



УКРАЇНА

(19) UA (11) 94706 (13) C2

(51) МПК

H04W 28/02 (2009.01)

H04L 12/56 (2006.01)

H04B 7/005 (2006.01)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(54) КЕРУВАННЯ ПЕРЕШКОДОЮ У СИСТЕМІ БЕЗПРОВІДНОГО ЗВ'ЯЗКУ

1

2

(21) а200711353

(22) 15.03.2006

(24) 10.06.2011

(86) PCT/US2006/009550, 15.03.2006

(31) 60/662,176

(32) 15.03.2005

(33) US

(31) 11/158,584

(32) 21.06.2005

(33) US

(46) 10.06.2011, Бюл.№ 11, 2011 р.

(72) МЕСЕ МУРАТ, US, СУТИБОНГ АРАК, US,  
ДЖУЛІАН ДЕВІД ДЖОНАТАН, US

(73) КВЕЛКОММ ІНКОРПОРЕЙТЕД, US

(56) US 2001/053695 A1; 20.12.2001

EP 1320276 A; 18.06.2003

EP 0889663 A; 07.01.1999

US 2003/12425 A1, 03.07.2003

(57) 1. Пристрій для керування перешкодою, що містить:

контролер, виконаний з можливістю оцінювати перешкоду, яка сприймається сектором у результаті передач у сусідніх секторах, і забезпечувати оцінку перешкоди; і

контролер, виконаний з можливістю генерувати звіт про перешкоду на основі оцінки перешкоди, при цьому звіт про перешкоду вказує один з множини можливих рівнів перешкоди, які сприймаються сектором;

при цьому контролер виконаний з можливістю генерувати другий звіт про перешкоду на основі оцінки перешкоди, і при цьому другий звіт про перешкоду містить більш докладну інформацію про перешкоду, що сприймається сектором, ніж звіт про перешкоду.

2. Пристрій за п. 1, у якому контролер здатний відправляти другий звіт про перешкоду в щонайменше один із сусідніх секторів.

3. Пристрій за п. 1, у якому контролер здатний генерувати другий звіт про перешкоду, якщо оцінка перешкоди вища заздалегідь визначеного порога, або якщо щонайменше один із сусідніх секторів запитує другий звіт про перешкоду.

4. Спосіб керування перешкодою, здійснюваний сектором, що містить етапи, на яких:

одержують виміряну перешкоду, яка являє собою оцінку перешкоди, яка сприймається вказаним сектором у результаті передач в інших секторах; генерують звіт про перешкоду на основі виміряної перешкоди, при цьому звіт про перешкоду відображає виміряну перешкоду для вказаного сектора відносно множини рівнів перешкоди; і розсилають звіт про перешкоду на термінали в інших секторах.

5. Спосіб за п. 4, у якому оцінка перешкоди в даному піддіапазоні в даний період символів основана щонайменше частково на пілот-сигналі, прийнятому від терміналу.

6. Спосіб за п. 4, у якому оцінка перешкоди в даному піддіапазоні в даний період символів основана щонайменше частково на даних, прийнятих від терміналу.

7. Спосіб за п. 4, у якому виміряна перешкода є перешкодою, яка виміряна відносно теплового шуму.

8. Спосіб за п. 4, що містить також розсилання звітів про перешкоду, прийнятих від інших секторів на термінали, які обслуговуються вказаним сектором.

9. Спосіб керування перешкодою, здійснюваний терміналом, що містить етапи, на яких: приймають звіт про перешкоду, який розсилався сусіднім сектором; і

регулюють потужність передачі терміналу, основуючись на звіті про перешкоду.

10. Спосіб за п. 9, що також містить:

прийом множини звітів про перешкоду від множини сусідніх секторів; і

ідентифікацію найпотужнішого сусіднього сектора; при цьому потужність передачі терміналу регулюють на основі звіту про перешкоду, прийнятого від найпотужнішого сусіднього сектора.

11. Спосіб за п. 9, що містить також прийом множини звітів про перешкоду від множини сусідніх секторів, при цьому потужність передачі терміналу регулюють тільки на основі звітів про перешкоду від множини сусідніх секторів, включених в інший набір секторів перешкоди.

12. Спосіб за п. 11, у якому регулювання потужності передачі містить зниження потужності передачі, якщо який-небудь сусідній сектор з іншого набору

(13) C2

(11) 94706

(19) UA

секторів перешкоди сприймає високу або надмірну перешкоду.

13. Спосіб за п. 11, у якому регулювання потужності передачі містить:

визначення регулювання потужності передачі для кожного сусіднього сектора в іншому наборі секторів перешкоди; і

об'єднання регулювань потужності передачі для всіх сусідніх секторів в іншому наборі секторів перешкоди для одержання загального регулювання потужності передачі.

14. Сектор, сконфігурований для керування перешкодою, що містить:

процесор;

пам'ять, що знаходиться в електронному зв'язку із процесором; і

інструкції, що зберігаються в пам'яті, які виконуються для:

одержання вимірної перешкоди, яка являє собою оцінку перешкоди, що сприймається сектором у результаті передач в інших секторах;

генерування звіту про перешкоду на основі вимірної перешкоди, при цьому звіт про перешкоду відображає виміряну перешкоду для сектора відносно множини рівнів перешкоди; і

розсилання звіту про перешкоду на термінали в інших секторах.

15. Сектор за п. 14, у якому оцінка перешкоди в даному піддіапазоні в даний період символів основана щонайменше частково на пілот-сигналі, прийнятому від терміналу.

16. Сектор за п. 14, у якому оцінка перешкоди в даному піддіапазоні в даний період символів основана щонайменше частково на даних, прийнятих від терміналу.

17. Сектор за п. 14, у якому виміряна перешкода є перешкодою, що вимірюється відносно теплового шуму.

18. Сектор за п. 14, у якому інструкції також виконуються для розсилання звітів про перешкоду, прийнятих від інших секторів на термінали, що обслуговуються сектором.

19. Термінал, сконфігурований для керування перешкодою, що містить:

процесор;

пам'ять, що знаходиться в електронному зв'язку із процесором; і

інструкції, що зберігаються в пам'яті, які виконуються для:

одержання звіту про перешкоду, який надсилається сусіднім сектором; і

регулювання потужності передачі терміналу на основі вказаного звіту про перешкоду.

20. Термінал за п. 19, у якому інструкції також виконуються для:

прийому множини звітів про перешкоду від множини сусідніх секторів; і

ідентифікації найпотужнішого сусіднього сектора; при цьому

потужність передачі терміналу регулюють на основі звіту про перешкоду, прийнятого від найпотужнішого сусіднього сектора.

21. Термінал за п. 19, у якому інструкції також виконуються для прийому множини звітів про перешкоду від множини сусідніх секторів, і при цьому

потужність передачі терміналу регулюють тільки на основі звітів про перешкоду від множини сусідніх секторів, включених в інший набір секторів перешкоди.

22. Термінал за п. 21, у якому регулювання потужності передачі містить зниження потужності передачі, якщо який-небудь сусідній сектор з іншого набору секторів перешкоди сприймає високу або надмірну перешкоду.

23. Спосіб за п. 21, у якому регулювання потужності передачі містить:

визначення регулювання потужності передачі для кожного сусіднього сектора в іншому наборі секторів перешкоди; і

об'єднання регулювань потужності передачі для всіх сусідніх секторів в іншому наборі секторів перешкоди для одержання загального регулювання потужності передачі.

24. Сектор, сконфігурований для керування перешкодою, що містить:

засіб для одержання вимірної перешкоди, яка являє собою оцінку перешкоди, що сприймається сектором у результаті передач в інших секторах;

засіб для генерування звіту про перешкоду на основі вимірної перешкоди, при цьому звіт про перешкоду відображає виміряну перешкоду для сектора відносно множини рівнів перешкоди; і

засіб для розсилання звіту про перешкоду на термінали в інших секторах.

25. Сектор за п. 24, у якому оцінка перешкоди в даному піддіапазоні в даний період символів основана щонайменше частково на пілот-сигналі, прийнятому від терміналу.

26. Сектор за п. 24, у якому оцінка перешкоди в даному піддіапазоні в даний період символів основана щонайменше частково на даних, прийнятих від терміналу.

27. Термінал, сконфігурований для керування перешкодою, що містить:

засіб для одержання звіту про перешкоду, який надсилається сусіднім сектором; і

засіб для регулювання потужності передачі терміналу на основі вказаного звіту про перешкоду.

28. Термінал за п. 27, який також містить:

засіб для прийому множини звітів про перешкоду від множини сусідніх секторів; і

засіб для ідентифікації найпотужнішого сусіднього сектора; при цьому потужність передачі терміналу регулюють на основі звіту про перешкоду, прийнятого від найпотужнішого сусіднього сектора.

29. Термінал за п. 27, який також містить засіб для прийому множини звітів про перешкоду від множини сусідніх секторів, і при цьому потужність передачі терміналу регулюють тільки на основі звітів про перешкоду від множини сусідніх секторів, включених в інший набір секторів перешкоди.

30. Машиночитаний носій, що містить:

код для спонукання сектора одержувати виміряну перешкоду, яка являє собою оцінку перешкоди, що сприймається сектором у результаті передач в інших секторах;

код для спонукання сектора генерувати звіт про перешкоду на основі вимірної перешкоди, при цьому звіт про перешкоду відображає виміряну

перешкоду для сектора відносно множини рівнів перешкоди; і

код для спонукання сектора розсилати звіт про перешкоду на термінали в інших секторах.

31. Машиночитаний носій за п. 30, у якому оцінка перешкоди в даному піддіапазоні в даний період символів основана щонайменше частково на пілот-сигналі, прийнятому від терміналу.

32. Машиночитаний носій за п. 30, у якому оцінка перешкоди в даному піддіапазоні в даний період символів основана щонайменше частково на даних, прийнятих від терміналу.

33. Машиночитаний носій, що містить:

код для спонукання терміналу одержувати звіт про перешкоду, який надсилається сусіднім сектором; і код для спонукання терміналу регулювати потужність передачі терміналу на основі вказаного звіту про перешкоду.

34. Машиночитаний носій за п. 33, що також містить:

код для спонукання терміналу приймати множину звітів про перешкоду від множини сусідніх секторів; і

код для спонукання терміналу ідентифікувати найпотужніший сусідній сектор; при цьому

потужність передачі терміналу регулюють на основі звіту про перешкоду, прийнятого від найпотужнішого сусіднього сектора.

35. Машиночитаний носій за п. 33, що також містить код для спонукання терміналу приймати множину звітів про перешкоду від множини сусідніх секторів, при цьому потужність передачі терміналу регулюється тільки на основі звітів про перешкоду від множини сусідніх секторів, включених в інший набір секторів перешкоди.

36. Спосіб керування перешкодою, що містить етапи, на яких:

оцінюють перешкоду, що сприймається сектором у результаті передач у сусідніх секторах, і забезпечують оцінку перешкоди;

генерують звіт про перешкоду на основі оцінки перешкоди, при цьому звіт про перешкоду вказує один з множини можливих рівнів перешкоди, що сприймається сектором; і

генерують другий звіт про перешкоду на основі оцінки перешкоди, при цьому другий звіт про перешкоду містить більш докладну інформацію про перешкоду, що сприймається сектором, ніж звіт про перешкоду.

Дана заявка заявляє про пріоритет попередньої патентної заявки № 60/662,176, поданої 15 березня 2005 р. і включена сюди за допомогою посилання у повному об'ємі.

Дане розкриття стосується, загалом, галузі зв'язку і, зокрема, керування перешкодою у системі безпроводного зв'язку.

Система безпроводного зв'язку з множинним доступом може одночасно здійснювати зв'язок з множинними терміналами на прямій і зворотній лініях зв'язку. Пряма лінія зв'язку (або низхідна лінія зв'язку) - це лінія зв'язку від базових станцій до терміналів, і зворотна лінія зв'язку (або висхідна лінія зв'язку) - це лінія зв'язку від терміналів до базових станцій. Множинні термінали можуть одночасно передавати дані по зворотній лінії зв'язку і/або приймати дані по прямій лінії зв'язку. Це часто досягається за рахунок мультиплексування передач на кожній лінії зв'язку, що ортогональні одна одній у часовому, частотному і/або кодовому вимірюванні.

На зворотній лінії зв'язку передачі з терміналів, що здійснюють зв'язок з різними базовими станціями, звичайно не ортогональні одна одній. Тому кожний термінал може створювати перешкоду для інших терміналів, що здійснюють зв'язок з найближчими базовими станціями, а також може приймати перешкоду від цих інших терміналів. Продуктивність кожного терміналу знижується за рахунок перешкоди від інших терміналів, що здійснюють зв'язок з іншими базовими станціями.

Тому у техніці існує необхідність в ослабленні перешкоди у системі безпроводного зв'язку.

Тут описані техніки керування перешкодою, що сприймається кожним сектором з сусідніх секторів у системі безпроводного зв'язку.

Термін "сектор" може означати базову станцію або зону покриття базової станції. Сектор *m* оцінює перешкоду, що сприймається від терміналів у сусідніх секторах і одержує оцінку перешкоди. Для користувацького керування перешкодою, сектор *m* генерує звіт для передачі в ефірі (OTA) про перешкоду від іншого сектора (OSI) на основі оцінки перешкоди і розсилає звіт OTA OSI на термінали у сусідніх секторах. Ці термінали можуть, за необхідності, автономно регулювати свої потужності, що передаються, на основі звіту OTA OSI з сектора *m*, для зниження величини перешкоди, що сприймається сектором *m*. Звіт OTA OSI може вказувати один з множинних можливих рівнів перешкоди, що сприймається сектором *m*. Термінали у сусідніх секторах можуть регулювати свої потужності, що передаються, у різній мірі і/або у різних темпах в залежності від рівня перешкоди, що сприймається сектором *m*.

Для мережного керування перешкодою, сектор *m* генерує міжсекторний (IS) звіт OSI на основі оцінки перешкоди і відправляє звіт IS OSI у сусідні сектори. Звіт IS OSI може бути таким самим, як звіт OTA OSI, або може бути більш повним. Сектор *m* також приймає звіти IS OSI з сусідніх секторів і регулює передачі даних для терміналів у секторі *m* на основі прийнятих звітів IS OSI. Сектор *m* може регулювати передачі даних шляхом (1) керування введенням нових терміналів у сектор *m*, (2) скасування призначення раніше введених терміналів, (3) диспетчеризації терміналів у секторі *m* таким чином, щоб знизити перешкоду для сусідніх секторів, і/або (4) призначення терміналам у секторі *m* каналів трафіку, які обумовлюють зменшення пе-

решкоди для сусідніх секторів.

Різні аспекти і варіанти здійснення винаходу більш детально описані нижче.

Ознаки і характер даного винаходу стануть зрозумілими з докладного опису, наведеного нижче разом з кресленнями, на яких однакові посилені позиції означають відповідні елементи.

Фіг. 1 - система зв'язку, що має базові станції і термінали.

Фіг. 2 - процес, здійснюваний одним сектором, для керування перешкодою.

Фіг. 3 - процес, здійснюваний одним терміналом, для керування перешкодою.

Фіг. 4 - процес регулювання потужності, що передається, детерміністичним способом.

Фіг. 5 - процес регулювання потужності, що передається, ймовірнісним способом.

Фіг. 6 - механізм керування потужністю, придатний для керування перешкодою.

Фіг. 7 - блок-схема терміналу і двох базових станцій.

Слово "ілюстративний" використовується тут у значенні "такий, що служить прикладом, варіантом або ілюстрацією". Будь-який варіант здійснення, описаний тут як "ілюстративний", не обов'язково розглядати як переважний або такий, що має перевагу над іншими варіантами здійснення або конструкціями.

На фіг. 1 показана система безпроводного зв'язку 100, що має множинні базові станції 110 і множинні термінали 120. Базова станція, у загальному випадку, є фіксованою станцією, яка здійснює зв'язок з терміналами, і також може називатися точкою доступу, вузлом В, або яким-небудь іншим терміном. Кожна базова станція 110 забезпечує покриття послуги зв'язку для конкретної географічної області 102. Термін "стілник" може стосуватися базової станції і/або її зони покриття в залежності від контексту використання терміну. Для підвищення ємності системи, зону покриття базової станції можна розділити на множинні підобласті, наприклад, три підобласті 104a, 104b і 104c. Кожна підобласть обслуговується відповідною базовою приймально-передавальною підсистемою (BTS). Термін "сектор" може стосуватися BTS і/або її зони покриття в залежності від контексту використання терміну. Для секторизованого стільника, BTS для всіх секторів цього стільника звичайно суміщені на базовій станції стільника. Системний контролер 130 підключений до базових станцій 110 і забезпечує координацію та контроль для цих базових станцій.

Термінал може бути фіксованим або мобільним, і також може називатися мобільною станцією, безпроводним пристроєм, користувацьким обладнанням, або яким-небудь іншим терміном. Кожний термінал може не здійснювати зв'язок з жодною, здійснювати зв'язок з однією або з множинними базовими станціями у будь-який даний момент часу.

Описані тут техніки керування перешкодою можна використовувати для системи з секторизованими стільниками і системи з несекторизованими стільниками. У наведеному нижче описі термін "сектор" означає (1) традиційну BTS і/або її зону

покриття для системи з секторизованими стільниками і (2) традиційну базову станцію і/або її зону покриття для системи з несекторизованими стільниками. Терміни "термінал" і "користувач" використовуються взаємозамінно, і терміни "сектор" і "базова станція" також використовуються взаємозамінно. Обслуговуюча/ий базова станція/сектор - це базова станція/сектор, з якою/им термінал здійснює зв'язок. Сусідня/ій базова станція/сектор - це базова станція/сектор, з якою/им термінал не здійснює зв'язок.

Техніки керування перешкодою також можна використовувати для різних систем зв'язку множинного доступу. Наприклад, ці техніки можна використовувати для системи множинного доступу з кодовим розділенням (CDMA), системи множинного доступу з частотним розділенням (FDMA), системи множинного доступу з часовим розділенням (TDMA), системи множинного доступу з ортогональним частотним розділенням (OFDMA), системи з перемешуванням (IFDMA), локалізованої системи FDMA (LFDMA), системи множинного доступу з просторовим розділенням (SDMA), системи квазі-ортогонального множинного доступу і т.д. IFDMA також називається розподіленою FDMA, і LFDMA також називається вузькосмуговою FDMA або класичною FDMA. Система OFDMA використовує мультиплексування з ортогональним частотним розділенням (OFDM). OFDM, IFDMA і LFDMA ефективно здійснюють розбивання загальної смуги систем на множинні (K) ортогональні частотні піддіапазони. Ці піддіапазони також називаються тонами, піднесучими, бункерами і т.п. Кожний піддіапазон пов'язаний з відповідною піднесучою, яку можна модулювати даними. OFDM передає символи модуляції у частотному вимірюванні у всіх або деяких з K піддіапазонів. IFDMA передає символи модуляції у часовому вимірюванні у піддіапазонах, рівномірно розподілених по K піддіапазонах. LFDMA передає символи модуляції у часовому вимірюванні і звичайно у сусідніх піддіапазонах.

Відповідно до фіг. 1, кожний сектор може приймати "корисні" передачі з терміналів у секторі, а також "перешкодові" передачі з терміналів в інших секторах. Повна перешкода, що сприймається у кожному секторі, складається з (1) внутрішньосекторної перешкоди від терміналів у тому ж секторі і (2) міжсекторної перешкоди від терміналів в інших секторах. Міжсекторна перешкода, яка також називається перешкодою від іншого сектора (OSI), обумовлена тим, що передачі у кожному секторі не ортогональні передачам в інших секторах. Міжсекторна перешкода і внутрішньосекторна перешкода здійснюють великий вплив на продуктивність і підлягають ослабленню, яке описане нижче.

Міжсекторною перешкодою можна керувати з використанням різних механізмів, наприклад користувацького керування перешкодою і мережного керування перешкодою. Для користувацького керування перешкодою, термінали одержують інформацію про міжсекторну перешкоду, що сприймається сусідніми секторами, і відповідно регулюють свої потужності, що передаються, щоб підтримувати міжсекторну перешкоду на прийнятних рівнях.

Для мережного керування перешкодою, кожний сектор одержує інформацію про міжсекторну перешкоду, що сприймається сусідніми секторами, і регулює передачі даних для своїх терміналів таким чином, щоб підтримувати міжсекторну перешкоду на прийнятних рівнях. Система може використовувати тільки користувацьке керування перешкодою, або тільки мережне керування перешкодою, або обидва механізми керування. Кожний механізм керування перешкодою можна реалізувати різними способами, які описані нижче.

На фіг. 2 показаний процес 200, здійснюваний одним сектором  $m$  для керування міжсекторною перешкодою. Сектор  $m$  оцінює перешкоду, що сприймається від терміналів в інших секторах і одержує оцінку перешкоди (блок 210).

Для користувацького керування перешкодою, сектор  $m$  генерує звіт для передачі в ефірі (OTA) OSI на основі оцінки перешкоди (блок 212). Звіт OTA OSI відображає величину міжсекторної перешкоди, що сприймається сектором  $m$ , і може бути заданий у різних формах, як описано нижче. Сектор  $m$  розсилає звіт OTA OSI на термінали у сусідніх секторах (блок 214). Ці термінали можуть, за необхідності, регулювати свої потужності, що передаються, на основі звіту OTA OSI з сектора  $m$ , для зниження величини міжсекторної перешкоди, що сприймається сектором  $m$ .

Для мережного керування перешкодою, сектор  $m$  генерує міжсекторний (IS) звіт OSI на основі оцінки перешкоди (блок 222). Звіт IS OSI і звіт OTA OSI являють собою два звіти про перешкоду, які можуть мати однакові або різні формати. Наприклад, звіт IS OSI може бути ідентичний звіту OTA OSI. Альтернативно, сектор  $m$  може розсилати простий звіт OTA OSI на термінали у сусідніх секторах і може відправляти більш докладний звіт IS OSI у сусідні сектори. Сектор  $m$  може відправляти звіт IS OSI у сусідні сектори періодично або тільки, якщо сектор  $m$  сприймає надмірну перешкоду (блок 224). Сектор  $m$  також приймає звіти IS OSI від сусідніх секторів (блок 226). Швидкість обміну звітами IS OSI між секторами може дорівнювати або відрізнятися від швидкості розсилання звітів OTA OSI на термінали. Сектор  $m$  регулює передачі даних для терміналів у секторі  $m$  на основі звітів IS OSI, одержаних від сусідніх секторів (блок 228). Блоки, показані на фіг. 2, більш детально описані нижче.

Сектор  $m$  може оцінювати міжсекторну перешкоду різними способами. Для системи, що використовує ортогональне мультиплексування, один термінал може передавати дані або пілот-сигнал у кожному піддіапазоні у кожному період символу. Пілот-сигнал - це передача символів, які заздалегідь відомі передавачу і приймачу. Символ даних - це символ модуляції для даних, символ пілот-сигналу - це символ модуляції для пілот-сигналу, і символ модуляції є комплексним значенням точки векторної діаграми сигналу, наприклад, для M-PSK, M-QAM і т.п.

Сектор  $m$  може оцінювати перешкоду у даному піддіапазоні  $k$  у даний період символу  $n$  на основі пілот-сигналу, прийнятого від терміналу  $u$ , наступним чином:

$$I_m(k,n) = \left| \hat{H}_{m,u}(k,n) \cdot P_u(k,n) - R_{m,u}(k,n) \right|^2 \quad (1)$$

де  $P_u(k,n)$  - символ пілот-сигналу, переданий терміналом  $u$  у піддіапазоні  $k$  у період символу  $n$ ;

$\hat{H}_{m,u}(k,n)$  - оцінка коефіцієнта підсилення каналу між сектором  $m$  і терміналом  $u$ ;

$R_{m,u}(k,n)$  - прийнятий символ, одержаний сектором  $m$  з терміналу  $u$ ; і

$I_m(k,n)$  - оцінка перешкоди, що сприймається сектором  $m$ .

Всі величини у даному рівнянні (1) є скалярами.

Сектор  $m$  також може оцінювати перешкоду на основі даних, прийнятих з терміналу  $u$ , наступним чином:

$$I_m(k,n) = \left| \hat{H}_{m,u}(k,n) \cdot \hat{D}_{m,u}(k,n) - R_{m,u}(k,n) \right|^2 \quad (2)$$

де  $\hat{D}_{m,u}(k,n)$  - оцінка символу даних, переданого терміналом  $u$  у піддіапазоні  $k$  у період символу  $n$ . Сектор  $m$  може виводити оцінки символів даних  $\hat{D}_{m,u}(k,n)$ , (1) здійснюючи детектування даних на прийнятих символах  $R_{m,u}(k,n)$  за допомогою оцінки каналу  $\hat{H}_{m,u}(k,n)$  для одержання детектованих символів, (2) здійснюючи жорстке прийняття рішення на основі детектованих символів, і (3) використовуючи результати жорсткого прийняття рішень як оцінки символів даних. Альтернативно, сектор  $m$  може виводити оцінки символів даних (1) здійснюючи детектування даних на прийнятих символах, (2) декодувати детектовані символи для одержання декодованих даних, і (3) здійснюючи повторне кодування і символне відображення декодованих даних для одержання оцінок символів даних.

Сектор  $m$  також може здійснювати спільну оцінку каналу і перешкоди для одержання оцінних характеристик каналу і оцінок перешкоди.

Оцінка перешкоди  $I_m(k,n)$ , одержана з рівняння (1) або (2), включає в себе як міжсекторну перешкоду, так і внутрішньосекторну перешкоду. Внутрішньосекторну перешкоду можна підтримувати на прийнятних рівнях за допомогою керування потужністю, описаного нижче, і, таким чином, робити нехтувано малою у порівнянні з міжсекторною перешкодою.

Сектор  $m$  може усереднювати оцінки перешкоди у частотному, просторовому і/або часовому вимірюванні. Наприклад, сектор  $m$  може усереднювати оцінки перешкоди по множинних приймальних антенах. Сектор  $m$  може усереднювати оцінки перешкоди для всіх піддіапазонів з використанням будь-якої з наведених нижче схем вимірювання:

$$I_m(n) = \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K I_m(k,n), \quad (3)$$

$$I_m(n) = \left( \prod_{k=1}^K I_m(k,n) \right)^{1/K}, \quad (4)$$

$$\log \left( 1 + \frac{P_{nom}}{I_m(n)} \right) = \frac{1}{K} \cdot \sum_{k=1}^K \log \left( 1 + \frac{P_{nom}}{I_m(k,n)} \right), \quad (5)$$

де  $I_m(n)$  - середня потужність перешкоди для сектора  $m$  у період символу  $n$  і  $P_{nom}$  означає номінальну потужність, що приймається, для кожного піддіапазону.  $I_m(k,n)$  і  $I_m(n)$  виражені у лінійних одиницях у рівняннях (3)-(5). Рівняння (3) виражає взяття середнього арифметичного, рівняння (4) виражає взяття середнього геометричного, і рівняння (5) виражає усереднення на основі SNR. При обчисленні середнього арифметичного, невелике число високих оцінок перешкоди може перекошувати середню потужність перешкоди. Обчислення середнього геометричного і усереднення на основі SNR можуть придушувати високі оцінки перешкоди для невеликого числа піддіапазонів.

Сектор  $m$  може також фільтрувати середню потужність перешкоди по множинних періодах символу для підвищення якості оцінки перешкоди. Фільтрацію можна проводити за допомогою фільтра з кінцевою імпульсною характеристикою (KIX), фільтра з нескінченною імпульсною характеристикою (HIX) або фільтра якого-небудь іншого типу. Сектор  $m$  одержує виміряну перешкоду  $I_{meas,m}$ . Для кожного періоду вимірювання, який може охоплювати один або множинні періоди символу.

Сектор  $m$  генерує звіт OTA OSI на основі вимірної перешкоди. Відповідно до варіанту здійснення, виміряна перешкода квантується до заздалегідь визначеної кількості бітів, які включаються у звіт OTA OSI. Відповідно до іншого варіанту здійснення, звіт OTA OSI включає в себе один біт, який вказує, чи перевищує виміряна перешкода поріг перешкоди. Відповідно до ще одного варіанту здійснення, звіт OTA OSI включає в себе множинні біти, які виражають виміряну перешкоду відносно множинних порогів перешкоди. Для простоти, у наведеному нижче описі зазначений варіант здійснення, відповідно до якого звіт OTA OSI відображає виміряну перешкоду відносно двох порогів перешкоди.

Відповідно до варіанту здійснення, звіт OTA OSI включає в себе два біти OSI, які називаються бітом OSI 1 і бітом OSI 2. Ці біти OSI можна задати наступним чином:

$$\text{біт OSI 1} = \begin{cases} '1', & \text{якщо } I_{meas,m} \geq I_{nom\_th} \\ '0', & \text{якщо } I_{meas,m} < I_{nom\_th} \end{cases} \quad (6a)$$

$$\text{біт OSI 2} = \begin{cases} '1', & \text{якщо } I_{meas,m} \geq I_{high\_th} \\ '0', & \text{якщо } I_{meas,m} < I_{high\_th} \end{cases} \quad (6b)$$

де  $I_{nom\_th}$  - номінальний поріг перешкоди,  $I_{high\_th}$  - верхній поріг перешкоди, і  $I_{high\_th} > I_{nom\_th}$ . Біт OSI 1 вказує, вищою або нижчою є виміряна перешкода

$$\text{значення OSI} = \begin{cases} '2', & \text{якщо } IOT_{meas,m} \geq IOT_{high\_th} \\ '1', & \text{якщо } IOT_{high\_th} > IOT_{meas,m} \geq IOT_{nom\_th} \\ '0', & \text{якщо } IOT_{meas,m} < IOT_{nom\_th} \end{cases} \quad (8)$$

де  $IOT_{nom\_th}$  - номінальний поріг IOT і  $IOT_{high\_th}$  - верхній поріг IOT.

Біти/значення OSI також можна генерувати з використанням гістерезису, щоб індикація надмірної перешкоди не включалася дуже часто. Напри-

у порівнянні з номінальним порогом перешкоди. Біт OSI 2 вказує вищою або нижчою є виміряна перешкода у порівнянні з верхнім порогом перешкоди. У цьому варіанті здійснення передбачається, що сектор  $m$  сприймає низьку перешкоду, якщо виміряна перешкода нижча  $I_{nom\_th}$ , високу перешкоду, якщо виміряна перешкода знаходиться між  $I_{nom\_th}$  і  $I_{high\_th}$ , і надмірну перешкоду, якщо виміряна перешкода більша або дорівнює  $I_{high\_th}$ . Біт OSI 2 можна використовувати для індикації надмірної перешкоди, що сприймається сектором.

Відповідно до іншого варіанту здійснення, звіт OTA OSI включає в себе одне значення OSI, що має три рівні. Значення OSI можна задати наступним чином:

$$\text{значення OSI} = \begin{cases} '2', & \text{якщо } I_{meas,m} \geq I_{high\_th} \\ '1', & \text{якщо } I_{high\_th} > I_{meas,m} \geq I_{nom\_th} \\ '0', & \text{якщо } I_{meas,m} < I_{nom\_th} \end{cases} \quad (7)$$

Трьохрівневе значення OSI можна передавати з використанням векторної діаграми сигналу, що має три точки сигналу. Наприклад, значення OSI '0' можна передавати за допомогою символу  $1+j0$  або  $e^{j0}$ , значення OSI '1' можна передавати за допомогою символу  $0+j1$  або  $e^{j\pi/2}$ , і значення OSI '2' можна передавати за допомогою символу  $-1+j0$  або  $e^{j\pi}$ .

Альтернативно, сектор  $m$  може одержувати виміряну перешкоду відносно теплового шуму (IOT), тобто співвідношення повної потужності перешкоди, що сприймається сектором  $m$ , до потужності теплового шуму. Повну потужність перешкоди можна обчислити як описано вище. Потужність теплового шуму можна оцінювати, вимикаючи передавач і вимірюючи шум на приймачі. Для системи можна вибрати конкретну робочу точку. Більш висока робоча точка дозволяє терміналам передавати, в середньому, на більш високих рівнях потужності. Однак, висока робоча точка негативно впливає на енергетичний баланс ліній зв'язку і може бути небажаною. Для даної максимальної потужності, що передається, і даної швидкості передачі даних, допустимі максимальні втрати на трасі зменшуються зі збільшенням IOT. Дуже висока робоча точка також небажана, оскільки система може одержати обмеження на перешкоду, і у цьому випадку збільшення потужності, що передається, не приводить до збільшення SNR прийому. Крім того, дуже висока робоча точка збільшує ймовірність дестабілізації системи. У будь-якому випадку, сектор  $m$  може задати своє трьохрівневе значення OSI наступним чином:

клад, біт OSI 2 можна задавати рівним '1' тільки, якщо виміряна перешкода перевищує верхній поріг протягом першого проміжку часу  $T_{w1}$  (наприклад, 50 мілісекунд) і можна задавати рівним '0' тільки, якщо виміряна перешкода нижча верхнього

порога протягом другого проміжку часу  $T_{w2}$ . Як інший приклад, біт OSI 2 можна задавати рівним '1' тільки, якщо виміряна перешкода перевищує перший верхній поріг  $I_{high\_th1}$ , і потім можна задавати рівним '0' тільки, якщо виміряна перешкода падає нижче другого верхнього порога  $I_{high\_th2}$ , де  $I_{high\_th1} > I_{high\_th2}$ .

Сектор  $m$  розсилає свій звіт OTA OSI, який може містити два біти OSI або трьохрівневе значення OSI, для користувацького керування перешкодою. Сектор  $m$  може розсилати звіт OTA OSI різними способами. Відповідно до варіанту здійснення, сектор  $m$  розсилає звіт OTA OSI у кожний період вимірювання. Відповідно до іншого варіанту здійснення, сектор  $m$  розсилає біт OSI 1 у кожний період вимірювання і розсилає біт OSI 2 тільки, якщо цей біт заданий рівним '1'. Сектор  $m$  також може розсилати OSI звіти з інших секторів на термінали у секторі  $m$  для поліпшення покриття OSI.

Сектор  $m$  також відправляє свій звіт IS OSI у сусідні сектори для мережного керування перешкодою. Звіт IS OSI може містити два біти OSI, трьохрівневе значення OSI, виміряну перешкоду, квантовану до заздалегідь визначеної кількості бітів, або яку-небудь іншу інформацію. Сектор  $m$  може відправляти звіт IS OSI у кожний період вимірювання, або тільки, якщо сприймається надмірна перешкода, або якщо виконується який-небудь інший критерій. Інший сектор  $q$  також може запитувати у сектора  $m$  звіт IS OSI, якщо термінали у секторі  $q$  вказують, що вони не можуть прийняти біти OSI з сектора  $m$ . Кожний сектор використовує звіти IS OSI з сусідніх секторів для керування передачами даних з терміналів у своєму секторі для ослаблення міжсекторної перешкоди у сусідніх секторах.

Мережне керування перешкодою можна забезпечувати різними способами.

Деякі варіанти здійснення мережного керування перешкодою описані нижче.

В одному варіанті здійснення, сектор  $m$  здійснює диспетчеризацію терміналів у секторі на основі звітів IS OSI, одержаних від сусідніх секторів. Наприклад, якщо в одному або декількох сусідніх секторах спостерігається надмірна перешкода, то сектор  $m$  може знижувати потужності, що передаються, які використовуються терміналами, позбавленими переваг, у секторі  $m$ , щоб ці термінали створювали меншу перешкоду для інших секторів. Термінал, позбавлений переваг, має малий коефіцієнт підсилення каналу (або великі втрати на трасі) для обслуговуючого сектора і змушений передавати на високому рівні потужності, щоб досягти даного співвідношення сигнал/шум+перешкода (SNR) в обслуговуючому секторі. Термінал, позбавлений переваг, звичайно розташовується ближче до сусіднього сектора, і високий рівень потужності, що передається, приводить до високої міжсекторної перешкоди для цього сусіднього сектора.

Сектор  $m$  може ідентифікувати термінали, позбавлені переваг, на основі різних метрик якості, наприклад, коефіцієнта підсилення каналу, інтенсивності пілот-сигналу, співвідношення сигнал/шум (C/N), співвідношення коефіцієнтів підсилення каналу і т.п. Ці метрики якості можна оцінювати на

основі пілот-сигналу і/або інших сигналів, що передаються терміналами. Наприклад, оцінний коефіцієнт підсилення каналу для терміналу можна порівнювати з пороговим коефіцієнтом підсилення каналу, і термінал можна вважати терміналом, позбавленим переваг, якщо його коефіцієнт підсилення каналу нижчий порогового коефіцієнта підсилення каналу. Сектор  $m$  може знижувати потужності, що передаються, які використовуються терміналами, позбавленими переваг, (1) зменшуючи верхню межу потужності, що передається, яка застосовна до терміналів, (2) зменшуючи нижню межу потужності, що передається, яка застосовна до терміналів, (3) призначаючи терміналам, позбавленим переваг, більш низькі швидкості передачі даних, які потребують більш низьких SNR і, отже, більш низьких потужностей, що передаються, (4) не вносячи термінали, позбавлені переваг, у графік передачі даних, або (5) використовуючи який-небудь інший метод або комбінацію методів.

Відповідно до іншого варіанту здійснення, сектор  $m$  використовує керування введенням для ослаблення міжсекторної перешкоди, що сприймається сусідніми секторами. Наприклад, якщо в одному або декількох сусідніх секторах спостерігається надмірна перешкода, то сектор  $m$  може знижувати кількість активних терміналів у секторі, (1) блокуючи доступ до нових терміналів, що запитують передачу по зворотній лінії зв'язку, (2) блокуючи доступ до терміналів, позбавлених переваг, (3) відмінюючи призначення терміналів, яким вже був наданий доступ, (4) відмінюючи призначення терміналів, позбавлених переваг, або (5) використовуючи які-небудь інші методи керування введенням. Частоту скасування призначення терміналів також можна зробити функцією звітів IS OSI від сусідніх секторів (наприклад, рівнів перешкоди, що сприймаються), кількості сусідніх секторів, що сприймають надмірну перешкоду, і/або інших факторів. Таким чином, сектор  $m$  може регулювати навантаження сектора на основі звітів IS OSI від сусідніх секторів.

Відповідно до ще одного варіанту здійснення, сектор  $m$  призначає канали трафіку терміналам у секторі таким чином, щоб ослаблювати міжсекторну перешкоду, що сприймається сусідніми секторами. Наприклад, кожному сектору може бути призначений набір каналів трафіку, які можуть по черзі призначатися терміналам у секторі. Сусідні сектори також можуть спільно використовувати загальний набір каналів трафіку, ортогональний набору каналів трафіку, призначених кожному сектору. Якщо в одному або декількох сусідніх секторах спостерігається надмірна перешкода, то сектор  $m$  може призначити терміналам, позбавленим переваг, у секторі  $m$  канали трафіку у загальному наборі. У такому випадку, ці термінали, позбавлені переваг, не будуть створювати перешкоду для сусідніх секторів, оскільки канали трафіку у загальному наборі ортогональні каналам трафіку, призначеним сусіднім секторам. Як інший приклад, кожному сектору може бути призначений набір каналів трафіку, які можуть призначатися потужним терміналам, для яких допустимі високі рівні перешкоди. Якщо в одному або декількох сусідніх

секторах спостерігається надмірна перешкода, то сектор  $m$  може призначати терміналам, позбавленим переваг, у секторі  $m$  канали трафіку, призначені потужним терміналам у сусідніх секторах.

Для простоти, наведений вище опис стосується, в основному, одного сектора  $m$ . Кожний сектор у системі може здійснювати описане вище керування перешкодою для сектора  $m$ .

Користувацьке керування перешкодою також можна забезпечувати різними способами. Відповідно до варіанту здійснення, користувацьке керування перешкодою здійснюється, коли терміналам дозволено автономно регулювати свої потужності, що передаються, на основі звітів OTA OSI, одержаних від сусідніх секторів.

На фіг. 3 показаний процес 300, здійснюваний одним терміналом  $u$  для керування перешкодою. Термінал  $u$  приймає звіт OTA OSI від сусіднього сектора (блок 312). Потім здійснюється визначення, чи сприймає сусідній сектор надмірну перешкоду, наприклад, чи дорівнює біт OSI 2 '1' (блок 314). Якщо відповідь 'Так', термінал  $u$  знижує свою потужність, що передається, зі збільшеним кроком зменшення  $i$  або у більш високому темпі (блок 316). В іншому випадку, здійснюється визначення, чи сприймає сусідній сектор високу перешкоду, наприклад, чи дорівнюють біт OSI 1 '1' і біт OSI 2 '0', відповідно (блок 318). Якщо відповідь 'Так', термінал  $u$  знижує свою потужність, що передається, з номінальним кроком зменшення  $i$  або у номінальному темпі (блок 320). В іншому випадку, термінал  $u$  збільшує свою потужність, що передається, з номінальним кроком збільшення  $i$  або у номінальному темпі (блок 322).

На фіг. 3 показаний варіант здійснення, відповідно до якого звіт OTA OSI відображає міжсекторну перешкоду, що сприймається сусіднім сектором, за допомогою одного з трьох можливих рівнів - низького, високого і надмірного. Процес 300 можна поширити на будь-яку кількість рівнів перешкоди. У загальному випадку, потужність, що передається, для терміналу  $u$  можна (1) знижувати з кроком зменшення, що має пряму залежність від величини перешкоди, що сприймається сусіднім сектором (наприклад, чим більша перешкода, тим більший крок зменшення), коли виміряна перешкода вища даного порога,  $i$  або (2) збільшувати з кроком збільшення, який має обернену залежність від величини перешкоди, що сприймається сусіднім сектором (наприклад, чим менша перешкода, тим більший крок збільшення), коли виміряна перешкода нижча даного порога. Величину кроку  $i$  або темп регулювання також можна визначати на основі інших параметрів, наприклад, поточного рівня потужності, що передається, для терміналу, коефіцієнта підсилення каналу для сусіднього сектора відносно коефіцієнта підсилення каналу для обслуговуючого сектора, попередніх звітів OTA OSI і т.д.

Термінал  $u$  може регулювати свою потужність, що передається, на основі звіту OTA OSI від одного або множинних сусідніх секторів. Термінал  $u$  може оцінювати коефіцієнт підсилення каналу для кожного сектора на основі пілот-сигналу, прийнятого від сектора. Потім термінал  $u$  може виводити

співвідношення коефіцієнтів підсилення каналу для кожного сусіднього сектора наступним чином:

$$r_i(n) = \frac{g_{ns,i}(n)}{g_{ss}(n)} \quad (9)$$

де  $g_{ns,i}(n)$  - коефіцієнт підсилення каналу між терміналом  $u$  і сусіднім сектором  $i$ ;

$g_{ss}(n)$  - коефіцієнт підсилення каналу між терміналом  $u$  і обслуговуючим сектором;  $i$

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

В одному варіанті здійснення, термінал  $u$  ідентифікує найпотужніший сусідній сектор з найбільшим співвідношенням коефіцієнтів підсилення каналу. Потім термінал  $u$  регулює свою потужність, що передається, на основі звіту OTA OSI тільки від найпотужнішого сусіднього сектора. Відповідно до іншого варіанту здійснення, термінал  $u$  регулює свою потужність, що передається, на основі звітів OTA OSI від всіх секторів у наборі OSI. Цей набір OSI може містити (1)  $T$  найпотужніших сусідніх секторів, де  $T \geq 1$ , (2) сусідні сектори зі співвідношенням коефіцієнтів підсилення каналу, що перевищує порогове відношення коефіцієнтів підсилення каналу, (3) сусідні сектори з коефіцієнтами підсилення каналу, що перевищують пороговий коефіцієнт підсилення каналу, (4) сусідні сектори, включені у список сусідів, що розсилається обслуговуючим сектором, або (5) яку-небудь іншу групу сусідніх секторів. Термінал  $u$  може регулювати свою потужність, що передається, різними способами на основі звітів OTA OSI від множинних сусідніх секторів з набору OSI. Наприклад, термінал  $u$  може знижувати свою потужність, що передається, якщо який-небудь сусідній сектор з набору OSI сприймає високу або надмірну перешкоду. Як інший приклад, термінал  $u$  може визначати регулювання потужності, що передається, для кожного сусіднього сектора з набору OSI і потім може об'єднувати регулювання для всіх сусідніх секторів з набору OSI для одержання загального регулювання потужності, що передається.

У загальному випадку, регулювання потужності, що передається, для керування перешкодою можна здійснювати спільно з різними схемами керування потужністю. Для простоти, конкретна схема керування потужністю описана нижче. Для цієї схеми керування потужністю, потужність, що передається, каналу трафіку, призначеного терміналу  $u$ , можна виразити у вигляді:

$$P_{dch}(n) = P_{ref}(n) + \Delta P(n), \quad (10)$$

де  $P_{dch}(n)$  - потужність, що передається, каналу трафіку для інтервалу оновлення  $n$ ;

$P_{ref}(n)$  - опорний рівень потужності для інтервалу оновлення  $n$ ;  $i$

$\Delta P(n)$  - дельта потужності, що передається, для інтервалу оновлення  $n$ .

Рівні потужності, що передається,  $P_{dch}(n)$  і  $P_{ref}(n)$  і дельта потужності, що передається,  $\Delta P(n)$  задані у децибелах (дБ).

Опорний рівень потужності  $P_{ref}(n)$  - це величина потужності, що передається, необхідна для одержання цільового SNR для вказаної передачі, яка може являти собою сигналізацію, що передається терміналом  $u$  по каналу керування, або яку-



небудь іншу передачу. Опорний рівень потужності і цільову SNR можна регулювати для досягнення потрібного рівня продуктивності для вказаної передачі, наприклад, 1% рівня пакетної помилки (PER). Якщо передача даних по каналу трафіку і вказана передача знаходяться у подібних умовах шуму і перешкоди, то SNR прийому для передачі даних,  $SNR_{dch}(n)$ , можна оцінювати наступним чином:

$$SNR_{dch}(n) = SNR_{target} + \Delta P(n). \quad (11)$$

Дельта потужності, що передається,  $\Delta P(n)$  можна регулювати детерміністичним способом, ймовірнісним способом або яким-небудь іншим способом на основі звітів OTA OSI від сусідніх секторів. Потужність, що передається, можна регулювати (1) у різній мірі для різних рівнів перешкоди з використанням детерміністичного регулювання або (2) у різних темпах для різних рівнів перешкоди з використанням ймовірнісного регулювання. Ілюстративні детерміністична і ймовірнісна схеми регулювання потужності, що передається, описані нижче. Для простоти, наведений нижче опис стосується регулювання потужності, що передається, для біта OSI, який приймається від одного сусіднього сектора. Цей біт OSI може бути бітом OSI 1 або 2.

На фіг. 4 показаний процес 400 регулювання потужності, що передається, терміналу і детерміністичним способом. Спочатку, термінал і обробляє звіт OTA OSI від сусіднього сектора (блок 412) і визначає, чи дорівнює біт OSI '1' або '0' (блок 414). Якщо біт OSI дорівнює '1', що вказує, що перешкода, яка сприймається, перевищує поріг перешкоди, термінал і визначає величину зниження потужності, що передається, або крок зменшення  $\Delta P_{dn}(n)$  (блок 422).  $\Delta P_{dn}(n)$  можна визначити на основі дельти потужності, що передається, для попереднього інтервалу оновлення,  $\Delta P(n-1)$ , і співвідношення коефіцієнтів підсилення каналу для сусіднього сектора,  $r_{ns}(n)$ . Потім термінал і зменшує дельту потужності, що передається, на  $\Delta P_{dn}(n)$  (блок 424). Якщо ж біт OSI дорівнює '0', термінал і визначає величину підвищення потужності, що передається, або крок збільшення  $\Delta P_{up}(n)$  (блок 432).  $\Delta P_{up}(n)$  також можна визначати на основі  $\Delta P(n-1)$  і  $r_{ns}(n)$ . Потім термінал і збільшує дельту потужності, що передається, на  $\Delta P_{up}(n)$  (блок 434). Регулювання потужності, що передається, в блоках 424 і 434 можна виразити наступним чином:

$$\Delta P(n) = \begin{cases} \Delta P(n-1) + \Delta P_{up}(n), & \text{якщо біт OSI} = '0' \\ \Delta P(n-1) - \Delta P_{dn}(n), & \text{якщо біт OSI} = '1' \end{cases} \quad (12)$$

Після блоків 424 і 434, термінал і обмежує дельту потужності, що передається,  $\Delta P(n)$  у межах допустимих значень дельти потужності, що передається, (блок 442), наступним чином:

$$\Delta P(n) \in [\Delta P_{min}, \Delta P_{max}] \quad (13)$$

де  $\Delta P_{min}$  - мінімальна дельта потужності, що передається, допустима для каналу трафіку, і

$\Delta P_{max}$  - максимальна дельта потужності, що передається, допустима для каналу трафіку.

Обмежуючи значення дельти потужності, що передається, для всіх терміналів у секторі у діапазоні дельти потужності, що передається, відповідно до рівняння (13), можна підтримувати внутріш-

ньосекторну перешкоду на прийнятних рівнях. Мінімальну дельту потужності, що передається,  $\Delta P_{min}$  можна регулювати за допомогою контура керування, щоб гарантувати, що кожний термінал може відповідати вимогам класу якості обслуговування (QoS), якому належить термінал.  $\Delta P_{min}$  для різних класів QoS можна регулювати у різних темпах і/або з різним кроком.

Потім термінал і обчислює потужність, що передається,  $P_{dch}(n)$  каналу трафіку на основі дельти потужності, що передається,  $\Delta P(n)$  і опорного рівня потужності  $P_{ref}(n)$ , відповідно до рівняння (10) (блок 444). Термінал і може обмежувати потужність, що передається,  $P_{dch}(n)$  максимальним рівнем потужності  $P_{max}$  (блок 446) наступним чином:

$$P_{dch}(n) = \begin{cases} P_{dch}(n), & \text{якщо } P_{dch}(n) \leq P_{max} \\ P_{max}, & \text{в іншому випадку} \end{cases} \quad (14)$$

Термінал і використовує потужність, що передається,  $P_{dch}(n)$  для передачі даних по каналу трафіку.

Відповідно до варіанту здійснення, величини кроку  $\Delta P_{dn}(n)$  і  $\Delta P_{up}(n)$  можна обчислити наступним чином:

$$\Delta P_{dn}(n) = f_{dn}(\Delta P_{dn,min}, \Delta P(n-1), r_{ns}(n), k_{dn}) \quad (15a)$$

$$\Delta P_{up}(n) = f_{up}(\Delta P_{up,min}, \Delta P(n-1), r_{ns}(n), k_{up}) \quad (15b)$$

де  $\Delta P_{dn,min}$  і  $\Delta P_{up,min}$  - мінімальні значення для  $\Delta P_{dn}(n)$  і  $\Delta P_{up}(n)$ , відповідно;

$k_{dn}$  і  $k_{up}$  - масштабні коефіцієнти для  $\Delta P_{dn}(n)$  і  $\Delta P_{up}(n)$ , відповідно; і

$f_{dn}()$  і  $f_{up}()$  - функції для обчислення  $\Delta P_{dn}(n)$  і  $\Delta P_{up}(n)$ , відповідно.

Функцію  $f_{dn}()$  можна задати так, щоб  $\Delta P_{dn}(n)$  знаходився у прямій залежності від  $\Delta P(n-1)$  і  $r_{ns}(n)$ . Якщо сусідній сектор сприймає високу або надмірну перешкоду, то (1) збільшення коефіцієнта підсилення каналу для сусіднього сектора приводить до збільшення  $\Delta P_{dn}(n)$ , і (2) збільшення значення  $\Delta P(n-1)$  приводить до збільшення  $\Delta P_{dn}(n)$ . Функцію  $f_{up}()$  можна задати так, щоб  $\Delta P_{up}(n)$ , знаходився в оберненій залежності від  $\Delta P(n-1)$  і  $r_{ns}(n)$ . Якщо сусідній сектор сприймає низьку перешкоду, то (1) збільшення коефіцієнта підсилення каналу для сусіднього сектора приводить до зменшення  $\Delta P_{up}(n)$  і (2) збільшення значення  $\Delta P(n-1)$  приводить до зменшення  $\Delta P_{up}(n)$ .

На фіг. 4 показана обробка для одного біта OSI від одного сусіднього сектора. Коли сусідній сектор сприймає надмірну перешкоду, можна використовувати більше значення  $\Delta P_{dn}(n)$ . Коли сусідній сектор сприймає високу перешкоду, можна використовувати менше значення  $\Delta P_{dn}(n)$ . Різні величини кроку зменшення можна одержувати, наприклад, використовуючи різні масштабні коефіцієнти  $k_{dn1}$  і  $k_{dn2}$  для високої і надмірної перешкоди, відповідно.

На фіг. 5 показаний процес 500 регулювання потужності, що передається, терміналу і ймовірнісним способом. Спочатку, термінал і обробляє звіт OTA OSI від сусіднього сектора (блок 512) і визначає, чи дорівнює біт OSI '1' або '0' (блок 514). Якщо біт OSI дорівнює '1' термінал і визначає

ймовірність зниження потужності, що передається,  $Pr_{dn}(n)$ , наприклад, на основі  $\Delta P(n-1)$  і  $r_{ns}(n)$  (блок 522). Потім термінал у довільно вибирає значення  $x$  між 0,0 і 1,0, де  $x$  - це випадкова змінна, рівномірно розподілена між 0,0 і 1,0 (блок 524). Якщо у блоці 526 визначено, що  $x$  менше або дорівнює  $Pr_{dn}(n)$ , термінал у зменшує свою дельту потужності, що передається, на  $\Delta P_{dn}$  (блок 528). Якщо ж  $x$  більше  $Pr_{dn}(n)$ , термінал у підтримує дельту потужності, що передається, на поточному рівні (блок 530).

Якщо у блоці 514 визначено, що біт OSI дорівнює

$$\Delta P(n) = \begin{cases} \Delta P(n-1) - \Delta P_{dn}, & \text{якщо біт OSI} = '1' \text{ і } x \leq Pr_{dn}(n), \\ \Delta P(n-1) + \Delta P_{up}, & \text{якщо біт OSI} = '0' \text{ і } x \leq Pr_{up}(n), \\ \Delta P(n-1), & \text{в іншому випадку.} \end{cases}$$

ноє '0', термінал у визначає ймовірність збільшення потужності, що передається,  $Pr_{up}(n)$ , наприклад, на основі  $\Delta P(n-1)$  і  $r_{ns}(n)$  (блок 532). Потім термінал у довільно вибирає значення  $x$  між 0,0 і 1,0 (блок 534). Якщо у блоці 536 визначено, що  $x$  менше або дорівнює  $Pr_{up}(n)$ , термінал у збільшує свою дельту потужності, що передається, на  $\Delta P_{up}$  (блок 538). Якщо ж  $x$  більше, ніж  $Pr_{up}(n)$ , термінал у підтримує дельту потужності, що передається, на поточному рівні (блок 530). Регулювання потужності, що передається, у блоках 528, 530, і 538 можна виразити наступним чином:

(16)

$\Delta P_{dn}$  і  $\Delta P_{up}$  можуть мати однакові значення (наприклад, 0,25 дБ, 0,5 дБ, 1,0 дБ і т.д.) або різні значення.

Після блоків 528, 530 і 538, термінал у обмежує дельту потужності, що передається, відповідно до рівняння (13) (блок 542). Потім термінал у обчислює потужність, що передається,  $P_{dch}(n)$  на основі дельти потужності, що передається,  $\Delta P(n)$  і опорного рівня потужності  $P_{ref}(n)$ , відповідно до рівняння (10) (блок 544), і додатково обмежує потужність, що передається,  $P_{dch}(n)$  максимальним рівнем потужності, відповідно до рівняння (14) (блок 546). Термінал у використовує

потужність, що передається,  $P_{dch}(n)$  для передачі даних по каналу трафіку. Відповідно до варіанту здійснення, ймовірності обчислюються наступним чином:

$$Pr_{dn}(n) = f'_{dn}(Pr_{dn,min}, \Delta P(n-1), r_{ns}(n), k_{dn}) \quad (17a)$$

$$Pr_{up}(n) = f'_{up}(Pr_{up,min}, \Delta P(n-1), r_{ns}(n), k_{up}) \quad (17b)$$

де  $Pr_{dn,min}$  і  $Pr_{up,min}$  - мінімальні значення  $Pr_{dn}(n)$  і  $Pr_{up}(n)$ , відповідно; і

$f'_{dn}()$  і  $f'_{up}()$  - функції для обчислення  $Pr_{dn}(n)$  і  $Pr_{up}(n)$ , відповідно.

Функцію  $f'_{dn}()$  можна задати так, щоб  $Pr_{dn}(n)$  знаходилася у прямій залежності від  $\Delta P(n-1)$  і  $r_{ns}(n)$ . Якщо сусідній сектор сприймає високу або надмірну перешкоду, то (1) збільшення коефіцієнта підсилення каналу для сусіднього сектора приводить до збільшення  $Pr_{dn}(n)$  і (2) збільшення значення  $\Delta P(n-1)$  приводить до збільшення  $Pr_{dn}(n)$ . Збільшення  $Pr_{dn}(n)$  приводить до збільшення ймовірності зниження потужності, що передається. Функцію  $f'_{up}()$  можна задати так, щоб  $Pr_{up}(n)$  знаходилася в оберненій залежності від  $\Delta P(n-1)$  і  $r_{ns}(n)$ . Якщо сусідній сектор сприймає низьку перешкоду, то (1) збільшення коефіцієнта підсилення каналу для сусіднього сектора приводить до зменшення  $Pr_{up}(n)$  і (2) збільшення значення  $\Delta P(n-1)$  приводить до зменшення  $Pr_{up}(n)$ . Зменшення  $Pr_{up}(n)$  приводить до зменшення ймовірності підвищення потужності, що передається.

На фіг. 5 показана обробка для одного біта OSI від одного сусіднього сектора. Коли сусідній

сектор сприймає надмірну перешкоду, можна використовувати більше значення  $Pr_{dn}(n)$ . Коли сусідній сектор сприймає високу перешкоду, можна використовувати менше значення  $Pr_{dn}(n)$ . Різні ймовірності зниження і, отже, різні темпи регулювання потужності можна одержувати, наприклад, використовуючи різні масштабні коефіцієнти  $k_{dn1}$  і  $k_{dn2}$  для високої і надмірної перешкоди, відповідно.

У загальному випадку, різні функції можна використовувати для обчислення величин кроку  $\Delta P_{dn}(n)$  і  $\Delta P_{up}(n)$  і ймовірностей  $Pr_{dn}(n)$  і  $Pr_{up}(n)$ . Функцію можна задавати на основі різних параметрів, наприклад, поточної потужності, що передається, поточної дельти потужності, що передається, поточного звіту OTA OSI, попередніх звітів OTA OSI, коефіцієнтів підсилення каналу і т.д. Різні функції можуть по-різному впливати на різні характеристики керування потужністю, наприклад, швидкість сходження регулювання потужності, що передається, і розподіл значень дельти потужності, що передається, для терміналів у системі. Величини кроку і ймовірності також можна визначати на основі пошукових таблиць або іншими засобами.

Описані вище регулювання потужності, що передається, і/або керування введенням також можна здійснювати на основі класу QoS, класу пріоритету користувача і т.п. Наприклад, термінал, що використовує екстрений зв'язок, і поліцейський термінал можуть мати більш високий пріоритет і можуть мати можливість регулювати потужність, що передається, у більш високому темпі і/або з кроком більшого розміру, ніж користувач з нормальним пріоритетом. Як інший приклад, термінал, що передає мовний трафік, може регулювати потужність, що передається, у більш повільному темпі і/або з кроком меншого розміру.

Термінал у також може змінювати режим регулювання потужності, що передається, на основі попередніх звітів OTA OSI, одержаних з сусідніх секторів. Наприклад, термінал у може знижувати свою потужність, що передається, з конкретним кроком зменшення і/або у конкретному темпі, якщо сусідній сектор повідомляє про надмірну перешкоду, і може знижувати потужність, що передається, з кроком зменшення більшого розміру і/або у

більш високому темпі, якщо сусідній сектор продовжує повідомляти про надмірну перешкоду. Альтернативно або додатково, термінал  $u$  може ігнорувати  $\Delta P_{\min}$  у рівнянні (13), якщо сусідній сектор повідомляє про надмірну перешкоду, або якщо сусідній сектор продовжує повідомляти про надмірну перешкоду.

Різні варіанти здійснення керування потужністю для ослаблення міжсекторної перешкоди були описані вище. Керування перешкодою і потужністю також можна здійснювати іншими способами, не виходячи за межі об'єму винаходу.

Відповідно до варіанту здійснення, кожний сектор розсилає свій звіт OTA OSI на термінали у сусідніх секторах, як описано вище. Звіт OTA OSI можна розсилати з достатньою потужністю, що передається, для досягнення необхідного покриття у сусідніх секторах. Кожний термінал може приймати звіти OTA OSI від сусідніх секторів і обробляти ці звіти OTA OSI таким чином, щоб досягати досить низької частоти невірної детектування і досить низької ймовірності помилкового попередження. Невірне детектування означає невіддале детектування переданого біта або значення OSI. Помилкове попередження означає помилкове детектування прийнятого біта OSI або значення. Наприклад, якщо біт OSI передається з використанням BPSK, термінал може декларувати прийнятий біт OSI таким, що дорівнює (1) '0', якщо детектований біт OSI нижчий першого порога, біт  $OSI < B_{th}$ , (2) '1', якщо детектований біт OSI перевищує другий поріг, біт  $OSI > B_{th}$ , і (3) пустий біт в іншому випадку,  $+B_{th} \geq \text{біт OSI} \geq -B_{th}$ . Термінал звичайно може досягати компромісу між частотою невірної детектування з ймовірністю помилкового попередження, регулюючи пороги, що використовуються для детектування.

Відповідно до іншого варіанту здійснення, кожний сектор також розсилає звіти OTA OSI, що генеруються сусідніми секторами, на термінали у цьому секторі. Таким чином, кожний сектор грає роль посередника для сусідніх секторів. Цей варіант здійснення може гарантувати, що кожний термінал може надійно приймати звіти OTA OSI, що генеруються сусідніми секторами, оскільки термінал може приймати ці звіти OTA OSI від обслуговуючого сектора. Цей варіант здійснення добре підходить для побудови асиметричної мережі, в якій зони покриття сектора мають різні розміри. Сектори меншого розміру звичайно передають на більш низьких рівнях потужності, і звіти OTA OSI, що розсилаються цими секторами меншого розміру, не можуть надійно прийматися терміналами у сусідніх секторах. Тоді сектори меншого розміру будуть користуватися звітами OTA OSI, що розсилаються сусідніми секторами.

У загальному випадку, даний сектор  $m$  може розсилати звіти OTA OSI, що генеруються будь-якою кількістю і будь-яким з інших секторів. Відповідно до варіанту здійснення, сектор  $m$  розсилає звіти OTA OSI, що генеруються секторами зі списку сусідів для сектора  $m$ . Список сусідів може формуватися оператором мережі або яким-небудь іншим способом. Відповідно до іншого варіанту здійснення, сектор  $m$  розсилає звіти OTA OSI, що

генеруються всіма секторами, включеними в активні набори терміналів у секторі  $m$ . Кожний термінал може підтримувати активний набір, який включає в себе всі сектори, з якими термінал здійснює зв'язок. Сектори можна додавати в активний набір або видаляти з нього при здійсненні хендверу терміналу з одного сектора в інший. Відповідно до ще одного варіанту здійснення, сектор  $m$  розсилає звіти OTA OSI, що генеруються всіма секторами, включеними у набори кандидатів терміналів у секторі  $m$ . Кожний термінал може підтримувати набір кандидатів, що включає в себе всі сектори, з якими термінал може здійснювати зв'язок. Сектори можна додавати у набір кандидатів або видаляти з нього, наприклад, на основі коефіцієнта підсилення каналу і/або якого-небудь іншого параметра. Відповідно до ще одного варіанту здійснення, сектор  $m$  розсилає звіти OTA OSI, що генеруються всіма секторами, включеними у набори OSI терміналів у секторі  $m$ . Набір OSI для кожного терміналу можна задати описаним вище чином.

Як зазначено вище, система може використовувати тільки користувацьке керування перешкодою або тільки мережне керування перешкодою. Користувацьке керування перешкодою може мати більш просту реалізацію, оскільки кожний сектор і кожний термінал може діяти автономно. Мережне керування перешкодою може забезпечувати підвищення продуктивності, оскільки керування перешкодою здійснюється у координації один з одним. Система також може використовувати як користувацьке, так і мережне керування перешкодою одночасно. Система також може використовувати користувацьке керування перешкодою у будь-який час і може залучати мережне керування перешкодою тільки, якщо сприймається надмірна перешкода. Система також може залучати будь-який тип керування перешкодою для різних умов роботи.

На фіг. 6 показаний механізм 600 керування потужністю, який можна використовувати для регулювання потужності, що передається, для терміналу 120x у системі 100. Термінал 120x здійснює зв'язок з обслуговуючим сектором 110x і може створювати перешкоду для сусідніх секторів 110a-1101. Механізм 600 керування потужністю включає в себе (1) опорний контур 610, який діє між терміналом 120x і обслуговуючим сектором 110x, і (2) другий контур 620, який діє між терміналом 120x і сусідніми секторами 110a-1101. Опорний контур 610 і другий контур 620 можуть діяти одночасно, але можуть оновлюватися у різних темпах, причому опорний контур 610 є більш швидким контуром, ніж другий контур 620. Для простоти, на фіг. 6 показана тільки частина контурів 610 і 620, розміщених на терміналі 120x.

Опорний контур 610 регулює опорний рівень потужності  $P_{ref}(n)$ , щоб SNR прийому для вказаної передачі, що вимірюється в обслуговуючому секторі 110x, було якомога ближче до цільового SNR. Для опорного контура 610, обслуговуючий сектор 110x оцінює SNR прийому для вказаної передачі, порівнює SNR прийому з цільовим SNR, і генерує команди керування потужністю, що передається, (TPC), на основі результатів порівняння. Кожна

команда TPC може являти собою або (1) команду UP, що призначає підвищити опорний рівень потужності, або (2) команду DOWN, що призначає знизити опорний рівень потужності. Обслуговуючий сектор 110x передає команди TPC по прямій лінії зв'язку (хмара 670) на термінал 120x.

На терміналі 120x, процесор 642 команд TPC детектує команди TPC, що передаються обслуговуючим сектором 110x, і видає рішення на TPC. Кожне рішення на TPC може являти собою рішення на підвищення, якщо одержана команда TPC розпізнається як команда UP, або рішення на зниження, якщо одержана команда TPC розпізнається як команда DOWN. Блок 644 регулювання опорної потужності регулює опорний рівень потужності на основі рішень на TPC. Блок 644 може підвищувати  $P_{ref}(n)$  на крок збільшення для кожного рішення на підвищення і знижувати  $P_{ref}(n)$  на крок зменшення для кожного рішення на зниження. Процесор 660 даних передачі масштабує (TX) вказану передачу для досягнення опорного рівня потужності. Термінал 120x направляє вказану передачу в обслуговуючий сектор 110x.

Внаслідок ефектів втрат на трасі, завмирання і багатопроменевго поширення на зворотній лінії зв'язку (хмара 640), які звичайно змінюються з часом і особливо для мобільного терміналу, SNR прийому для вказаної передачі безперервно флюктує. Опорний контур 610 намагається підтримувати SNR прийому для вказаної передачі таким, що дорівнює, або близьким до цільового SNR за наявності змін умов каналу зворотної лінії зв'язку.

Другий контур 620 регулює потужність, що передається,  $P_{dch}(n)$  для каналу трафіку, призначеного терміналу 120x, щоб використовувати якомога вищий рівень потужності для каналу трафіку, у той же час, підтримуючи міжсекторну перешкоду на прийнятих рівнях. Для другого контура 620, кожний сусідній сектор 110 приймає передачі по зворотній лінії зв'язку, оцінює міжсекторну перешкоду, що сприймається сусіднім сектором від терміналів в інших секторах, генерує звіт OTA OSI на основі оцінки перешкоди і розсилає звіт OTA OSI на термінали в інших секторах.

На терміналі 120x, процесор 652 звітів OSI приймає звіти OTA OSI, що розсилаються сусідніми секторами, і видає детектовані OSI звіти на блок 656 обчислення дельти потужності, що передається. Блок 654 оцінки каналу приймає пілот-сигнали від обслуговуючих і сусідніх секторів, оцінює коефіцієнт підсилення каналу для кожного сектора і видає оцінні коефіцієнти підсилення каналу для всіх секторів на блок 656. Блок 656 визначає співвідношення коефіцієнтів підсилення каналу для сусідніх секторів і додатково регулює дельту потужності, що передається,  $\Delta P(n)$  на основі детектованих звітів OSI і співвідношень коефіцієнтів підсилення каналу, як описано вище. Блок 656 може здійснювати процеси 300, 400 і/або 500, показані на фіг. 3-5. Блок 658 обчислення потужності, що передається, обчислює потужність, що передається,  $P_{dch}(n)$  на основі опорного рівня потужності, що передається,  $P_{ref}(n)$ , одержаного від блоку 644, дельти потужності, що передається,  $\Delta P(n)$ , одержаної від блоку 656, і, можливо, інших

факторів. Процесор 660 даних TX використовує потужність, що передається,  $P_{dch}(n)$  для передачі даних в обслуговуючий сектор 110x.

На фіг. 6 показаний ілюстративний механізм керування потужністю, який можна використовувати для керування перешкодою. Керування перешкодою також можна здійснювати іншими способами і/або з параметрами, відмінними від описаних вище.

На фіг. 7 показана блок-схема варіанту здійснення терміналу 120x, обслуговуючої базової станції 110x і сусідньої базової станції 110y. Для простоти, у наведеному нижче описі передбачається використання механізму 600 керування потужністю, показаного на фіг. 6.

На зворотній лінії зв'язку, на терміналі 120x, процесор 710 даних TX здійснює декодування, перемешовування і символне відображення даних трафіку і даних керування зворотної лінії зв'язку (RL) і видає символи даних. Модулятор (Mod) 712 відображає символи даних і символи пілот-сигналу у належних піддіапазонах і періодах символу, здійснює модуляцію OFDM, якщо застосована, і видає послідовність чіпів з комплексними значеннями. Передавальний блок (TMTR) 714 здійснює обробку (наприклад, перетворення до аналогового вигляду, підсилення, фільтрацію і перетворення з підвищенням частоти) послідовності чіпів і генерує сигнал зворотної лінії зв'язку, який передається через антену 716.

На обслуговуючій базовій станції 110x, множинні антени 752xа-752xt приймають сигнали зворотної лінії зв'язку з терміналу 120x та інших терміналів. Кожна антена 752x видає прийнятий сигнал на відповідний приймальний блок (RCVR) 754x. Кожний приймальний блок 754x здійснює обробку (наприклад, фільтрацію, підсилення, перетворення з пониженням частоти і оцифровування) прийнятого сигналу, здійснює демодуляцію OFDM, якщо застосовно, і видає прийняті символи. Просторовий процесор 758 RX здійснює просторову обробку приймача на символах, прийнятих від всіх приймальних блоків і видає оцінки символів даних, які є оцінками переданих символів даних. Процесор 760x даних RX знімає відображення, знімає перемешовування і декодує оцінки символів даних і видає декодовані дані для терміналу 120x та інших терміналів, що обслуговуються у даний момент базовою станцією 110x.

Обробку передачі прямої лінії зв'язку можна здійснювати аналогічно до описаного вище для зворотної лінії зв'язку. Обробка передач на прямій і зворотній лініях зв'язку звичайно визначається системою.

Для керування перешкодою і потужністю, на обслуговуючій базовій станції 110x, просторовий процесор 758x RX оцінює SNR прийому для терміналу 120x, оцінює міжсекторну перешкоду, що сприймається базовою станцією 110x, і видає оцінне SNR для терміналу 110x і оцінку перешкоди (наприклад, виміряну перешкоду  $I_{meas,m}$ ) на контролер 770x. Контролер 770x генерує команди TPC для терміналу 120x на основі оцінного SNR для терміналу і цільового SNR. Контролер 770x може генерувати звіт OTA OSI і/або звіт IS OSI на основі

оцінки перешкоди. Контролер 770х також може приймати звіти IS OSI від сусідніх секторів через блок 774х зв'язку (Comm). Команди TPC, звіт OTA OSI для базової станції 110х і, можливо, звіти OTA OSI для інших секторів обробляються процесором 782х даних TX і просторовим процесором 784х TX, обробляються передавальними блоками 754х-754хт, і передаються через антени 752х-752хт. Звіт IS OSI від базової станції 110х можна передавати у сусідні сектори через блок 774х зв'язку.

На сусідній базовій станції 110у, просторовий процесор 758у RX оцінює міжсекторну перешкоду, що сприймається базовою станцією 110у, і видає оцінку перешкоди на контролер 770у. Контролер 770у може генерувати звіт OTA OSI і/або звіт IS OSI на основі оцінки перешкоди. Звіт OTA OSI обробляється і розсилається на термінали у системі. Звіт IS OSI можна передавати у сусідні сектори через блок 774у зв'язку.

На терміналі 120х, антена 716 приймає сигнали прямої лінії зв'язку від обслуговуючих і сусідніх базових станцій і видає прийнятий сигнал на приймальний блок 714. Прийнятий сигнал обробляється і оцифровується приймальним блоком 714 і додатково обробляється демодулятором (Demod) 742 і процесором 744 даних RX. Процесор 744 видає команди TPC, що передаються обслуговуючою базовою станцією 110х для терміналу 120х, і звіти OTA OSI, що розсилаються сусідніми базовими станціями. Блок оцінки каналу у демодуляторі 742 оцінює коефіцієнт підсилення каналу для кожної базової станції. Контролер 720 детектує одержані команди TPC і оновлює опорний рівень потужності на основі рішень на TPC. Контролер 720 також регулює потужність, що передається, для каналу трафіку на основі звітів OTA OSI, одержаних від сусідніх базових станцій, і коефіцієнтів підсилення каналу для обслуговуючих і сусідніх базових станцій. Контролер 720 забезпечує потужність, що передається, для каналу трафіку, призначеного терміналу 120х. Процесор 710 і/або модулятор 712 масштабує символи даних на основі потужності, що передається, що забезпечується контролером 720.

Контролери 720, 770х і 770у керують операціями різних блоків обробки на терміналі 120х і базовій станції 110х і 110у, відповідно. Ці контролери також можуть здійснювати різні функції для керування перешкодою і потужністю. Наприклад, у контролері 720 можуть бути реалізовані будь-які або всі блоки 642-658, показані на фіг. 6 і/або процеси 300, 400 і/або 500, показані на фіг. 3-5. У контролері 770 для кожної базової станції 110 може бути повністю або частково реалізований процес 200, показаний на фіг. 2. У блоках пам'яті 722, 772х і 772у зберігаються дані і програмні коди для контролерів 720, 770х, і 770у, відповідно. Диспетчер 780х здійснює диспетчеризацію терміналів для зв'язку з базовою станцією 110х, а також призначає канали трафіку запланованим терміналам, наприклад, на основі звітів IS OSI від сусідніх базових станцій.

Описані тут техніки керування перешкодою можна реалізувати різними засобами. Наприклад, ці техніки можна реалізувати апаратними засоба-

ми, програмними засобами або комбінованими засобами. Для апаратної реалізації, блоки обробки, що використовуються для здійснення керування перешкодою на базовій станції можна реалізувати у вигляді одного/однієї або декількох спеціалізованих інтегральних схем (CIC), цифрових сигнальних процесорів (ЦСП), пристроїв цифрової обробки сигналів (ПЦОС), програмованих логічних пристроїв (ПЛП), програмованих користувачем вентиляльних матриць (ПКВМ), процесорів, контролерів, мікроконтролерів, мікропроцесорів, електронних пристроїв, інших електронних блоків, призначених для здійснення описаних тут функцій, або їх комбінації. Блоки обробки, що використовуються для здійснення керування перешкодою на терміналі, також можуть бути реалізовані у вигляді одного/однієї або декількох CIC, ЦСП, процесорів, електронних пристроїв і т.д.

Для програмної реалізації, техніки керування перешкодою можна реалізувати у вигляді модулів (наприклад, процедур, функцій і т.д.), які здійснюють описані тут функції. Програмні коди можуть зберігатися у блоці пам'яті (наприклад, блоці пам'яті 722, 772х або 772у, показаному на фіг. 7) і виконуватися процесором (наприклад, контролером 720, 770х або 770у). Блок пам'яті можна реалізувати всередині процесора або поза процесором.

Наведений вище опис розкритих варіантів здійснення наданий, щоб фахівець у даній галузі міг використовувати даний винахід. Фахівцеві у даній галузі повинні бути очевидні різні модифікації цих варіантів здійснення, і розкриті тут загальні принципи можна застосовувати до інших варіантів здійснення, не виходячи за межі суті і об'єму винаходу. Таким чином, даний винахід не обмежується показаними тут варіантами здійснення, але підлягає розгляду у найширшому об'ємі, що узгоджується з розкритими тут принципами і ознаками новизни.

Список посилальних позицій:

- 100 - Система безпроводного зв'язку
- 102a, 102b, 102c - Географічна область
- 104a, 104b, 104c - Підобласть
- 110 - Базова станція
- 120 - Термінал
- 130 - Системний контролер
- 200 - Процес для керування міжсекторною перешкодою
- 210 - Оцінити перешкоду, що сприймається, від терміналів в інших секторах
- 212 - Генерувати звіт OTA OSI на основі оцінки перешкоди
- 214 - Розсилати звіт OTA OSI на термінали в інших секторах
- 222 - Генерувати звіт OTA OSI на основі оцінки перешкоди
- 224 - Направляти звіт OTA OSI у сусідні сектори періодично або тільки, якщо сприймається надмірна міжсекторна перешкода
- 226 - Прийняти звіти OTA OSI від сусідніх секторів
- 228 - Регулювати передачі даних для терміналів у секторі на основі прийнятих звітів OTA OSI
- 300 - Процес для керування перешкодою

312 - Прийняти звіт OTA OSI від сусіднього сектора

314 - Сусідній сектор сприймає надмірну перешкоду?

316 - Знижувати потужність, що передається, з кроком більшого розміру  $i$  або у більш швидкому темпі

318 - Сусідній сектор сприймає високу перешкоду?

320 - Знижувати потужність, що передається, з кроком номінального розміру  $i$  або у номінальному темпі

322 - Збільшувати потужність, що передається, з кроком номінального розміру  $i$  або у номінальному темпі

400 - Процес регулювання потужності детерміністичним способом

412 - Прийняти звіт OTA OSI від сусіднього сектора

414 - Біт OSI = '1'?

422 - Визначити розмір кроку зменшення  $\Delta P_{dn}(n)$  на основі дельти потужності, що передається, і співвідношення коефіцієнтів підсилення каналу для сусіднього сектора

424 - Зменшити дельту потужності, що передається, на  $\Delta P_{dn}(n)$

432 - Визначити розмір кроку збільшення  $\Delta P_{up}(n)$  на основі дельти потужності, що передається, і співвідношення коефіцієнтів підсилення каналу для сусіднього сектора

434 - Збільшити дельту потужності, що передається, на  $\Delta P_{up}(n)$

442 - Обмежити дельту потужності, що передається, межами  $[\Delta P_{min}, \Delta P_{max}]$

444 - Обчислити потужність, що передається,  $P_{dch}(n)$  на основі дельти потужності, що передається

446 - Збільшити потужність, що передається,  $P_{dch}(n)$  максимальним рівнем потужності, що передається,  $P_{max}$

500 - Регулювання потужності ймовірнісним способом

512 - Прийняти звіт OTA OSI від сусіднього сектора

514 - Біт OSI = '1'?

522 - Визначити ймовірність зниження потужності, що передається,  $Pr_{dn}(n)$ , на основі дельти потужності, що передається, і співвідношення коефіцієнтів підсилення каналу для сусіднього сектора

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

526 -  $X \leq Pr_{dn}(n)$ ?

528 - Зменшити дельту потужності, що пере-

дається, на  $\Delta P_{dn}$

530 - Підтримувати дельту потужності на постійному рівні

532 - Визначити ймовірність збільшення потужності, що передається,  $Pr_{up}(n)$ , на основі дельти потужності, що передається, і співвідношення коефіцієнтів підсилення каналу для сусіднього сектора

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

536 -  $X \leq Pr_{un}(n)$ ?

538 - Збільшити дельту потужності, що передається, на  $\Delta P_{up}$

542 - Обмежити дельту потужності, що передається, межами  $[\Delta P_{min}, \Delta P_{max}]$

544 - Обчислити потужність  $P_{dch}(n)$ , що передається, на основі дельти потужності, що передається

546 - Збільшити потужність  $P_{dch}(n)$ , що передається, максимальним рівнем потужності  $P_{max}$ , що передається

600 - Механізм керування потужністю

610 - Опорний контур

620 - Другий контур

640 - Зворотна лінія зв'язку

642 - Процесор команд TPC

644 - блок регулювання опорної потужності

652 - Процесор звітів OSI

654 - Блок оцінки каналу

656 - Регулювання дельти потужності, що передається

658 - Обчислення потужності, що передається

660 - Процесор даних TX

670 - Пряма лінія зв'язку

710 - Процесор даних TX

712 - Модулятор

714 - Приймально-передавальний блок

716 - Антена

720 - Контролер

722 - Пам'ять

742 - Демодулятор

744 - Процесор даних RX

752ха, 752хт, 752уа, 752ут - Антена

754ха, 754хт, 754уа, 754ут - Приймально-передавальний блок

758х, 758у - Просторовий процесор RX

760х, 760у - Процесор даних RX

770х, 770у - Контролер

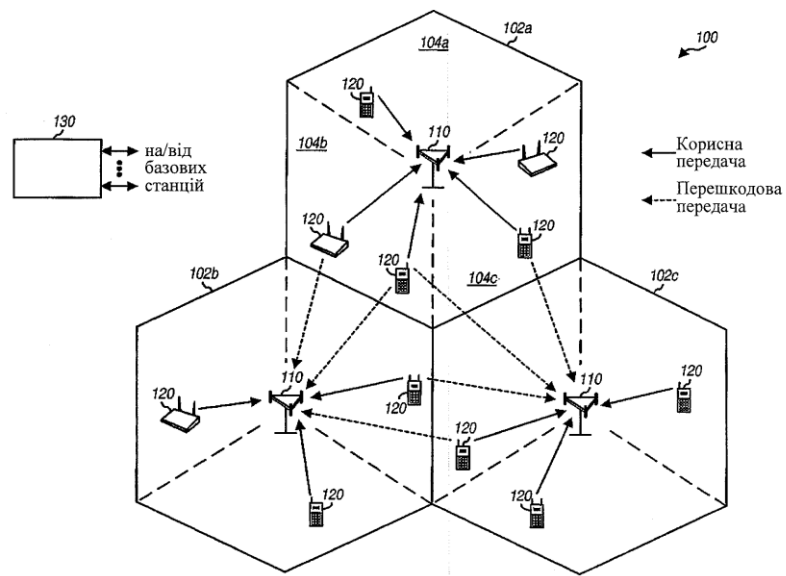
772х, 772у - Пам'ять

774х, 774у - Блок зв'язку

780х - Диспетчер

782х, 782у - Процесор даних TX

784х, 784у - Просторовий процесор TX



Фіг. 1

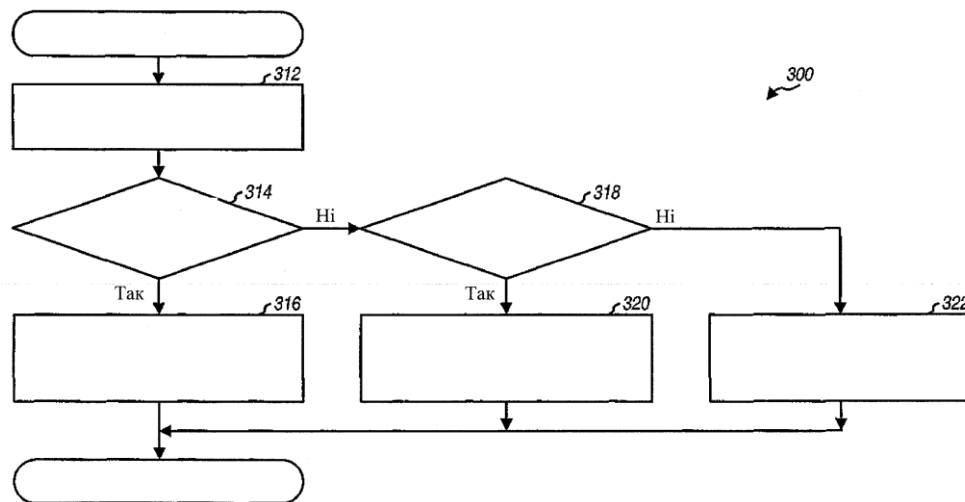


Фіг. 2

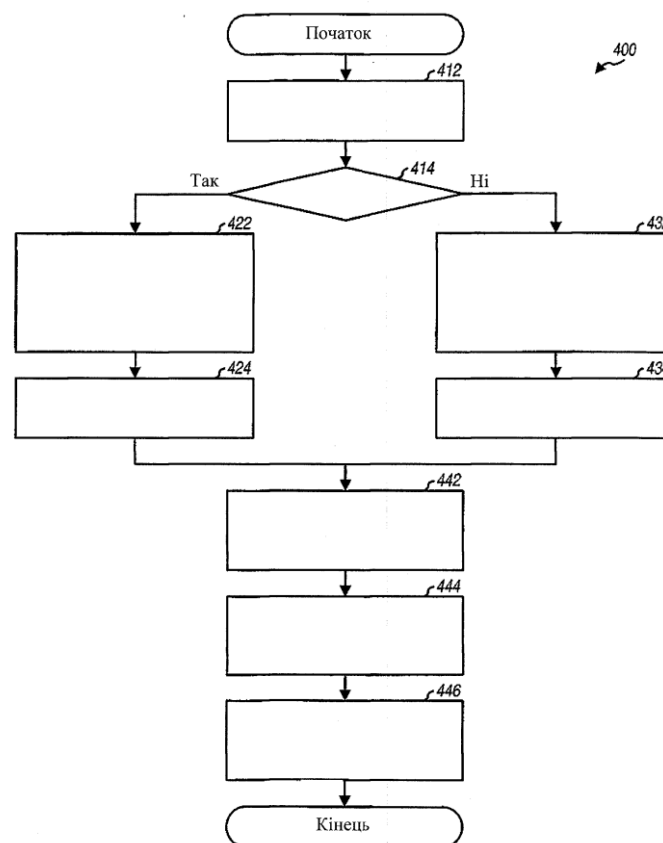
31

94706

32

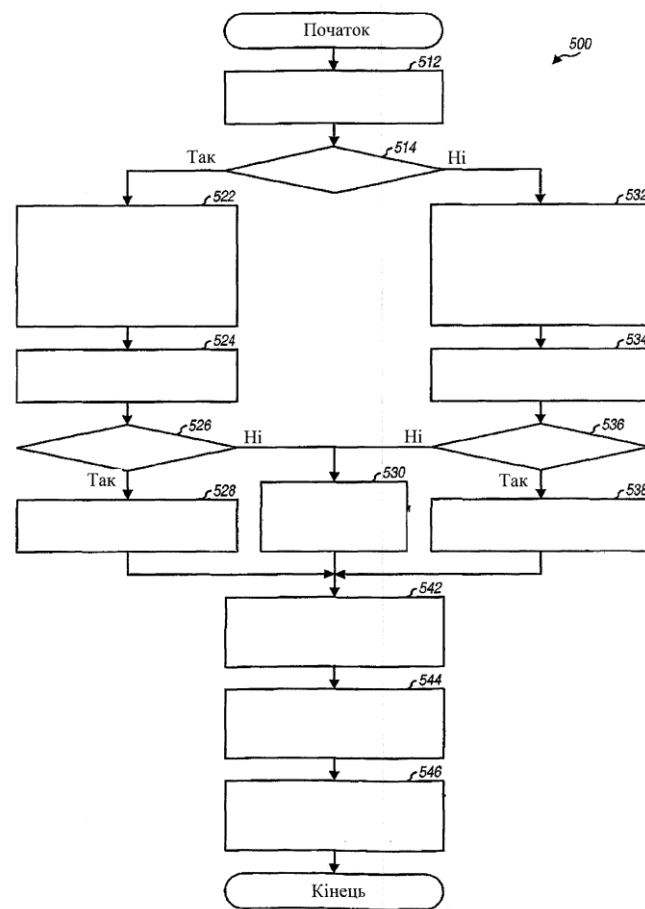


Фіг. 3

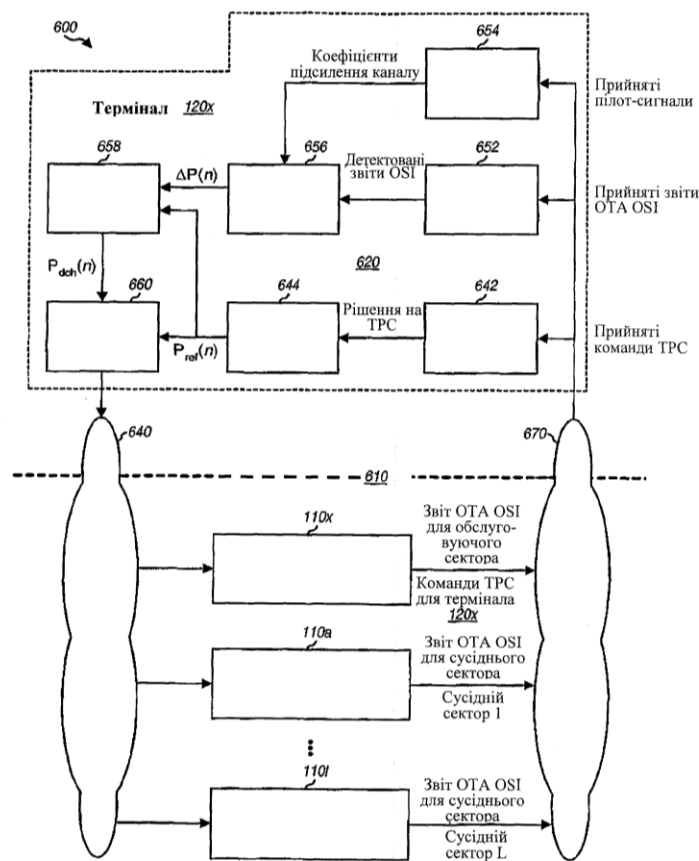


Фіг. 4

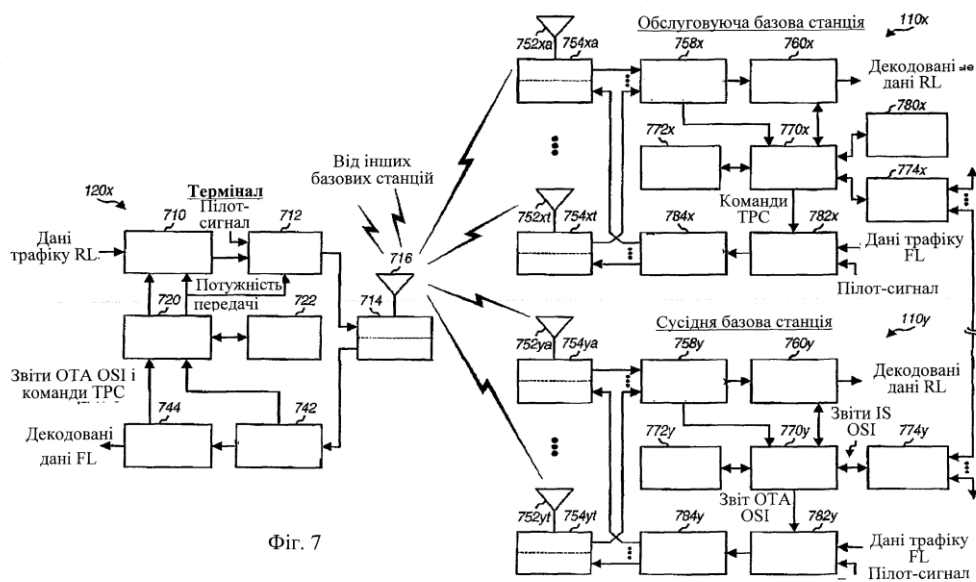




Фиг. 5



Фіг. 6



Фіг. 7