



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **91023** (13) **U**
(51) МПК (2014.01)
H04J 1/00

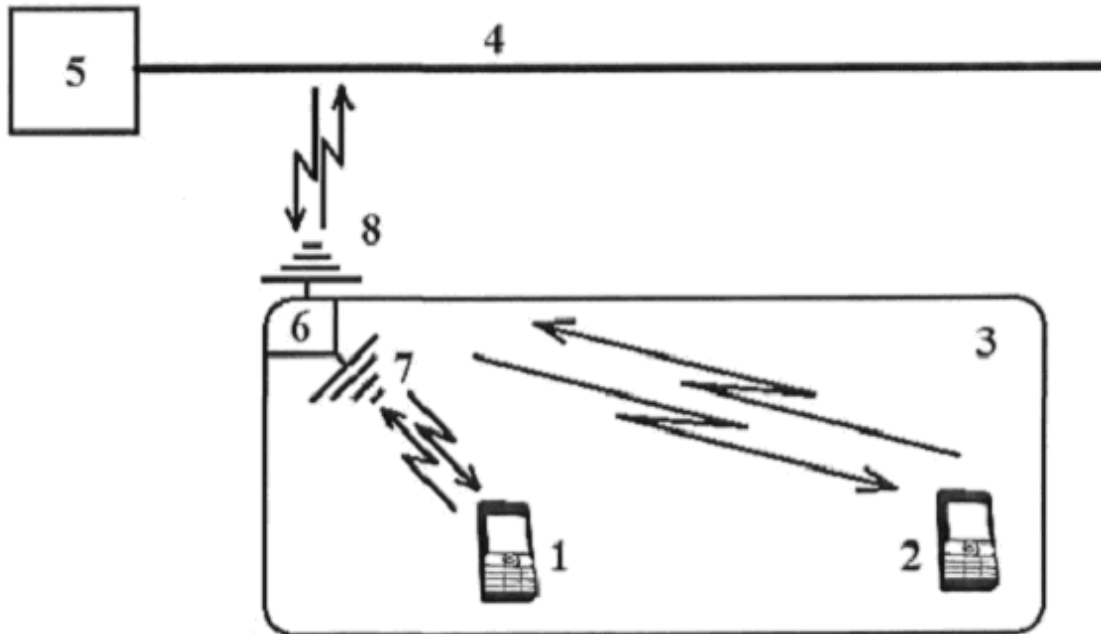
(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2013 11245	(72) Винахідник(и): Семенко Анатолій Іларіонович (UA), Маціяка Назарій Вячеславович (UA)
(22) Дата подання заявки: 23.09.2013	(73) Власник(и): ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ, вул. Солом'янська, 7, м. Київ-110, 03110 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 25.06.2014	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 25.06.2014, Бюл.№ 12	

(54) СПОСІБ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ЗВ'ЯЗКУ В МЕТРОПОЛІТЕНІ

(57) Реферат:

Спосіб підвищення якості зв'язку в метрополітені, при якому приймають та передають сигнал за допомогою антенного кабеля, що розміщують на стіні тунелю, та здійснюють підсилення сигналу за допомогою репіторів з зовнішньою та внутрішньою антенами, що розміщують у вагонах поїзда.



UA 91023 U

Корисна модель належить до галузі телекомунікацій, а саме до способів організації мобільного зв'язку стандарту GSM 900 в метрополітені (Попов В.И. Основы сотовой связи стандарта GSM. -М.: Эко-Трендз. 2005).

Для забезпечення мобільного зв'язку в метрополітені використовують антенний кабель, який розміщують на стіні тунелю та підключають його до базової станції (Н.Ф. Касаткин. Сотовая связь в метро: как уменьшить расходы.// Мобильные системы. - 2004. - № 10. - С. 32-34). Кабель випромінює сигнал, який подають на мобільні телефони, що знаходяться в вагонах метрополітену. Кабель також приймає сигнали від мобільних телефонів.

Загальними суттєвими ознаками способу, що заявляється, та відомого способу є прагнення досягти якісного зв'язку абонентів, які знаходяться в вагонах метрополітену, при прийнятній мінімальній потужності передавача та чутливості приймача базової станції та мобільного телефону.

Зазначення причин, що перешкоджають одержанню необхідного технічного результату

Для створення систем мобільного зв'язку в метрополітені здебільшого використовують стандарт GSM 900 та антенний кабель фірми EUPEN типу 522RC8R довжиною понад 1000 м (типова відстань між станціями метрополітену складає біля 2000 м), погонні загасання сигналу в якому на частоті 900 МГц складають 5,25 дБ на 100 м, а загасання сигналу на зв'язок на відстані 2 м - 63 дБ.

Причому, з причин зручного обслуговування системи базові станції встановлюють біля станцій метрополітену, прокладаючи антенний кабель на наявній відстані між станціями, яка може сягати 3000 м та більше.

Враховуючи вищесказане, для забезпечення надійної роботи системи використовують базову станцію з надвеликою потужністю передавача та надчутливим приймачем.

Необхідна потужність передавача базової станції розраховують за формулою

$$P_6 = P_{\text{прмінмт}} \cdot h \cdot \delta_1 \cdot \delta_2 \cdot L \cdot \delta_3, \quad (1)$$

де $P_{\text{прмінмт}}$ - чутливість приймача мобільного телефону - 108 дБм ($1,58 \cdot 10^{-14}$ Вт),

h - відношення сигнал/шум в системі - 9дБ(8),

δ_1 - втрати сигналу при проходженні до вагону - 10 дБ (10),

δ_2 - погонне загасання сигналу в антенному кабелі - 5,25 дБ/100 м,

L - довжина кабеля - 1000 м,

δ_3 - втрати сигналу на зв'язок на частоті 900 МГц - 63 дБ($2 \cdot 10^6$).

Із формули (1) знаходять необхідну чутливість приймача базової станції

$$P_{\text{прмінбс}} = P_{\text{мт}} / (h \delta_1 \delta_2 L \delta_3), \quad (2)$$

де $P_{\text{мт}}$ - потужність передавача мобільного телефону.

В табл. 1 наведені характеристики системи при використанні антенних кабелів фірми EUPEN різних типів довжиною 2000 м при відношенні сигнал/шум 9дБ (8) та величині $\delta_1=10$ дБ (10). Необхідну потужність передавача визначають при чутливості приймача мобільного телефону -108 дБм ($1,58 \cdot 10^{-14}$ Вт), а необхідну чутливість приймача базової станції при потужності передавача мобільного телефону 1 Вт.

Таблица 1

Характеристики системы при використанні антенних кабелів довжиною 2000 м

Тип кабеля	Маса кабеля довжиною 1 км, кг	Погонне загасання сигналу в кабелі на частоті 1000 МГц, дБ/100 м	Загальне загасання сигналу в кабелі	δ_3 на частоті 900 МГц	P_6 , Вт	$P_{\text{прмінбс}}$, Вт
512RC8R	231	7,95	$7,9 \cdot 10^{15}$	$5 \cdot 10^6$	$4,9 \cdot 10^{10}$	$3,2 \cdot 10^{-25}$
517RC8R	425	6,4	$6,3 \cdot 10^{12}$	$3 \cdot 10^6$	$8,3 \cdot 10^6$	$6,6 \cdot 10^{-22}$
522 RC8R	550	5,25	$3,6 \cdot 10^{10}$	$1,9 \cdot 10^6$	$7,58 \cdot 10^4$	$2 \cdot 10^{-19}$
543 RC8R	1255	3,5	10^7	$3 \cdot 10^6$	72	$4,2 \cdot 10^{-16}$

Задачі, які вирішуються за допомогою системи, що заявляється

В табл. 2 наведені характеристики системи при використанні антенних кабелів фірми EUPEN різних типів довжиною 1000 м при параметрах, врахованих при побудові табл. 1.

Очевидно, що, враховуючи наявні параметри базової станції - $P_6 = 35$ Вт, $P_{\text{прмінбс}} = 2,5 \cdot 10^{-15}$

Вт та мобільного телефону - $P_{\text{мт}} = 1$ Вт, $P_{\text{прмінмт}} = 1,58 \cdot 10^{-14}$ Вт, для створення системи мобільного зв'язку в метрополітені можливо використовувати тільки кабель типу 522 RC8R довжиною незначно меншою 1000 м (900 м), який має великі масу та вартість. До того ж абоненти мобільних телефонів, коли вагон буде знаходитись біля кінця антенного кабелю, змушені користуватись мобільним телефоном при максимальній потужності передавача, що конче шкідливо для здоров'я як самого абонента, так і інших пасажирів вагона. При довжині кабелю більше 900 м (два відрізки, з'єднані спеціальною муфтою) необхідно використовувати кабель типу 543 RC8R, що неприйнятно як за масогабаритними показниками, так і за вартістю кабелю і монтажних робіт.

Таблиця 2

Характеристики системи при використанні антенних кабелів довжиною 1000 м

Тип кабелю	Маса кабелю довжиною 1 км, кг	Погонне загасання сигналу в кабелі на частоті 1000 МГц, дБ/100 м	Загальне загасання сигналу в кабелі	δ_3 на частоті 900 МГц	P_6 , Вт	$P_{\text{прмінбс}}$, Вт
512 RC8R	231	7,95	$8,9 \cdot 10^7$	$5 \cdot 10^6$	$5,6 \cdot 10^2$	$2,8 \cdot 10^{-17}$
517 RC8R	425	6,4	$3,15 \cdot 10^6$	$3 \cdot 10^6$	3,15	$1,3 \cdot 10^{-15}$
522 RC8R	550	5,25	$1,8 \cdot 10^5$	$1,9 \cdot 10^6$	$4,32 \cdot 10^{-1}$	$3,6 \cdot 10^{-14}$
543 RC8R	1255	3,5	10^7	$3 \cdot 10^6$	$1,2 \cdot 10^{-3}$	$1,3 \cdot 10^{-12}$

В основу корисної моделі поставлено задачу забезпечити якісну роботу системи мобільного зв'язку в метрополітені при великих загасаннях сигналу в антенному кабелі шляхом використання способу підвищення якості зв'язку в метрополітені, коли здійснюють підсилення сигналу за допомогою репіторів з зовнішньою та внутрішньою антенами, що розміщують у вагонах поїзда.

При застосуванні способу, що заявляється, за допомогою репітера здійснюють додаткове підсилення сигналу в лініях "базова станція-мобільний телефон" та "мобільний телефон - базова станція" і таким чином компенсують великі загасання сигналу в антенному кабелі, використовуючи базові станції стандарту GSM 900 з наявними технічними характеристиками та кабелі з прийнятними мінімальними масогабаритними і ціновими характеристиками для прокладання ліній на фактичних відстанях між станціями метрополітену.

При використанні способу, що заявляється (кресл.), в системі мобільні телефони 1,2 розміщені в вагоні поїзда метрополітену 3 та через антенний кабель 4 зв'язані з базовою станцією 5.

Для компенсації великого загасання сигналу в антенному кабелі в кожному вагоні поїзда метрополітену додатково встановлюють репітер 6 з внутрішньою 7 та зовнішньою 8 антенами Удо-Ягі (хвильовий канал), який забезпечує додаткове підсилення сигналу в лінії "базова станція-мобільний телефон" та "мобільний телефон - базова станція".

Необхідний коефіцієнт підсилення репітера в лінії "базова станція - мобільний телефон" визначають за формулою

$$K_{y \text{ бс-мт}} = P_{\text{прмінмт}} 16\pi^2 r^2 h \delta_1 \delta_2 L \delta_3 / (P_6 G_1 G_2 G_3 \lambda^2) \quad (3)$$

де r - відстань від мобільного телефону до внутрішньої антени репітера,

G_1 , G_2 - коефіцієнти підсилення внутрішньої та зовнішньої антен репітера,

G_3 - коефіцієнт підсилення антени мобільного телефону,

λ - довжина робочої хвилі системи ($\lambda = 0,33$ м).

Необхідний коефіцієнт підсилення репітера в лінії "мобільний телефон - базова станція" визначають за формулою

$$K_{y \text{ бс-мт}} = P_{\text{прмінбс}} 16\pi^2 r^2 h \delta_1 \delta_2 L \delta_3 / (P_{\text{мт}} G_1 G_2 G_3 \lambda^2) \quad (4)$$

де $P_{\text{прмінбс}}$ - чутливість приймача базової станції,

$P_{\text{мт}}$ - потужність передавача мобільного телефону.

Розрахунки, виконані для системи з використанням найкращого за масогабаритними характеристиками та найдешевшого антенного кабелю типу 512 RC8R довжиною 2000 м при $P_6 = 35$ Вт, $G_1 = G_2 = 6$ дБ (4), $G_3 = 1$, $r = 10$ м, показують, що необхідний коефіцієнт підсилення репітера в напрямку "базова станція - мобільний телефон" має бути $K_{y \text{бс-мт}} = 1,56 \cdot 10^{11}$ (111,9 дБ).

Розрахунки, виконані для системи з використанням найкращого за масогабаритними характеристиками та найдешевшого антенного кабелю типу 512 RC8R довжиною 2000 м при $P_{\text{мт}} = 0,1$ Вт, $G_1 = G_2 = 6$ дБ (4), $G_3 = 1$, $r = 10$ м, показують, що необхідний коефіцієнт підсилення репітера в напрямку "мобільний телефон-базова станція" має бути $K_{y \text{мт-бс}} = 7,7 \cdot 10^8$ (88,8 дБ).

Причиною-наслідковий зв'язок між сукупністю ознак способу, що заявляється, і технічним результатом, що досягається

При реалізації способу, що заявляється, шляхом використання репітера з внутрішньою та зовнішньою антенами Удо-Ягі здійснюють компенсацію значного загасання сигналу в антенному кабелі та використовують кабелі з найкращими масогабаритними та ціновими характеристиками і забезпечують роботу мобільних телефонів в вагоні поїзда метрополітена при мінімальній потужності передавача.

Перелік фігур креслення

Функціональна схема системи

1, 2 - мобільний телефон,

3 - вагон,

4 - антенний кабель,

5 - базова станція,

6 - репітер,

7 - внутрішня антена Уда-Ягі,

8 - зовнішня антена Уда-Ягі.

Відомості, які підтверджують можливість здійснення корисної моделі

Опис системи для реалізації способу, що заявляється, в статичному режимі

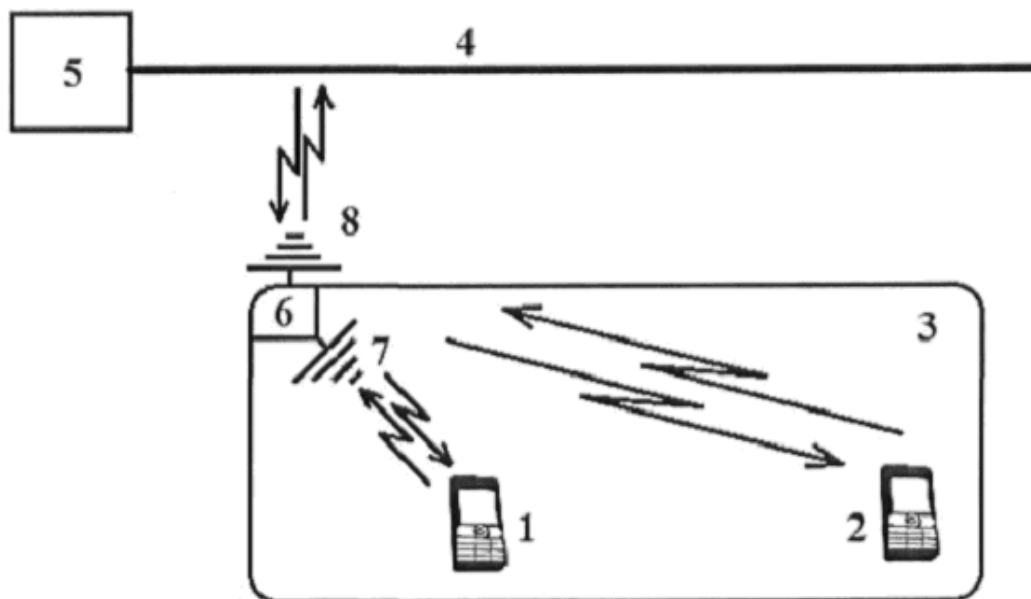
В системі мобільні телефони пасажирів 1,2, що знаходяться в вагоні 3 поїзда метрополітена, через антенний кабель 4 підключають до базової станції 5. Для компенсації загасання сигналу в антенному кабелі в вагонах поїзда метрополітена в верхньому куті під дахом встановлюють репітери 6. До репітера підключають внутрішню 7 та зовнішню антени 8 Уда-Ягі, які направляють в сторону пасажирів та антенного кабеля відповідно.

Опис системи для реалізації способу, що заявляється, в дії.

За допомогою мобільних телефонів 1, 2 пасажир вагона 3 метрополітена випромінюють сигнал та відповідно приймають сигнал від внутрішньої антени Уда-Ягі 7, діаграма спрямованості якої охоплює простір вагона, де знаходяться пасажир. Сигнал від антени 7 (або на вхід антени 7) подають на вхід репітера 6 (або з виходу репітера 6). Репітер 6 підсилює сигнали відповідно до встановлених коефіцієнтів підсилення. З виходу репітера 6 сигнал подають до зовнішньої антени Уда-Ягі 8 (або на вхід репітера 6 надходить сигнал від зовнішньої антени 8). Зовнішня антена 8 випромінює сигнал в напрямку антенного кабелю 4 (або приймає сигнал від антенного кабелю 4). З виходу антенного кабелю 4 сигнал подають на вхід базової станції 5 (або з виходу базової станції 5 сигнал подають на вхід антенного кабелю 4).

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Спосіб підвищення якості зв'язку в метрополітені, при якому приймають та передають сигнал за допомогою антенного кабелю, що розміщують на стіні тунелю, та здійснюють підсилення сигналу за допомогою репіторів з зовнішньою та внутрішньою антенами, що розміщують у вагонах поїзда.



Комп'ютерна верстка С. Чулій

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601