

Винахід стосується передачі даних, зокрема, нових удосконалених способу і пристрою для виявлення кадрів нульової швидкості у переданих даних.

Сучасні системи зв'язку призначені для передачі даних від пристрою-джерела до пристрою-адресата. Серед цих систем особливо ефективними є системи зв'язку з паралельним доступом і кодовим ущільненням каналів (ПДКУ) і з використанням широкого спектра для повного використання наявної смуги частот. У системах ПДКУ використовуються і інші методи подальшого збільшення інформаційної ємності з збереженням бажаного рівня функціонування. Ці методи включають динамічну корекцію потужності передачі і передачу даних з змінною бітовою швидкістю.

У системах ПДКУ зв'язок між користувачами здійснюється через одну або більше базових станцій (БС). Перший користувач на одній мобільній станції (МС) підтримує зв'язок з другим користувачем на другій МС, передаючи дані у зворотному каналі зв'язку до БС. БС приймає ці дані і може спрямувати їх до другої БС, яка передає їх у прямому каналі першої або другої БС до другої МС. Прямим каналом називають канал передачі даних від БС до МС, а зворотним - канал передачі даних від МС до БС.

У системах ПДКУ дані передаються кадрами. Для підвищення ємності системи швидкість передачі кожного кадру обирається з певної кількості можливих швидкостей (наприклад, повної швидкості, половинної швидкості, швидкості $1/4$ і швидкості $1/8$) залежно від кількості інформації, що має бути передана. У деяких системах ПДКУ передача відбувається з зумовленим інтервалом (наприклад, 20мс), у якому включено один великий (20мс) або кілька менших (5мс) кадрів. Кожний кадр містить або не містить дані. Кадр, що не містить переданих даних, називають нульовим або порожнім.

Використання кадрів змінної швидкості і нульових кадрів дозволяє підвищити ємність системи ПДКУ шляхом зниження рівня потужності передачі і, отже, зниження інтерференції, у випадках коли кількість даних є невеликою або коли їх нема. У приймальному пристрої необхідно мати схему, здатну виявляти, чи був кадр прийнятий правильно (повноцінний кадр), або прийнятий з помилками (стертий або поганий кадр), або це був нульовий (порожній) кадр. Ця інформація може бути потрібною, наприклад, для корекції рівня потужності передачі джерелом і підтримання цим бажаного рівня роботи. Отже, бажано мати спосіб точної ідентифікації кадрів нульової швидкості.

Задача винаходу полягає у створенні нового удосконаленого способу виявлення кадрів нульової швидкості. Таке виявлення можна реалізувати, використовуючи різні способи. Звичайно для кадру, що не може бути надійно декодований, обчислюють метрику якості і порівнюють її з пороговим значенням і, базуючись на результаті порівняння, ідентифікують прийнятий кадр як стертий або поганий, або як не переданий, тобто нульової швидкості або порожній. Згідно з різними втіленнями винаходу, порогове значення може бути 1) обране, базуючись на метриці кадру, обчисленій для декодованих кадрів, 2) обране, базуючись на метриці кадру, обчисленій для кадрів, ідентифікованих як повноцінні, і 3) динамічно кориговане, базуючись на поточній інформації, наявній у приймачі. Ці особливості підвищують точність ідентифікації кадрів нульової швидкості через урахування операційних умов приймача.

Втілення винаходу дає спосіб ідентифікації кадрів нульової швидкості серед прийнятих даних. Цей спосіб передбачає прийом модульованого сигналу і його демодуляцію згідно з певним форматом демодуляції для генерування демодульованих символів. Демодульовані символи розділяються на певну кількість прийнятих кадрів. Для кожного з цих кадрів виконують декодування і перевірку певної метрики кодування (наприклад, частоти появи хибних символів, КЦН тощо) для визначення успішності декодування. У випадку невдалого декодування або, якщо алгоритм визначення швидкості має розрізняти погані кадри і кадри нульової швидкості, обчислюється метрика якості і порівнюється з пороговим значенням, яке обирають, базуючись частково на метриці якості прийнятих кадрів. Ідентифікація прийнятого кадру як кадру нульової швидкості базується на результаті цього порівняння. Такий спосіб використовують у системах ПДКУ.

Метрика якості може мати відношення до енергії прийнятого кадру, відстані між прийнятим кадром і кодовим словом, що йому відповідає. Енергія може бути обчислена як сума квадратів символів прийнятого кадру. Відстань може бути обчислена декодуванням прийнятого кадру, повторним кодуванням декодованих даних (якщо у передавальному пристрої був використаний несистематичний код) і одержанням скалярного добутку прийнятого і декодованого або повторно кодованого кадру. Порогове значення можна обирати, базуючись на обчисленій метриці якості декодованих кадрів, ідентифікованих як повноцінні, і можна також динамічно коригувати.

Інше втілення винаходу передбачає використання у системі зв'язку приймальної підсистеми, яка включає демодулятор, з'єднаний з процесором даних. Демодулятор приймає і демодулює модульований сигнал згідно з певним форматом демодуляції, формуючи демодульовані символи. Процесор даних: 1) розділяє демодульовані символи на кадри, 2) обчислює метрику якості для кожного з цих прийнятих кадрів, 3) порівнює метрику якості кожного з цих кадрів з пороговим значенням і 4) ідентифікує певний прийнятий кадр як кадр нульової або ненульової швидкості. Порогове значення визначається частково на основі метрики якості прийнятих кадрів.

Процесор даних може включати: 1) декодер, який приймає і декодує прийняті кадри, формуючи декодовані кадри, 2) схему КЦН, яка приймає і перевіряє декодовані кадри для виявлення повноцінних кадрів, 3) кодер, який приймає і повторно кодує декодовані кадри, або їх комбінацію. Метрика якості може бути пов'язана з енергією, відстанню або іншими метриками прийнятого кадру.

Ще одне втілення винаходу передбачає використання у системі зв'язку ПДКУ приймальної підсистеми, призначеної ідентифікувати кадри нульової швидкості серед прийнятих кадрів. Ця приймальна підсистема включає демодулятор, декодер, схему КЦН і вузол обчислення метрики. Демодулятор приймає і демодулює модульований сигнал згідно з певним форматом демодуляції, формуючи демодульовані символи. Декодер приймає демодульовані символи як сукупність прийнятих кадрів і декодує їх, формуючи декодовані кадри. Схема КЦН приймає і перевіряє декодовані кадри для виявлення повноцінних кадрів. Вузол обчислення метрики обчислює метрику якості для кожного з цих прийнятих кадрів, порівнює метрику якості кожного з цих кадрів з пороговим значенням і ідентифікує певний прийнятий кадр як кадр нульової або ненульової швидкості. Порогове значення визначається частково на основі метрики якості прийнятих кадрів.

Особливості, об'єкти і переваги винаходу можна краще уявити з наведеного далі детального опису з посиланнями на креслення, у яких:

фіг.1 - схема втілення системи зв'язку з багатьма комірками,

фіг.2 - блок-схема втілення частини БС, призначеної для генерування основного каналу і каналу керування, для передач у прямому каналі,

фіг.3 - блок-схема втілення частини МС, призначеної для обробки основного каналу і каналу керування, прийнятих у прямому каналі,

фіг.4 - блок-схема втілення декодера МС,

фіг.5 - графік функцій щільності імовірності (ФЩІ) для двох гіпотез (H_0 і H_1) про прийнятий кадр даних.

Фіг.1 містить схему системи 100 зв'язку, яка включає комірки 110а - 110г. Кожну комірку 110 обслуговує відповідна БС 120. МС 130 розсіяні по системі зв'язку. У одному з втілень кожна МС 130 має зв'язок у прямому і зворотному каналах з однією або кількома БС 120 залежно від того, чи знаходиться ця БС у стані м'якої передачі зв'язку. На фіг.1 суцільні лінії з стрілками відповідають передачі даних від БС до МС. Штрихова лінія з стрілками відповідає прийому у МС пілот-сигналу, але не даних, від БС. Зворотний канал не показаний для спрощення.

Кожна БС може у кожний момент передавати дані до однієї або більше МС. МС, особливо ті, що знаходяться поблизу меж комірки, можуть приймати дані і пілот-сигнали від кількох БС. Якщо пілот-сигнал якоїсь БС перевищує певний поріг, МС може вимагати додання цієї БС до її активної групи. У одному з втілень кожна МС може приймати дані від кількох БС або від жодної.

Винахід може бути застосований у системах ПДКУ, системах паралельного доступу з розділенням часу (ПДРЧ), системах паралельного доступу з частотним розділенням (ПДЧР) та ін. Нещодавно Міжнародний Союз Зв'язку (ITU) висунув вимогу запропонувати способи, що забезпечують високу швидкість передачі даних і високу якість обслуговування мовного зв'язку у безпроводних каналах. Більшість пропозицій стосуються систем ПДКУ, наприклад, від Асоціації Зв'язку під назвою "The cdma2000 ITU-R RTT Candidate Submission" (cdma2000), згідно з яким далі розглядається винахід. Винахід може бути застосований також у системах інших стандартів ITU, наприклад, стандарту WCDMA (UTRA), запропонованого Європейським Інститутом Стандартів Зв'язку (ETSI).

Фіг.2 містить блок-схему частини БС, призначеної для генерування основного каналу і каналу керування для передач у прямому каналі зв'язку. Основний канал може бути використаний для передачі первісних даних до МС. При передачі мови основний канал несе мовні дані. Канал керування несе до МС керуючі дані, наприклад, статусну і сигнальну інформацію. Наведений тут опис роботи прямого каналу згідно з винаходом стосується також зворотного каналу.

Генератор 212 повідомлень (фіг.2) генерує і надсилає керуючі повідомлення до генератора 214 коду циклічної надмірності (КЦН) і хвостових біт, який додає набір біт КЦН, призначений для перевірки точності декодування у МС. Біти КЦН є бітами парності, визначеними згідно з конкретним керуючим повідомленням. Крім того, генератор 214 додає до цього повідомлення набір хвостових біт, призначений для очищення пам'яті декодера МС. Форматоване керуюче повідомлення надходить до кодера 216, який кодує його згідно з певним форматом кодування і забезпечує попередню корекцію помилок (ПКП). У певному втіленні кодер 216 є згортаючим кодером швидкості 1/2 або 1/4 (згідно з IS-2000). Кодовані символи від кодера 216 надходять до вкраплювача 220, який видаляє окремі символи згідно з певним порядком вкраплення. Невкраплені символи надходять до переміжувача 222, який переупорядковує їх згідно з форматом переміжування. Переміжені символи надходять до модулятора 230.

Джерело 232 даних змінної швидкості генерує дані змінної швидкості, які можуть включати мову, відео-, фіксові і мультимедійні дані, повідомлення електронної пошти тощо. Приклад способу передачі даних кадрами фіксованої тривалості у кодовому каналі можна знайти у патенті США 5504773, включеному посиланням. Взагалі, джерело 232 даних змінної швидкості може забезпечувати будь-яку швидкість, включаючи нульову для безінформаційних передач.

У типовому втіленні це джерело 232 є кодером мови змінної швидкості, подібним описаному у патенті США 5414796, включеному посиланням. Кодери змінної швидкості широко застосовуються у безпроводному зв'язку, оскільки подовжують термін використання акумуляторів безпроводних пристроїв і збільшують інформаційну ємність системи, створюючи при цьому мінімальний вплив на якість мови. Такі кодери стандартизовані проміжними стандартами IS-96 і IS-733. Залежно від голосової активності ці кодери кодують голосовий сигнал, використовуючи 4 можливі бітові швидкості: так звану повну швидкість, половинну швидкість, швидкість 1/4 і швидкість 1/8. Генератор 234 даних змінної швидкості надсилає дані кадрами до генератора 234 КЦН і хвостових біт, який додає до керуючого повідомлення біти КЦН, тобто біти контролю парності для перевірки точності кодування у МС, і зумовлений набір хвостових біт для очищення пам'яті декодера МС. Після цього повідомлення надходить до кодера 236, який виконує кодування даних з попередньою корекцією помилок. У типовому втіленні кодер 236 є згортаючим або турбокодером, що працює з швидкістю 1/2 або 1/4 згідно з IS-2000. Кодовані символи надходять до генератора 238 повторень, який генерує повторення цих символів для кадрів нижчої швидкості, після чого надсилає їх до вкраплювача 240, який вкрапляє (або видаляє) у кадр певні символи згідно з зумовленим порядком вкраплення і цим забезпечує належну кількість символів у кадрі. Далі символи надходять до переміжувача 242, який переупорядковує символи згідно з зумовленим форматом переміжування. Після цього переміжені символи надходять до модулятора 230.

У певному втіленні модулятор 230 модулює основний канал і канал керування згідно з форматом модуляції ПДКУ і надсилає модульований сигнал до передавача 252. Наприклад, модулятор 230 може скремблювати дані довгою псевдощумовою (ПШ) послідовністю, розширити їх спектр короткою ПШ послідовністю, покрити дані кодами Уолша і квадратурно модулювати дані фазним і квадратурно-фазним сигналом-носієм. Передавач 252 підсилює, фільтрує і підвищує частоту сигналу, після чого сигнал прямого каналу через антенний перемикач 254 надсилається до антени 256 для передачі. Більш детальний опис елементів фіг.2 можна знайти у IS-2000.

Фіг.2 містить спрощену блок-схему основного каналу і каналу керування. У прямому каналі можуть передаватись і інші дані, не показані для спрощення.

Фіг.3 містить блок-схему частини МС, призначеної для обробки основного каналу і каналу керування, прийнятих у прямому каналі зв'язку. Сигнал прямого каналу від БС приймається антеною 312 і через антенний перемикач 314 спрямовується до приймача 316, який знижує його частоту до модуляційної згідно з форматом демодуляції, комплементарним формату модуляції БС (з квадратурною маніпуляцією фазовим зсувом -КМФЗ). Сигнал модуляційної частоти надходить для демодуляції до демодулятора 318, який формує демодульовані символи. Демодулятор 318 виконує функції, комплементарні тим, що виконуються у БС (тобто, розкриття, згортання і дескремблювання). Демодульовані символи надходять до зворотного відновлювального перемикача 320, який переупорядковує символи згідно з форматом, комплементарним використаному у БС. Далі символи надходять до вузла 322 декодування, який їх декодує і формує оцінку переданого кадру. За допомогою біт КЦН (якщо вони є), включених у цей кадр, здійснюється перевірка оцінки кадру на точність. Декодовані дані надходять до процесора 330.

У одному з втілень МС виконує сліпе декодування, тобто таке, коли при декодуванні даних змінної швидкості приймач не знає заздалегідь швидкості передачі даних. У цьому втіленні МС виконує зворотне перемикування, накопичує і декодує дані згідно з кожною з гіпотез про можливу швидкість (повну, половину ($1/2$), $1/4$, $1/8$, нульову і стирання). Один з декодованих кадрів обирається як найкраща оцінка згідно з однією або кількома метриками якості (наприклад, частотою появи хибних символів, перевіркою КЦН, метрикою Ямамото, енергією кадру та ін.).

На фіг.3 зображені також елементи схеми, призначені передавати біти-індикатори стирання (БІС) до БС для керування потужністю прямого каналу. У одному з втілень БІС мультиплексується з даними зворотного каналу і надходить до модулятора 332, який вводить БІС у інформаційні дані на певні місця, зумовлені IS-2000. Об'єднані дані модулюються модулятором 332 згідно з зумовленим форматом модуляції, після чого надходять до передавача 334, який підвищує частоту, підсилює і фільтрує сигнал перед передачею до БС антеною 312. У одному з втілень сигнал зворотного каналу є сигналом ПДКУ, модульованим згідно з IS-2000.

Для підвищення інформаційної ємності системи ПДКУ передбачає передачу кадрами різних форматів і швидкостей передачі. Формат кадру визначається його довжиною, форматом кодування і, можливо, іншими параметрами. Наприклад, згідно з IS-2000, дані передаються кадрами тривалістю 5мс або $20 \times L$ мс, де $L = 1, 2$ або 4 . Швидкість передачі кадрів довжиною $20 \times L$ мс може бути обрана з кількох можливих швидкостей (восьми або більше) залежно від кількості даних і інших факторів. У системах IS-2000 передача здійснюється з інтервалом 20мс, причому кожний інтервал включає один 20-мілісекундний кадр, 4 5-мілісекундні кадри або частину довшого кадру. У кожному кадрі відбувається або не відбувається передача даних. Кадри у 5мс створюють меншу затримку при обробці і є особливо зручними для передачі керуючих повідомлень, на які потрібно швидко реагувати. Згідно з IS-2000, кадри нульової швидкості можуть мати тривалість 5 або 20мс і можуть передаватися у спеціальному каналі (наприклад, за відсутності керуючих повідомлень), у основному каналі з вимиканням потужності передавача. Ці кадри можуть передаватися також у допоміжному каналі, якщо нема даних (наприклад, голосових) для передачі.

Фіг.4 містить блок-схему втілення вузла 322 декодування. Від зворотного перемикача 320 демодульовані дані надходять до кадрових декодерів 410а - 410п, кожний з яких декодує дані кадру, базуючись на певній гіпотезі декодування (тобто згідно з певним форматом і швидкістю передачі кадру). Всі елементи, додаткові елементи і/або підгрупа елементів декодера 410 можуть бути реалізовані у процесорі даних.

При передачі у прямому каналі даних з нижчими швидкостями кожний символ повторюється N разів ($N=1, 2, 4$ або 8) для одержання певної швидкості передачі символів. Кожний символ при цьому масштабується коефіцієнтом $1/N$ для досягнення приблизно однакової енергії на кодовий символ. У приймачі кожна група з N повторених символів накопичується і масштабується для одержання символу м'якого рішення, який відповідає первісному.

Демодульовані дані кадру надходять до накопичувача 412, який накопичує набори з N прийнятих символів, базуючись на гіпотезі про швидкість $1/N$. Наприклад, якщо декодер кадру настроєний декодувати кадр швидкості $1/8$, накопичувач 412 накопичує 8 прийнятих символів для генерування символу м'якого рішення для кожної групи. Кожний символ м'якого рішення відповідає первісному символу у передавальному пристрої. Символи м'якого рішення надсилаються до декодера 414, який їх декодує. Декодер 414 має схему, що базується на схемі кодера передавального пристрою. Наприклад, для декодування даних, кодованих з згортою, бажано використовувати декодер Вітербі. Декодер 414 або інша зовнішня схема можуть бути також призначені для визначення метрики кадру, наприклад, частоти появи хибних символів, перевірки КЦН, метрики Ямамото або їх комбінації.

Метрика Ямамото є особливо зручною для кадрів нижчої швидкості, які не містять біт КЦН.

Ефективна схема декодування описана у патентах США 5933462 і 5710784, включених посиланням.

Для тих гіпотез про швидкість, що включають біти КЦН, декодовані дані надсилаються до схеми 416 КЦН, яка перевіряє біти КЦН, додані у кожному декодованому кадрі. Така перевірка відома фахівцям і стандартизована стандартами IS-95-A і IS-2000. У одному з втілень схема 416 КЦН формує однієїбітовий результат перевірки для кожного кадру. У типовому втіленні результат перевірки позначається логічним "0", якщо кадр є повноцінним і "1", якщо ні (тобто стертий або порожній).

Вузол 322 декодування може бути виконаний у різних варіантах, наприклад, він може, згідно з IS-2000, включати кілька кадрових декодерів 410, що працюють паралельно, і кожний з них виконує декодування згідно з певною гіпотезою. Визначення швидкості можна здійснити, базуючись на частоті появи хибних символів, результаті перевірки КЦН, метриці Ямамото, інших метриках та їх сполученнях. Один з таких декодерів описаний у патенті США 5774496, включеному посиланням.

На фіг.4 для спрощення вузол 322 декодування зображено з кількома паралельними каналами обробки демодульованих символів. Однак, для спрощення схеми у деяких втіленнях передбачено використання одного ланцюга декодування. У таких випадках демодульовані символи зберігаються у буфері (не показаному) і періодично надсилаються до кадрового декодера для декодування. Цей декодер реконфігурується згідно з гіпотезою декодування при кожному надходженні даних. Винахід включає і інші втілення вузла 322 декодування.

Виявлення кадру нульової швидкості може бути потрібним у багатьох випадках. У системах IS-2000 передбачено механізм керування потужністю для корекції потужності передачі у прямому каналі згідно з декодуванням кадрів у МС. МС декодує кадри прямого каналу і визначає, чи є кадр повноцінним, стертим або не був переданий. БС одержує інструкції коригувати рівень потужності передачі прямого каналу, базовані на декодованих кадрах. Наприклад, БС може одержати інструкцію знизити потужність передачі, якщо декодований кадр є повноцінним, підвищити цю потужність, якщо декодований кадр є поганим (або стертим) і не змінювати нічого, якщо виявлено відсутність передачі (або нульова швидкість). Якість зв'язку і ємність системи належать у деякій мірі від здатності точно виявляти стерті кадри і кадри нульової швидкості.

IS-2000 визначає механізм керування потужністю для прямого каналу. Зокрема, у певних режимах роботи МС має встановити всі біти керування потужністю для Субканалу Зворотного Керування Потужністю протягом 20-мілісекундного періоду у БІС, який визначається таким чином:

1) БІС встановлюється у "0" у другому переданому кадрі, що йде за виявленим повноцінним 20-мілісекундним кадром у Прямому Основному Каналі або у Прямому Спеціальному Каналі Керування.

2) БІС встановлюється у "0" у другому переданому кадрі, що йде за виявленим повноцінним 5-мілісекундним кадром без виявлення жодного поганого (тобто стертого) 5-мілісекундного кадру.

3) БІС встановлюється у "1" у другому переданому кадрі в усіх інших випадках.

Таблиця містить специфікацію IS-2000 для різних варіантів декодування.

Таблиця

Вихід декодера і Детектора кадрів нульової швидкості

Варіант	1-ий 5мс	2-ий 5мс	3-ий 5мс	4-ий 5мс	20мс	БІС
1	Поганий	Поганий	Поганий	Поганий	Повноцінний	0
2	Повноцінний	Порожній	Порожній	Порожній	Поганий/Порожній	0
3	Порожній	Повноцінний	Порожній	Порожній	Поганий/Порожній	0
4	Порожній	Порожній	Повноцінний	Порожній	Поганий/Порожній	0
5	Порожній	Порожній	Порожній	Повноцінний	Поганий/Порожній	0
6	Повноцінний	Повноцінний	Порожній	Порожній	Поганий/Порожній	0
7	Повноцінний	Порожній	Повноцінний	Порожній	Поганий/Порожній	0
8	Повноцінний	Порожній	Порожній	Повноцінний	Поганий/Порожній	0
9	Порожній	Повноцінний	Повноцінний	Порожній	Поганий/Порожній	0
10	Порожній	Повноцінний	Порожній	Повноцінний	Поганий/Порожній	0
11	Порожній	Порожній	Повноцінний	Повноцінний	Поганий/Порожній	0
12	Повноцінний	Повноцінний	Повноцінний	Порожній	Поганий/Порожній	0
13	Повноцінний	Повноцінний	Порожній	Повноцінний	Поганий/Порожній	0
14	Повноцінний	Порожній	Повноцінний	Повноцінний	Поганий/Порожній	0
15	Порожній	Повноцінний	Повноцінний	Повноцінний	Поганий/Порожній	0
16	Повноцінний	Повноцінний	Повноцінний	Повноцінний	Поганий/Порожній	0
17	Поганий	Поганий	Поганий	Поганий	Поганий/Порожній	1
18	Порожній	Порожній	Порожній	Порожній	Порожній	1

Як можна бачити з табл., БІС встановлюється у логічний 0, якщо 1) прийнятий 20-мілісекундний кадр був кодований як повноцінний або 2) у 20-мілісекундному інтервалі щонайменше один прийнятий 5-мілісекундний кадр був кодований як повноцінний і не був виявлений жоден поганий (тобто стертий) кадр. Кадр може бути ідентифікований як повноцінний за результатом перевірки КЦН декодованого кадру. У другому випадку, коли щонайменше один 5-мілісекундний кадр виявляється як повноцінний, решта 5-мілісекундних кадрів у 20-мілісекундному інтервалі мають бути поганими або порожніми. У цьому випадку необхідно виявляти кадри нульової швидкості.

Коли БІС має значення 0, декодер має інформацію від щонайменше одного повноцінного кадру. Згідно з одним з об'єктів винаходу, для підвищення точності виявлення може бути використана інформація з повноцінних кадрів для визначення, чи є декодований поганим або порожнім.

Для виявлення кадрів нульової швидкості можуть бути застосовані різні способи. Звичайно обчислюють метрику якості прийнятого кадру і порівнюють її з пороговим значенням і, базуючись на результаті порівняння, ідентифікують прийнятий кадр як переданий і прийнятий з помилками (тобто стертий або поганий), або як не переданий (тобто нульової швидкості або порожній). Згідно з одним з втілень винаходу, порогове значення може бути обране, базуючись на метриці кадру, обчисленій для прийнятих і, можливо, декодованих кадрів. Згідно з іншим втіленням, порогове значення обирають, базуючись на метриці кадру, обчисленій для кадрів, ідентифікованих як повноцінні. Згідно з ще одним втіленням, порогове значення може бути динамічно кориговане, базуючись на поточній інформації (або майбутній, якщо поточне рішення затримане), наявній у приймачі. Ці особливості підвищують точність ідентифікації кадрів нульової швидкості через урахування операційних умов приймача.

Згідно з одним з способів виявлення нульової швидкості, обчислюється і порівнюється з пороговим значенням сума квадратів символів прийнятого кадру, яка вказує енергію цього кадру. Перевищення обчисленою енергією порогового значення вказує на переданий кадр, у іншому разі визначається відсутність передачі.

Блок-схема фіг.4 передбачає обчислення суми квадратів символів для виявлення нульової швидкості. Символи м'якого рішення від накопичувача 412 надходять до елемента 422 підсумовування квадратів символів, який підносить у квадрат кожний прийнятий символ м'якого рішення і складає квадрати символів кадру. Ця сума репрезентує обчислену енергію кадру і надсилається до процесора 330. У одному з втілень процесор ураховує дві гіпотези для значення обчисленої енергії:

H_0 - обчислена енергія містить лише шум і

H_1 - обчислена енергія містить сигнал плюс шум.

Зокрема, процесор 330 визначає імовірність того, що обчислена енергія містить лише шум (гіпотеза H_0) або шум плюс сигнал (гіпотеза H_1). За результатом цього визначення кадр ідентифікується як стертий або нульової швидкості. Далі визначення нульової швидкості розглядається більш детально.

Обчислення шуму і сигналу плюс шум описане у патенті США 5903554, включеному посиланням.

Згідно з другим способом виявлення нульової швидкості, декодовані символи повторно кодуються і корелюються з символами м'якого рішення. Для кадру обчислюється скалярний добуток між (кодованими) символами м'якого рішення і повторно кодованими символами. Цей добуток вказує на відстань між прийнятим вектором (тобто кадром) і найближчим кодовим словом (тобто і повторно кодованим кадром). Обчислена відстань порівнюється з пороговою. Перевищення пороговою відстанню обчисленої вказує на переданий кадр, у іншому разі визначається відсутність передачі.

Блок-схема фіг.4 містить також схему виявлення нульової швидкості з використанням обчисленої відстані. Декодовані біти від декодера 414 надходять до кодера 424, який кодує ці біти згідно з форматом кодування, використаним у передавачі, і згідно з певною гіпотезою про декодування. Наприклад, кодер 424 може бути згортаючим або турбокодером швидкості 1/2 або 1/4. Кодові символи від кодера 424 надходять до елемента 426 скалярного множення, який приймає також символи м'якого рішення від накопичувача 412 символів. Елемент 426 скалярного множення обчислює, як це відомо фахівцям, скалярний добуток між символами м'якого рішення і повторно кодованими символами. Цей добуток вказує на відстань між прийнятим і повторно кодованим кадром. Процесор 330 розглядає дві гіпотези (описані вище) для обчислення відстані.

Згідно з третім способом виявлення нульової швидкості (який є варіантом другого) декодовані біти даних корелюються з символами м'якого рішення. При систематичному кодуванні кодовані дані включають первісну інформацію і дані парності. Це дозволяє корелювати декодовані біти даних з інформаційною частиною кодованих даних (тобто символами м'якого рішення). Цей спосіб дозволяє виключити повторне кодування і цим спростити схему і скоротити тривалість обробки, необхідну для виявлення нульової швидкості. Цей спосіб є особливо зручним у системах IS-2000, які використовують систематичний турбокод для допоміжного прямого каналу.

У наведених втіленнях передбачається обчислення метрики якості для кожного прийнятого кадру, але цю метрику можна обчислювати для частини кадру або для кількох кадрів, що також входить в об'єм винаходу.

У багатьох системах ПДКУ у прямому або зворотному каналі передається пілот-сигнал, що дозволяє приймальній станції виконувати ряд функцій. У процесі обробки сигналу пілот-сигнал відокремлюється і використовується для когерентної демодуляції сигналів прямого каналу. Отже демодульований символ включає фактор, що стосується енергії пілот-сигналу.

Фіг.4 включає схеми обчислення кількох метрик якості (наприклад, енергії і відстані) для виявлення кадрів нульової швидкості. Звичайно обчислюється метрика лише одного типу, що спрощує кадровий декодер. Обчислення метрики якості можна реалізувати різними методами, наприклад, спеціалізованою схемою, програмою, що виконує відповідні функції, або їх комбінуванням. Наприклад, функції елемента 422 підсумовування квадратів символів можна реалізувати програмою, що виконується процесором 330, який, у свою чергу, можна реалізувати у вигляді мікроконтролера, мікропроцесора, мікросхеми обробки цифрового сигналу (DSP) або спеціалізованої інтегральної схеми (ASIC), програмованої на виконання зазначених функцій.

Як було відзначено, обчислена метрика якості кадру порівнюється з пороговим значенням для визначення, чи був прийнятий стертий кадр або кадр нульової швидкості. Метрика якості може бути енергією, обчисленою з використанням першого способу, відстанню, обчисленою з використанням другого і третього способів, або іншою метрикою. Метрики енергії і відстані знаходяться у взаємно оберненому співвідношенні. Зокрема, імовірність кадру нульової швидкості є вищою, якщо обчислена енергія є низькою, а обчислена відстань великою. Для спрощення далі розглядається обчислена енергія.

Фіг.5 містить графіки двох функцій щільності імовірності (ФЩІ) для двох згаданих вище гіпотез (H_0 і H_1) щодо прийнятого кадру. ФЩІ 510 відповідає гіпотезі H_0 , згідно з якою обчислена енергія містить шум, а ФЩІ 512 - гіпотезі H_1 згідно з якою обчислена енергія містить сигнал плюс шум. ФЩІ 510 має середнє x_0 і стандартне відхилення σ_0 , а ФЩІ 512 має середнє x_1 і стандартне відхилення σ_1 . Як і очікувалось, $x_0 < x_1$. Відстань між x_0 і x_1 відповідає середній енергії прийнятих кадрів.

Якщо ФЩІ 510, 512 відомі, порогу 514 можна надати значення x_{TH} , яке забезпечує бажаний результат. Наприклад, якщо бажано одержати однакову імовірність хибного виявлення для обох гіпотез, порогове значення x_{TH} можна обрати таким, щоб площа 520 під ФЩІ 510 праворуч від x_{TH} дорівнювала площі 520 під ФЩІ 512 ліворуч від x_{TH} . Якщо встановити порогове значення нижче x_{TH} , імовірність не виявити гіпотезу H_1 знизиться, але зросте імовірність хибного підтвердження гіпотези H_0 , тобто якщо встановити порогове значення нижче x_{TH} , то зростає імовірність правильної ідентифікації обчисленого значення, що відповідає гіпотезі H_1 , і хибної ідентифікації обчисленого значення, що відповідає гіпотезі H_0 .

Бажаний результат визначається різними міркуваннями. Наприклад, якщо виявлення нульової швидкості використовується для керування потужністю передачі, може бути більш бажаним помилитись у бік передачі з потужністю, вищою за необхідну (що може знизити ємність системи), ніж у бік зниження потужності (що може знизити якість обслуговування).

У одному з втілень ФЩІ 510 оцінюється за обчисленою метрикою з порожніх кадрів, ФЩІ - за обчисленою метрикою з повноцінних і поганих кадрів. Як уже відзначалось, кадр може бути ідентифікований як коректно декодований (повноцінний) за результатом перевірки КЦН. Якщо кадр не проходить перевірку КЦН, він ідентифікується як поганий або порожній. У цьому втіленні такі статистики, як середнє значення і стандартне відхилення, обчислюються або оцінюються в нормальних робочих умовах. Після цього ці статистики обчислюються з використанням інформації як з повноцінних, так і поганих кадрів згідно з їх появою в реальних умовах. Середнє і стандартне відхилення можуть бути обчислені за метрикою, пов'язаною з порожніми кадрами. Спочатку статистики для порожніх кадрів можуть бути

обчислені з повної шумової потужності N_t у відомому каналі (наприклад, пілотному) (див. вже згаданий патент 5903554).

У одному з втілень вважається, що ФЦІ є гаусівськими. Форма такої ФЦІ однозначно визначається даними середнім і стандартним відхиленням. ФЦІ 512 може бути побудована за середнім і стандартним відхиленням для повноцінних і поганих кадрів, а ФЦІ 510 - за середнім і стандартним відхиленням для порожніх кадрів. Маючи ці ФЦІ, можна обрати порогове значення x_{TH1} згідно з бажаним критерієм, як це було описано вище.

Для виявлення нульової швидкості обчислена метрика кадру порівнюється з пороговим значенням x_{TH1} . Якщо обчислена метрика не досягає порогового значення x_{TH1} , кадр ідентифікується як кадр нульової швидкості або порожній, у іншому випадку - як поганий або стертий. Слід відзначити, що якщо метрикою якості є обчислена відстань між прийнятими і декодованими кадрами, необхідно використовувати інший критерій.

Порогове значення x_{TH1} може бути кориговане для урахування додаткової інформації, доступної для приймача. Наприклад, оскільки ФЦІ 512 для гіпотези H_1 спочатку визначається з кадрів, ідентифікованих як повноцінні, і ці кадри звичайно мають енергію, вищу, ніж стерті, середнє x_1 буде трохи вищим за істинне для гіпотези H_1 . Отже, порогове значення x_{TH1} може бути трохи зміщене ліворуч від x_1 . З іншого боку, оскільки обчислена метрика базується на порожньому (тобто за відсутності передачі) або поганому (прийнятому з низькою енергією і тому стертому) кадрі, вона може мати менше значення і порогове значення буде, відповідно, зсунуте ліворуч. Значення такого зсуву може бути визначено емпірично або моделюванням системи, або у інший спосіб. Після цього (середня) різниця між обчисленими метриками повноцінних і поганих кадрів може бути визначена і збережена як параметр у приймальному пристрої. Після цього обчислене середнє для повноцінних кадрів може бути зсунуте на цю середню різницю для одержання оцінки середнього для поганих кадрів, а порогове значення може бути встановлене, базуючись на оцінці середнього для поганих і порожніх кадрів.

Порогове значення може бути кориговане, базуючись на іншій наявній інформації, наприклад, стосовно керування потужністю. Потужність передачі може коригуватись контуром керування потужністю для забезпечення певного рівня роботи (наприклад, частоти появи кадрових помилок (ЧКП) у приймачі). У одному з втілень контур керування потужністю виміряє якість (E_b/N_t) прийнятого сигналу, порівнює його з зумовленим значенням і коригує потужність передачі так, щоб якість сигналу утримувалась на цьому значенні. Це зумовлене значення коригується для досягнення бажаного рівня обслуговування. У цьому втіленні порогове значення може бути кориговане, наприклад, різницею між зумовленими значеннями для повноцінних і поганих кадрів. Наприклад, якщо це зумовлене значення становить 5дБ, коли кадр декодовано правильно, і 4дБ у іншому разі, порогове значення може бути знижене на 1дБ.

Порогове значення може також коригуватись схемою зворотного декодування рішення. Спочатку порогове значення визначається на основі наявної інформації, наприклад, початкових оцінок статистик для порожніх і поганих кадрів. Після цього виконується ітеративне декодування, яке дозволяє використати інформацію з некоректно декодованих кадрів для оновлення статистик ФЦІ 510, 512. Наприклад, некоректно декодований кадр може бути оцінений як порожній або стертий, і обчислена метрика цього кадру використовується для оновлення, відповідно, статистик ФЦІ 510, 512. Отже, у такий спосіб декодовані дані використовуються для декодування майбутніх кадрів (через корекцію порогового значення).

Встановлення порогового значення x_{TH1} , базованого на вимірюваннях і обчисленнях у приймачі робочі умови даного приймача ураховуються при визначенні нульової швидкості. Наприклад, якщо приймач вимагає більше потужності для підтримання рівня якості, це ураховується при встановленні порогового значення.

Порогове значення можна динамічно змінювати з зміною робочих умов. Обчислення статистик (середнього і стандартного відхилення) можна виконувати, базуючись на зваженому середньому обчислених метрик. Можуть бути застосовані різні схеми зважування. Наприклад, метрики можна зважувати нарівно або з більшими вагами для більш свіжих вимірювань, або за іншими схемами (наприклад, надаючи більшу вагу кадрам, близьким до повноцінних).

При встановленні порогового значення можуть братись до уваги і інші фактори. Наприклад, для цього можуть ураховуватись зумовлені значення для коректно і некоректно декодованих кадрів з їх попереднім усередненням, як це було описано вище. Значення корекції порогового значення може залежати, наприклад, від кількості паралельних каналів демодуляції сигналу у багатоканальному приймачі.

Було описане виявлення кадрів нульової швидкості у прямому каналі зв'язку. У деяких системах ПДКУ (наприклад, IS-95-B) у зворотному каналі кодові символи нижчих швидкостей передаються на повній потужності, але у N псевдовипадково обраних символічних місцях. Наприклад, при швидкості передачі 1/8 кожний кодовий символ передається у одному з 8 можливих положень для цього символу, яке визначається довгою ПШ послідовністю. У приймачі БС селекторний вузол обирає кодові символи у належних положеннях, базуючись на гіпотезах про швидкість. Отже, у БС декодер для нижчих швидкостей замість накопичувача символів має селектор. Більш детальний опис декодера сигналів зворотного каналу ПДКУ можна знайти у документації IS-2000.

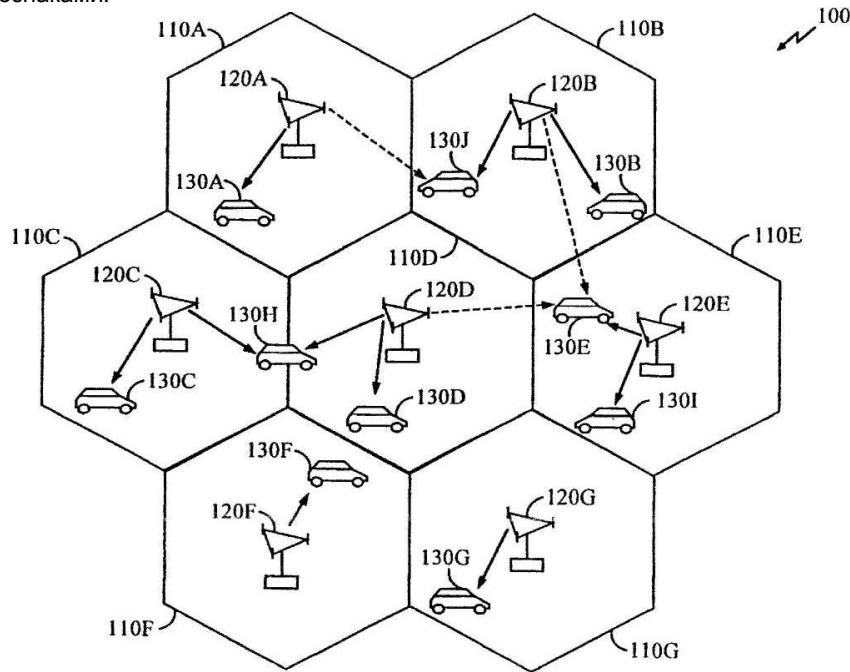
Наведений опис стосується застосування винаходу у системах ПДКУ IS-2000. Однак, винахід може бути застосований і у інших системах ПДКУ (див., наприклад, патенти США 4901307 і 5103459 і заяву на патент США 08/936386 від 3/11/1997, включені в опис посиланням).

Можуть бути розроблені системи ПДКУ, узгоджені з різними поточно діючими і запропонованими на майбутнє стандартами. Прикладами таких стандартів можуть бути стандарт TIA/ELA/IS-95-A "Mobile Station-Base Station Compatibility Standard for Dual-mode Wideband Spread Spectrum Cellular System (Стандарт сумісності мобільних і БС для широкосмугових систем двостороннього зв'язку розширеного спектра)", або стандарт TIA/ELA/IS-98-A "Recommended Minimum Performance Standard for Dual-mode Spread Spectrum Cellular and PCS Mobile Stations (Стандарт мінімальних вимог до мобільних станцій широкосмугових систем двостороннього зв'язку розширеного спектра і систем PCS)", або стандарти IS-2000 або WCDMA, запропоновані інститутами ETSI і ARIB. Усі ці стандарти включені у опис посиланням.

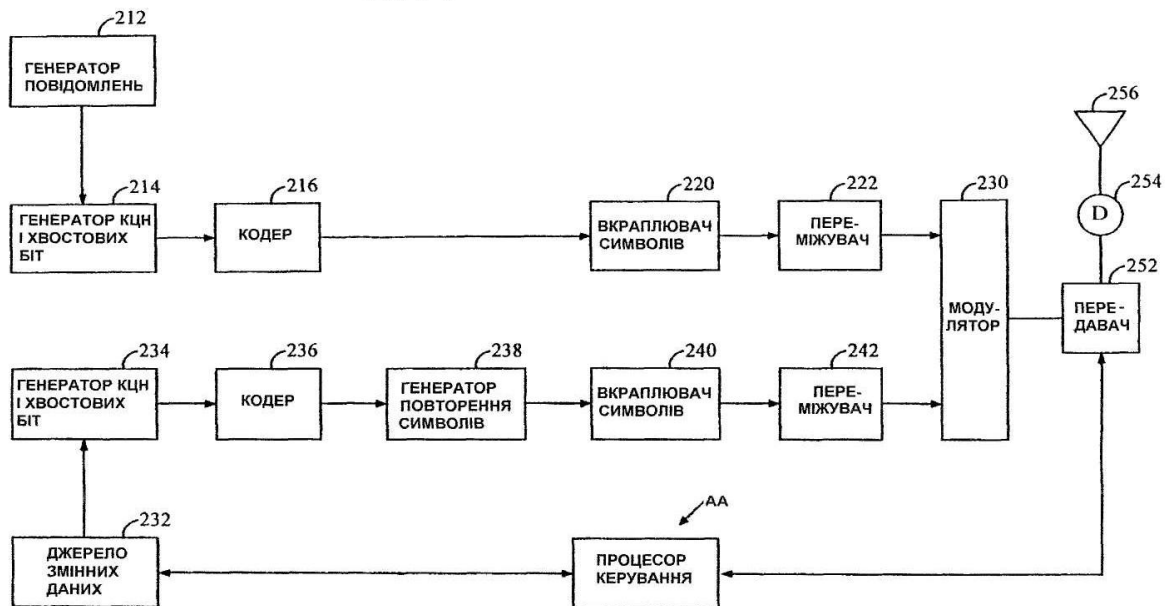
Винахід може бути застосований у системах паралельного доступу іншого типу, наприклад, системах

паралельного доступу з розділенням часу (ПДРЧ), системах паралельного доступу з частотним розділенням (ПДЧР) і системах з амплітудною модуляцією на одній бічній смузі.

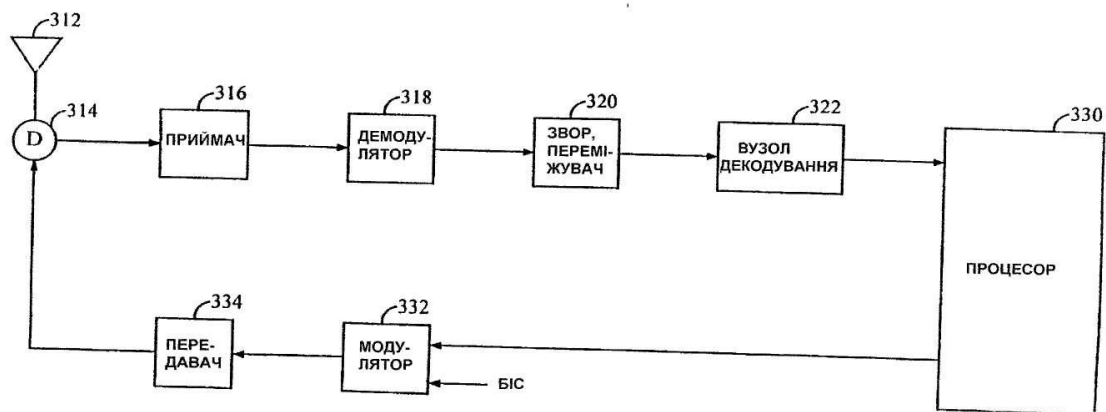
Наведений опис бажаних втілень дозволяє фахівцю застосувати винахід, за необхідності зробивши необхідні модифікації з використанням принципів винаходу і, отже, створюючи цим інші втілення. Винахід не обмежується наведеними втіленнями і має значно ширший об'єм, визначений принципами і новими ознаками.



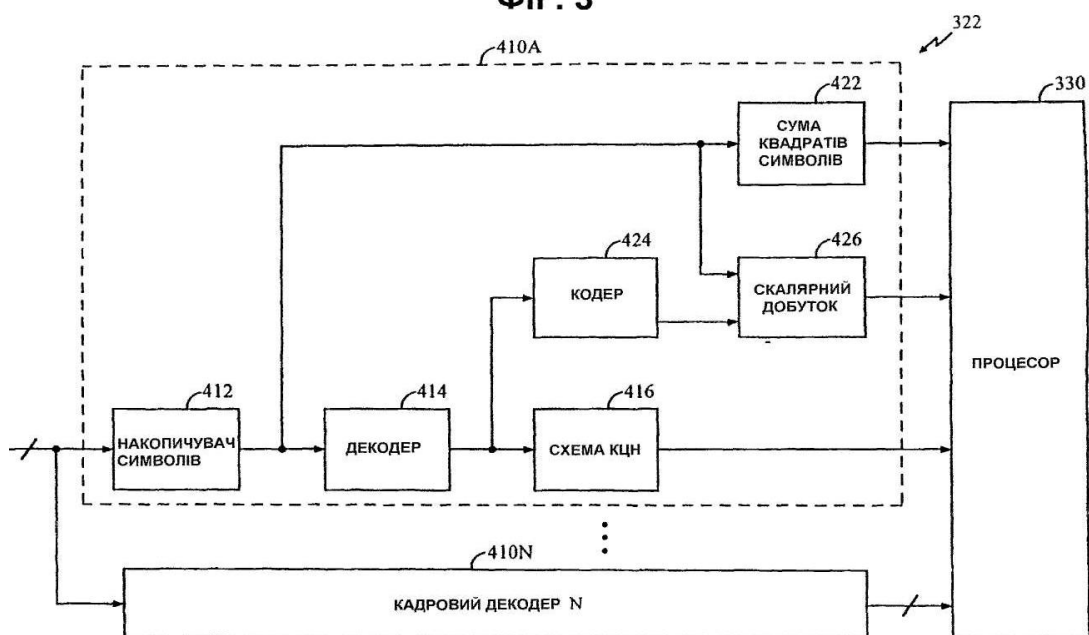
ФІГ. 1



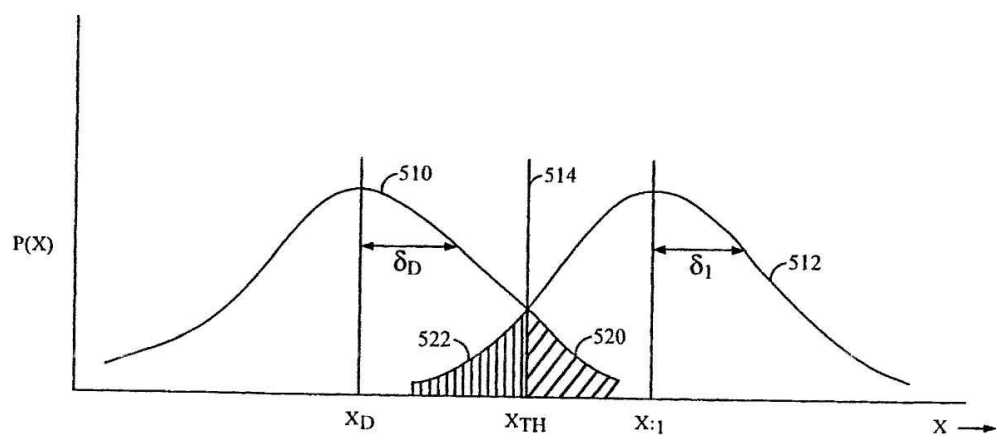
ФІГ. 2



ФІГ. 3



ФІГ. 4



ФІГ. 5