



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **113713** (13) **U**
(51) МПК (2016.01)
H04B 3/60 (2006.01)
G11B 15/00
H04B 1/00

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2016 08432	(72) Винахідник(и): Шишацький Андрій Володимирович (UA), Животовський Руслан Миколайович (UA), Романенко Ігор Олександрович (UA), Кувшинов Олексій Вікторович (UA)
(22) Дата подання заявки: 01.08.2016	
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 10.02.2017	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 10.02.2017, Бюл.№ 3	(73) Власник(и): Шишацький Андрій Володимирович, бул. Перова, 44, кв. 16, м. Київ, 02139 (UA), Животовський Руслан Миколайович, проспект Повітрофлотський, 28, м. Київ-49, 03049 (UA), Романенко Ігор Олександрович, проспект Повітрофлотський, 28, м. Київ-49, 03049 (UA), Кувшинов Олексій Вікторович, вул. Московська, 45/1, м. Київ-11, 01011 (UA)

(54) ПРОГРАМОВАНІЙ ЗАСІБ РАДІОЗВ'ЯЗКУ ДЛЯ БЕЗПІЛОТНИХ АВІАЦІЙНИХ КОМПЛЕКСІВ**(57) Реферат:**

Програмований засіб радіозв'язку для безпілотних авіаційних комплексів, що розташований на безпілотному авіаційному комплексі, який містить передавальну частину програмованого засобу радіозв'язку для безпілотних авіаційних комплексів та приймальну частину програмованого засобу радіозв'язку для безпілотних авіаційних комплексів, при цьому до складу передавальної частини програмованого засобу радіозв'язку для безпілотних авіаційних комплексів входять з'єднані між собою відповідним чином джерело даних, блок визначення режиму роботи, перша передавальна антена та друга передавальна антена, до складу програмованого засобу радіозв'язку для безпілотних авіаційних комплексів входять з'єднані між собою відповідним чином перша приймальна антена, друга приймальна антена, блок визначення режиму роботи та одержувач даних, безпосередньо у передавальній частині програмованого засобу радіозв'язку для безпілотних авіаційних комплексів джерело даних з'єднано послідовно з блоком визначення режиму роботи, причому до складу передавальної частини програмованого засобу радіозв'язку для безпілотних авіаційних комплексів додатково введено блок формування сигналів з ортогональним частотним мультиплексуванням, блок формування сигналів з псевдовипадковою перестройкою робочої частоти, блок управління сигнально-ковою конструкцією сигналів з ортогональним частотним мультиплексуванням, блок управління сигнально-ковою конструкцією сигналів з псевдовипадковою перестройкою робочої частоти, блок просторово-часового кодування, блок формування розширювальної послідовності та блок управління параметрами просторово-часового кодування до складу приймальної частини програмованого засобу радіозв'язку для безпілотних авіаційних комплексів додатково введено блок просторово-часового декодування, блок управління параметрами просторово-часового декодування.

UA 113713 U

Корисна модель належить до галузі зв'язку, зокрема до систем зв'язку та систем забезпечення керування із застосуванням безпілотних літальних апаратів.

Для безпілотних авіаційних комплексів суттєвим фактором є зниження ваги джерела живлення, тому для збільшення часу польоту, який визначається часом роботи акумулятора, потрібне максимальне зниження рівня випромінюваного сигналу при виконанні вимог до швидкості передачі інформації. Проте в умовах постійної зміни відстані між абонентами для забезпечення стійкого зв'язку протягом тривалого часу треба слідкувати, щоб рівень прийнятого сигналу не знижувався до гранично допустимого рівня і збільшувати в цьому випадку потужність сигналу, випромінюваного передавачем. У випадку, коли рівня випромінюваного сигналу для підтримання стійкого зв'язку вже недостатньо, радіостанція повинна переходити на інший режим, який забезпечить більшу дальність розпізнавання сигналу, хоча це призводить до зниження пропускну здатності радіоканалу.

Відомий пристрій радіозв'язку для безпілотного авіаційного комплексу, що містить приймальну та передавальну частину, зв'язані між собою радіоканалом [1].

Недоліками пристрою радіозв'язку для безпілотного авіаційного комплексу є низька завадостійкість та недостатня кількість режимів роботи.

Найбільш близьким технічним рішенням як за суттю, так і задачею, що вирішується, яке вибрано за найближчий аналог (прототип), є програмована радіостанція, що містить передавальну частину радіостанції та приймальну частину радіостанції, при цьому до складу передавальної частини радіостанції входять з'єднані між собою відповідним чином джерело даних, блок визначення режиму роботи, перша передавальна антена та друга передавальна антена, до складу приймальної частини радіостанції входять з'єднані між собою відповідним чином перша приймальна антена, друга приймальна антена, блок визначення режиму роботи та одержувач даних, при цьому безпосередньо у передавальній частині радіостанції джерело даних з'єднано послідовно з блоком визначення режиму роботи, перший вихід блока визначення режиму роботи з'єднано з першою передавальною антеною першим каналом зв'язку з першого виходу зазначеного блока визначення режиму роботи, другий вихід блока визначення режиму роботи з'єднано з другою передавальною антеною другим каналом зв'язку з другого виходу зазначеного блока визначення режиму роботи, безпосередньо у приймальній частині радіостанції вихід першої приймальної антени з'єднано з першим входом одержувача даних третім каналом зв'язку через блок визначення режиму роботи, а саме, через його перші вхід та вихід, вихід другої приймальної антени з'єднано з другим входом одержувача даних четвертим каналом зв'язку через блок визначення режиму роботи, а саме, через його другі вхід та вихід, передавальну частину радіостанції та приймальну частину радіостанції з'єднано між собою радіоканалом [2].

Недоліком програмованої радіостанції, яку вибрано за найближчий аналог (прототип), є низька ефективність використання радіочастотного ресурсу та відсутність адаптації параметрів радіостанції до сигнально-завадової обстановки.

В основу корисної моделі поставлено задачу шляхом додаткового введення до складу програмованого засобу радіозв'язку для безпілотних авіаційних комплексів блока формування сигналів з ортогональним частотним мультиплексуванням, блока формування сигналів з псевдовипадковою перестройкою робочої частоти, блока управління сигнально-кодовою конструкцією сигналів з ортогональним частотним мультиплексуванням, блока управління сигнально-кодовою конструкцією сигналів з псевдовипадковою перестройкою робочої частоти, блока управління параметрами просторово-часового кодування, блока просторово-часового кодування, блока формування розширювальної послідовності, блока управління параметрами просторово-часового декодування, блоку просторово-часового декодування, блока приймання сигналів з ортогональним частотним мультиплексуванням, блоку приймання сигналів з псевдовипадковою перестройкою робочої частоти забезпечити підвищення завадостійкості, розширити кількість режимів роботи, забезпечити підвищення ефективності використання радіочастотного ресурсу та забезпечити можливість адаптації параметрів програмованого засобу радіозв'язку для безпілотних авіаційних комплексів до сигнально-завадової обстановки.

Суть корисної моделі програмованого засобу радіозв'язку для безпілотних авіаційних комплексів, що розташований на безпілотному авіаційному комплексі, який містить передавальну частину програмованого засобу радіозв'язку для безпілотних авіаційних комплексів та приймальну частину програмованого засобу радіозв'язку для безпілотних авіаційних комплексів, при цьому до складу передавальної частини програмованого засобу радіозв'язку для безпілотних авіаційних комплексів входять з'єднані між собою відповідним чином джерело даних, блок визначення режиму роботи, перша передавальна антена та друга передавальна антена, до складу програмованого засобу радіозв'язку для безпілотних

авіаційних комплексів входять з'єднані між собою відповідним чином перша приймальна антена, друга приймальна антена, блок визначення режиму роботи та одержувач даних, безпосередньо у передавальній частині програмованого засобу радіозв'язку для безпілотних авіаційних комплексів джерело даних з'єднано послідовно з блоком визначення режиму роботи, перший
 5 вихід блока визначення режиму роботи з'єднано з першою передавальною антеною першим каналом зв'язку з першого виходу зазначеного блока визначення режиму роботи, другий вихід блока визначення режиму роботи з'єднано з другою передавальною антеною другим каналом зв'язку з другого виходу зазначеного блока визначення режиму роботи, безпосередньо у приймальній частині програмованого засобу радіозв'язку для безпілотних авіаційних комплексів
 10 вихід першої приймальної антени з'єднано з першим входом одержувача даних третім каналом зв'язку через блок визначення режиму роботи, а саме, через його перші вхід та вихід, вихід другої приймальної антени з'єднано з другим входом одержувача даних четвертим каналом зв'язку через блок визначення режиму роботи, а саме через його другі вхід та вихід, передавальну частину програмованого засобу радіозв'язку для безпілотних авіаційних комплексів та приймальну частину програмованого засобу радіозв'язку для безпілотних авіаційних комплексів з'єднано між собою радіоканалом, полягає в тому, що до складу передавальної частини програмованого засобу радіозв'язку для безпілотних авіаційних комплексів додатково введено блок формування сигналів з ортогональним частотним мультиплексуванням, блок формування сигналів з псевдовипадковою перестройкою робочої частоти, блок управління сигнально-ковою конструкцією сигналів з ортогональним частотним мультиплексуванням, блок управління сигнально-ковою конструкцією сигналів з псевдовипадковою перестройкою робочої частоти, блок просторово-часового кодування, блок формування розширювальної послідовності та блок управління параметрами просторово-часового кодування до складу приймальної частини програмованого засобу радіозв'язку для безпілотних авіаційних комплексів додатково введено блок просторово-часового декодування, блок управління параметрами просторово-часового декодування, блок формування розширювальної послідовності, блок приймання сигналів з псевдовипадковою перестройкою робочої частоти та блок приймання сигналів з ортогональним частотним мультиплексуванням, при цьому блок формування сигналів з ортогональним частотним мультиплексуванням розміщено в першому каналі зв'язку так, що його перший вхід з'єднано з першим виходом блока визначення режиму роботи, блок формування сигналів з псевдовипадковою перестройкою робочої частоти розміщено в другому каналі зв'язку так, що його перший вхід з'єднано з другим виходом блока визначення режиму роботи, вихід блока управління сигнально-ковою конструкцією сигналів з ортогональним частотним мультиплексуванням з'єднано з другим входом блока формування сигналів з ортогональним частотним мультиплексуванням, вихід блока управління сигнально-ковою конструкцією сигналів з псевдовипадковою перестройкою робочої частоти з'єднано з другим входом блока формування сигналів з псевдовипадковою перестройкою робочої частоти з'єднано з другим входом блока формування сигналів з псевдовипадковою перестройкою робочої частоти, блок просторово-часового кодування встановлено в першому та другому каналах зв'язку так, що вихід блока формування сигналів з ортогональним частотним мультиплексуванням з'єднано з першим входом блока просторово-часового кодування, а вихід блока формування сигналів з псевдовипадковою перестройкою робочої частоти з'єднано з другим входом блока просторово-часового кодування, блок управління параметрами просторово-часового кодування з'єднано з третім входом блока просторово-часового кодування, блок формування розширювальної послідовності з'єднано з четвертим входом блоку просторово-часового кодування, перший вихід блока просторово-часового кодування з'єднано з першою передавальною антеною першим (K1) каналом зв'язку, другий вихід блока просторово-часового кодування з'єднано з другою передавальною антеною другим (K2) каналом зв'язку, блок просторово-часового декодування встановлено в третьому (K3) та четвертому (K4) каналах зв'язку так, що першу приймальну антену з'єднано з першим його входом, а другу приймальну антену з'єднано з другим його входом, блок управління параметрами просторово-часового декодування з'єднано з третім входом блока просторово-часового декодування, блок формування розширювальної послідовності з'єднано з четвертим входом блока просторово-часового декодування, блок приймання сигналів з псевдовипадковою перестройкою робочої частоти встановлено у третьому каналі зв'язку між блоком визначення режиму роботи та одержувачем даних, блок приймання сигналів з ортогональним частотним мультиплексуванням встановлено в четвертому каналі зв'язку між блоком визначення режиму роботи та одержувачем даних, перший вихід блока просторово-часового декодування з'єднано з входом блока приймання сигналів з псевдовипадковою перестройкою робочої частоти через блок визначення режиму роботи, а саме через, відповідно, його перші вхід і вихід, другий вихід блока просторово-часового декодування з'єднано з входом блока приймання сигналів з
 60

ортогональним частотним мультиплексуванням через блок визначення режиму роботи, а саме через, відповідно, його другі вхід і вихід, вихід блока приймання сигналів з псевдовипадковою перестройкою робочої частоти з'єднано з першим входом одержувача даних третім каналом зв'язку, вихід блока приймання сигналів з ортогональним частотним мультиплексуванням

5 з'єднано з другим входом одержувача даних четвертим каналом зв'язку.

Рішення технічної задачі в програмованому засобі радіозв'язку для безпілотних авіаційних комплексів (що заявляється), дійсно можливе тому, що:

- введення блока визначення режиму роботи дозволяє визначити в залежності від ресурсів системи та сигнально-завадової обстановки режим роботи програмованого засобу радіозв'язку для безпілотних авіаційних комплексів. Правило вибору ґрунтується на наступному: при необхідності забезпечити максимальну пропускну здатність пристрою радіозв'язку для безпілотного авіаційного комплексу вибирається режим роботи з ортогональним частотним мультиплексуванням, а при необхідності забезпечення максимальної завадозахищеності в складній завадовій обстановці вибирається режим роботи з псевдовипадковою перестройкою робочої частоти;

- введення блока формування сигналів з ортогональної частотним мультиплексуванням дозволяє сформувати сигнали з ортогональним частотним мультиплексуванням на підставі інформації з блока управління сигнально-кодовою конструкцією сигналів з ортогональним частотним мультиплексуванням та дозволить підвищити частотну ефективність програмованого засобу радіозв'язку для безпілотного авіаційного комплексу;

- введення блока формування сигналів з псевдовипадковою перестройкою робочої частоти дозволяє сформувати сигнали з псевдовипадковою перестройкою частоти на підставі інформації з блока управління сигнально-кодовою конструкцією сигналів з псевдовипадковою перестройкою робочої частоти та дозволить підвищити енергетичну ефективність програмованого засобу радіозв'язку для безпілотних авіаційних комплексів;

- введення блока управління сигнально-кодовою конструкцією сигналів з ортогональним частотним мультиплексуванням дозволяє визначити в залежності від стану сигнально-завадової обстановки та ресурсів системи оптимальну сигнально-кодову конструкцію з максимізацією частотної та енергетичної ефективності програмованого засобу радіозв'язку для безпілотних авіаційних комплексів для режиму ортогональної частотної маніпуляції;

- введення блока управління сигнально-кодовою конструкцією сигналів з псевдовипадковою перестройкою робочої частоти дозволяє визначити в залежності від стану сигнально-завадової обстановки та ресурсів системи оптимальну сигнально-кодову конструкцію з максимізацією частотної та енергетичної ефективності програмованого засобу радіозв'язку для безпілотних авіаційних комплексів для режиму псевдовипадкової перестройки робочої частоти;

- введення блока просторово-часового кодування (декодування) дозволяє визначити оптимальну кількість передавальних антен та напрямки передачі сигналів та покращити якість приймання сигналів;

- блока управління параметрами просторово-часового кодування (декодування) дозволить підвищити завадозахищеність передачі (приймання) сигналів при роботі нестабільними середовищами поширення;

- введення блока формування розширювальної послідовності дозволяє підвищити завадозахищеність та скритність каналів управління та зв'язку безпілотних авіаційних комплексів шляхом формування розширювальної послідовності що перемножується з корисним сигналом.

Суть корисної моделі пояснюється за допомогою креслень, де на Фіг. 1 показано блок-схему програмованої радіостанції, яку вибрано за прототип, на Фіг. 2 показано блок-схему програмованого засобу радіозв'язку для безпілотних авіаційних комплексів, що заявляється.

Безпілотний 1 авіаційний комплекс на якому встановлений програмований 2 засіб радіозв'язку для безпілотних авіаційних комплексів, що заявляється, містить (див. блок-схему на Фіг. 2) передавальну 3 частину програмованого 2 засобу радіозв'язку для безпілотних авіаційних комплексів, приймальну 4 частину програмованого 2 засобу радіозв'язку для безпілотних авіаційних комплексів.

Конструктивно і технологічно до складу передавальної 3 частини програмованого 2 засобу радіозв'язку для безпілотних авіаційних комплексів входять з'єднані між собою відповідним чином джерело 5 даних, блок 6 визначення режиму роботи, блок 7 формування сигналів з ортогональної частотним мультиплексуванням, блок 8 формування сигналів з псевдовипадковою перестройкою робочої частоти, блок 9 управління сигнально-кодовою конструкцією сигналів з ортогональним частотним мультиплексуванням, блок 10 управління сигнально-кодовою конструкцією сигналів з псевдовипадковою перестройкою робочої частоти,

блок 11 просторово-часового кодування, блок 12 управління параметрами просторово-часового кодування, блок 13 формування розширювальної послідовності, першу 14 передавальну антену, другу 15 передавальну антену.

При цьому безпосередньо у передавальній 3 частині програмованого 2 засобу радіозв'язку для безпілотних авіаційних комплексів його конструктивні елементи з'єднано між собою таким чином:

- джерело 5 даних з'єднано послідовно з блоком 6 визначення режиму роботи;
- блок 6 визначення режиму роботи з'єднаний з блоком 7 формування сигналів з ортогональним частотним мультиплексуванням та блоком 8 формування сигналів з псевдовипадковою перестройкою робочої частоти;
- вихід блока 9 управління сигнально-кодовою конструкцією сигналів з ортогональним частотним мультиплексуванням з'єднано з блоком 7 формування сигналів з ортогональної частотним мультиплексуванням;
- вихід блока 10 управління сигнально-кодовою конструкцією сигналів з псевдовипадковою перестройкою робочої частоти з'єднано з блоком 8 формування сигналів з псевдовипадковою перестройкою робочої частоти;
- вихід блока 8 формування сигналів з псевдовипадковою перестройкою робочої частоти та вихід блока 7 формування сигналів з ортогональної частотним мультиплексуванням з'єднані з входом блока 11 просторово-часового кодування;
- вихід блока 12 управління параметрами просторово-часового кодування з'єднано з третім входом блока 11 просторово-часового кодування;
- вихід блока 13 формування розширювальної послідовності з'єднано з четвертим входом блоку 11 просторово-часового кодування;
- перший вихід блока 11 просторово-часового кодування з'єднано з входом першої 14 передавальної антени першим (K1) каналом зв'язку з першого виходу зазначеного блока 11 просторово-часового кодування;
- другий вихід блока 11 просторово-часового кодування з'єднано з входом другої 15 передавальної антени другим (K2) каналом зв'язку з другого виходу блока 11 просторово-часового кодування;.

Конструктивно і технологічно до складу приймальної 4 частини програмованого 2 засобу радіозв'язку для безпілотних авіаційних комплексів входять з'єднані між собою відповідним чином перша 16 приймальна антена, друга 17 приймальна антена, блок 19 просторово-часового декодування, блок 18 управління параметрами просторово-часового декодування, блок 20 формування розширювальної послідовності, блок 21 визначення режиму роботи, блок 22 приймання сигналів з псевдовипадковою перестройкою робочої частоти, блок 23 приймання сигналів з ортогональним частотним мультиплексуванням та одержувач 24 даних.

При цьому безпосередньо у приймальній 4 частині програмованого 2 засобу радіозв'язку для безпілотних авіаційних комплексів її конструктивні елементи з'єднано між собою таким чином:

- вихід першої 16 приймальної антени з'єднано з блоком 19 просторово-часового декодування третім (K3) каналом зв'язку;
- вихід другої 17 приймальної антени з'єднано з блоком 19 просторово-часового декодування четвертим (K4) каналом зв'язку;
- вихід блока 18 управління параметрами просторово-часового декодування з'єднано з третім входом блоку 19 просторово-часового декодування;
- вихід блока 20 формування розширювальної послідовності з'єднано з четвертим входом блока 19 просторово-часового декодування;
- вихід блока 19 просторово-часового декодування з'єднано з входом блока 21 визначення режиму роботи;
- вихід блока 21 визначення режиму роботи з'єднано з входом блока 22 приймання сигналів з псевдовипадковою перестройкою робочої частоти;
- вихід блока 21 визначення режиму роботи з'єднано з входом блока 23 приймання сигналів з ортогональним частотним мультиплексуванням;
- вихід блока 23 приймання сигналів з ортогональним частотним мультиплексуванням та вихід блоку 22 приймання сигналів з псевдовипадковою перестройкою робочої частоти з'єднано зі входом одержувача 24 даних.

Програмований 2 засіб радіозв'язку для безпілотних авіаційних комплексів, (що заявляється) працює таким чином.

Для передачі інформація з передавальної 3 частини програмованого 2 засобу радіозв'язку для безпілотних авіаційних комплексів від джерела 5 даних надходить (з його виходу) на блок 6

визначення режиму роботи, який визначає в залежності від ресурсів системи та сигнально-завадової обстановки режим роботи програмованого 2 засобу радіозв'язку для безпілотних авіаційних комплексів. Правило вибору ґрунтується на наступному: при необхідності забезпечити максимальну перепускную здатність радіостанції вибирається режим роботи з ортогональним частотним мультиплексуванням, а при необхідності забезпечення максимальної завадозахищеності в складній завадовій обстановці обирається режим роботи з псевдовипадковою перестройкою робочої частоти. Далі інформаційна послідовність 3 виходу блоку 6 визначення режиму роботи надходить на вхід блоку 7 формування сигналів з ортогональним частотним мультиплексуванням, який формує сигнали з ортогональним частотним мультиплексуванням на підставі інформації з блоку 9 управління сигнально-ковою конструкцією сигналів з ортогональним частотним мультиплексуванням. У разі передачі інформації з псевдовипадковою перестройкою робочої частоти інформаційна послідовність з виходу блоку 6 визначення режиму роботи надходить на вхід блоку 8 формування сигналів з псевдовипадковою перестройкою робочої частоти, що формує сигнали з псевдовипадковою перестройкою частоти на підставі інформації з блоку 10 управління сигнально-ковою конструкцією сигналів з псевдовипадковою перестройкою робочої частоти. Для управління роботою блоку 7 формування сигналів з ортогональною частотним мультиплексуванням на його вхід надходить керуюча послідовність з блоку 9 управління сигнально-ковою конструкцією сигналів з ортогональним частотним мультиплексуванням, що визначає в залежності від стану сигнально-завадової обстановки та ресурсів системи оптимальну сигнально-кову конструкцію з максимізацією частотної та енергетичної ефективності програмованого 2 засобу радіозв'язку для безпілотних авіаційних комплексів для режиму ортогональної частотної маніпуляції. Здійснюється наступна послідовність дій: введення вихідних даних; вибір кількості піднесучих; вибір структури ансамблю сигналів; визначення складності реалізації; оцінка передатної характеристики каналу зв'язку; перетворення каналу з міжсимвольними спотвореннями в сукупність гаусівських каналів без пам'яті; визначення середньої потужності сигналу на виході підканалу; розрахунок максимальної швидкості передачі в кожному підканалі; визначення максимальної швидкості передачі групового сигналу; оптимізація розглянутого варіанта по швидкості при обмеженій середній потужності сигналу на вході каналу; вибір коригуючого коду; вибір маніпуляційного коду. У разі використання сигналів з псевдовипадковою перестройкою робочої частоти на вхід блоку 8 формування сигналів з псевдовипадковою перестройкою робочої частоти надходить керуюча послідовність з виходу блоку 10 управління сигнально-ковою конструкцією сигналів з псевдовипадковою перестройкою робочої частоти, що визначає в залежності від стану сигнально-завадової обстановки та ресурсів системи оптимальну сигнально-кову конструкцію з максимізацією частотної та енергетичної ефективності радіостанції для режиму псевдовипадкової перестройки робочої частоти. Здійснюється наступна послідовність дій: на підставі параметрів радіозасобів та каналу зв'язку, а також значення допустимої величини коефіцієнта завадозахищеності радіозасобів вибирається розмірність ансамблю сигналів; здійснюється передача тестової послідовності, формується частотно-часова матриця; визначається швидкість стрибків, здійснюється вибір розмірності ансамблю сигнально-кодових конструкцій вибирається розмірність ансамблю сигналів з завчасно відомих варіантів, а саме: одномірних, двомірних та багатомірних сигналів, вибір структури ансамблю сигнально-кової конструкції; здійснюється передача тестової послідовності; вибирається вид коригуючого коду; вибирається вид маніпуляційного коду. При узгодженні кодеку двійкового завадостійкого коду і модему багатопозиційних сигналів, необхідно використати маніпуляційний код, при якому більшому розгляду по Хемінгу між кодовими комбінаціями відповідає більша відстань по Евкліду між сигналами, що відповідають їм; передача тестової послідовності; визначається тип завади; перевіряється виконання вимог по забезпеченню завадозахищеності радіозасобів. Оптимальні параметри сигнально-кодових конструкцій визначаються для випадку передачі інформації по каналу зв'язку в умовах впливу різних видів навмисних завад. Параметри сигнально-кової конструкції для конкретної завадової обстановки визначаються з кінцевого числа допустимих варіантів, що дозволяє спростити практичну реалізацію модемного обладнання радіозасобів.

Далі сигнал з виходу блоку 7 формування сигналів з ортогональною частотним мультиплексуванням або з виходу блоку 8 формування сигналів з псевдовипадковою перестройкою робочої частоти надходить на вхід блоку 11 просторово-часового кодування, що визначає оптимальну кількість передавальних антен та напрямки передачі сигналів. Блок 11 просторово-часового кодування формує оптимальні параметри антенної системи безпілотного авіаційного комплексу на підставі управляючих сигналів з блоку 12 управління параметрами просторового-часового кодування. Розглянемо детальніше принцип роботи блоку 12 управління

параметрами просторово-часового кодування. Негативний вплив навмисних завад в системах радіозв'язку з просторово-часовим кодуванням може бути значно послаблений за рахунок застосування адаптивних алгоритмів формування та обробки сигналів з використанням адаптивних антенних решіток.

Суть механізму управління параметрами просторово-часового кодування полягає в адаптивному управлінні параметрами багатоантенних засобів радіозв'язку в залежності від стану каналу зв'язку, за критерієм максимуму коефіцієнту використання потужності сигналу при виконанні обмежень на ймовірність бітової помилки. Таким чином значення швидкості передачі інформації залежить від значення тривалості радіоімпульсу. Алгоритм управління параметрами просторово-часового кодування складається з наступних етапів.

Введення вихідних даних. Вводяться параметри багатоантенних систем і каналу зв'язку.

Оцінка стану каналу зв'язку. Розробка і впровадження адаптивних методів інформаційного обміну вимагають створення ефективних процедур контролю та прогнозування стану каналів зв'язку і якості передачі інформації. Для вирішення даного завдання необхідне залучення методів сучасної математичної статистики, зокрема перевірки статистичних гіпотез щодо параметра (групи параметрів), який характеризує стан каналу зв'язку. На даному етапі за допомогою одного з відомих методів оцінюється стан багатопроменевого каналу зв'язку та визначається його канальна матриця.

Визначення методу обробки сигналів. В залежності від значення відношення сигнал/завада в каналі, вибирається метод обробки сигналів.

Обробка сигналів в антенній решітці. При низьких відношеннях сигнал/завада в каналі зв'язку для забезпечення передачі інформації пропонується застосовувати адаптивну обробку просторово-часових сигналів на прийомі, що забезпечує максимізацію діаграми спрямованості приймальної антени на сигнал з максимальною потужністю і заглушення інших сигналів з меншими потужностями. При цьому всі елементи антенної решітки діляться на блоки, кожний з яких містить у собі певну кількість антен. Число елементів у блоках є незмінною величиною і залежить від загальної кількості елементів антени, і кількості просторових радіотрактів. Адаптація здійснюється за критерієм максимізації відношення сигнал/завада.

Відповідно до критерію, необхідно обчислити просторову кореляційну матрицю вхідного сигналу.

Відповідно до критерію синтезу комплексних вагових коефіцієнтів необхідно знайти оптимальний ваговий вектор, що є власним вектором відповідному найбільшому власному значенню вхідної кореляційної матриці. У результаті перемножування цього вектора і вектора вхідних сигналів виходить значення відповідного сигналу на виході адаптивного пристрою. Слід зазначити, що еквівалентне число антен після перетворення буде дорівнювати кількості антенних блоків.

Оцінка прийнятого сигналу. Наступною операцією є оцінка переданих символів за одним із критеріїв. Результатом оцінки переданої матриці вектора символів є кілька паралельних потоків даних, які необхідно об'єднати для подальшої демодуляції. Взагалі, даний метод перетворення сигналів є вертикальним просторовим мультиплексуванням, де операція мультиплексування виконується перед демодуляцією сигналу.

Таким чином, в залежності від значення відношення сигнал/завада в каналі при низьких відношеннях сигнал/завада в каналі зв'язку для забезпечення передачі інформації застосовується адаптивна обробка просторово-часових сигналів на прийомі із забезпеченням максимізації діаграми спрямованості приймальної антени на сигнал з максимальною потужністю і заглушенні інших сигналів з меншими потужностями.

Новизна полягає в тому, що на відміну від відомих, при обробці сигналів в каналі з гранично низьким відношенням сигнал/завада вводиться додаткова процедура просторової фільтрації сигналів з урахуванням характеристик навмисних завад.

На четвертий вхід блока 11 просторово-часового кодування надходить розширювальна послідовність з блока 13 формування розширювальної послідовності. Для боротьби з навмисними завадами (особливо імітаційними) застосовується розширення спектра за допомогою технології розширювальної кодових послідовностей, основними принципами якої є розширення спектра в поєднанні з кодовим розділенням фізичних каналів за рахунок використання псевдовипадкових послідовностей (ПВП).

Для розширення спектра блок 13 формування розширювальної послідовності використовує різні види розширювальних послідовностей: двійкові (послідовності Уолша, послідовності Шапіро-Рудіна, коди Баркера, коди Голда, М-послідовності, послідовності Адамара) та багатозв'язні (послідовності Френка та Задова-Чу, послідовності Мілевського, послідовності Голя).

Сигнал з виходу блока 11 просторово-часового кодування надходить на вхід першої 14 передавальної антени через перший (K1) канал зв'язку та другої 15 передавальної антени через другий (K2) канал зв'язку.

Далі в приймальній 4 частині програмованого 2 засобу радіозв'язку для безпілотних авіаційних комплексів здійснюється послідовність (серія) зворотних перетворень.

Інформація з передавальної 3 частини програмованого 2 засобу радіозв'язку для безпілотних авіаційних комплексів (що заявляється) надходить на першу приймальну 16 антену та другу 17 приймальну антену. З виходу першої 16 приймальної антени через третій (K3) канал зв'язку та другої 17 приймальної антени через четвертий (K4) канал зв'язку сигнал надходить на вхід блока 19 просторово-часового декодування, що на підставі прийнятої інформації з першої 16 приймальної антени, другої 17 приймальної антени та блока 18 управління параметрами просторово-часового декодування здійснює об'єднання прийнятої інформації в один інформаційний потік та фільтрацію сигналів з низькою якістю. За допомогою сформованої формування розширювальної послідовності в блоці 20 формування розширювальної послідовності відбувається зменшення ширини спектра та дешифрування сигналу.

Далі (в приймальній 3 частині програмованого 2 засобу радіозв'язку для безпілотних авіаційних комплексів - див. блок-схему на Фіг. 2) інформація з виходу блока 19 просторово-часового декодування надходить на вхід блока 21 визначення режиму роботи, що по формі прийнятого сигналу визначає режим роботи приймача програмованого 2 засобу радіозв'язку для безпілотних авіаційних комплексів. З виходу блока 21 визначення режиму роботи інформаційна послідовність надходить на вхід блока 22 приймання сигналів з псевдовипадковою перестройкою робочої частоти, де здійснюється приймання та обробка інформації з псевдовипадковою перестройкою робочої частоти. У разі режиму роботи з ортогональним частотним мультиплексуванням інформаційна послідовність з виходу блока 21 визначення режиму роботи надходить на вхід блоку 23 приймання сигналів з ортогональним частотним мультиплексуванням, де здійснюється приймання та обробка сигналів з ортогональним частотним мультиплексуванням. Інформаційна послідовність з виходу блока 22 приймання сигналів з псевдовипадковою перестройкою робочої частоти або з блока 23 приймання сигналів з ортогональним частотним мультиплексуванням надходить на вхід отримувача 24 даних.

Забезпечення можливості підвищення завадостійкості, розширення кількості режимів роботи, забезпечення підвищення ефективності використання радіочастотного ресурсу та забезпечення можливості адаптації параметрів до сигнально-завадової обстановки програмованого засобу радіозв'язку для безпілотних авіаційних комплексів (що заявляється), досягається за рахунок введення блоку визначення режиму роботи, блока формування сигналів з ортогональної частотним мультиплексуванням, блока формування сигналів з псевдовипадковою перестройкою робочої частоти, блока управління сигнально-кодовою конструкцією сигналів з ортогональним частотним мультиплексуванням, блока управління сигнально-кодовою конструкцією сигналів з псевдовипадковою перестройкою робочої частоти, блока просторово-часового кодування, блока формування розширювальної послідовності, блока просторово-часового декодування, блока управління параметрами просторово-часового кодування та блока управління параметрами просторового часового декодування.

Джерела інформації:

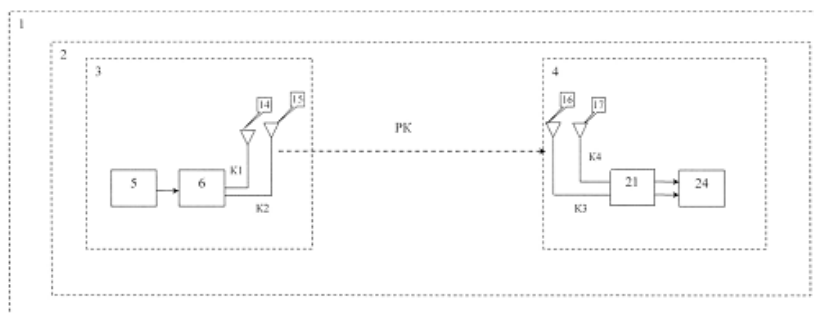
1. <http://army-news.ru/2014/12/bortovaya-apparatura-dlya-bespilotnyx-aviacionnyx-kompleksov/> - аналог.

2. <http://pentagonus.ru/publ/2> SDR - революція - прототип.

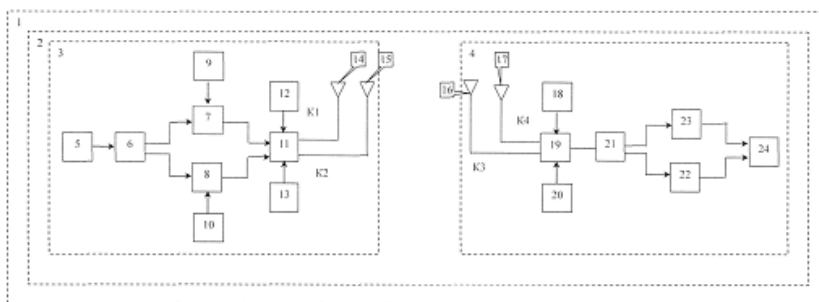
ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Програмований засіб радіозв'язку для безпілотних авіаційних комплексів, що розташований на безпілотному авіаційному комплексі, який містить передавальну частину програмованого засобу радіозв'язку для безпілотних авіаційних комплексів та приймальну частину програмованого засобу радіозв'язку для безпілотних авіаційних комплексів, при цьому до складу передавальної частини програмованого засобу радіозв'язку для безпілотних авіаційних комплексів входять з'єднані між собою відповідним чином джерело даних, блок визначення режиму роботи, перша передавальна антена та друга передавальна антена, до складу програмованого засобу радіозв'язку для безпілотних авіаційних комплексів входять з'єднані між собою відповідним чином перша приймальна антена, друга приймальна антена, блок визначення режиму роботи та одержувач даних, безпосередньо у передавальній частині програмованого засобу радіозв'язку для безпілотних авіаційних комплексів джерело даних з'єднано послідовно з блоком визначення режиму роботи, перший вихід блока визначення режиму роботи з'єднано з першою

передавальною антеною першим каналом зв'язку з першого виходу зазначеного блока визначення режиму роботи, другий вихід блока визначення режиму роботи з'єднано з другою передавальною антеною другим каналом зв'язку з другого виходу зазначеного блока визначення режиму роботи, безпосередньо у приймальній частині програмованого засобу радіозв'язку для безпілотних авіаційних комплексів вихід першої приймальної антени з'єднано з першим входом отримувача даних третім каналом зв'язку через блок визначення режиму роботи, а саме, через його перші вхід та вихід, вихід другої приймальної антени з'єднано з другим входом отримувача даних четвертим каналом зв'язку через блок визначення режиму роботи, а саме, через його другі вхід та вихід, передавальну частину програмованого засобу радіозв'язку для безпілотних авіаційних комплексів та приймальну частину програмованого засобу радіозв'язку для безпілотних авіаційних комплексів з'єднано між собою радіоканалом, який **відрізняється** тим, що до складу передавальної частини програмованого засобу радіозв'язку для безпілотних авіаційних комплексів додатково введено блок формування сигналів з ортогональним частотним мультиплексуванням, блок формування сигналів з псевдовипадковою перестройкою робочої частоти, блок управління сигнально-ковою конструкцією сигналів з ортогональним частотним мультиплексуванням, блок управління сигнально-ковою конструкцією сигналів з псевдовипадковою перестройкою робочої частоти, блок просторово-часового кодування, блок формування розширювальної послідовності та блок управління параметрами просторово-часового кодування до складу приймальної частини програмованого засобу радіозв'язку для безпілотних авіаційних комплексів додатково введено блок просторово-часового декодування, блок управління параметрами просторово-часового декодування, блок формування розширювальної послідовності, блок приймання сигналів з псевдовипадковою перестройкою робочої частоти та блок приймання сигналів з ортогональним частотним мультиплексуванням.



Фиг. 1



Фиг. 2

Комп'ютерна верстка В. Мацело

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