



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **110207** (13) **U**
(51) МПК (2016.01)
H04B 1/00

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

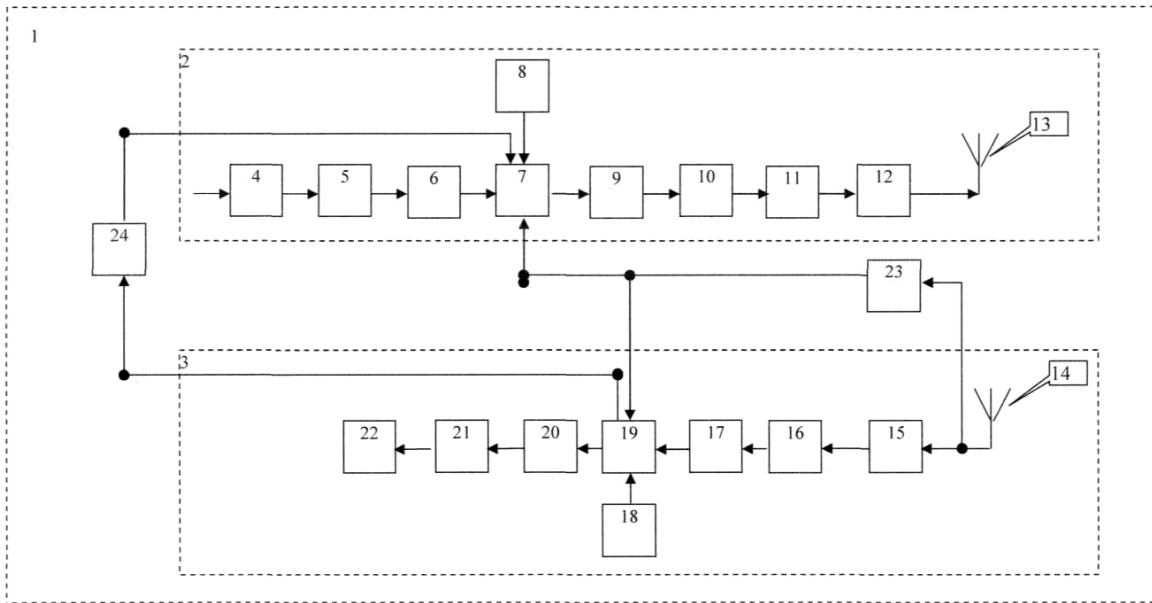
<p>(21) Номер заявки: u 2016 04272</p> <p>(22) Дата подання заявки: 18.04.2016</p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 26.09.2016</p> <p>(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 26.09.2016, Бюл.№ 18</p>	<p>(72) Винахідник(и): Слюсар Вадим Іванович (UA), Зінченко Андрій Олександрович (UA), Шишацький Андрій Володимирович (UA)</p> <p>(73) Власник(и): Слюсар Вадим Іванович, Повітрофлотський проспект, 28, м. Київ-168, 03168 (UA), Зінченко Андрій Олександрович, Повітрофлотський проспект, 28, м. Київ-168, 03168 (UA), Шишацький Андрій Володимирович, бул. Перова, 44, кв. 16, м. Київ-139, 02139 (UA)</p>
--	---

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ ПРИЙОМУ ТА ПЕРЕДАЧІ OFDM-СИГНАЛІВ З АДАПТАЦІЄЮ ДО ВПЛИВУ НАВМИСНИХ ЗАВАД

(57) Реферат:

Пристрій для прийому та передачі OFDM-сигналів з адаптацією до впливу навмисних завад містить блок розрахунку співвідношення сигнал-шум, блок сигналізації та управління, завадостійкій кодер, символний мепер, блок формування пілот-сигналів, блок модуляції піднесучих, блок адаптації до сигнально-завадової обстановки, блок розрахунку співвідношення сигнал-шум, блок розрахунку зворотного перетворення Фур'є, блоку формування захисного інтервалу, блок цифро-аналогового перетворення, I/Q модулятор-перетворювач частоти, передаючу антену, приймальну антену, демодулятор піднесучих, блок оцінки та корекції параметрів сигналу, символний демемпер, декодер-перемежувач та блок адаптації до сигнально-завадової обстановки.

UA 110207 U



Корисна модель належить до галузі зв'язку, зокрема до спеціальної техніки зв'язку, а саме до систем передачі даних за допомогою безпроводного зв'язку спеціального призначення.

Відома система адаптації, що містить об'єкт управління, блок оцінювання, блок оптимізації та регулятор основного контуру, причому блок оцінювання послідовно з'єднано з входом блока оптимізації, вихід блока оптимізації послідовно з'єднано з входом регулятора основного контуру, вихід регулятора основного контуру послідовно з'єднано з входом об'єкту управління [1].

До недоліків системи адаптації, яку обрано за аналог, є низька швидкість адаптації при роботі в складній сигнально-завадовій обстановці.

Найбільш близьким технічним рішенням, вибраний як прототип, є пристрій для прийому та передачі OFDM-сигналів, що містить передавальну частину та приймальну частину, блок розрахунку співвідношення сигнал-шум, блок сигналізації та управління, причому передавальна частина містить завадостійкий кодер, символьний мепер, блок формування пілот-сигналів, блок модуляції піднесучих, блок розрахунку зворотного перетворення Фур'є, блок формування захисного інтервалу, блок цифро-аналогового перетворення, I/Q модулятор-перетворювач частоти, передаючу антену, приймальна частина містить приймальну антену, I/Q демодулятор-перетворювач частоти, блок аналогово-цифрового перетворення частоти, блок формування прямого перетворення Фур'є, демодулятор піднесучих, блок оцінки та корекції параметрів сигналу, символьний демемпер, завадостійкий декодер-перемежувач, при чому вихід завадостійкого кодера з'єднано з входом символьного мепера, а вихід символьного мепера з входом блока формування пілот - сигналів, вихід блока формування пілот-сигналів з'єднано з входом блока модуляції піднесучих вихід якого з'єднано з входом блока розрахунку зворотного перетворення Фур'є вихід якого з'єднано з входом блока формування захисного інтервалу, вихід блока формування захисного інтервалу з'єднано з входом блока цифро-аналогового перетворення, вихід якого з'єднано з входом I/Q модулятора-перетворювача частоти, вихід I/Q модулятора-перетворювача частоти з'єднано з входом передаючої антени, вихід приймальної антени з'єднано з входом I/Q демодулятора-перетворювача частоти, вихід якого з'єднано з входом блока аналогово-цифрового перетворення частоти, вихід якого з'єднано з входом блока формування прямого перетворення Фур'є, вихід якого з'єднано з входом демодулятора піднесучих, при цьому перший вихід демодулятора піднесучих з'єднано з входом блока оцінки та корекції параметрів сигналу, а другий вихід з входом блока сигналізації та управління, вихід якого з'єднано з входом блока модуляції піднесучих, вихід блока оцінки та корекції параметрів сигналу з'єднано з входом символьного демемпера, вихід якого з'єднано з входом завадостійкого декодера-перемежувача, вихід блока розрахунку співвідношення сигнал-шум з'єднано з входом демодулятора піднесучих та входом блока модуляції піднесучих. [2]

До недоліків пристрою для прийому та передачі OFDM-сигналів є низька енергетична ефективність, низька скритність та відсутність можливості адаптації до сигнально-завадовій обстановки.

В основу корисної моделі поставлено задачу шляхом додаткового введення блока адаптації до сигнально-завадовій обстановки у приймальну та передавальну частину, підвищити енергетичну ефективність, забезпечити можливість адаптації до сигнально-завадовій обстановки і як наслідок підвищити стійкість функціонування системи військового зв'язку.

Забезпечення технічного рішення можливо тому, що завдяки введенню блока адаптації до сигнально-завадовій обстановки можливо забезпечити:

- проводити адаптацію використання частотно-часового ресурсу при впливі комплексів радіоелектронного приглушення з динамічною та статичними стратегіями постановки завад.

Суть корисної моделі пристрою 1 для прийому та передачі OFDM-сигналів з адаптацією до впливу навмисних, що містить передавальну 2 частину та приймальну 3 частину. Передавальна 2 частина містить завадостійкий 4 кодер, символьний 5 мепер, блок 6 формування пілот-сигналів, блок 7 модуляції піднесучих, блок 8 адаптації до сигнально-завадовій обстановки, блок 9 розрахунку зворотного перетворення Фур'є, блок 10 формування захисного інтервалу, блок 11 цифро-аналогового перетворення, I/Q 12 модулятор-перетворювач частоти, передаюча 13 антена. Приймальна 3 частина містить приймальну 14 антену, I/Q 15 демодулятор-перетворювач частоти, блок 16 формування прямого перетворення Фур'є, блок 17 аналогово-цифрового перетворення частоти, блок 18 адаптації до сигнально-завадовій обстановки, демодулятор 19 піднесучих, блок 20 оцінки та корекції параметрів сигналу, символьний 21 демемпер, завадостійкий 22 декодер-перемежувач.

Пристрій 1 для прийому та передачі OFDM-сигналів з адаптацією до впливу навмисних завад містить блок 23 розрахунку співвідношення сигнал-шум, блок 24 сигналізації та управління, при цьому вихід завадостійкого 4 кодера з'єднано з входом символьного 5 мепера, а вихід символьного 5 мепера з входом блока 6 формування пілот сигналів; вхід блока 7

модуляції піднесучих з'єднано з виходами блока 6 формування пілот-сигналів та блока 8 адаптації до сигнально-завадової обстановки, блока 24 сигналізації та управління, блока 23 розрахунку співвідношення сигнал-шум; вихід блока 7 модуляції піднесучих з'єднано з входом 9 блока розрахунку зворотного перетворення Фур'є вихід якого з'єднано з входом блока 10 формування захисного інтервалу, вихід якого з'єднано з входом блока 11 цифро-аналогового перетворення, вихід якого послідовно з'єднано з входом I/Q 12 модулятора-перетворювача частоти, вихід якого послідовно з'єднано з входом передаючої 13 антени, вихід якої послідовно з'єднано з входом 14 приймальної антени; один вихід 14 приймальної антени послідовно з'єднано з входом блока 23 розрахунку співвідношення сигнал-шум, а другий вихід з'єднано з входом I/Q 15 демодулятора-перетворювача частоти, вихід якого послідовно з'єднано з входом блока 16 аналогово-цифрового перетворення частоти, вихід якого послідовно з'єднано з входом 17 блока формування прямого перетворення Фур'є, вихід якого з'єднано з входом демодулятора 19 піднесучих. Вхід демодулятора 19 піднесучих з'єднано з виходом блока 18 адаптації до сигнально-завадової обстановки та з виходом блока 23 розрахунку співвідношення сигнал-шум; один вихід демодулятора 19 піднесучих з'єднано з входом блока 20 оцінки та корекції параметрів сигналу, а другий вихід з входом блока 24 сигналізації та управління; вихід блока 20 оцінки та корекції параметрів сигналу з'єднано з входом символного 21 демемпера, вихід якого з'єднано з входом завадостійкого 22 декодера-перемежувача відрізняється тим, що передавальна 2 та приймальна частини 3 додатково містять блок 8(18) адаптації до сигнально-завадової обстановки, при цьому блок 8 адаптації до сигнально-завадової обстановки передавальної частини з'єднано з блоком 7 модуляції піднесучих, а блок 18 адаптації до сигнально-завадової обстановки приймальної частини з'єднано з демодулятором піднесучих.

Порівняння технічного рішення, що заявляється, із прототипом, дозволяє зробити висновок, що пристрій для прийому та передачі OFDM-сигналів з адаптацією до впливу навмисних завад, відрізняється тим, що додатково містить блок адаптації до сигнально-завадової обстановки в передавальній частині та блок адаптації до сигнально-завадової обстановки в приймальній частині.

Суть корисної моделі пояснюється за допомогою креслень, де на кресленні подана функціональна схема запропонованої системи.

Пристрій для прийому та передачі OFDM-сигналів з адаптацією до впливу навмисних завад працює наступним чином:

Інформаційна послідовність в передавальній 2 частині надходить на вхід завадостійкого 4 кодера перемежувача що виконує функцію завадостійкого кодування, перемежування біт, перекомпоновку в залежності від розміру алфавіту сигнального сузір'я.

Далі інформаційна послідовність надходить на вхід символного 5 мепера, який при фіксації критично низького співвідношення сигнал/шум виконує функцію генерації фіксованого, завчасно відомого OFDM-символу, передача якого не здійснюється у нормальній сигнально-завадовій обстановці. З виходу символного 5 мепера інформаційна послідовність надходить на вхід блока 6 формування пілот-сигналів де здійснюється модуляція пілотних піднесучих. Для кожної пілотної піднесучої формується комплексна амплітуда. Частотні позиції пілотних піднесучих та їх комплексні амплітуди визначаються у відповідності з початковим алгоритмом роботи.

Блок 7 модуляції піднесучих виконує функцію зміни одного або декількох параметрів несучої сигналу у відповідності до змін параметрів сигналу, що передається або інших сигналів, що впливають на неї. Вибір правила модуляції відбувається на підставі надходженні з блока 24 сигналізації та управління службової послідовності про зниження співвідношення сигнал/завада.

Блок 8 адаптації до сигнально-завадової обстановки дозволяє проводити адаптацію використання частотно-часового ресурсу при впливі комплексів радіоелектронного приглушення з динамічною та статичними стратегіями постановки завад. Оптимальне управління частотно-часовим ресурсом дозволяє підвищити достовірність передачі інформації та підвищити ефективність функціонування в складних умовах радіоелектронної обстановки. Блок 8 адаптації до сигнально-завадової обстановки при динамічній стратегії впливу навмисних завад працює наступним чином:

введення початкових даних, розрахунок $P_{спі} \begin{pmatrix} P_{пом \leq P_{пом доп}} \\ P_{ппі} \end{pmatrix}$, складання матриці гри, формалізація задачі лінійного програмування, визначення вектора

$A^* = \|\alpha_{1опт} \alpha_{2опт} \dots \alpha_{m опт}\|$, визначення оптимальності стратегії управління комплексу радіоелектронного приглушення, розрахунок $P(P_{пом \leq P_{пом доп}} U_i, V_j)$, виведення результатів.

Принцип роботи блока 8 адаптації до сигнально-завадової обстановки при статичній стратегії

впливу навмисних завад: введення початкових даних, розрахунок $P_{сп\ i}$ $\left(\begin{matrix} P_{пом} \leq P_{пом\ доп} \\ P_{пп\ i} \end{matrix} \right)$

перевірка визначення вимог до $P(P_{пом} \leq P_{пом\ доп})$ (якщо ні, то формалізація задачі лінійного програмування по максимізації $P(P_{пом} \leq P_{пом\ доп})$, якщо так, то рішення задачі лінійного програмування), перевірка можливості рішення задачі лінійного програмування (якщо так, то виведення результатів, якщо ні то спрощення обмежень для задачі лінійного програмування та виведення результатів).

Також на блок 7 модуляції піднесучих надходить керуюча послідовність з блока 23 розрахунку співвідношення сигнал-шум, що аналізує заводову обстановку та формує кількісну оцінку співвідношення сигнал/шум для формування відповідних команд блоком 24 сигналізації та управління.

З блока 7 модуляції піднесучих інформаційна послідовність надходить на блок 9 розрахунку зворотного перетворення Фур'є де відбувається функція формування послідовності часових дискретних відміток квадратурних компонент OFDM-символу, що передається (інакше кажучи зазначений блок виконує функцію перетворення OFDM-символу з частотної в часову область).

З виходу блока 9 розрахунку зворотного перетворення Фур'є інформаційна послідовність надходить на вхід блока 10 формування захисного інтервалу де відбувається формування та додавання циклічного префіксу (захисного інтервалу), з виходу якого інформаційна послідовність на вхід блока 11 цифро-аналогового перетворення, що виконує функцію формування квадратурного компоненту сигналу в аналогову форму.

Після зазначеного перетворення інформаційна послідовність з виходу блока 11 цифро-аналогового перетворення надходить на вхід I/Q 12 модулятора-перетворювача частоти який виконує функцію перенесення спектру OFDM-сигналу на потрібну несучу частоту у відповідності до заданого частотного діапазону (іншими словами зазначений блок виконує функцію балансного зміщення квадратурних компонент з переносом спектра сигналу на несучу частоту).

З виходу I/Q 12 модулятора-перетворювача частоти сигнал надходить на вхід 13 передаючої антени де відбувається випромінювання інформаційної послідовності у навколишнє середовище.

На приймальній стороні переданий сигнал надходить на вхід 14 приймальної антени, що виконує функцію приймання випроміненого сигналу та його первинну обробку.

З виходу приймальної 14 антени прийнятий сигнал надходить на вхід блока 23 розрахунку співвідношення сигнал-шум для аналізу заводової обстановки та на вхід I/Q 15 демодулятора-перетворювача частоти, що виконує функцію попередньої частотної селекції, підсилення та перенесення спектру сигналу на нульову частоту з виділенням квадратурних компонент I та Q.

З виходу I/Q 15 демодулятора-перетворювача частоти інформаційна послідовність надходить на вхід блока 16 аналогово-цифрового перетворення частоти, що виконує функцію дискретизації аналогового сигналу з послідуочим перетворенням у цифрову форму.

З блока 16 аналогово-цифрового перетворення частоти інформаційна послідовність надходить на вхід блока 17 формування прямого перетворення Фур'є де виконується функція формування комплексних амплітуд OFDM-символів, що приймаються.

З виходу блока 17 формування прямого перетворення Фур'є інформаційна послідовність надходить на вхід демодулятора 19 піднесучих) де виконується відновлення сигналізаційної інформації, що передається, за допомогою інформації, що надходить з блока 18 адаптації до сигнально-заводової обстановки. Також на вхід демодулятора 19 піднесучих надходить службова послідовність з блока 23 розрахунку співвідношення сигнал-шум, який формує службову послідовність про заводову обстановку на приймальній стороні для більш коректного прийому інформації.

З виходу демодулятора 19 під несучих інформація про стан заводової обстановки надходить на вхід блока 24 сигналізації та управління для здійснення коректування сигнально-кодової послідовності на передавальній стороні системи.

З виходу демодулятора 19 під несучих інформаційна послідовність надходить на вхід блока 20 оцінки та корекції параметрів сигналу що виконує функцію оцінки та компенсація викривлень частотного спектру по пілот-сигналах.

З виходу блока 20 оцінки та корекції параметрів сигналу інформаційна послідовність надходить на вхід 21 символного демемпера, що виконує функцію демодуляції інформаційних піднесучих передаваного OFDM-символу.

З виходу символного 21 демемпера інформаційна послідовність надходить на вхід заводостійкого декодера-перемежувача, що виконує функцію заводостійкого декодування,

деперемежування біт, перекомпоновку в залежності від розміру алфавіту від виду та розмірності маніпуляції.

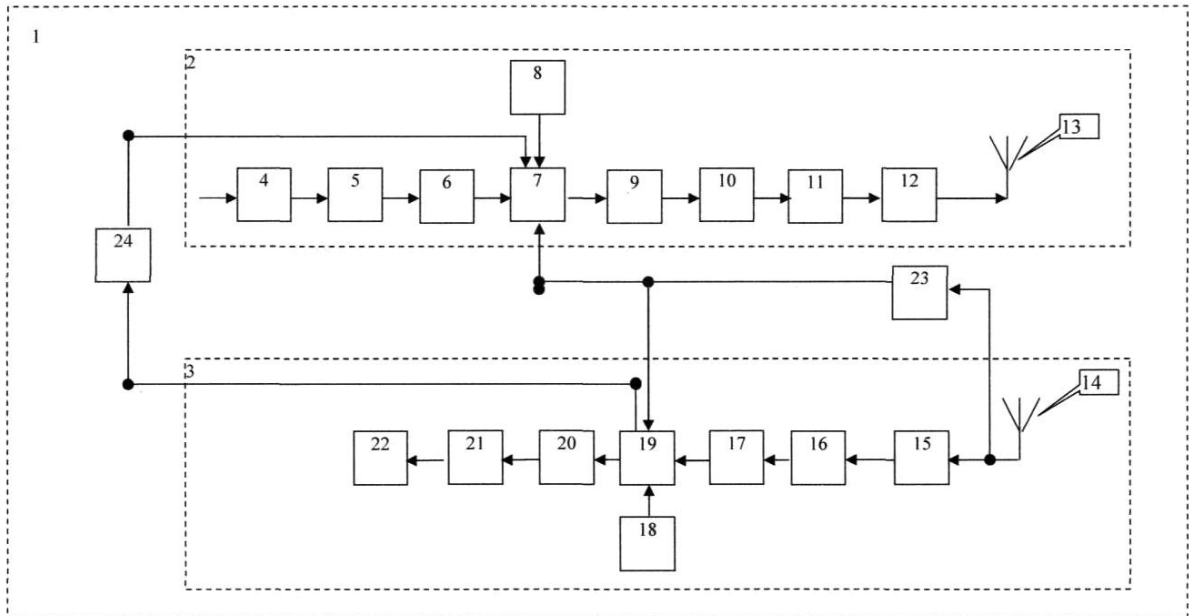
Підвищення ефективності застосування пристрою для прийому та передачі OFDM-сигналів, що заявляється, у порівнянні з прототипом, досягається за рахунок додаткового введення блока адаптації до сигнально-завадової обстановки, що дозволяє підвищити енергетичну ефективність, забезпечити можливість адаптації до сигнально-завадової обстановки і як наслідок підвищити стійкість функціонування системи військового зв'язку.

ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ:

1. Адаптивное управление в технических системах: Учеб.пособие - СПб Издательство С.-Петербургского университета, 2001. - 244 с. - аналог.
2. Wahid Tarokh. New Direction in Wireless Communications Research. - Springer, 2009.- прототип.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Пристрій для прийому та передачі OFDM-сигналів з адаптацією до впливу навмисних завад, що містить блок розрахунку відношення сигнал-шум, блок сигналізації та управління, при цьому вихід завадостійкого кодеру з'єднано з входом символьного меппера, а вихід символьного мепера з входом блока формування пілот-сигналів; вхід блока модуляції піднесучих з'єднано з виходами блока формування пілот-сигналів та блока адаптації до сигнально-завадової обстановки, блока сигналізації та управління, блока розрахунку співвідношення сигнал-шум; вихід блока модуляції піднесучих з'єднано з входом блока розрахунку зворотного перетворення Фур'є, вихід якого з'єднано з входом блока формування захисного інтервалу, вихід якого з'єднано з входом блока цифро-аналогового перетворення, вихід якого послідовно з'єднано з входом I/Q модулятора-перетворювача частоти, вихід якого послідовно з'єднано з входом передаючої антени, вихід якої послідовно з'єднано з входом приймальної антени; один вихід приймальної антени послідовно з'єднано з входом блока розрахунку співвідношення сигнал-шум, а другий вихід з'єднано з входом I/Q демодулятора-перетворювача частоти, вихід якого послідовно з'єднано з входом блока аналогово-цифрового перетворення частоти, вихід якого послідовно з'єднано з входом блока формування прямого перетворення Фур'є, вихід якого з'єднано з входом демодулятора піднесучих; вхід демодулятора піднесучих з'єднано з виходом блока адаптації до сигнально-завадової обстановки та з виходом блока розрахунку співвідношення сигнал-шум; один вихід демодулятора піднесучих з'єднано з входом блока оцінки та корекції параметрів сигналу, а другий вихід з входом блока сигналізації та управління; вихід блока оцінки та корекції параметрів сигналу з'єднано з входом символьного демемпера, вихід якого з'єднано з входом завадостійкого декодера-перемежувача, який **відрізняється** тим, що передавальна та приймальна частини додатково містять блок адаптації до сигнально-завадової обстановки, при цьому блок адаптації до сигнально-завадової обстановки передавальної частини з'єднано з блоком модуляції піднесучих, а блок адаптації до сигнально-завадової обстановки приймальної частини з'єднано з демодулятором піднесучих.



Комп'ютерна верстка Л. Литвиненко

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