коефіцієнта кожному пороговому значенню згідно з відношенням підсилення каналу.

20. Пристрій за п. 17, в якому процесор виконаний з можливістю коректування потужності передачі на підставі об'єднаної індикації і імовірності.

21. Пристрій за п. 20, в якому процесор виконаний з можливістю визначення імовірності підвищувального або понижувального коректування потужності передачі на підставі відношень підсилення каналів для кожного зі згаданих щонайменше двох секторів.

22. Пристрій за п. 21, в якому процесор виконаний з можливістю визначення імовірності на підставі поточного рівня потужності передачі для передачі даних.

23. Пристрій за п. 21, в якому процесор виконаний з можливістю коректування потужності передачі кроками, які мають фіксований розмір, відповідно до згаданої певної імовірності.

24. Пристрій за п. 21, в якому процесор виконаний з можливістю визначення розміру кроку і коректування на підставі об'єднаних індикацій і розміру кроку.

25. Пристрій за п. 24, в якому процесор виконаний з можливістю визначення розміру кроку на підставі поточного рівня потужності передачі для передачі даних.

26. Пристрій для здійснення керування потужністю бездротового термінала в системі бездротового зв'язку, який містить:

засіб для одержання для щонайменше двох секторів індикації перешкод, які спостерігаються даним сектором, причому індикація містить перший біт, який показує, чи перебувають перешкоди, які спостерігаються даним сектором, вище або нижче першого порога перешкод, причому кожний сектор є або сусіднім сектором, не призначеним для прийому передачі даних, відправленої даним бездротовим терміналом, або обслуговуючим сектором, призначеним для прийому передачі даних, відправленої даним бездротовим терміналом,

засіб для об'єднання кожної індикації перешкод, прийнятої зі згаданих щонайменше двох секторів, і засіб для коректування потужності передачі для передачі даних на підставі об'єднаних індикацій.

27. Пристрій за п. 26, в якому індикація додатково містить другий біт, який показує, чи перевищують перешкоди, які спостерігаються даним сектором, другий поріг перешкод, який вищий, ніж перший поріг перешкод.

28. Пристрій за п. 26, в якому засіб для об'єднання містить засіб для присвоєння вагового коефіцієнта кожній індикації.

29. Пристрій за п. 28, в якому засіб для присвоєння вагового коефіцієнта містить засіб для присвоєння вагового коефіцієнта на підставі відношення підсилення каналів для кожного сектора відносно обслуговуючого сектора.

30. Пристрій за п. 29, який додатково містить засіб для визначення порогового значення для кожної індикації, а засіб для присвоєння вагового коефіцієнта містить засіб для присвоєння вагового коефіцієнта кожному пороговому значенню згідно з відношенням підсилення каналів.

31. Пристрій за п. 29, який додатково містить засіб для обчислення підсилення каналу на підставі одержаних пілот-сигналів.

32. Пристрій за п. 29, в якому засіб для коректування потужності передачі містить засіб для коректування на підставі об'єднаної індикації і імовірності.

33. Пристрій за п. 29, в якому засіб для коректування потужності передачі містить засіб для визначення розміру кроку коректування потужності передачі на підставі обчислених відношень підсилення каналів і коректування на підставі об'єднаних індикацій і розміру кроку.

---

Пріоритет даної заявки заявлений на основі дати подачі попередньої заявки № 60/662301 на винахід "Об'єднання інформації про множину інших секторів при керуванні потужністю системи безпроводного зв'язку з використанням ортогонального мультиплексування", поданої 15 березня 2005 р., попередньої заявки № 60/731037 на винахід "Способи і пристрої для зменшення MAC у мобільному широкосмуговому безпроводному середовищі" і попередньої заявки №60/731126 на

винахід "Способи і пристрої для збільшення MAC у мобільному широкосмуговому безпроводному середовищі", поданих 27 жовтня 2005 р., які включені у даний документ як посилання.

Галузь техніки, якої стосується винахід

Даний винахід стосується, загалом, галузі зв'язку і, більш конкретно, використання інформації з множини секторів для керування потужністю безпроводного термінала.

#### Рівень техніки

Система безпроводного зв'язку з багатостанційним доступом може підтримувати зв'язок для множини безпроводних терміналів одночасно. Кожний термінал здійснює зв'язок з одним або більше секторами за допомогою передач на прямих і зворотних лініях зв'язку. Під прямою (або низхідною) лінією зв'язку мається на увазі лінія зв'язку, що веде від секторів до терміналів, а під зворотною (або висхідною) лінією зв'язку мається на увазі лінія зв'язку, що веде від терміналів до секторів.

Множина терміналів може одночасно вести передачу на зворотній лінії зв'язку завдяки мультиплексуванню їх передач ортогонально одна одній. При мультиплексуванні докладаються зусилля для забезпечення ортогональності між множиною передач на зворотній лінії зв'язку у часовій, частотній і/або кодовій області. Повна ортогональність, якщо вона досягається, приводить до того, що передача від кожного терміналу не створює перешкод для передач від інших терміналів у приймальному секторі. Однак, часто повну ортогональність між передачами з різних терміналів неможливо реалізувати через стан каналів, недосконалість приймачів і т.п. Втрата ортогональності приводить до того, що кожний термінал створює деяку кількість перешкод для інших терміналів, які здійснюють зв'язок з тим самим сектором. Крім того, передачі з терміналів, що здійснюють зв'язок з різними секторами, звичайно не ортогональні одна одній. Тому кожний термінал може також створювати перешкоди для терміналів, що здійснюють зв'язок з сусідніми секторами. При цьому якість роботи кожного терміналу погіршується внаслідок перешкод від всіх інших терміналів у системі.

Тому існує потреба у способах зменшення впливу перешкод, які б дозволили підвищити якість роботи.

#### Суть винаходу

Запропоновані способи керування потужністю передачі для передачі даних з безпроводного терміналу, що дозволяють зменшити "внутрішньосекторні" і "міжсекторні" перешкоди. Потужність передачі регулюється таким чином, щоб підтримувати у межах допустимих рівнів як величину внутрішньосекторних перешкод, які термінал може створити "обслуговуючому" сектору, так і величину міжсекторних перешкод, які термінал може створити "сусіднім" секторам (визначення термінів у лапках буде подане нижче). Величину міжсекторних перешкод, які може створити термінал, можна приблизно оцінити на основі (1) загальних перешкод, що спостерігаються кожним сусіднім сектором, (2) посилення каналів для обслуговуючих і сусідніх секторів, (3) поточного рівня потужності передачі, що використовується терміналом, і (4) можливо, інших параметрів. Кожний сектор може ширококомовно передавати звіт (наприклад, якесь значення), що вказує загальні перешкоди, які спостерігаються у цьому секторі. Посилення каналу для кожного сектора можна оцінити на основі пілот-сигналу, одержаного з даного сектора. Потужність передачі можна коректувати ймовірнісним методом, детермінованим методом або якимсь іншим методом на

основі об'єднання звітів про перешкоди з множини секторів для одного коректування потужності передачі.

Звичайно, потужність передачі можна зменшити, якщо у сусідніх секторах спостерігається високий рівень перешкод, і збільшити, якщо спостерігається низький рівень перешкод. Потужність передачі можна змінювати на більшу величину і/або більш часто, якщо (1) термінал розташований ближче до сусіднього сектора, який спостерігає високий рівень перешкод, і/або (2) поточний рівень потужності передачі є вищим. Потужність передачі можна змінювати на меншу величину і/або більш рідко, якщо (1) термінал розташований ближче до обслуговуючого сектора, і/або (2) поточний рівень потужності передачі є нижчим. Внутрішньосекторні перешкоди, викликані даним терміналом, підтримуються у допустимих межах шляхом обмеження якості сигналу (SNR), що приймається для передачі даних у межах допустимих SNR.

Далі будуть більш детально описані різні аспекти і варіанти даного винаходу.

#### Короткий опис креслень

Істотні ознаки і суть даного винаходу стануть більш зрозумілими з наведеного нижче докладного опису у поєднанні з доданими кресленнями, на яких однакові елементи вказані однаковими посилальними позначеннями і на яких

фіг. 1 зображає систему безпроводного зв'язку з багатостанційним доступом;

фіг.2 зображає стрибкоподібне перестроювання частоти на частотно-часовій площині;

фіг.3 ілюструє спосіб коректування потужності передачі шляхом об'єднання індикацій перешкод з множини секторів;

фіг.4А ілюструє спосіб коректування потужності передачі ймовірнісним методом;

фіг.4В ілюструє спосіб коректування потужності передачі детермінованим методом;

фіг. 5 зображає механізм керування потужністю для каналу даних;

фіг.6 зображає механізм керування потужністю для каналу керування, і

фіг.7 зображає термінал, обслуговуючий сектор і сусідній сектор.

#### Здійснення винаходу

Термін "зразковий" у даному контексті означає "такий, що служить як приклад або ілюстрація". Будь-який варіант або конструкцію, описані як "зразкові", не треба обов'язково розглядати як переважні або такі, що володіють перевагами у порівнянні з іншими варіантами або конструкціями.

На фіг. 1 зображена система 100 безпроводного зв'язку з багатостанційним доступом. Система 100 містить множину базових станцій ПО, які підтримують зв'язок для множини без проводних терміналів 120. Термінали 120 звичайно розосереджені по всій системі, і кожний з них може бути стаціонарним або рухомим. Термінал може також називатися мобільною станцією, абонентським апаратом (АА), пристроєм безпроводного зв'язку або іншим терміном. Під базовою станцією мається на увазі стаціонарна станція, що використовується для здійснення зв'язку з терміналами, і вона може також називатися точкою доступу, вузлом В

або іншим терміном. Системний контролер 130 пов'язаний з базовими станціями 110, а також здійснює керування маршрутизацією даних для терміналів, що обслуговуються цими базовими станціями.

Кожна базова станція 110 забезпечує охоплення зв'язком на відповідній території 102. Базова станція і/або її зона охоплення може називатися "стілником" в залежності від контексту, в якому використовується даний термін. Для збільшення пропускної здатності зона охоплення кожної базової станції може бути розділена на множину (наприклад, три) секторів 104. Кожний сектор обслуговується базовою приймально-передавальною підсистемою (BTS). Термін "сектор" може стосуватися BTS і/або її зони охоплення, в залежності від контексту, в якому використовується даний термін. Базова станція розділеного на сектори стільника звичайно включає в себе всі BTS для всіх секторів даного стільника. Для простоти, у подальшому термін "базова станція" використовується як родове поняття як для стаціонарної станції, яка обслуговує стільник, так і для стаціонарної станції, яка обслуговує сектор. "Обслуговуюча" базова станція або "обслуговуючий" сектор - це станція або сектор, з якими здійснює зв'язок даний термінал. "Сусідня" базова станція або "сусідній" сектор - це станція або сектор, з якими даний термінал не здійснює зв'язок. Для простоти надалі передбачається, що кожний термінал здійснює зв'язок з однією обслуговуючою базовою станцією, хоча це і не є необхідним обмеженням для запропонованих способів.

Описані способи керування потужністю можна використовувати у різних системах безпроводного зв'язку. Наприклад, їх можна використовувати у системі з багатостанційним доступом з часовим розділенням каналів (TDMA), системі з багатостанційним доступом з частотним розділенням каналів (FDMA), системі з ортогональним багатостанційним доступом з частотним розділенням каналів (OFDMA) і т.п. У системі TDMA використовується часове мультиплексування (TDM), і передачі для різних терміналів ортогоналізуються шляхом їх передачі у різних інтервалах часу. У системі FDMA використовується частотне мультиплексування (FDM), і передачі для різних терміналів ортогоналізуються за допомогою передачі на різних піднесучих. У системах TDMA і FDMA можна також використовувати кодове мультиплексування (CDM). У цьому випадку передачі для множини терміналів можна ортогоналізувати за допомогою різних ортогональних кодів (наприклад, коду Уолша), навіть якщо вони відправляються в одному і тому ж інтервалі часу або на одній і тій же піднесучій. У системі OFDMA використовується ортогональне частотне мультиплексування (OFDM), яке фактично розділяє всю ширину смуги системи на множину (N) ортогональних піднесучих. Ці піднесучі також можуть називатися тонами, бінами, частотними каналами і т.д. Кожну піднесучу можна модулювати даними. У системі OFDMA можна використовувати будь-які комбінації часового, частотного і/або кодового мультиплексування. Для ясності запро-

поновані методи керування потужністю будуть описуватися надалі для системи OFDMA.

На фіг.2 показане стрибкоподібне перестроювання частоти (FH) на частотно-часовій площині 200 для системи OFDMA. При стрибкоподібному перестроюванні частоти кожний канал трафіку пов'язаний з конкретною послідовністю FH, яка вказує конкретну піднесучу(i) для використання з даним каналом трафіку у кожному інтервалі часу. Послідовності FH для різних каналів трафіку у кожному секторі ортогональні одна одній, так що жодні два канали трафіку не використовують одну і ту ж піднесучу у будь-якому інтервалі часу. Послідовності FH для кожного сектора також псевдовипадкові відносно послідовностей FH для найближчих секторів. Перешкоди між двома каналами трафіку у двох секторах виникають у тому випадку, якщо ці два канали трафіку використовують одну і ту ж піднесучу в одному і тому ж інтервалі часу. Однак, міжсекторні перешкоди рандомізуються завдяки псевдовипадковому характеру послідовностей FH, що використовуються для різних секторів.

Канали даних можуть виділятися активним терміналам таким чином, щоб кожний канал даних використовувався усього одним терміналом у будь-який даний момент часу. Для економії ресурсів системи можна розділяти канали керування між множиною терміналів, використовуючи, наприклад, кодове мультиплексування. Якщо канали даних мультиплексуються ортогонально тільки за частотою і часом (але не кодом), то вони менш схильні до втрати ортогональності через умови каналу і недосконалість приймачів, ніж канали керування.

Отже, канали даних мають декілька ключових параметрів, пов'язаних з керуванням потужністю. По-перше, внутрішньостільникові перешкоди на каналах даних мінімальні завдяки ортогональному частотному і часовому мультиплексуванню. По-друге, міжстільникові перешкоди рандомізовані завдяки тому, що сусідні сектори використовують різні послідовності FH. Величина міжстільникових перешкод, створених даним терміналом, визначається (1) рівнем потужності передачі, що використовується даним терміналом, і (2) положенням терміналу відносно сусідніх секторів.

Для каналів даних керування потужністю можна здійснювати таким чином, щоб кожному терміналу дозволялося вести передачу з можливим високим рівнем потужності, зберігаючи при цьому внутрішньостільникові і міжстільникові перешкоди на допустимому рівні. Терміналу, розташованому ближче до його обслуговуючого сектора, можна дозволити вести передачу з більш високим рівнем потужності, оскільки цей термінал, ймовірно, створить менше перешкод для сусідніх секторів. І навпаки, терміналу, розташованому далі від його обслуговуючого сектора у напрямі до краю сектора, можна дозволити вести передачу з більш низьким рівнем потужності, оскільки цей термінал може створювати більше перешкод для сусідніх секторів. Таке керування потужністю передачі може потенційно зменшити загальний рівень перешкод, що спостерігається у кожному секторі, і при цьому

дозволяє "кваліфікованим" терміналам досягати більш високих SNR, а значить більш високих швидкостей передачі даних.

Для досягнення перерахованих цілей керування потужністю каналів даних можна реалізувати різними методами. Для пояснення далі буде описаний конкретний варіант керування потужністю. У цьому варіанті потужність передачі каналу даних для даного терміналу можна виразити наступним чином:

$$P_{dch}(n) = P_{ref}(n) + \Delta P(n) \quad \text{Рівняння (1)}$$

де  $P_{dch}(n)$  - потужність передачі каналу даних для інтервалу оновлення  $n$ ;

$P_{ref}(n)$  - контрольний рівень потужності для інтервалу оновлення  $n$  і

$\Delta P(n)$  - дельта потужності передачі для інтервалу оновлення  $n$ .

Рівні потужності  $P_{dch}(n)$  і  $P_{ref}(n)$  і дельта потужності передачі  $\Delta P(n)$  наводяться у децибелах (дБ).

Контрольний рівень потужності - це величина потужності передачі, необхідна для досягнення цільової якості сигналу для призначеної передачі (наприклад, на каналі керування). Якість сигналу (позначену як SNR) можна кількісно виразити у вигляді співвідношення сигнал-шум, співвідношення сигнал-шум плюс перешкоди і т.п. Контрольний рівень потужності і цільову SNR можна коректувати за допомогою механізму керування потужністю для забезпечення необхідного рівня якості роботи для призначеної передачі, як буде описано нижче. Якщо контрольний рівень потужності може досягти цільової SNR, то прийняту SNR для каналу даних можна оцінити наступним чином:

$$SNR_{dch}(n) = SNR_{target}(n) + AP(n) \quad \text{Рівняння (2)}$$

Рівняння (2) базується на припущенні, що канал даних і канал керування мають однакову статистику перешкод. Це має місце, наприклад, якщо канали керування і даних з різних секторів можуть створювати взаємні перешкоди. Контрольний рівень потужності можна визначити так, як буде описано нижче.

Потужність передачі для каналу даних можна встановити на основі різних факторів, таких як (1) величина міжсекторних перешкод, які може створити даний термінал для інших терміналів у сусідніх секторах; (2) величина внутрішньосекторних перешкод, які може створити даний термінал іншим терміналам у тому ж самому секторі; (3) максимальний рівень потужності, дозволений даному терміналу, і (4) можливо, інших факторів. Кожний з цих факторів буде описаний нижче.

Величину внутрішньосекторних перешкод, які може створити кожний термінал, можна визначати різними методами. Наприклад, величину міжсекторних перешкод, що створюються кожним терміналом, може оцінювати безпосередньо кожний сусідній сектор і відправляти її терміналу, який може потім відповідно скоректувати потужність передачі на основі об'єднання переданих оцінок міжсекторних перешкод. Таке індивідуалізоване повідомлення про перешкоди може потребувати застосування великої службової сигналізації. Для простоти, величину міжсекторних перешкод, які може створити кожний термінал, можна приблизно оцінити на основі величини (1) загальних переш-

код, що спостерігаються у кожному сусідньому секторі, (2) посиленні каналів для обслуговуючих і сусідніх секторів і (3) рівня потужності передачі, що використовується даним терміналом. Далі будуть описані величини (1) і (2).

Кожний сектор може оцінити сумарну або середню величину перешкод, що спостерігаються даним сектором. Це можна реалізувати за допомогою оцінки потужності перешкод на кожній піднесучій і обчислення середньої потужності перешкод на основі оцінок потужності перешкод для окремих піднесучих. Середню потужність перешкод можна одержати, використовуючи різні методи виведення середнього, наприклад, арифметичний метод виведення середнього, геометричний метод виведення середнього, виведення середнього на основі SNR, і т.п.

В окремих аспектах винаходу можна використовувати арифметичне виведення середнього значення перешкод у секторі. В інших аспектах можна використовувати геометричне виведення середнього. Можна також застосувати виведення середньої SNR в інших аспектах. Різні принципи і методи виведення середнього описані і розкриті у заявці, що спільно розглядається, на патент США 10/897463, яка згадується у даному документі у повному об'ємі як посилання.

Незалежно від використовуваного методу виведення середнього, кожний сектор може фільтрувати оцінки потужності перешкод і/або середню потужність перешкод протягом множини інтервалів часу, щоб поліпшити якість вимірювання перешкод. Цю фільтрацію можна реалізувати за допомогою фільтра з кінцевою імпульсною характеристикою (KIX), фільтра з нескінченною імпульсною характеристикою (HIX) і деяких інших відомих типів фільтрів. Тому термін "перешкоди" може стосуватися як відфільтрованих, так і не відфільтрованих перешкод.

Кожний сектор може широкомовно передавати свої виміри перешкод для використання терміналами в інших секторах. Широкомовна передача вимірів перешкод може бути реалізована різними способами. В одному варіанті середня потужність перешкод (або "виміряні" перешкоди) квантується у заздалегідь визначену кількість бітів, які потім надсилаються по широкомовному каналу. В іншому варіанті виміряні перешкоди широкомовно передаються за допомогою одного біта, який показує, є виміряні перешкоди більш високими або більш низькими, ніж номінальний поріг перешкод. У ще одному варіанті виміряні перешкоди передаються з використанням двох бітів. Один біт показує виміряні перешкоди відносно номінального порога перешкод. Інший біт можна використовувати як біт тривоги, що показує, чи перевищують виміряні перешкоди високий поріг перешкод. Виміри перешкод можна також передавати іншими способами.

Для спрощення опису надалі передбачається, що для передачі інформації про перешкоди використовується один біт перешкод іншого сектора (OSI). Кожний сектор може встановити своє значення (OSIB) наступним чином: '0', якщо  $I_{meas,m}(n) < I_{target}$ ; '1', якщо  $I_{meas,m}(n) \geq I_{target}$  і '2' якщо

$I_{\text{meas},m}(n) \geq I_{\text{target}} + N$ , де  $I_{\text{target}}$  - номінальний поріг перешкод,  $I_{\text{meas},m}$  - виміряні перешкоди, і  $N$  - деякий верхній пов'язаний поріг, що свідчить про надмірні перешкоди.

Альтернативно, кожний сектор може одержати виміряне значення співвідношення потужності взаємних перешкод до потужності теплових перешкод (IOT), яке являє собою співвідношення загальної потужності взаємних перешкод, що спостерігаються кожним сектором, до потужності теплових перешкод. Загальну потужність перешкод можна обчислити, як було описано вище. Потужність теплових перешкод можна оцінити за допомогою вимкнення передавача і вимірювання шуму у приймачі. Можна вибрати конкретну робочу точку для системи і визначити її як  $IOT_{\text{target}}$ . Більш висока робоча точка дозволяє терміналам використовувати більш високі потужності передачі (у середньому) для каналів даних. Однак, дуже висока робоча точка може бути небажаною, оскільки система може стати обмеженою щодо перешкод, тобто виникне ситуація, при якій збільшення потужності передачі не буде перетворюватися у збільшення SNR, що приймається. Крім того, дуже висока робоча точка підвищує ймовірність нестабільності системи. У будь-якому випадку, кожний сектор може встановити своє значення OSI наступним чином: '0', якщо  $IOT_{\text{meas},m}(n) < IOT_{\text{target}}$ ; '1', якщо  $IOT_{\text{meas},m}(n) \geq IOT_{\text{target}}$ ; і '2', якщо  $OI_{\text{meas},m}(n) \geq IOT_{\text{target}} + N$ , де  $IOT_{\text{meas},m}(n)$  - виміряне IOT для сектора  $m$  в інтервалі часу  $n$  і  $N$  - деякий верхній пов'язаний поріг, що вказує на надмірні перешкоди.

В обох випадках значення OSI можна використовувати для керування потужністю, як буде описано нижче. Потрібно зазначити, що значення OSI може мати будь-який необхідний розмір і мати більше або менше трьох станів.

Кожний термінал може оцінити посилення каналу (або посилення траси проходження сигналу) для кожного сектора, який може приймати передачі по зворотній лінії зв'язку від даного терміналу. Посилення каналу для кожного сектора можна оцінити за допомогою обробки пілот-сигналу, прийнятого з цього сектора по прямій лінії зв'язку, оцінки сили/потужності прийнятого пілот-сигналу і фільтрації оцінок сили пілот-сигналу протягом часу (наприклад, за допомогою фільтра, що має константу часу у декілька сотень мілісекунд), щоб видалити ефекти швидкого загасання і т.п. Якщо всі сектори передають свої пілот-сигнали з однаковим рівнем потужності, то сила пілот-сигналу, що приймається, для кожного сектора характеризує посилення каналу між цим сектором і терміналом. Термінал може сформувати вектор  $G$  співвідношення посилення каналу наступним чином:

$$G = [r_1(n) \ r_2(n) \dots \ r_m(n)] \quad \text{Рівняння (3)}$$

де

$$r_i(n) = \frac{g_s(n)}{g_{ni}(n)} \quad \text{Рівняння (4)}$$

$g_s(n)$  - посилення каналу між терміналом і обслуговуючим сектором;

$g_{ni}(n)$  - посилення каналу між терміналом і сусіднім сектором  $i$ ;

$p_s(n)$  - відносна потужність сигналу, наприклад, пілот-сигналу, що виходить з обслуговуючого сектора і приходить у термінал;

$P_{ni}(n)$  - відносна потужність сигналу, наприклад, пілот-сигналу, що виходить з сусіднього сектора і приходить у термінал, і

$r_i(n)$  - співвідношення посилення каналу для сусіднього сектора  $i$ .

Оскільки відстань знаходиться в оберненій залежності з посиленням каналу, співвідношення посилення каналу  $g_s(n)/g_{ni}(n)$  можна розглядати як "відносну відстань", що показує відстань до сусіднього сектора і відносно відстані до обслуговуючого сектора. Звичайно співвідношення посилення каналу для сусіднього сектора,  $G_i(n)$ , зменшується у міру того, як термінал переміщується у напрямі до краю сектора, і збільшується у міру того, як термінал наближається до обслуговуючого сектора. Вектор співвідношення посилення каналу  $G$  можна використовувати для керування потужністю, як буде описано нижче.

Хоча канали даних для кожного сектора мультиплексуються таким чином, щоб вони були ортогональними один до одного, деяка втрата ортогональності може виникати через перешкоди між несучими (ICI), перешкоди між символами (ISI) і т.п. Ця втрата ортогональності викликає внутрішньосекторні перешкоди. Для зменшення внутрішньосекторних перешкод потужність передачі кожного терміналу можна регулювати так, щоб величина внутрішньосекторних перешкод, які данний термінал може створити для інших терміналів у тому ж самому секторі, підтримувалася у межах допустимого рівня. Для цього можна, наприклад, встановити вимогу, щоб прийняте SNR каналу даних для кожного терміналу знаходилося у межах заданого інтервалу SNR, наступним чином:

$$SNR_{\text{dch}}(n) \in [SNR_{\text{min}}, SNR_{\text{max}}] \quad \text{Рівняння (5)}$$

де  $SNR_{\text{min}}$  - мінімальне SNR, що приймається, допустиме для каналу даних, і  $SNR_{\text{max}}$  - максимальне SNR, що приймається, допустиме для каналу даних.

Мінімальне SNR, що приймається, гарантує, що всі термінали, особливо ті, які знаходяться біля краю сектора, можуть досягти мінімального рівня якості роботи. Без такого обмеження термінали, що знаходяться біля краю сектора, можуть бути змушені вести передачу з надзвичайно низьким рівнем потужності, оскільки вони часто додають істотну кількість міжсекторних перешкод.

Якщо SNR, що приймаються, для каналів даних всіх терміналів обмежені у межах  $[SNR_{\text{min}}, SNR_{\text{max}}]$ , то можна припустити, що величина внутрішньосекторних перешкод, створених кожним терміналом через втрату ортогональності, знаходиться у допустимих межах. При обмеженні SNR, що приймаються, у межах цього інтервалу SNR все ще може залишатися різниця  $[SNR_{\text{max}} - SNR_{\text{min}}]$  дБ у спектральній щільності потужності, що приймається, між сусідніми піднесучими (якщо припустити, що на піднесучих спостерігаються аналогічні величини міжсекторних перешкод, що вірно, наприклад, якщо канали керування і даних проводять перестроювання частоти випадковим чином, так що може виникати колізія між каналами керу-

вання і каналами даних з різних секторів). Маленький діапазон SNR підвищує робастність системи у присутності ICI і ISI. Було виявлено, що діапазон SNR величиною 10 дБ забезпечує хорошу якість роботи у більшості робочих сценаріїв. Можна також використовувати й інші діапазони SNR.

Якщо потужність передачі каналу даних визначається, як показано у рівнянні (1), то прийняте SNR для каналу даних можна підтримувати в інтервалі  $[SNR_{min}, SNR_{max}]$  шляхом обмеження дельти потужності передачі,  $\Delta P(n)$ , у відповідному діапазоні наступним чином:

$$\Delta P(n) \in [\Delta P_{min}, \Delta P_{max}] \quad \text{Рівняння (6)}$$

де  $\Delta P_{min}$  - мінімальна дельта потужності передачі, допустима для каналу даних, і

$\Delta P_{max}$  - максимальна дельта потужності передачі, допустима для каналу даних.

Зокрема:  $\Delta P_{min} = SNR_{min} - SNR_{target}$  і  $\Delta P_{max} = SNR_{max} - SNR_{target}$ . В іншому варіанті потужність передачі  $P_{dch}(n)$  можна обмежити в інтервалі, який визначається, наприклад, на основі потужності прийнятого сигналу каналу даних. Цей варіант можна використовувати, наприклад, якщо потужність перешкод статистично відрізняється серед піднесучих.

Потужність передачі для каналу даних кожного терміналу можна потім скоректувати на основі наступних параметрів:

значення OSI, що широкомовно передається кожним сектором;

вектора співвідношення посилення каналу,  $G$ , обчисленого терміналом;

інтервалу SNR, що приймаються, допустимого для каналів даних,  $[SNR_{min}, SNR_{max}]$ , або еквівалентно, інтервалу допустимих дельт потужності передачі  $[\Delta P_{min}, \Delta P_{max}]$ , і

максимального рівня потужності  $P_{max}$ , допустимого для терміналу, який може бути встановлений системою або підсилювачем потужності у терміналі.

Параметри 1 і 2 стосуються міжсекторних перешкод, викликаних даним терміналом. Параметр 3 стосується внутрішньосекторних перешкод, викликаних даним терміналом.

Звичайно термінал, що знаходиться близько до сусіднього сектора, який повідомляє про високий рівень перешкод, може вести передачу з більш низькою дельтою потужності передачі, так що його SNR, що приймається, ближче до  $SNR_{min}$ . І навпаки, термінал, що знаходиться близько до свого обслуговуючого сектора, може вести передачу з більш високою дельтою потужності передачі, так що його SNR, що приймається, ближче до  $SNR_{max}$ . Градацію SNR, що приймаються, можна спостерігати для терміналів у системі в залежності від їх близькості до обслуговуючих секторів. Планувальник у кожному секторі може скористатися розподілом SNR, що приймаються, щоб досягти високої пропускної здатності, гарантуючи при цьому рівноправність для терміналів.

Потужність передачі каналу даних можна коректувати різними методами на основі чотирьох параметрів, згаданих вище. Механізм керування

потужністю не повинен зберігати рівні SNR для всіх терміналів, особливо в ортогональній системі типу системи OFDMA, в якій термінали, що знаходяться ближче до сектора, можуть вести передачу з більш високими рівнями потужності, не створюючи особливих проблем для інших терміналів. Для ясності, нижче буде описаний конкретний варіант коректування потужності передачі. У цьому варіанті кожний термінал контролює значення OSI, що широкомовно передаються сусідніми секторами, а потім об'єднує значення OSI з множини сусідніх секторів, щоб визначити, потрібно йому підвищити, знизити або зберегти свою потужність передачі на зворотній лінії зв'язку.

Необхідно створити такий алгоритм коректування потужності передачі терміналу на основі значень OSI з  $M$  сусідніх секторів, при якому OSIB сусіднього сектора, що має менше посилення каналу, здійснювало б більший вплив на коректування потужності, ніж OSIB сусіднього сектора, що має більше посилення каналу. Крім того, якщо є усього один сусідній сектор, цей алгоритм повинен бути еквівалентний використанню OSIB тільки цього сектора. Якщо є два сектори з приблизно однаковим посиленням каналу, потужність повинна зменшуватися, якщо будь-який сектор показує рівні перешкод вище його порогу, наприклад, OSIB=1 або 2 з будь-якого сектора. Тобто, якщо будь-який з "близьких" сусідніх секторів відчуває надмірні перешкоди, термінал повинен зменшити свою потужність, щоб допомогти сусідньому сектору зменшити його рівень перешкод.

Таким чином, об'єднане значення OSI визначає напрям, в якому потрібно коректувати потужність передачі. Величина коректування потужності передачі для кожного терміналу може залежати від (1) поточного рівня потужності передачі (або поточної дельти потужності передачі) терміналу і (2) співвідношення посилення каналу для секторів, які були об'єднані для значень OSI. Зразковий спосіб проілюстрований на фіг.3.

На фіг.3 проілюстрований спосіб коректування потужності передачі шляхом об'єднання індикацій перешкод з множини секторів. Спочатку визначається кількість секторів, для яких були детектовані значення OSI, блок 210. Якщо ця кількість дорівнює нулю, то можна використовувати максимальне наявне значення  $\Delta P(n)$ , блок 215. Якщо ця кількість дорівнює одиниці, то можна використовувати алгоритм коректування потужності із застосуванням одного значення OSI, блок 220. На фіг.4A і 4B показані і обговорюються різні зразкові принципи. Однак можна використовувати й інші принципи і методи.

Якщо ця кількість дорівнює двом або більше, визначається співвідношення посилення каналів для кожного сектора, що підлягає використанню для коректування потужності, блок 225. Це можуть бути всі сектори, від яких даний термінал може приймати сигнали, наприклад, пілот-сигнали, або підгрупа секторів. Дане визначення може базуватися на наступному:

$$\text{ChanDiff}_i = \frac{\text{RxPower}_{\text{RL,SS}}}{\text{TransmitPower}_{\text{RL,SS}}} \times \frac{\text{TransmitPower}_i}{\text{RxPower}_i} \quad \text{Рівняння (7)}$$

де  $\text{RxPower}_{\text{RL,SS}}$  - потужність пілот-сигналів, прийнятих терміналом для обслуговуючого сектора по зворотній лінії зв'язку;

$\text{TransmitPower}_{\text{RL,SS}}$  - потужність пілот-сигналів, переданих з обслуговуючого сектора по зворотній лінії зв'язку, яка є системним параметром;

$\text{RxPower}_i$  - потужність пілот-сигналів, прийнятих терміналом для  $i$ -го сектора,  $i$

$\text{TransmitPower}_i$  - потужність пілот-сигналів, переданих з  $i$ -го сектора, яка є системним параметром.

Потрібно зазначити, що потужність переданих пілот-сигналів може повідомлятися у заголовку повідомлення або може бути постійною по всій системі. Наприклад, якщо пілот-сигнали є пілот-сигналами захоплення, то потужність може бути максимальною потужністю, допустимою у цьому секторі для деякого числа періодів символів.

Потім термінал визначає поріг для кожного прийнятого значення OSI, блок 230. Поріг значення OSI для кожного з секторів можна визначити наступним чином:

$$\text{Threshold}_i = \begin{cases} \max \{ \text{DecisionThresholdMin}, (-a_i b_i) \} & \text{якщо } \text{OSI}_i = 0 \\ \max \{ \text{DownDecisionThresholdMin}, (-b_i) \} & \text{якщо } \text{OSI}_i = 1 \\ 1 & \text{якщо } \text{OSI}_i = 2 \end{cases} \quad \text{Рівняння (8)}$$

де  $\text{UpDecisionThresholdMin}$  і  $\text{DownDecisionThresholdMin}$  - задані системні параметри, які можуть бути постійними або можуть

оновлюватися під час будь-якого сеансу зв'язку. Змінні  $a_i$  і  $b_i$  можна визначити наступним чином:

$$a_i = \frac{\min \{ \text{RDCHGainMax}, \text{RDCHGainMin} \}}{\text{RDCHGainMax} - \text{RDCHGainMin}} \quad \text{Рівняння (9)}$$

$i$

$$b_i = \frac{\min \{ \text{ChanDiff}_i, \text{ChanDiffMax} \} - \text{ChanDiffMin}}{\text{ChanDiffMax} - \text{ChanDiffMin}} \quad \text{Рівняння (10)}$$

де  $\text{RDCHGainMax}$  - максимальне посилення,  $\text{RDCHGainMin}$  - мінімальне посилення,  $\text{ChanDiffMax}$  - максимальне посилення каналу, і  $\text{ChanDiffMin}$  мінімальне посилення каналу. Ці параметри є заданими системними параметрами, які можуть бути постійними або оновлюватися під час будь-якого сеансу зв'язку.

Після цього термінал може визначити, чи показує колений поріг, що необхідно підвищити, знизити або зберегти потужність для цього значення OSI, блок 235. Це визначення можна виконати наступним чином:

$$\text{Decision}_i = \begin{cases} \text{UpDecisionValue} & \text{якщо } x_i \leq \text{DecisionThreshold}_i, \quad \text{і } \text{OSI}_i = 0 \\ -\text{DownDecisionValue} & \text{якщо } x_i \leq \text{DecisionThreshold}_i, \quad \text{і } \text{OSI}_i = 1 \text{ або } 2 \\ 0 & \text{інакше} \end{cases} \quad \text{Рівняння (11)}$$

де  $0 < x_i < 1$ ,  $\text{UpDecisionValue}$  і  $\text{DownDecisionValue}$  - задані системні параметри, які можуть бути постійними або можуть оновлюватися під час будь-якого сеансу зв'язку.

Після цього термінал об'єднує посилення каналу та індикації коректування потужності на основі присвоєння деякого вагового коефіцієнта, щоб сформувавши вагове рішення, блок 240. Вагове рішення можна визначити наступним чином:

$$D_w = \frac{\sum_{i=1}^{\text{OSIMonitorSetSize}} \frac{1}{\text{ChanDiff}_i} \text{Decision}_i}{\sum_{i=1}^{\text{OSIMonitorSetSize}} \frac{1}{\text{ChanDiff}_i}} \quad \text{Рівняння (12)}$$

де  $\text{ChanDiff}_i$  - посилення каналу для кожного терміналу,  $\text{OSIMonitorSetSize}$  - кількість секторів, для яких були прийняті або використовуються значення OSI, і  $\text{Decision}_i$  - вказане коректування потужності для кожного терміналу.

Це об'єднане визначення можна потім використовувати для коректування потужності, блок 250. Різні зразкові варіанти будуть описані з посиленнями на фіг.4А і 4В. Однак можна використовувати й інші принципи і методи.



У деяких інших аспектах винаходу можна використовувати додаткові функції для визначення коректування потужності. Наприклад, термінал може знайти сектор з найвищим посиленням каналу і визначити, яке значення OSI потрібно вико-

ристовувати на основі того, чи були одержані передачі з найсильнішими пілот-сигналами і значення OSI з цього сектора. Наприклад, термінал може прийняти таке рішення наступним чином:

$$OSI2SequenceNum = \begin{cases} OSI2SequenceNum + 1, & \text{якщо } PilotPNCCurrent = PilotPNStrongest \text{ і} \\ & OSI2SequenceNum < OSI2SequenceNumMax - 1 \text{ і} \\ & OSIStrongest = 2 \\ OSI2SequenceMax, & \text{якщо } PilotPNCCurrent = PilotPNStrongest \text{ і} \\ & OSI2SequenceNum = OSI2SequenceNumMax - 1 \text{ і} \\ & OSIStrongest = 2 \\ 2, & \text{якщо } PilotPNCCurrent \neq PilotPNStrongest \text{ і} \\ & OSI2SequenceNum = OSI2SequenceNumMax - 1 \text{ і} \\ & OSIStrongest = 2 \\ 1, & \text{інакше} \end{cases} \quad \text{Рівняння (13)}$$

$$PilotPNStrongest = \begin{cases} PilotPNCCurrent, & \text{якщо } OSIStrongest = 2 \\ -1, & \text{інакше} \end{cases} \quad \text{Рівняння (14)}$$

де  $OSI2SequenceNumMax$  - задане значення,  $PilotPNCCurrent$  - поточний сектор з поточним найбільшим посиленням каналу,  $PilotPNStrongest$  - попередній сектор з найбільшим посиленням каналу, і  $OSI2SequenceNum$  - кількість послідовних випадків відправки поточним сектором найбільшого значення OSI для даного терміналу.

Потім термінал доступу може підвищити свою  $AP(n)$  на задане значення посилення, якщо  $D_w$  більше або дорівнює якомусь порогу, зменшити свою  $AP(n)$  на задане посилення, яке може дорівнювати або відрізнятись від посилення, використаного для підвищення, або зменшити свою  $AP(n)$  за допомогою зменшення посилення, помноженого на кількість випадків, коли поточний сектор мав найвище посилення каналу, якщо  $D_w$  менше або дорівнює другому порогу. Крім того,  $AP(n)$  звичайно обмежують між мінімальним і максимальним посиленням, які є заздалегідь визначеними параметрами.

У деяких аспектах винаходу потужність передачі можна коректувати детермінованим методом, ймовірнісним методом або яким-небудь іншим методом. При детермінованому коректуванні потужності передачі коректується заздалегідь визначеним чином на основі відповідних параметрів. При ймовірнісному коректуванні потужності передачі має визначену ймовірність коректування, яка визначається відповідними параметрами. Зразкові схеми детермінованого і ймовірнісного коректування будуть описані нижче.

На фіг.4А показаний алгоритм процесу 300 коректування потужності передачі ймовірнісним методом. Процес 300 може виконуватися кожним терміналом і для кожного інтервалу часу, в якому значення OSI передається щонайменше з одного сусіднього сектора. Спочатку термінал визначає об'єднане значення OSI  $o$  (блок 312). Потім термінал визначає, чи дорівнює значення OSI '1', або '0', або '2' (блок 314). Якщо воно дорівнює '2', потуж-

ність повинна бути зменшена відповідно до максимального значення.

Якщо значення OSI дорівнює '1', показуючи тим самим рівень вище номінального рівня перешкод, то термінал визначає ймовірність зменшення потужності передачі,  $Pr_{dn}(n)$  (блок 322).  $Pr_{dn}(n)$  можна обчислити на основі поточної дельти потужності передачі,  $\Delta P(n)$ , і співвідношення посилення каналу для найсильнішого сусіднього сектора,  $r_{osib}(n)$ , або об'єданого значення посилення каналу, як буде описано нижче. Потім термінал довільно вибирає значення  $x$  між 0.0 і 1.0 (блок 324). Зокрема,  $x$  - це випадкова змінна, рівномірно розподілена між 0.0 і 1.0. Якщо випадково вибране значення  $x$  менше або дорівнює ймовірності  $Pr_{dn}(n)$ , визначеній у блоці 326, то термінал зменшує свою дельту потужності передачі на знижувальний крок  $\Delta P_{dn}$  (блок 328) наступним чином:

$$\Delta P(n+1) = \Delta P(n) - \Delta P_{dn} \quad \text{Рівняння (15)}$$

В іншому випадку, якщо  $x$  більше, ніж  $Pr_{dn}(n)$ , то термінал зберігає дельту потужності передачі на поточному рівні (блок 330). Після блоків 328 і 330 процес переходить до блоку 342.

Якщо OSI значення дорівнює '0' у блоці 314, показуючи, що рівень перешкод нижче номінального, то термінал визначає ймовірність підвищення потужності передачі,  $Pr_{up}(n)$ , наприклад, на основі  $Pr_{up}(n)$  і  $r_{osib}(n)$ , як буде описано нижче (блок 332). Потім термінал довільно вибирає значення  $x$  між 0.0 і 1.0 (блок 334). Якщо довільно вибране значення  $x$  менше або дорівнює ймовірності  $Pr_{up}(n)$ , визначеній у блоці 336, то термінал підвищує свою дельту потужності передачі на підвищувальний крок  $\Delta P_{up}$  (блок 338) наступним чином:

$$\Delta P(n+1) = \Delta P(n) + \Delta P_{up} \quad \text{Рівняння (16)}$$

Розміри кроків  $\Delta P_{up}$  і  $\Delta P_{dn}$  можна встановити на однакове відповідне значення (наприклад, 0,25 дБ, 0,5 дБ, 1,0 дБ і т.д.). Якщо  $x$  більше, ніж  $Pr_{up}(n)$  у блоці 336, то термінал зберігає дельту потужності передачі на тому ж рівні (блок 330). Після блоків 330 і 338 процес переходить до блоку 342.

У блоці 342 термінал обмежує дельту потужності передачі,  $\Delta P(n+1)$ , у межах допустимого інтервалу  $[\Delta P_{\min}, \Delta P_{\max}]$ . Потім термінал обчислює потужність передачі для наступного інтервалу часу,  $P_{\text{dch}}(n+1)$ , на основі дельти потужності передачі  $\Delta P(n+1)$  і контрольного рівня потужності  $P_{\text{ref}}(n+1)$  для наступного інтервалу часу, як показано у рівнянні (1) (блок 344). Потім термінал обмежує потужність передачі  $P_{\text{dch}}(n+1) >$  щоб вона була у межах максимального рівня потужності (блок 346) наступним чином:

$$P_{\text{dch}}(n+1) = \begin{cases} P_{\text{dch}}(n+1), & \text{якщо } P_{\text{dch}}(n+1) \leq P_{\text{max}} \\ P_{\text{max}}, & \text{інакше} \end{cases} \quad \text{Рівняння (17)}$$

Термінал використовує потужність передачі  $P_{\text{dch}}(n+1)$  для наступного інтервалу часу.

$$Pr_{\text{up}}(n) = \max(Pr_{\text{up,min}}, [1 - Pr_{\Delta P}(n)] \cdot [1 - Pr_{\text{gain}}(n)]) \quad \text{Рівняння (18a)}$$

$$Pr_{\text{dn}}(n) = \max(Pr_{\text{dn,min}}, Pr_{\Delta P}(n) \cdot Pr_{\text{gain}}(n)) \quad \text{Рівняння (18b)}$$

де

$$Pr_{\Delta P}(n) = \frac{\min(\Delta P(n), \Delta \tilde{P}_{\max}) - \Delta \tilde{P}_{\min}}{\Delta \tilde{P}_{\max} - \Delta \tilde{P}_{\min}} \quad \text{Рівняння (18c)}$$

$$Pr_{\text{gain}}(n) = \frac{\min(r_{\text{osib}}(n), r_{\max}) - r_{\min}}{r_{\max} - r_{\min}} \quad \text{Рівняння (18d)}$$

$Pr_{\Delta P}(n)$  - ймовірність, що стосується рівня потужності передачі;

$Pr_{\text{gain}}(n)$  - ймовірність, що стосується співвідношення посилення каналу для найсильнішого сусіднього сектора;

$\Delta \tilde{P}_{\max}$ ,  $\Delta \tilde{P}_{\min}$ ,  $r_{\max}$ ,  $r_{\min}$  - нормуючі постійні, вибрані для досягнення необхідних характеристик керування потужністю;

$Pr_{\text{up,min}}$  - мінімальна ймовірність підвищувального коректування потужності передачі, і

$Pr_{\text{dn,min}}$  - мінімальна ймовірність знижувального коректування потужності передачі.

Для варіанту, показаного групою рівнянь (18),  $Pr_{\text{dn}}(n)$  і  $Pr_{\text{up}}(n)$  є об'єднаними ймовірностями, які визначаються рівнем потужності передачі і співвідношенням посилення каналу. Мінімальні ймовірності  $Pr_{\text{up,min}}$  і  $Pr_{\text{dn,min}}$  поліпшують характеристики стабільності і сприяють деякому переміщенню точок у крайніх межах (наприклад, дуже високих або дуже низьких значень посилення каналу). Ймовірності  $Pr_{\text{dn}}(n)$  і  $Pr_{\text{up}}(n)$ , одержані, як показано групою рівнянь (15), відповідають загальним правилам коректування потужності передачі, описаним вище. Ймовірності  $Pr_{\text{dn}}(n)$  і  $Pr_{\text{up}}(n)$  можна також одержати за допомогою деяких інших функцій, і цей варіант також входить в об'єм винаходу.

На фіг.4В показаний алгоритм процесу 400 коректування потужності передачі детермінованим способом. Процес 400 може також виконуватися кожним терміналом і для кожного інтервалу часу, в якому передається значення OSI. Термінал обробляє об'єднане значення OSI (блок 412) і визначає, дорівнює значення OSI T, або '0', або '2' (блок

Ймовірності  $Pr_{\text{dn}}(n)$  і  $Pr_{\text{up}}(n)$  можуть бути функцією дельти потужності передачі,  $\Delta P(n)$  і співвідношення посилення каналу для найсильнішого сусіднього сектора,  $r_{\text{osib}}(n)$ , або об'єданого значення посилення каналу. Можна використовувати різні функції для  $Pr_{\text{dn}}(n)$  і  $Pr_{\text{up}}(n)$ . Кожна функція може мати різний вплив на різні характеристики керування потужністю, такі як (1) швидкість збіжності коректування потужності передачі і (2) розподіл дельт потужності передачі для терміналів у системі.

В одному варіанті ймовірності  $Pr_{\text{dn}}(n)$  і  $Pr_{\text{up}}(n)$  можна визначити наступним чином:

414). Якщо значення OSI дорівнює '1', то термінал визначає величину зменшення своєї потужності передачі,  $\Delta P_{\text{dn}}(n+1)$ , для наступного інтервалу часу (блок 422). Змінний розмір знижувального кроку можна визначити на основі поточної дельти потужності передачі  $\Delta P(n)$ , і співвідношення посилення каналу,  $r_{\text{osib}}(n)$ . Потім термінал знижує дельту потужності передачі на  $\Delta P_{\text{dn}}(n+1)$  (блок 424). В іншому випадку, якщо значення OSI дорівнює '0', термінал визначає величину збільшення потужності передачі,  $\Delta P_{\text{up}}(n+1)$ , для наступного інтервалу часу, наприклад, на основі  $\Delta P(n)$  і  $r_{\text{osib}}(n)$  (блок 432). Потім термінал підвищує дельту потужності передачі на  $\Delta P_{\text{up}}(n+1)$  (блок 434). Після блоків 424 і 434 термінал обмежує дельту потужності передачі для наступного інтервалу часу  $\Delta P(n+1)$ , щоб вона знаходилася у межах допустимого інтервалу  $[\Delta P_{\min}, \Delta P_{\max}]$  (блок 442), і обчислює і обмежує потужність передачі для наступного інтервалу часу, щоб вона була у межах максимального рівня потужності передачі (блоки 444 і 446).

Змінні розміри кроку  $\Delta P_{\text{dn}}(n+1)$  і  $\Delta P_{\text{up}}(n+1)$  можна визначати на основі заданої функції  $\Delta P(n)$  і  $r_{\text{osib}}(n)$ , наприклад, подібної до функції, вираженої групою рівнянь (15). Змінні розміри кроку можна визначати пропорційно до  $\Delta P(n)$  і обернено пропорційно до  $r_{\text{osib}}(n)$ . Ймовірності коректування і змінні розміри кроку можна також визначати за довідковою таблицею різних ймовірностей і значень розміру кроку для різних значень  $\Delta P(n)$  і  $r_{\text{osib}}(n)$  або якими-небудь іншими методами.

На фіг.4А і 4В показані, відповідно, зразкові варіанти коректування потужності передачі ймові-

рнісним і детермінованим способом. В ймовірнісному варіанті, показаному на фіг.4А, ймовірність коректування визначається на основі параметрів  $\Delta P(n)$  і  $\gamma_{osib}(n)$  і використовуються фіксовані підвищувальні і знижувальні кроки для коректування потужності передачі. У детермінованому варіанті, показаному на фіг.4В, ймовірність регулювання встановлена на 1.0 і розміри підвищувального і знижувального кроку визначаються на основі параметрів  $\Delta P(n)$  і  $\gamma_{osib}(n)$ . У ці варіанти можна також внести різні модифікації. Наприклад, змінні розміри підвищувального і знижувального кроків можна використовувати також і для ймовірнісного варіанту. В іншому прикладі можна використовувати фіксовані підвищувальний і знижувальний кроки для детермінованого варіанту.

Дельту потужності  $\Delta P(n)$  каналу даних можна коректувати на основі значення OSI, посилення каналу, попередньої дельти потужності  $\Delta P(n-1)$ , інтервалу допустимих дельт потужності і максимального рівня потужності для терміналу, як було описано вище. Звичайно дельту потужності  $\Delta P(n)$  можна коректувати на основі будь-якого параметра або будь-якої комбінації параметрів. Інші параметри, які можна використовувати для коректування  $\Delta P(n)$ , включають в себе поточну потужність передачі  $P_{dch}(n)$  коефіцієнт втрати потужності між піковою і середньою  $\Delta P_{bo}$ , "призначену" групу секторів, які потенційно можуть спостерігати високий рівень перешкод від даного терміналу і т.п. Коефіцієнт втрати потужності між піковою і середньою можна визначити за кількістю піднесучих, що використовуються терміналом для передачі, і можна використовувати більш високе значення для  $\Delta P_{bo}$ , якщо для передачі використовується більше піднесучих. Потужність передачі для каналу даних може бути обмежена значенням, меншим ніж  $P_{max}$  мінус цей коефіцієнт втрати потужності, або  $P_{dch}(n) \leq (P_{max} - \Delta P_{bo})$ .

Потужність передачі для терміналу можна також коректувати на основі інших параметрів, критеріїв та інформації. Термінал може також коректувати потужність передачі на різні величини і/або різними способами на основі всієї інформації, наявної для секторів, які потрібно враховувати для коректування потужності передачі.

На фіг.5 показаний механізм 500 керування потужністю, який можна використовувати для коректування потужності передачі для терміналу 120х у системі 100. Термінал 120х здійснює зв'язок з обслуговуючим сектором 110х і може створювати перешкоди для сусідніх секторів 110а-110т (хоча і різної величини). Механізм 500 керування потужністю включає в себе контрольний контур 510 і другий контур 520. Контрольний контур 510 діє між терміналом 120х і обслуговуючим сектором 110х. Другий контур 520 діє між терміналом 120х і сусідніми секторами 110а-110т і, можливо, обслуговуючим сектором 110х. Для простоти на фіг.5 показана тільки частина контурів 510 і 520, що знаходиться у терміналі 120х.

Контрольний контур 510 коректує потужність передачі для каналу керування (або якогось іншого каналу трафіку) і прагне підтримувати прийнятний SNR для цього каналу керування, виміряний в

обслуговуючому секторі 110х, якомога ближче до цільового SNR. Для контрольного контуру 510 обслуговуючий сектор 110х оцінює прийняте SNR для каналу керування, порівнює прийняте SNR з цільовим SNR і формує команди керування потужністю передачі (TPC) на основі результатів порівняння, як буде описано нижче. Кожна команда TPC може бути або (1) командою UP, що призначає збільшити потужність передачі для каналу керування, або (2) командою DOWN, що призначає зменшити потужність передачі. Обслуговуючий сектор ПОх передає команди TPC на прямій лінії зв'язку (хмара 570) терміну 120х.

Термінал 120х приймає і обробляє передачу по прямій лінії зв'язку з обслуговуючого сектора 110х і передає "прийняті" команди TPC у процесор 542 команд TPC. Кожна прийнята команда TPC являє собою зашумлену версію команди TPC, передану обслуговуючим сектором 110х. Процесор 542 виявляє кожну прийняту команду TPC і одержує "рішення TPC", яке може бути (1) рішенням UP (підвищення), якщо прийнята TPC команда є командою UP, або (2) рішенням DOWN (зниження), якщо прийнята TPC команда є командою DOWN. Блок 544 коректування потужності передачі (TX) каналу керування коректує потужність передачі для каналу керування,  $P_{cch}(n)$ , на основі рішень TPC з процесора 542 команд TPC. Наприклад, блок 544 може підвищувати  $P_{cch}(n)$  на підвищувальний крок  $\Delta P_{cch,up}$  для кожного рішення UP і знижувати  $P_{cch}(n)$  на знижувальний крок  $\Delta P_{cch,dn}$  для кожного рішення DOWN. Процесор/модулятор 560 даних TX встановлює потужність передачі для каналу керування на рівень  $P_{cch}(n)$ , вказаний блоком 544. Передача на каналі керування надсилається в обслуговуючий сектор 110х.

Через втрати на трасі поширення сигналу і ефекти багатопроменового поширення на зворотній лінії зв'язку (хмара 540), які типово змінюються у часі, особливо для мобільного терміналу, прийняте SNR для каналу керування постійно коливається. Контрольний контур 510 прагне зберегти прийняте SNR рівним або близьким до цільового SNR у присутності змін в умовах каналу зворотної лінії зв'язку.

Другий контур 520 коректує потужність передачі для каналу даних (або якогось іншого каналу трафіку) таким чином, щоб для каналу даних використовувався за можливістю найвищий рівень потужності, але при цьому міжсекторні і внутрішньосекторні перешкоди зберігалися у допустимих межах. Для другого контуру 520 процесор 552 значень OSI приймає і обробляє значення OSI, які широкомовно передаються сусідніми секторами 110а-110т і, можливо, обслуговуючим сектором 110х. Процесор 552 значень OSI передає виявлені значення OSI з секторів у блок 556 коректування дельти потужності передачі. Оцінювач 554 каналів приймає пілот-сигнали з обслуговуючих і сусідніх секторів, оцінює посилення каналу для кожного сектора і передає оцінні посилення каналу для всіх секторів у блок 556. Блок 556 визначає співвідношення посилення каналу для сусідніх секторів і визначає найсильніший сусідній сектор. Блок 556 коректує свою дельту потужності передачі  $\Delta P(n)$

для каналу даних на основі або об'єднаного значення OSI, або об'єднаного значення OSI і співвідношення посилення каналу для найсильнішого сусіднього сектора або об'єднаного співвідношення посилення каналів, як було описано вище. Блок 556 може реалізувати процес 300 або 400 і може коректувати  $AP(n)$  ймовірнісним або детермінованим методом, або як було описано у зв'язку з фіг.4A. Звичайно блок 556 може коректувати свою дельту потужності передачі  $DP(n)$  на основі детектованих значень OSI і/або іншої відповідної інформації для будь-якої кількості секторів, які можуть включати в себе обслуговуючі і/або сусідні сектори.

Блок 558 обчислення потужності передачі каналу даних приймає потужність передачі каналу керування  $P_{ch}(n)$ , яка використовується як контрольний рівень потужності,  $P_{ref}(n)$ , і дельту потужності передачі,  $DP(n)$ . Блок 558 обчислює потужність передачі  $P_{dch}(n)$  для каналу даних на основі  $P_{ch}(n)$  і  $DP(n)$ . Блок 560 встановлює потужність передачі для каналу даних на рівень  $P_{dch}(n)$ , вказаний блоком 558. Передача на каналі даних відправляється обслуговуючому сектору 110x. Передачі на каналах даних і керування можуть створювати перешкоди для сусідніх секторів 110a-110m.

Кожний сектор 110 приймає передачі від терміналів по зворотній лінії зв'язку, оцінює перешкоди, що спостерігаються цим сектором, порівнює виміряні перешкоди з номінальним порогом перешкод, встановлює значення OSI відповідно на основі результату порівняння і ширококомовно передає значення OSI по прямій лінії зв'язку.

Контрольний контур 510 і другий контур 520 можуть діяти одночасно, але оновлюватися з різною швидкістю, при цьому контур 510 діє швидше, ніж контур 520. Швидкості оновлення цих двох контурів можна вибирати такими, щоб забезпечити необхідне керування потужністю. Контрольний контур 510 може оновлюватися зі швидкістю, наприклад, 150 разів за секунду, а другий контур може оновлюватися зі швидкістю, наприклад, 10-20 разів за секунду. Контрольний контур 510 і другий контур 520 можуть оперувати з передачами, відправленими по каналу керування і каналу даних, відповідно. Каналам керування і даних можуть бути призначені різні піднесучі у кожному періоді стрибкоподібного перестроювання, як показано на фіг.2. У цьому випадку контрольний контур 510 і другий контур 520 можуть одночасно оперувати з передачами, відправленими на різних піднесучих. Канал керування може також мультимплексуватися з каналом даних (наприклад, за допомогою TDM і/або CDM) і передаватися на одних і тих же піднесучих.

$$SNR_{target}(k+1) = \begin{cases} SNR_{target}(k) + \Delta SNR_{up}, & \text{для стертого кодового слова} \\ SNR_{target}(k) - \Delta SNR_{dn}, & \text{для не стертого кодового слова} \end{cases} \quad \text{Рівняння (19)}$$

де  $SNR_{target}(k)$  - цільове SNR для інтервалу оновлення зовнішнього контуру  $k$ ;

$\Delta SNR_{up}$  - розмір підвищувального кроку для цільового SNR і

На фіг.6 показаний механізм 600 керування потужністю, який можна використовувати для каналу керування. Механізм 600 керування потужністю (який може використовуватися для контрольної контуру 510 на фіг.5) включає в себе внутрішній контур 610, зовнішній контур 620 і третій контур 630. Внутрішній контур 610 прагне зберегти прийняте SNR для каналу керування якомога ближче до цільового SNR. Для внутрішнього контуру 610 оцінювач SNR 642 в обслуговуючому секторі 110x оцінює прийняте SNR для каналу керування і передає прийняте SNR у генератор 644 команд TCP. Генератор 644 порівнює прийняте SNR з цільовим SNR і генерує команди TPC на основі результатів порівняння. Обслуговуючий сектор 110x передає команди TPC по прямій лінії зв'язку (хмара 570) терміналу 120x. Термінал 120x приймає і обробляє команди TPC від обслуговуючого сектора 110x і коректує потужність передачі для каналу керування, як було описано вище для фіг.5.

Дані можна відправляти у блоках на каналі керування, і кожний блок даних можна кодувати блоком кодом для формування відповідного кодового слова (або кодованого блоку даних). Для каналу керування можна не використовувати код виявлення помилок. У цьому випадку обслуговуючий сектор може виконувати виявлення стирання для кожного прийнятого кодового слова, щоб визначити, є дане кодове слово стертим чи ні. Стерте кодове слово може розглядатися як ненадійне і оброблятися відповідним чином (наприклад, відкидатися). Виявлення стирання можна реалізувати за допомогою обчислення метрики для кожного прийнятого кодового слова, порівняння обчисленої метрики з порогом стирання і оголошення прийнятого кодового слова таким, що підлягає або не підлягає стиранню на основі результату порівняння.

Зовнішній контур 620 коректує цільове SNR так, щоб забезпечити цільову швидкість стирання  $P_{rasure}$  для каналу керування. Цільова швидкість стирання вказує необхідну ймовірність (наприклад, 10%) оголошення прийнятого кодового слова стертим. Блок 652 обчислення метрики обчислює метрику для кожного прийнятого кодового слова. Детектор 654 стирання виконує виявлення стирання для кожного кодового слова на основі його обчисленої метрики і порога стирання і передає стан прийнятого кодового слова (є воно стертим або не стертим) блоку 656 коректування цільового SNR. Потім блок 656 коректує цільове SNR для каналу керування наступним чином:

$\Delta SNR_{dn}$  - розмір знижувального кроку для цільового SNR.

Розміри кроку  $\Delta SNR_{up}$  і  $\Delta SNR_{dn}$  можна встановити наступним чином:

$$\Delta \text{SNR}_{\text{up}} = \Delta \text{SNR}_{\text{dn}} \cdot \left[ \frac{1 - \text{Pr}_{\text{erasure}}}{\text{Pr}_{\text{erasure}}} \right] \text{ Рівняння (20)}$$

Третій контур 630 коректує поріг стирання таким чином, щоб досягти цільової умовної частоти помилок  $\text{Pr}_{\text{error}}$  для каналу керування. Цільова умовна частота помилок показує необхідну ймовірність того, що прийняте кодове слово закодоване з помилкою, коли воно визнане не стертим. Низька  $\text{Pr}_{\text{error}}$  (наприклад, 1%) відповідає високій впевненості у результатах декодування для нестертих кодових слів. Термінал 120x і/або інші термінали, що здійснюють зв'язок з обслуговуючим сектором 110x, можуть передавати відомі кодові слова на каналі керування періодично або при запуску. Блоки 652 і 654 виконують виявлення стирання для кожного прийнятого відомого кодового слова так

$$\text{TH}_{\text{erasure}}(\ell+1) = \begin{cases} \text{TH}_{\text{erasure}}(\ell) + \Delta \text{TH}_{\text{up}}, & \text{для задовільного кодового слова} \\ \text{TH}_{\text{erasure}}(\ell) - \Delta \text{TH}_{\text{dn}}, & \text{для незадовільного кодового слова} \\ \text{TH}_{\text{erasure}}(\ell), & \text{для стертого кодового слова} \end{cases} \text{ Рівняння (21)}$$

де  $\text{TH}_{\text{erasure}}(1)$  - поріг стирання для інтервалу 1 оновлення третього контуру;

$\Delta \text{TH}_{\text{up}}$  - розмір підвищувального кроку для порогу стирання і

$\Delta \text{TH}_{\text{dn}}$  - розмір знижувального кроку для порогу стирання.

Рівняння (21) побудоване на припущенні, що більш низький поріг стирання підвищує ймовірність того, що прийняте кодове слово буде оголошене стертим. Розміри кроку  $\Delta \text{TH}_{\text{up}}$  і  $\Delta \text{TH}_{\text{dn}}$  можна встановити на основі наступного:

$$\Delta \text{TH}_{\text{dn}} = \Delta \text{TH}_{\text{up}} \cdot \left( \frac{1 - \text{Pr}_{\text{error}}}{\text{Pr}_{\text{error}}} \right) \text{ Рівняння (22)}$$

Внутрішній контур 610, зовнішній контур 620 і третій контур 630 звичайно оновлюються з різною швидкістю. Внутрішній контур - найшвидший з трьох, і потужність передачі для каналу керування може коректуватися з якоюсь конкретною швидкістю (наприклад, 150 разів за секунду). Зовнішній контур 620 - наступний за швидкістю, і цільове SNR може оновлюватися кожного разу, коли на каналі керування приймається відоме кодове слово. Третій контур 630 - найповільніший, і поріг стирання може оновлюватися кожного разу, коли на каналі керування приймається відоме кодове слово. Швидкості оновлення трьох контурів можна вибирати так, щоб досягти необхідної якості роботи для виявлення стирання і керування потужністю каналу керування. Механізм 600 керування потужністю описаний у заявці, що спільно розглядається, на патент США № 10/890717 на винахід "Робастне виявлення стирання і керування потужністю замкненого контуру на основі швидкості стирання".

Для ясності, конкретні варіанти винаходу були описані вище для різних аспектів керування потужністю. Однак, на основі цього опису можна також створити множину інших варіантів. Деякі їх приклади наводяться нижче.

Можна використовувати один і той же інтервал допустимих дельт потужності передачі  $[\Delta P_{\text{min}},$

само, як і для прийнятого кодового слова. Для кожного прийнятого відомого кодового слова, що вважається не стертим, декодер 662 декодує прийняте відоме кодове слово і визначає, є декодований блок даних правильним або помилковим. Декодер 662 формує стан кожного прийнятого відомого кодового слова, який може бути стертим, "задовільним" або "незадовільним". Задовільне кодове слово - це прийняте відоме кодове слово, визнане нестертим і правильно декодованим. Незадовільне кодове слово - це прийняте відоме кодове слово, що вважається нестертим, але декодованим з помилкою. Блок 664 коректування порога стирання коректує поріг стирання на основі стану кожного прийнятого відомого кодового слова наступним чином:

$\Delta P_{\text{max}}]$  для всіх терміналів у системі. Можна також використовувати різні інтервали  $[\Delta P_{\text{min}}, \Delta P_{\text{max}}]$  для різних терміналів, наприклад, в залежності від їх місцезнаходження. Наприклад, термінали з меншим співвідношенням посилення каналу для найсильніших сусідніх секторів можуть використовувати менший інтервал дельт потужності передачі (наприклад, таку ж  $\Delta P_{\text{min}}$ , але меншу  $\Delta P_{\text{max}}$ ), ніж термінали, що знаходяться ближче до обслуговуючого сектора.

Контрольний рівень потужності  $P_{\text{ref}}(n)$ , що використовується для визначення потужності передачі каналу даних  $P_{\text{dch}}(n)$ , можна встановити на потужність передачі іншого керованого потужністю каналу, як було описано вище. Контрольний рівень потужності можна також визначати іншими методами, наприклад, за допомогою оцінки на основі посилення каналу для обслуговуючого сектора. Потужність передачі каналу даних можна також коректувати прямо, а не через дельту потужності передачі. Обслуговуючий сектор може передавати сигнал зворотного зв'язку для інформування терміналу, чи знаходиться потужність передачі цього каналу даних у допустимих межах.

Кожний сектор може широкомовно передавати інформацію про свої перешкоди всім терміналам, якщо перешкоди, що спостерігаються цим сектором, рандомізовані, наприклад, при стрибкоподібному перестроюванні частоти. Якщо сектори мають більш специфічну інформацію про перешкоди, то потужності передачі терміналів можна коректувати з використанням цієї інформації. Наприклад, кожному терміналу може бути призначена одна або більше конкретних піднесучих для передачі даних (без стрибкоподібного перестроювання частоти). При цьому сектор може спостерігати різні кількості перешкод на різних піднесучих. Термінали, що створюють великі перешкоди, можна конкретно ідентифікувати на основі виділених їм піднесучих, і можна відповідно знизити потужності передачі цих терміналів.

Підтримувана швидкість даних кожного терміналу визначається за прийнятим SNR для цього каналу даних. Прийняття SNR для описаних вище варіантів залежить від (1) цільового SNR, пов'язаного з контрольним рівнем потужності, і (2) дельти потужності передачі,  $\Delta P(n)$ , що використовується даним терміналом. Дельта потужності передачі може автономно коректуватися терміналом без якого-небудь введення з обслуговуючого сектора, як було описано вище. Термінал може надіслати дельту потужності передачі, прийняте SNR для каналу даних, підтримувану швидкість даних для каналу даних або еквівалентну інформацію обслуговуючому сектору. Термінал також може надіслати максимальну кількість піднесучих,  $N_{sb,max}(n)$ , які він може підтримувати на поточній дельті потужності передачі, необхідну якість обслуговування (QoS), розмір буфера і т.п. Для зменшення кількості сигналізації термінал може надсилати  $\Delta P(n)$  і  $N_{sb,max}(n)$  через кожні декілька інтервалів оновлення по внутрішньосмуговій сигналізації на каналі даних і т.д.

Планувальник, що знаходиться в обслуговуючому секторі або використовується для нього, може використовувати всю інформацію, що повідомляється терміналом, для виділення ресурсів цьому терміналу і планування передачі даних терміналом на зворотній лінії зв'язку. Планувальник може виділити терміналу  $N_{sb,max}(n)$  піднесучих, менше, ніж  $N_{sb,max}(n)$  піднесучих або більше, ніж  $N_{sb,max}(n)$  піднесучих. Якщо планувальник виділяє більше, ніж  $N_{sb,max}(n)$  піднесучих, то термінал може відповідно зменшити дельту потужності передачі. Наприклад, якщо виділено  $2N_{sb,max}$  піднесучих, то  $\Delta P(n)$  можна зменшити вдвічі.

Керування потужністю може здійснюватися кожним терміналом на основі різних частин інформації, які термінал одержав зі свого обслуговуючого сектора і сусідніх секторів, як було описано вище. Керування потужністю може також виконуватися кожним сектором для всіх терміналів, що здійснюють зв'язок з даним сектором. Наприклад, кожний сектор може одержувати звіт про перешкоди (наприклад, значення OSI) для кожного сусіднього сектора, наприклад, через сигналізацію між секторами або передачі від терміналів. Кожний сектор може одержувати посилення каналу, визначені кожним терміналом, для обслуговуючих і сусідніх секторів. Кожний сектор може потім обчислити дельту потужності передачі для кожного терміналу на основі звітів про перешкоди і посилення каналу, застосовних до цього терміналу, і може відправити дельту потужності передачі терміналу. Потім кожний термінал може скоректувати свою потужність передачі, використовуючи дельту потужності передачі, прийняту з обслуговуючого сектора. Альтернативно, кожний сектор може обчислити і відправити потужність передачі кожному терміналу. Наявність дельт потужності передачі для всіх терміналів, що здійснюють зв'язок з кожним сектором, може прискорити планування для терміналів.

Описані методи можна використовувати для керування потужністю різних видів трафіку (наприклад, каналів даних і керування). Ці методи також

добре підходять для гібридного протоколу автоматичного запиту на повторну передачу (H-ARQ). В H-ARQ кожний закодований пакет ділиться на множини підблоків ( $N_{bl}$ ), і для закодованого пакету передається один підблок за один раз. Коли кожний підблок для даного закодованого пакету приймається по зворотній лінії зв'язку, обслуговуючий сектор намагається декодувати і відновити цей пакет на основі всіх підблоків, прийнятих до цього часу для даного пакету. Обслуговуючий сектор здатний відновити пакет на основі часткової передачі, тому що підблок містить надмірну інформацію, яка корисна для декодування, коли прийняте SNR низьке, але може не знадобитися, коли прийняте SNR високе. Обслуговуючий сектор передає підтвердження (ACK), якщо пакет декодований правильно, і термінал може закінчити передачу пакету раніше після прийому ACK.

В H-ARQ кожний закодований пакет може передаватися протягом різної кількості часу, поки він не буде правильно декодований. Звичайний механізм керування потужністю, який коректує прийняте SNR для каналу даних на основі частоти помилок у пакетах (PER), зменшує потужність передачі для каналу даних до низького рівня таким чином, щоб досягти цільової PER з усіма  $N_{bl}$  підблоками, переданими для кожного закодованого пакету. Це може сильно зменшити пропускну здатність системи. Запропоновані методи дозволяють використовувати високий рівень потужності передачі навіть при передачі зі змінною тривалістю, що підтримується H-ARQ.

На фіг.7 показана схема варіанту виконання терміналу 120x, обслуговуючого сектора 110x і сусіднього сектора 110a. На зворотній лінії зв'язку у терміналі 120x процесор даних TX 710 обробляє (наприклад, кодує, перемешує і модулює) дані трафіку зворотної лінії зв'язку (RL) і формує модуляційні символи для даних трафіку. Процесор даних TX 710 також обробляє керуючі дані (наприклад, індикатор якості каналу) з контролера 720 і формує модуляційні символи для керуючих даних. Модулятор (MOD) 712 обробляє модуляційні символи для даних трафіку і керування і контрольні символи і формує послідовність комплекснозначних чіпів. Обробка процесором 710 даних TX і модулятором 712 залежить від системи. Модулятор 712 виконує OFDM модуляцію, якщо у системі використовується OFDM. Передавальний блок (TMTR) 714 приводить послідовність чіпів до необхідних умов (наприклад, перетворює в аналогову форму, посилює, фільтрує і перетворює з підвищенням частоти) і формує сигнал зворотної лінії зв'язку, який маршрутизується через дуплексер (D) 716 і передається через антену 718.

В обслуговуючому секторі 110x сигнал зворотної лінії зв'язку від терміналу 120x приймається антеною 752x, маршрутизується через дуплексер 754x і передається у приймальний блок (RCVR) 756x. Приймальний блок 756x приводить прийнятий сигнал до необхідних умов (наприклад, фільтрує, посилює і перетворює зі зниженням частоти) і потім оцифровує підготовлений сигнал для одержання потоку вибірок даних. Демодулятор (DEMODO) 758x обробляє вибірки даних для одер-



ження оцінок символів. Процесор прийнятих даних (RX) 760х потім обробляє (наприклад, зворотно перекодує і декодує) оцінки символів для одержання декодованих даних для терміналу 120х. Процесор даних RX 760х також виконує виявлення стирання і передає контролеру 770х стан кожного прийнятого кодового слова, використаного для керування потужністю. Обробка демодулятором 758х і процесором даних RX 760х є додатковою до обробки, що виконується модулятором 712 і процесором даних TX 710, відповідно.

Обробка передачі на прямій лінії даних може виконуватися аналогічно до обробки, описаної вище для зворотної лінії зв'язку. Обробка передач на прямій і зворотної ліній зв'язку звичайно задається системою.

Для керування потужністю на зворотній лінії зв'язку в обслуговуючому секторі 110х оцінювач SNR 774х оцінює прийняте SNR для терміналу 120х і передає прийняте SNR у генератор 776х команд TPC (cmd). Генератор 776х також приймає цільове SNR і формує команди TPC для терміналу 120х. Команди TPC обробляються процесором даних TX 782х і модулятором 784х, приводяться до необхідних умов передавальним блоком 786х, маршрутизуються через дуплексер 754х і передаються через антену 752х терміналу 120х. У сусідньому секторі 110а оцінювач перешкод 774а оцінює перешкоди, що спостерігаються даним сектором, і передає виміряні перешкоди у генератор значення OSI 776а. Генератор 776а також приймає номінальний поріг перешкод і формує значення OSI для сектора 110а. Значення OSI обробляється і широкомовно передається терміналам у системі. Генератор 776а може також сформувати біт тривоги або який-небудь інший тип звіту про перешкоди.

У терміналі 120х сигнали прямої лінії зв'язку від обслуговуючих і сусідніх секторів приймаються антеною 718. Прийнятий сигнал маршрутизується через дуплексер 716, приводиться до необхідних умов і оцифровується приймальним блоком 740 і обробляється демодулятором 742 і процесором 744 даних RX для одержання прийнятих команд TPC і прийнятих значень OSI. Оцінювач каналів у демодуляторі 742 оцінює посилення каналу для кожного сектора. Процесор TPC 724 виявляє прийняті команди TPC для одержання рішень TPC, які використовуються для оновлення потужності передачі для каналу керування. Процесор TPC 724 також коректує потужність передачі для каналу даних на основі прийнятих значень OSI для сусідніх секторів, посилення каналу для обслуговуючого і сусідніх секторів і потужності передачі для каналів даних і керування, як було описано вище. Процесор TPC 724 (або контролер 720) може використовувати процес 300, зображений на фіг.4А, або процес 400, зображений на фіг.4В. Процесор TPC 724 передає сигнали керування коректуванням потужності передачі для каналів керування і даних. Процесор 710 і/або модулятор 712 приймають сигнали керування від процесора TPC 724 і регулюють потужності передачі для каналів керування і даних.

Контролери 720, 770х і 770а керують роботою різних блоків обробки у терміналі 120х і секторах 110х і 110а, відповідно. Ці контролери можуть також виконувати різні функції керування потужністю на зворотній лінії зв'язку. Наприклад, контролери 720 і 770х можуть реалізувати вузли обробки, показані на фіг.5 і 6, для терміналу 120х і сектора 110х, відповідно, і процеси, описані з посиланням на фіг.3, 4А і 4В. Запам'ятовуючі пристрої 722, 772х і 772а зберігають дані і програмні коди, відповідно, для контролерів 720, 770х і 770а. Планувальник 780х планує передачі даних терміналами обслуговуючому сектору 110х і від нього.

Описані способи керування потужністю можуть бути реалізовані різними засобами. Наприклад, вони можуть бути реалізовані за допомогою апаратних засобів, програмних засобів або їх комбінації. При апаратній реалізації блоки обробки, що використовуються для керування потужністю, можуть бути реалізовані в одній або більше спеціалізованих інтегральних схемах (СІС), процесорах цифрових сигналів (ПЦС), пристроях цифрової обробки сигналів (ПЦОС), програмованих логічних пристроях (ПЛП), вентильних матрицях з експлуатаційним програмуванням (ВМЕП), процесорах, контролерах, мікроконтролерах, мікропроцесорах, інших електронних вузлах, призначених для виконання описаних функцій, або в їх комбінаціях.

При програмній реалізації методи керування потужністю можна реалізувати за допомогою модулів (наприклад, процедур, функцій і т.п.), які виконують описані функції. Програмні коди можуть зберігатися у запам'ятовуючому пристрої (наприклад, запам'ятовуючому пристрої 722 на фіг.7) і виконуватися процесором (наприклад, контролером 720). Запам'ятовуючий пристрій може бути реалізований у процесорі або може бути зовнішнім, при цьому він може бути підключений з можливістю обміну даними до процесора через різні засоби, відомі у галузі зв'язку.

Представлений вище опис варіантів здійснення винаходу дозволить здійснити або використати даний винахід будь-якому фахівцеві у галузі зв'язку. Для фахівців будуть очевидними різні модифікації цих варіантів, і описані загальні принципи можна застосувати в інших варіантах, не виходячи за межі об'єму вимог винаходу. Таким чином, даний винахід не обмежений описаними варіантами, а має найширший об'єм відповідно до розкритих принципів і нових істотних ознак.

Список посилальних позицій:

- 100 - система безпроводного зв'язку
- 102a, 102b, 102c - територія
- 104a, 104b, 104c - сектор
- 110a, 110b, 110c - базова станція
- 120a, 120b, 120c, 120d, 120e, 120f, 120g, 120h, 120i термінал
- 130 - Системний контролер
- 200 - Частотно-часова площина
- 210 - Визначити кількість прийнятих OSI?
- 215 - Використати максимально збільшену потужність
- 220 - Використати стандартне коректування потужності

225 - Визначити посилення каналу для кожної базової станції, для якої були одержані значення OSI

230 - Визначити поріг OSI для кожної базової станції

235 - Визначити коректування потужності для кожної базової станції на основі порогу

240 - Сформувати вагове рішення на основі об'єднаних коректувань потужності

250 - Скоректувати потужність на основі вагового рішення

300 - Процес коректування потужності передачі ймовірнісним методом

312 - Визначити об'єднане значення OSI

314 - Об'єднане значення  $OSI > Th?$

322 - Визначити ймовірність зменшення потужності передачі,  $P_{dn}(n)$ , на основі дельти потужності передачі і об'єданого значення OSI

324 - Довільно вибрати значення  $x$  між 0,0 і 1,0

328 - Зменшити дельту потужності передачі на знижувальний крок  $\Delta P_{dn}$

330 - Зберегти дельту потужності передачі на тому ж рівні

332 - Визначити ймовірність збільшення потужності передачі,  $P_{up}(n)$  на основі дельти потужності передачі і об'єданого значення OSI

334 - Довільно вибрати значення  $x$  між 0,0 і 1,0

338 - Підвищити дельту потужності передачі на підвищувальний крок  $\Delta P_{up}$

342 - Обмежити дельту потужності передачі у допустимому інтервалі  $[\Delta P_{min}, \Delta P_{max}]$

344 - Обчислити потужність передачі для наступного інтервалу часу на основі дельти потужності передачі

346 - Обмежити дельту потужності передачі на максимальному рівні потужності  $P_{max}$

400 - Процес коректування потужності передачі детермінованим способом

412 - Визначити об'єднане значення OSI

414 - Об'єднане значення  $OSI > Th?$

422 - Визначити величину зменшення потужності передачі,  $\Delta P_{dn}(n+1)$ , на основі дельти потужності передачі і об'єданого значення OSI

424 - Зменшити дельту потужності передачі на знижувальний крок  $\Delta P_{dn}(n+1)$

432 - Визначити величину збільшення потужності передачі,  $\Delta P_{up}(n+1)$ , на основі дельти потужності передачі і об'єданого значення OSI

434 - Збільшити дельту потужності передачі на підвищувальний крок  $\Delta P_{up}(n+1)$

442 - Обмежити дельту потужності передачі в допустимому інтервалі  $[\Delta P_{min}, \Delta P_{max}]$

444 - Обчислити потужність передачі для наступного інтервалу часу на основі дельти потужності передачі

446 - Обмежити дельту потужності передачі на максимальному рівні потужності  $P_{max}$

500 - Механізм керування потужністю

510 - Контрольний контур

520 - Другий контур

540 - Зворотна лінія зв'язку

542 - Процесор команд TPC

544 - Коректування потужності каналу керування TX

552 - Процесор бітів OSI

554 - Оцінювач каналів

556 - Коректування дельти потужності передачі

558 - Обчислення потужності TX каналу даних

560 - Процесор/модулятор даних TX

570 - Пряма лінія зв'язку

600 - Механізм керування потужністю

610 - Внутрішній контур

620 - Зовнішній контур

630 - Третій контур

642 - Оцінювач SNR

644 - Генератор команд TPC

652 - Обчислення метрики

654 - Детектор стирання

656 - Коректування цільового SNR

662 - Декодер

664 - Коректування порога стирання

710 - Процесор даних TX

712 - Модулятор

714 - Передавальний блок

716 - Дуплексер

718 - Антена

720 - Контролер

722 - Запам'ятовуючий пристрій

724 - Процесор TPC

740 - Приймальний блок

742 - Демодулятор

744 - Процесор даних RX

752a, 752x - Антена

754a, 754x - Дуплексер

756a, 756x - Приймальний блок

758a, 758x - Демодулятор

760a, 760x - Процесор даних RX

770a, 770x - Контролер

772a, 772x - Запам'ятовуючий пристрій

774a, 774x - Оцінювач перешкод

776a, 776x - Генератор бітів OSI

782a, 782x - Процесор даних TX

784a, 784x - Модулятор

786a, 786x - Передавальний блок



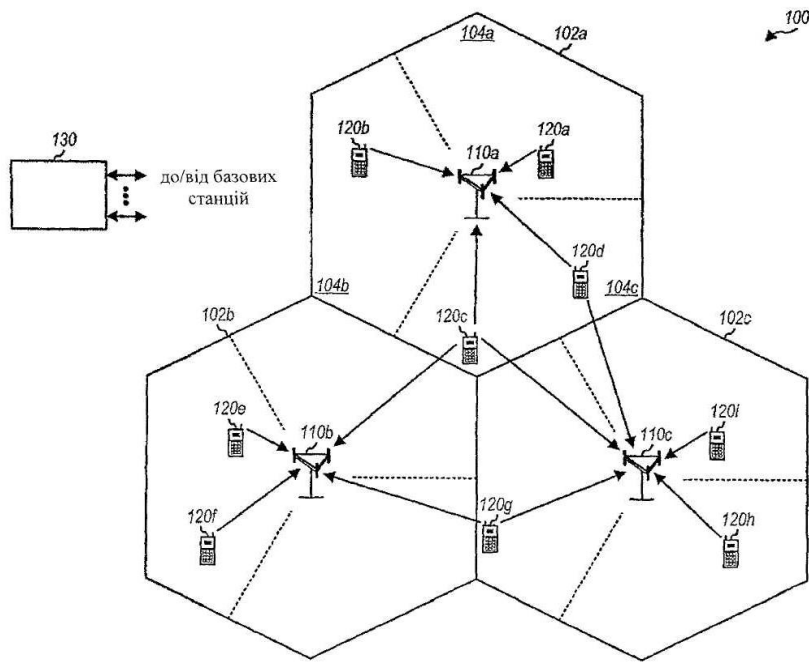


Fig. 1

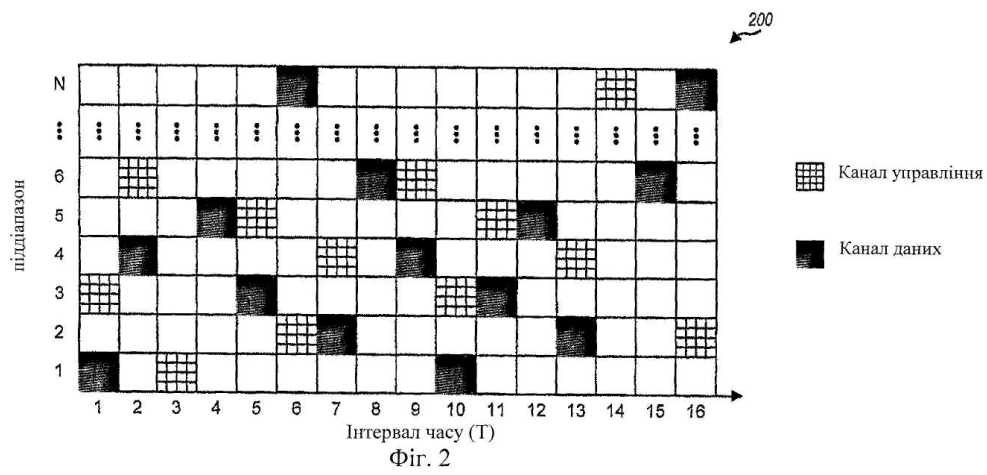
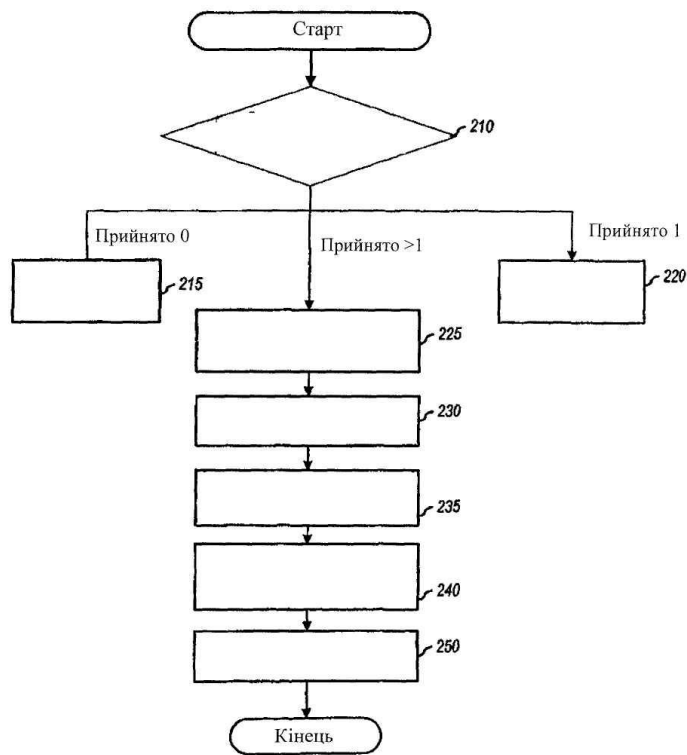
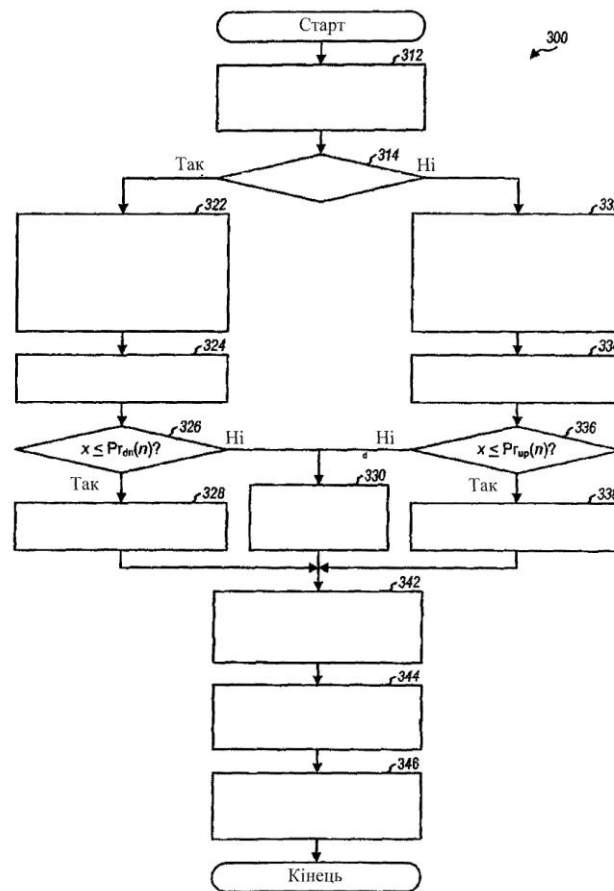


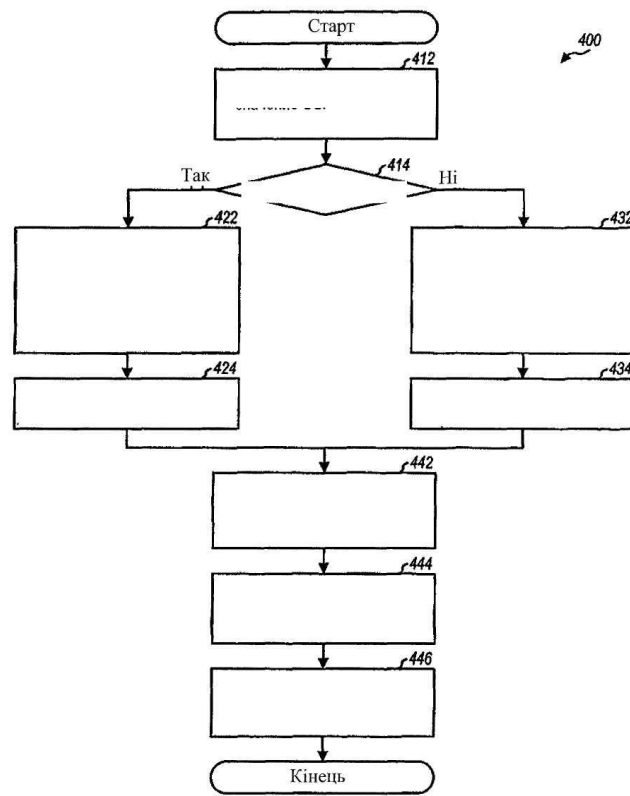
Fig. 2



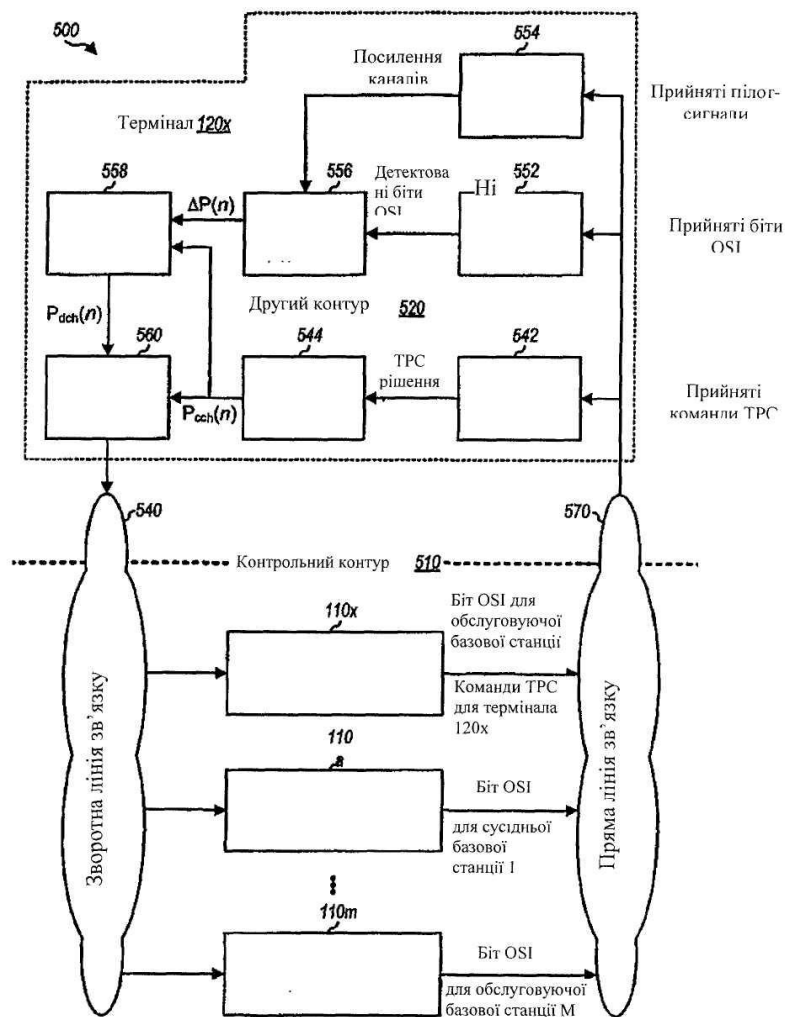
Фиг. 3



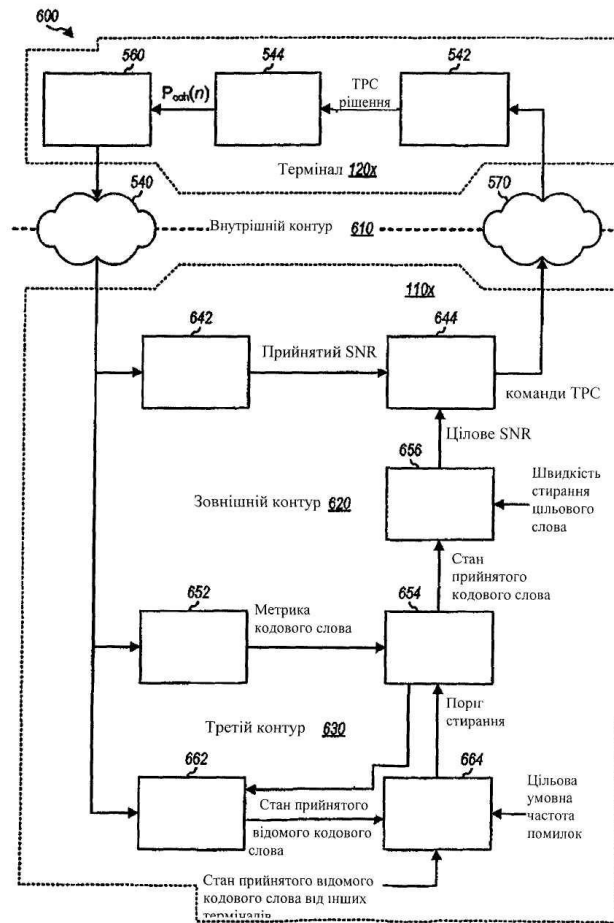
Фиг. 4А



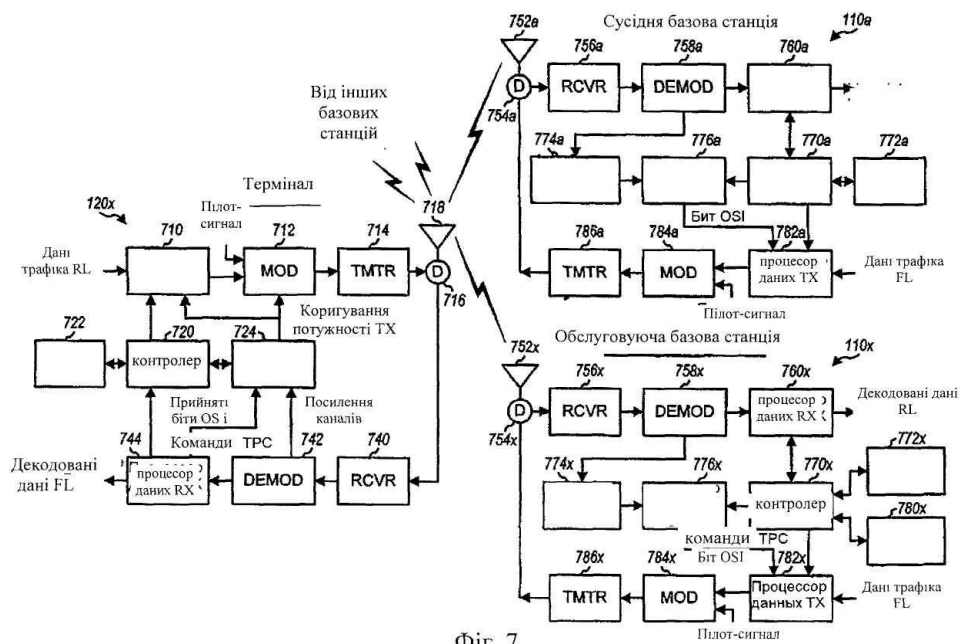
Фіг. 4В



Фіг. 5



Фіг. 6



Фіг. 7

