



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **91022** (13) **U**  
(51) МПК (2014.01)  
**H04J 1/00**

## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: **u 2013 11244**

(22) Дата подання заявки: **23.09.2013**

(24) Дата, з якої є чинними  
права на корисну  
модель: **25.06.2014**

(46) Публікація відомостей  
про видачу патенту: **25.06.2014, Бюл.№ 12**

(72) Винахідник(и):

**Семенко Анатолій Іларіонович (UA),  
Шокотько Андрій Андрійович (UA),  
Смілянський Андрій Олександрович (UA)**

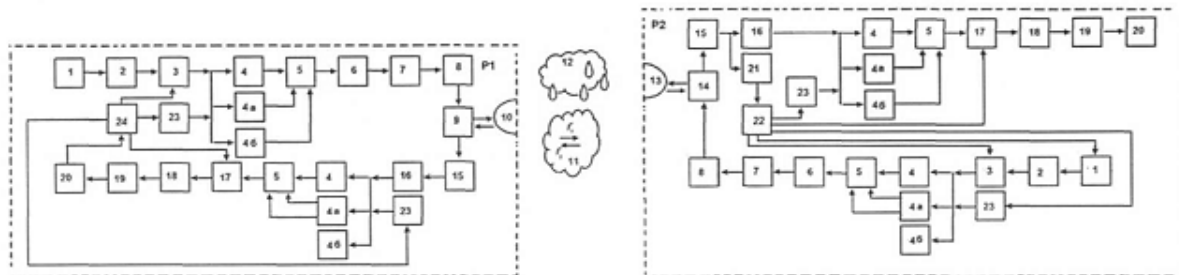
(73) Власник(и):

**ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ,  
вул. Солом'янська, 7, м. Київ-110, 03110  
(UA)**

## (54) СПОСІБ ПІДВИЩЕННЯ ВІДНОШЕННЯ СИГНАЛ/ШУМ В ДУПЛЕКСНІЙ ЦИФРОВІЙ РАДІОРЕЛЕЙНІЙ СИСТЕМІ ЗВ'ЯЗКУ

### (57) Реферат:

Спосіб підвищення відношення сигнал/шум в дуплексній цифровій радіорелейній системі зв'язку, при якому у випадку виникнення додаткового загасання сигналу автоматично за сигналом вимірювача відношення сигнал/шум в одній із станцій зменшують смугу пропускання приймачів обох станцій шляхом переключення частотно залежних фільтрів проміжної частоти та змінюють кількість позицій сигналу шляхом переключення формувачів сигналу.



Фіг. 1

UA 91022 U



Корисна модель належить до галузі телекомунікацій, а саме до способів покращення передачі цифрової інформації в цифрових радіорелейних системах [Калашников Н.И. Системы связи и радиорелейные линии. - М.: Связь. 1977, 392 с. Немировский А.С, Данилович О.С, Маримонт Ю.И. и др. Радиорелейные и спутниковые системы передачи. - М.: Радио и связь. 1986. - 392 с.]

Спосіб використовується в системі, побудованій на основі 2-х цифрових радіорелейних станцій Р1 та Р2, які працюють на двох близьких робочих частотах  $f_1$  та  $f_2$  через вільний простір 11, в якому виникають додаткові загасання сигналу через опади від хмари 12 (Фіг. 1). До складу кожної радіорелейної станції входять передавач - послідовно з'єднані джерело інформації 1, кодер 2, модулятор 3, фільтри проміжної частоти 4, підсилювач проміжної частоти 5, перетворювач частоти 16, підсилювач потужності 7, смуговий фільтр 8 та приймач - послідовно з'єднані малошумливий підсилювач 75, перетворювач частоти 2 16, демодулятор 17, вирішувач пристрій 18, декодер 79, кінцевий пристрій прийому інформації 20. Смуговий фільтр 8 та малошумливий підсилювач 75 підключають до дуплексора 9, з'єданого з антеною 10.

Загальними суттєвими ознаками способу, що заявляється, є прагнення досягти підвищення відношення сигнал/шум при додатковому загасанні сигналу, викликаному опадами - дощем або снігом.

В умовах інтенсивних опадів (дощ чи сніг) має місце додаткове велике загасання сигналу на частотах більше 1 ГГц [Кантор Я.Я. Спутниковая связь и вещание: Справочник. - М.: Радио и связь. 1988. - 344 с.]. Наприклад, на частоті 10 ГГц при інтенсивності опадів 50 мм/год. загасання складає 3 дБ/км.

Для підвищення відношення сигнал/шум через додаткове загасання сигналу забезпечують методом "грубої сили" шляхом збільшення потужності передавача, але це призводить до відповідних великих енерговитрат (особливо при акумуляторному живленні), ускладнення електромагнітної обстановки та підвищення шкідливості впливу випромінювання на здоров'я людей.

Відомо, що суттєвий вплив на відношення сигнал/шум має потужність шумів, яка визначається формулою Г. Найквіста:

$$P = kT\Delta f, (1)$$

де  $k$  - стала Больцмана,  $k = 1,38 \times 10^{-23}$  Вт/ГцТрад;

$T$  - шумова температура приймальної системи;

$\Delta f$  - смуга пропускання приймача.

Очевидно, що для ефективного зменшення потужності шумів зменшують смугу пропускання приймача.

В основу корисної моделі поставлено задачу забезпечити якісну роботу дуплексної цифрової радіорелейної системи зв'язку в умовах підвищення загасання сигналу. Вирішення задачі досягається способом підвищення відношення сигнал/шум в дуплексній цифровій радіорелейній системі зв'язку, в якій при виникненні додаткового загасання сигналу автоматично за сигналом вимірювача відношення сигнал/шум в одній із станцій зменшують смугу пропускання приймачів обох станцій шляхом переключення частотно залежних фільтрів проміжної частоти та змінюють кількість позицій сигналу шляхом переключення формувачів сигналу.

Відомо [Гоноровский И.С. - Радиотехнические цепи и сигналы: учебник для вузов. - М.: Радио и связь. 1986. - 512 с.], що швидкість передачі радіосигналу визначається формулою:

$$C = \Delta f_k \log M, (2)$$

де  $\Delta f_k$  - смуга пропускання радіоканалу, що дорівнює практичній ширині спектра радіосигналу,

$M$  - кількість позицій сигналу.

Для двійкового сигналу

$$M = 2^n, (3)$$

$n$  - кількість розрядів двійкового сигналу.

При наявності опадів в атмосфері збільшуються втрати сигналу, що призводить до погіршення відношення сигнал/шум та відповідно збільшення помилок прийому сигналу.

За способом, який заявляється, автоматично зменшують смугу пропускання приймача, а відповідно радіоканалу, шляхом підключення окремих змінних фільтрів проміжної частоти з різною смугою пропускання за сигналом вимірювача відношення сигнал/шум, що призводить до

підвищення відношення сигнал/шум. Для збереження швидкості передачі інформації автоматично збільшують кількість позицій сигналу.

Використання змінних фільтрів проміжної частоти з різною смугою пропускання, які автоматично включають за сигналом вимірювача відношення сигнал/шум, дозволяє в умовах збільшення загасання сигналу підвищити відношення сигнал/шум із збереженням швидкості передачі сигналу шляхом автоматичної реалізації відповідного значення кількості позицій сигналу.

Фіг. 1 - Функціональна схема систем радіорелейного зв'язку:

- P1 - радіорелейна станція 1,
- 1 - джерело інформації,
- 2 - кодер,
- 3 - модулятор,
- 4 - фільтр проміжної частоти,
- 4а, 4б - фільтри проміжної частоти із зменшеною смугою пропускання,
- 5 - підсилювач проміжної частоти,
- 6 - перетворювач частоти 1,
- 7 - підсилювач потужності,
- 8 - смуговий фільтр 1,
- 9 - диплексор 1,
- 10 - антена 1,
- 11 - канал зв'язку - вільний простір (ефір),
- 12 - дощова (снігова) хмара,
- P2 - радіорелейна станція 2,
- 13 - антена 2,
- 14 - диплексор 2,
- 15 - малошумливий підсилювач,
- 16 - перетворювач частоти 2,
- 17 - демодулятор,
- 18 - вирішуючий пристрій,
- 19 - декодер,
- 20 - кінцевий пристрій прийому інформації,
- 21 - вимірювач відношення сигнал/шум,
- 22 - формувач сигналу керування 1,
- 23 - перемикач фільтрів,
- 24 - формувач сигналу керування 2.

Фіг. 2 - Частотні характеристик фільтрів проміжної частоти.

Для реалізації корисної моделі пропонується створення модернізованих радіорелейних станцій P1 та P2 (Фіг. 1), побудованих на основі класичних радіорелейних станцій. В одній із станцій, для прикладу в станції P2, до виходу малошумливого підсилювача 15 паралельно приєднують вимірювач відношення сигнал/шум 21, до виходу якого підключають формувач сигналу керування 1 22, з'єднаний з перемикачем 23 паралельно включених фільтрів з різною смугою пропускання, яка відрізняється в 2 рази, 4, 4а, 4б (Фіг. 2). В станції P1 до виходу кінцевого пристрою прийому інформації 20 підключають формувач сигналу керування 2 24, який приєднують до перемикача фільтрів з різною смугою пропускання 23.

При наявності дощу або снігу зменшується рівень сигналу на вході приймача-малошумливого підсилювача 75, що призводить до збільшення помилки прийому сигналу. В одній із радіорелейних станцій, для прикладу в станції P2, за допомогою вимірювача відношення сигнал/шум 21 визначають наявне значення сигнал/шум, яке становиться меншим необхідного. Даний сигнал подають на формувач сигналу керування 1 22, в якому виробляють сигнал управління перемикачем фільтрів 23 для підключення фільтрів проміжної частоти 4а або 4б, сигнал зміни виду модуляції (збільшення кількості позицій сигналу M) в модуляторі 3 та сигнал, який додають в якості службової інформації в джерелі інформації 1, аби передати його до радіорелейної станції P1. Прийнятий в цій станції сигнал керування з виходу кінцевого пристрою прийому інформації 20 подають до формувача сигналу керування 2 24, за допомогою якого здійснюють операції в модуляторі 3 та перемикачі фільтрів 23, аналогічні, як в радіорелейній станції P2.

При зменшенні сигналів на входах приймачів при наявності дощу або снігу до граничного рівня здійснюють автоматичне включення фільтрів проміжної частоти 4а або 4б з меншою смугою пропускання, і таким чином відповідно до формули (1) зменшують потужність шумів та відновлюють необхідне значення сигнал/шум. При цьому також автоматично збільшують

кількість позицій сигналу  $M$  і відповідно до формули (2) забезпечують стабільність швидкості передачі інформації.

#### ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

5

Спосіб підвищення відношення сигнал/шум в дуплексній цифровій радіорелейній системі зв'язку, при якому у випадку виникнення додаткового загасання сигналу автоматично за сигналом вимірювача відношення сигнал/шум в одній із станцій зменшують смугу пропускання приймачів обох станцій шляхом переключення частотно залежних фільтрів проміжної частоти та змінюють кількість позицій сигналу шляхом переключення формувачів сигналу.

10

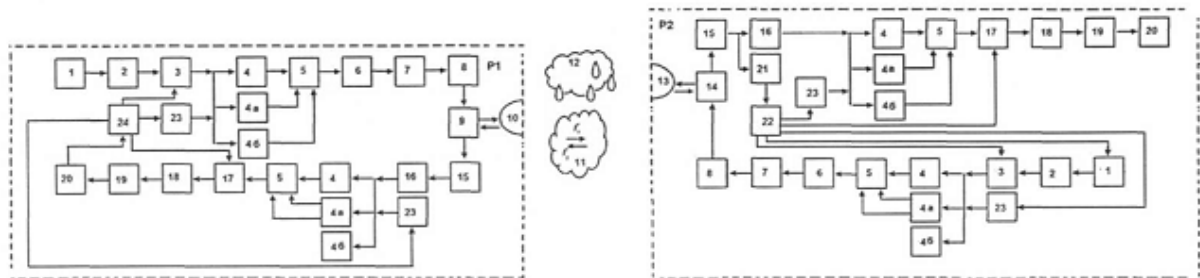
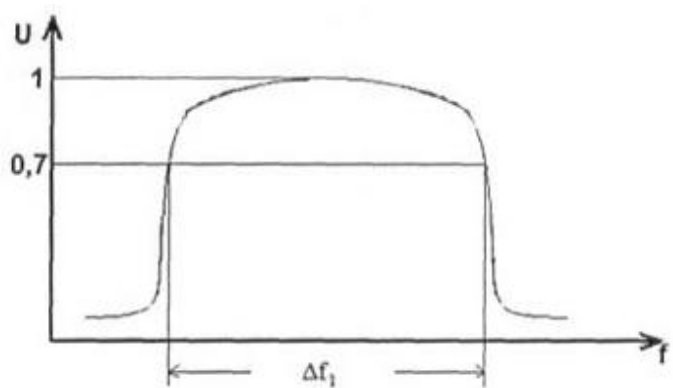
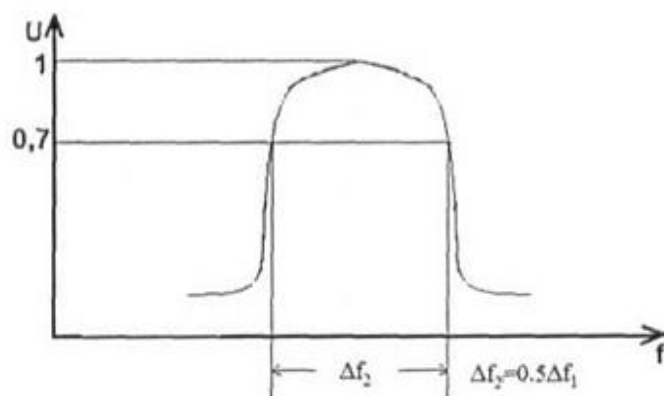


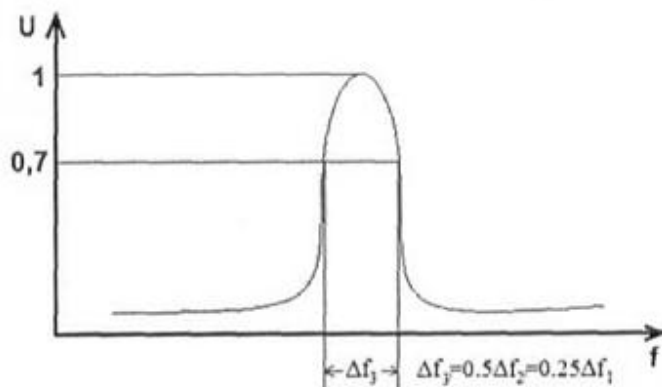
Fig. 1



a)



б)



в)

Фиг. 2

Комп'ютерна верстка Г. Паяльніков

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