



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **108632** (13) **U**  
(51) МПК  
*H04B 7/22* (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: <b>u 2016 00700</b>	(72) Винахідник(и): <b>Ільченко Михайло Юхимович (UA), Наритник Теодор Миколайович (UA), Слюсар Вадим Іванович (UA)</b>
(22) Дата подання заявки: <b>29.01.2016</b>	(73) Власник(и): <b>НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ "КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ", пр. Перемоги, 37, м. Київ-56, 03056 (UA)</b>
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: <b>25.07.2016</b>	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: <b>25.07.2016, Бюл.№ 14</b>	

## (54) СПОСІБ ТРОПОСФЕРНОГО ЗВ'ЯЗКУ

### (57) Реферат:

Спосіб тропосферного зв'язку полягає: у передавальній станції на одну антену через дуплексор подається сигнал від передавачів, що працюють на різних частотах, до яких через загальний модулятор надходить груповий сигнал від каналоутворюючої апаратури, приймальна станція також має одну антену, до якої через дуплексор підключені приймачі, налаштовані на відповідні частоти передавачів, причому у передавачі здійснюють цифрове формування багаточастотного сигналу з необхідним рознесенням частот, додатково кодують сумарний багаточастотний сигнал шляхом зміни його фази у заданих часових інтервалах, виконують цифро-аналогове перетворення багаточастотного сигналу, його перенесення на носійну частоту, підсилення за потужністю в аналоговому підсилювачі та випромінювання у простір, на приймальній стороні після підсилення прийнятого сигналу в аналоговому приймачі здійснюють його аналого-цифрове перетворення, декодуючи сумарний цифровий багаточастотний сигнал та формуючи банк цифрових частотних фільтрів, за відгуками яких здійснюють демодуляцію сигналів та відновлення переданих даних.

UA 108632 U



Корисна модель, яка заявляється, належить до галузі тропосферного радіорелейного зв'язку і може бути використана у портативних засобах тропосферного зв'язку.

Відомий спосіб тропосферного зв'язку, в якому на передавач передавальної тропосферної станції надходить груповий сигнал від каналоутворюючої апаратури, а приймальна тропосферна станція має дві антени, які рознесені одна від одної на 50-100 довжин хвиль у напрямку, перпендикулярному до напрямку на кореспондента. Швидкі релейські завмирання радіосигналів на виході приймальних антен у цьому випадку є практично некорельованими. Кутове рознесення сигналів реалізується за допомогою двох опромінювачів зсунутих відносно фокальної площини спільного параболічного дзеркала. В результаті цього діаграма спрямованості такої антени має двопелюсткову структуру, що дозволяє отримати дві рознесені у просторі зони перевипромінювання, наявність якого призводить до некорельованості завмирань сигналів в кожній з них. Цей спосіб, заснований на рознесенні сигналів по частоті, в якому використовують модуляцію центральної частоти випромінюваних сигналів з лінійною частотною модуляцією (ЛЧМ) за бінарним інформаційним законом. На приймальній стороні здійснюють їх обробку в узгодженому фільтрі стиснення і виділяють корисну інформацію за допомогою селекторних стробів та тактових імпульсів, заданих ЛЧМ пілот-сигналом.[1]

Недоліком цього способу є те, що в реальних умовах інформаційний ЛЧМ сигнал, що надходить на вхід приймального блока, не є точною копією випроміненого сигналу внаслідок його спотворень та завмирань, що обумовлює певні енергетичні втрати. До того ж, при використанні фільтра стиснення відношення пікових потужностей вхідного і вихідного ЛЧМ сигналів залежить від ширини частотної смуги, яку займає сигнал. Тому, втрати внаслідок завмирань 50 % смуги корисного сигналу призводять до зменшення рівня стисненого ЛЧМ імпульсу в 1,41 разу.

Найбільш близьким до заявлюваної моделі є радіорелейні та тропосферні системи передачі, в яких у передавальній станції на одну антену через диплексор подається сигнал від передавачів (що працюють на різних частотах) та через загальний модулятор надходить груповий сигнал від каналоутворюючої апаратури. Приймальна станція також має одну антену, до якої через диплексор підключені приймачі, налаштовані на відповідні частоти передавачів. При певному розносі між цими заданими частотами завмирання радіосигналів на входах приймачів вони виявляються практично некорельованими, завдяки чому забезпечується суттєве зниження впливу швидких завмирань сигналу на якість прийому.

Недоліком указанного способу є те, що при (рознесені через 2 МГц) частотному інтервалі існує ймовірність одночасних глибоких завмирань сигналу на усіх частотах та на кожній з частот окремо. До того ж у разі відомих значень частот сигналів можлива ймовірність перехоплення повідомлень. [2]

Задачею корисної моделі, яка заявляється, є спрощення апаратної реалізації передавачів та приймачів багаточастотних сигналів і підвищення стійкості каналів передачі даних до несанкціонованого доступу, а також вплив завмирань сигналів при передачі та прийомі інформації в цифрових тропосферних лініях зв'язку, підвищення швидкості передачі цифрової інформації та завадостійкості зв'язку при мінімальній кількості каналів формування та обробки сигналів.

Поставлена задача вирішується тим, що у передавачі здійснюються цифрове формування багаточастотного сигналу з необхідним рознесенням частот, додатково кодує сумарний багаточастотний сигнал шляхом зміни його фази у заданих часових інтервалах, виконується цифро-аналогове перетворення багаточастотного сигналу та підсилення потужності в аналоговому підсилювачі прийнятого сигналу, декодує сумарний багаточастотний сигнал та формує банк цифрових частотних фільтрів, а також здійснюють демодуляцію сигналів і відновлення переданих даних.

Новим є те, що у передавачі здійснюють цифрове формування багаточастотного сигналу з необхідним рознесенням частот, додатково кодує сумарний багаточастотний сигнал шляхом зміни його фази у заданих часових інтервалах, виконують цифро-аналогове перетворення багаточастотного сигналу, його перенесення на носійну частоту, підсилення за потужністю в аналоговому підсилювачі та випромінювання у простір, на приймальній стороні після підсилення прийнятого сигналу в аналоговому приймачі здійснюють його аналого-цифрове перетворення, декодує сумарний цифровий багаточастотний сигнал та формує банк цифрових частотних фільтрів, за відгуками яких здійснюють демодуляцію сигналів та відновлення переданих даних.

Новим є те, що як багаточастотний сигнал у передавачі тропосферної станції застосовують сигнали з ортогональним частотним дискретним мультиплексуванням, перед тим, як додатково кодувати сумарний багаточастотний сигнал шляхом зміни його фази у заданих часових

інтервалах, виконують операцію оберненого швидкого перетворення Фур'є (ШПФ), а у приймачі формують банк цифрових частотних фільтрів за допомогою ШПФ.

Новим є те, що в тропосферній станції застосовують сигнали з кодованим ортогональним частотним дискретним мультиплексуванням, перед тим, як додатково кодувати сумарний багаточастотний сигнал шляхом зміни його фази у заданих часових інтервалах, виконують операцію оберненого швидкого перетворення Фур'є (ШПФ), а у приймачі формують банк цифрових частотних фільтрів за допомогою ШПФ та декодують сигнал на кожній з частот. Передавачі для додаткового кодування сумарного багаточастотного сигналу шляхом зміни його фази у заданих часових інтервалах застосовують фазову маніпуляцію з бінарним кодом. Фазова маніпуляція здійснюється за одним з кодів Баркера або Баркера-Волинської та двійковою випадковою послідовністю.

Спосіб тропосферного зв'язку реалізується наступним чином: передавач тропосферної станції у мережі для кожної з приймальних тропосферних станцій призначає свій код для декодування сумарного багаточастотного сигналу шляхом зміни його фази у заданих часових інтервалах, при цьому передача сигналів усій множині приймальних станцій здійснюється послідовно у часі з відповідною зміною коду додаткового кодування сумарного багаточастотного сигналу. Сигнал на проміжній частоті, підготовлений для передачі, перетворюють за допомогою цифро-аналогового перетворювача (ЦАП). Кодування та декодування сумарного багаточастотного сигналу здійснюють шляхом зміни його фази у заданих часових інтервалах, та реалізують на програмованих логічних інтегральних схемах (ПЛІС).

Наведемо приклад використовуваної елементної бази: АЦП LTC2207IUK (Linear Technology), ЦАП AD9786BSV (Analog Devices), ПЛІС EP3C16Q240C8N (Altera).

Запропонований спосіб є новим, оскільки він дозволяє опрацьовувати послідовні операції в єдиній сукупності процесів тропосферного зв'язку.

Джерела інформації:

1. Патент РФ № 2475962, МПК H04B 7/22. Способ передачи и приема цифровой информации в тропосферных линиях связи. // Оуб. 20.02.2013.

2. Наритник Т.М. "Радіорелейні та тропосферні системи передачі" – К.: Концерн "Видавничий Дім "Ін Юре", 2003. - С. 192. - прототип.

#### ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

1. Спосіб тропосферного зв'язку, що полягає: у передавальній станції на одну антену через диплексор подається сигнал від передавачів, що працюють на різних частотах, до яких через загальний модулятор надходить груповий сигнал від каналоутворюючої апаратури, приймальна станція також має одну антену, до якої через диплексор підключені приймачі, налаштовані на відповідні частоти передавачів, який **відрізняється** тим, що у передавачі здійснюють цифрове формування багаточастотного сигналу з необхідним рознесенням частот, додатково кодують сумарний багаточастотний сигнал шляхом зміни його фази у заданих часових інтервалах, виконують цифро-аналогове перетворення багаточастотного сигналу, його перенесення на носійну частоту, підсилення за потужністю в аналоговому підсилювачі та випромінювання у простір, на приймальній стороні після підсилення прийнятого сигналу в аналоговому приймачі здійснюють його аналого-цифрове перетворення, декодуючи сумарний цифровий багаточастотний сигнал та формуючи банк цифрових частотних фільтрів, за відгукками яких здійснюють демодуляцію сигналів та відновлення переданих даних.

2. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що як багаточастотний сигнал у передавачі тропосферної станції застосовують сигнали з ортогональним частотним дискретним мультиплексуванням, перед тим, як додатково кодувати сумарний багаточастотний сигнал шляхом зміни його фази у заданих часових інтервалах, виконують операцію оберненого швидкого перетворення Фур'є (ШПФ), а у приймачі формують банк цифрових частотних фільтрів за допомогою ШПФ.

3. Спосіб за пп. 1, 2, який **відрізняється** тим, що в тропосферній станції застосовують сигнали з кодовим ортогональним частотним дискретним мультиплексуванням, перед тим, як додатково кодувати сумарний багаточастотний сигнал шляхом заміни його фази у заданих часових інтервалах, виконують операцію оберненого швидкого перетворення Фур'є (ШПФ), а у приймачі формують банк цифрових частотних фільтрів за допомогою ШПФ та декодують сигнал на кожній з частот. Передавачі для додаткового кодування сумарного багаточастотного сигналу шляхом зміни його фази у заданих часових інтервалах застосовують фазову маніпуляцію з бінарним кодом. Фазова маніпуляція здійснюється за одним з кодів Баркера або Баркера-Волинської та двійковою випадковою послідовністю.

---

Комп'ютерна верстка Л. Бурлак

---

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

---

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