



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **59019** (13) **U**
(51) **МПК (2011.01)**
H04B 15/00
G01S 7/38 (2006.01)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ БАГАТОКАНАЛЬНОГО ПОДАВЛЕННЯ СИГНАЛІВ ЗОВНІШНІХ ДЖЕРЕЛ В БОРТОВИХ РАДІОПРИЙМАЧАХ БЕЗПІЛОТНИХ ЗАСОБІВ

1

2

(21) u201100313

(22) 11.01.2011

(24) 26.04.2011

(46) 26.04.2011, Бюл.№ 8, 2011 р.

(72) КУЧЕРОВ ДМИТРО ПАВЛОВИЧ, ЧІКАЛОВ МИКОЛА АНДРІЙОВИЧ, МАРТИНОВ ВІТАЛІЙ ІВАНОВИЧ, КОПИЛОВА ЗІНАІДА МИКОЛАЇВНА, КУЗЬМЕНКО ТЕТЯНА ПЕТРІВНА, ІВАНОВ БОРИС ПАВЛОВИЧ

(73) КУЧЕРОВ ДМИТРО ПАВЛОВИЧ, ЧІКАЛОВ МИКОЛА АНДРІЙОВИЧ, МАРТИНОВ ВІТАЛІЙ ІВАНОВИЧ, КОПИЛОВА ЗІНАІДА МИКОЛАЇВНА, КУЗЬМЕНКО ТЕТЯНА ПЕТРІВНА, ІВАНОВ БОРИС ПАВЛОВИЧ

(57) 1. Спосіб багатоканального подавлення сигналів зовнішніх джерел в бортових радіоприймачах безпілотних засобів, при якому здійснюють радіорозвідку сигналів зовнішніх джерел, аналізують прийняті сигнали, вибирають тип перешкоди та напрям випромінювання, наводять промінь ви-

промінювання радіоперешкоди за допомогою РЛС на літак у простір, при цьому процес формування та випромінювання перешкоди завершують шляхом повторної розвідки обстановки та оцінки ефективності радіоподавлення, після чого вимикають передавач перешкод, який **відрізняється** тим, що у визначеному секторі радіоподавлення проводять радіолокаційну розвідку повітряної обстановки, визначають координати цілей, класифікують, визначають їх кількість і встановлюють на цілі промені перешкод на частоті сигналів зовнішніх джерел.

2. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що попередньо встановлюють розмір тілесного кута променя випромінюваної перешкоди, що перекриває ціль, та здійснюють її супроводження.

3. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що проводять наведення кожного променя перешкоди на окрему ціль.

Корисна модель належить до галузі військової техніки, зокрема, до способів постановки радіоперешкод бортовим радіоприймачам безпілотних засобів, які виконують завдання прийому сигналів і розташовані на борту літальних апаратів, що здійснюють небажаний політ в певному напрямі.

Основним завданням таких засобів постановки радіоперешкоди є створення на вході бортового радіоприймача сигналу перешкоди (шуму, імпульсного сигналу модульованого шумом та ін.), внаслідок чого корисний сигнал маскується перешкодою та збільшуються помилки визначення його параметрів, що несуть корисну інформацію, за рахунок зменшення відношення сигнал/шум на вході приймача. Дія перешкоди приводить до того, що збільшуються похибки відпрацювання завдань, які виконують безпілотні засоби, настільки, що без зовнішнього втручання виправити їх неможливо.

Структурно засіб створення зони подавлення радіоперешкодами містить розвідувальну, передавальну та керуючу частини. Особливістю такого

засобу радіоперешкод є створення потужного сигналу радіоперешкоди за даними розвідувальної частини та подальше його випромінювання за допомогою антенно-фідерної системи засобу радіоперешкод в напрямку розташування бортового радіоприймача, що подавляється. Керуюча частина засобу радіоперешкод вмикає передавач перешкод, задає режим їх формування, визначає напрямок їх випромінювання. Створення перешкод передбачається в певній зоні радіоподавлення.

Відомий спосіб створення перешкоди в заданому напрямі за допомогою засобу радіоперешкод, що містить антенну систему розвідувальної частини, панорамний приймач, блок аналізу сигнальної обстановки, синтезатор і передавач перешкод, випромінювальну антену, блок вибору режиму тракту прийому-передачі, заснований на принципі випромінювання потужного сигналу за допомогою слабонаправленої антени в секторі. Відмітною ознакою цього способу, що реалізований в засобі радіоперешкод, є широка зона подав-

(13) **U**

(11) **59019**

(19) **UA**

лення радіоприймальних засобів у вигляді сектора [1].

Недоліком цього способу формування радіоперешкоди, що передається в заданому напрямі, є розмивання потужності перешкоди в широкій зоні подавлення, що створюється в заданому напрямі.

Найбільш близьким способом, обраним за прототип, є спосіб створення радіоперешкод у вузькому тілесному куті, при цьому для забезпечення радіоподавлення приймача, що рухається, засіб радіоподавлення повинен мати в розвідувальній частині систему автосупроводження цілі, а в передавальній - систему наведення [2].

Недоліками способу, обраного за прототип, є обмеженість швидкості супроводження цілі та наведення передавача перешкод за напрямом РЕЗ. Останнім часом швидкість повітряних цілей зростає настільки, що автосупроводження цілей звичайними методами не забезпечує потрібну якість. Іншим недоліком цього способу є одноканальність засобу радіоперешкод бортовим радіоприймачам, що подавляються. В разі збільшення кількості приймачів, які потрібно подавляти, або якщо вони працюють в пасивному режимі та їх координати не визначені, спосіб за прототипом не вважається придатним. Таким чином, в способі, обраному за прототипом, неможливо подавляти більше одного бортового радіоприймача сигналів зовнішніх джерел в широкому секторі в сучасних умовах.

В основу способу багатоканального подавлення бортових радіоприймачів сигналів зовнішніх джерел безпілотних засобів за винаходом покладено задачу шляхом усунення недоліків прототипу забезпечити ефективність подавлення бортових радіоприймачів зовнішніх джерел за рахунок радіолокаційного стеження за літальними апаратами, створення необхідної кількості вузьких променів радіоперешкоди на частоті прийому радіосигналів та їх наведення на бортові радіоприймальні пристрої за допомогою радіолокаційної інформації.

Суть способу багатоканального подавлення бортових радіоприймачів сигналів зовнішніх джерел безпілотних засобів, при якому проводиться радіорозвідка сигналів зовнішніх джерел, аналіз прийнятих сигналів, вибір типу перешкоди та напряму випромінювання, наведення променя випромінювання радіоперешкоди за допомогою радіолокатора на літак у простір, процес формування та випромінювання перешкоди завершується шляхом повторної розвідки обстановки, оцінки ефективності радіоподавлення та вимкненні передавача перешкод, полягає в тому, що у визначеному секторі радіоподавлення проводиться радіолокаційна розвідка повітряної обстановки, визначення координат цілей, класифікація, визначення їх кількості, встановлення на цілі променів перешкоди на частоті сигналів зовнішніх джерел. Суть корисної моделі полягає і в тому, що попередньо встановлюється розмір тілесного кута променя випромінюваної перешкоди, що перекриває ціль, та проводиться її супроводження. Суть корисної моделі полягає також і в тому, що проводиться наведення кожного променя перешкоди на окрему обрану ціль.

Порівняльний аналіз способу, який заявляється, із прототипом дозволяє зробити висновок, що за способом багатоканального подавлення бортових радіоприймачів сигналів зовнішніх джерел безпілотних засобів додатково проводиться радіолокаційна розвідка повітряних цілей, визначення їх координат, класифікація та визначення їх кількості, встановлюється кількість променів перешкод на частоті сигналів зовнішніх джерел, що відповідає кількості цілей, встановлюється розмір тілесного кута променя випромінюваної перешкоди, що перекриває ціль, проводиться супроводження цілі, а на заключній стадії формування перешкоди вводиться операція наведення кожного променя перешкоди на літальний апарат (ціль).

Таким чином, спосіб багатоканального подавлення бортових радіоприймачів сигналів зовнішніх джерел безпілотних засобів, який заявляється, відповідає критерію корисної моделі "новизна".

Суть способу пояснюється за допомогою ілюстрацій. На Фіг. 1 показано послідовність дій виконання способу, що заявляється; на Фіг. 2 приведено загальний вигляд блок-схеми пристрою, в якому реалізується спосіб формування потужних радіоперешкод, що заявляється; на Фіг. 3 представлений розгорнутий вигляд блок-схеми пристрою, що реалізує спосіб, який заявляється; на Фіг. 4 показано порядок проведення радіолокаційного обзору повітряного простору; на Фіг. 5 показано приклад створення декількох променів радіоперешкоди у секторі.

Послідовність виконання дій в способі багатоканального подавлення бортових радіоприймачів сигналів зовнішніх джерел безпілотних засобів пояснюється схемою на Фіг. 1, де показано, що на початку функціонування засобу радіоподавлення проводиться радіолокаційна розвідка повітряної обстановки в заданому секторі, за наявності повітряних цілей визначаються їхні кутові координати $\beta_{ц}, \epsilon_{ц}$, проводиться класифікація цілей за ознаками державного впізнавання свій-чужий, літак чи ракета, визначається їх кількість, проводиться розвідка сигнальної обстановки, за якої виявляються сигнали зовнішніх джерел, які потрібно подавляти, аналізується тип сигналу та визначається найкраща перешкода γ для сигналу даного типу, при цьому встановлюється структура радіоперешкоди, напрям її випромінювання, розмір тілесного кута променя випромінювання, передавач перешкоди готується для створення перешкоди та вмикається на випромінювання. При цьому формується така кількість променів радіоперешкоди приймачам сигналів зовнішніх джерел, яка відповідає кількості наявних цілей, кожний промінь наводиться на свою ціль за даними РЛС, яка супроводжує її. Далі наново проводиться розвідка сигнальної обстановки та оцінюється ефективність подавлення в даному напрямку. Якщо досягається значне відхилення траєкторії цілі від прогнозованої попередньо, вважається, що ефект подавлення досягнутий, передавач перешкод вимикається.

Спосіб багатоканального подавлення бортових радіоприймачів сигналів зовнішніх джерел безпілотних засобів реалізується за допомогою

пристрою, який містить (див. Фіг. 2, Фіг. 3) як варіант конструктивного виконання таке: розвідувальну частину 1, що складається з системи радіорозвідки 2, яка містить приймальну антену 3, приймальний пристрій панорамного типу 4, аналізатор типу сигналу 5, систему визначення типу перешкоди 6; радіолокатор 7, що складається з передавального пристрою 8, антени 9, комутатора трактів прийом-передача 10, приймального пристрою 11, вимірювача координат 12, класифікатора цілей 13, системи керування променем радіолокатора 14; передавальну частину 15, що складається з передавача перешкод 16, діаграмоутворюючої схеми 17, передавальної антенної системи 18; керуючу частину 19, що складається з системи керування передавачем перешкод 20, системи визначення розміру тілесного кута променя, що випромінюється, 21, системи встановлення кількості променів 22, системи наведення променів на цілі 23, системи керування променями перешкоди 24, обчислювального пристрою 25, пульта керування 26.

Конструктивно вихід антени радіорозвідки 3 розвідувальної частини 1 зв'язаний зі входом приймального пристрою 4. Вихід приймального пристрою 4 зв'язаний зі входом аналізатора типу сигналу 5, вихід аналізатора 5 зв'язаний зі входом системи визначення типу перешкоди 6, вихід якої зв'язаний з одним із входів передавача перешкод 16 передавальної частини 15. Вихід системи визначення типу перешкод 6 зв'язаний також зі входом системи керування передавачем 20 керуючої системи 19. Вихід системи керування передавачем 20 конструктивно зв'язаний з іншим входом передавача перешкод 16. Вихід передавача перешкод 16 конструктивно зв'язаний зі входом передавальної антенної системи 18 через діаграмоутворюючу схему 17. Входи антени 9 радіолокаційної системи розвідки 7 зв'язані з виходом комутатора тракту прийом-передача 10 та системою керування променем 14; вихід антенного комутатора 10 зв'язаний з приймальним пристроєм 11, вхід комутатора прийом-передача 10 конструктивно зв'язаний з передавачем радіолокатора 8, вихід комутатора прийом-передача 10 конструктивно зв'язаний зі входом вимірювача координат 12 через приймальний пристрій 11. Вихід вимірювача координат 12 зв'язаний зі входом класифікатора цілей 13 та входом обчислювального пристрою 25. Вихід обчислювального пристрою 25 зв'язаний зі входами системи визначення розміру тілесного кута променя, що випромінюється, 21, системи встановлення кількості променів 22, системи наведення на цілі 23 та системи керування променем 24 керуючої частини 19. Вихід обчислюваного пристрою 25 зв'язаний також з антенною системою 9 через систему керування променем 14, інший вхід обчислювального пристрою 25 зв'язаний з виходом пульта керування оператором 26. Виходи системи визначення розміру тілесного кута променя, що випромінюється, 21, системи встановлення кількості променів 22, системи наведення на цілі 23 зв'язані зі входами системи керування променями перешкоди 24. Виходи системи керування променями

перешкоди 24 конструктивно зв'язані зі входами діаграмоутворюючої схеми 17.

Пристрій, за допомогою якого реалізується спосіб багатоканального подавлення бортових радіоприймачів сигналів зовнішніх джерел безпілотних засобів, працює таким чином.

Радіолокатор 7 розвідувальної частини 1 проводить пошук повітряних цілей x_c шляхом огляду виділеного сектора повітряного простору (див. Фіг. 4), алгоритм сканування задається обчислювальною системою 25 з пульта керування оператором 26, виконавчим елементом є система керування променем 14. При виявленні повітряних цілей приймальним пристроєм 11 за допомогою вимірю-

вача 12 вимірюються їхні кутові координати $\beta_{ц}, \varepsilon_{ц}$. Виявлені цілі можуть бути класифіковані за ознаками свій-чужий, літак чи ракета класифікатором 13. Дані про координати та типи цілей видаються з вимірювача координат 12 та класифікатора цілей 13 на обчислювальний пристрій 25. За радіолокаційними даними інформація про цілі та їхні координати з обчислювального пристрою 25 видається на системи визначення розміру тілесного кута променя, що випромінюється, 21, встановлення кількості променів 22, наведення на цілі 23 та керування променем перешкоди 24. Системою радіорозвідки 2 проводиться пошук сигналів x_c зовнішніх джерел в частотному діапазоні, що є у навколишньому середовищі. При виявленні таких джерел з приймального пристрою 4 на класифікатор 5 поступає інформація про сигнальну обстановку. В класифікаторі 5 відбувається аналіз типу сигналів та їх віднесення до відомих класів. За певним класом сигналів системою визначення типу перешкоди 6 обирається перешкода γ , яка здатна ефективно подавити цей сигнал. Сформований потужний сигнал перешкоди x_n передається передавачем 16 через діаграмоутворюючу схему 17 на антенну систему 18, яка випромінює перешкод у повітряний простір. Інформація про потрібні розміри тілесного кута променя за азимутом - $\beta_{0,5P}$ та за кутом місця - $\varepsilon_{0,5P}$, кількість цілей $N_{ц}$

та зсув положення променя на величини $\Delta\beta, \Delta\varepsilon$ вводяться до системи керування положенням променя 24 від блоків 21, 22, 23. Система керування положенням 24 надає інформаційні сигнали для діаграмоутворюючої схеми 17, яка формує $N_{пр}$ променів перешкоди та здійснює наведення променів на цілі. Дані про поточні кутові положення усіх $N_{пр}$ променів видаються на діаграмоутворюючу схему 17.

Вважається, що передавальна частина формує перешкоду в частотному діапазоні сигналів зовнішніх джерел, які потребують подавлення. Кількість встановлюваних променів відповідає кількості цілей, тобто

$$N_{пр} = N_{ц} \cdot (1)$$

Приклад формування трьох променів показано на Фіг.5.

Як відомо, потужність перешкоди $P_n(\beta, \varepsilon)$ на вході приймача сигналів зовнішніх джерел суттєво

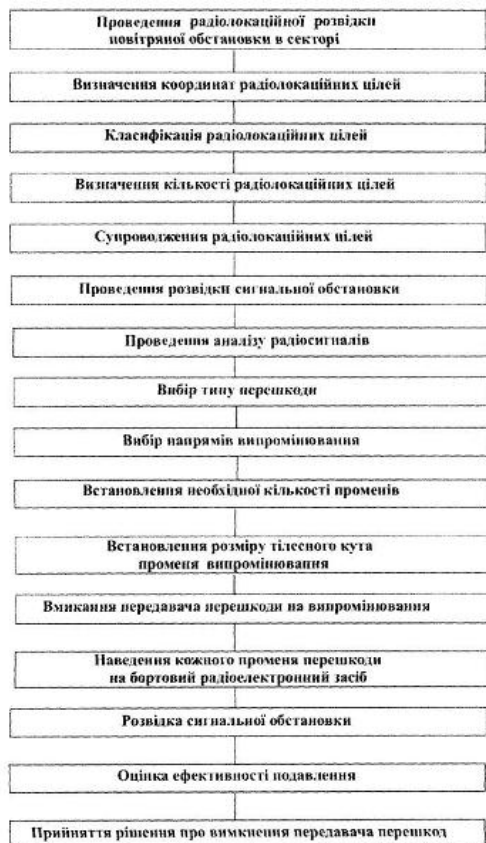
залежить від орієнтації антени приймача в напрямку передавача перешкод

$$P_n(\beta, \varepsilon) = P_{\Sigma n} G_n A_{\text{пр}} a_{\text{пн}}(\beta, \varepsilon) / 4\pi R_{\text{сп}}^2, \quad (2)$$

де $P_{\Sigma n}$ - потужність передавача перешкод та G_n - коефіцієнт направленої дії антени передавача перешкод; $A_{\text{пр}}(\beta, \varepsilon) = A_{\text{пр}} a_{\text{пн}}(\beta, \varepsilon)$ - ефективна площа приймальної антени в напрямку β, ε , $A_{\text{пр}}$ - максимальне значення ефективної площі приймальної антени, $a_{\text{пн}}(\beta, \varepsilon)$ - нормована ефективна площа приймальної антени ($a_{\text{пн}}(\beta, \varepsilon) \leq 1$). Внаслідок стеження променя перешкоди за рухомою ціллю забезпечується максимальне значення $a_{\text{пн}}(\beta, \varepsilon)$, $R_{\text{сп}}$ - дальність від станції перешкод до радіоприймача сигналів зовнішніх джерел. При цьому швидкість кутового супроводження цілі та наведення променів відповідає швидкості бокового руху цілей за рахунок електронного діаграмоутворення.

Вважається, що ефективність подавлення досягнута, якщо відхилення траєкторії цілі, що характеризуються поточними кутовими координатами β_t, ε_t , перевищує припустимі прогнозні значення $\Delta\beta_{\text{доп}}, \Delta\varepsilon_{\text{доп}}$

$$\sqrt{(\beta_t - \beta_{\text{пр}})^2 + (\varepsilon_t - \varepsilon_{\text{пр}})^2} \leq 3\sqrt{\Delta\beta_{\text{доп}}^2 + \Delta\varepsilon_{\text{доп}}^2}. \quad (3)$$



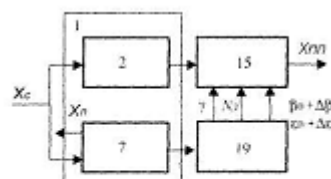
Фіг. 1

Підвищення ефективності застосування способу багатоканального подавлення бортових радіоприймачів сигналів зовнішніх джерел безпілотних засобів, який заявляється, у порівнянні з прототипом полягає в тому, що на відміну від прототипу в способі, що заявляється, дозволяється подавляти радіоприймачі, що працюють за сигналами зовнішніх джерел, збільшується каналність подавлення по цілі за рахунок створення в просторі декількох променів перешкоди, кількість яких відповідає кількості цілей у повітряному просторі та наведення променів перешкоди на ймовірні цілі, швидкість системи супроводження відповідає швидкості цілей носіїв радіоприймачів зовнішніх джерел за рахунок електронного діаграмоутворення. Таким чином, така система радіоподавлення здатна подавляти бортові радіоприймачі сигналів зовнішніх джерел за рахунок радіолокаційного пошуку цілей - їхніх носіїв, супроводження їх у просторі та наведення радіоперешкод на інтервалі руху цілі.

Джерела інформації:

1. Атражев М.П. Борьба с радиоэлектронными средствами / Атражев МП., Ильин В.А., Марьин Н.П. - М.: Воениздат, 1972. - 272 с. - аналог.

2. Победин Е.Л. Устройство и эксплуатация станций радиоэлектронного подавления. Устройство и эксплуатация станции помех 1РЛ237 / Победин Е.Л. - К.: КВИРТУ ПВО, 1982. - 332 с. - прототип.



Фіг. 2

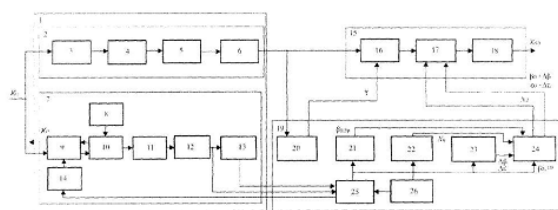


Fig. 3

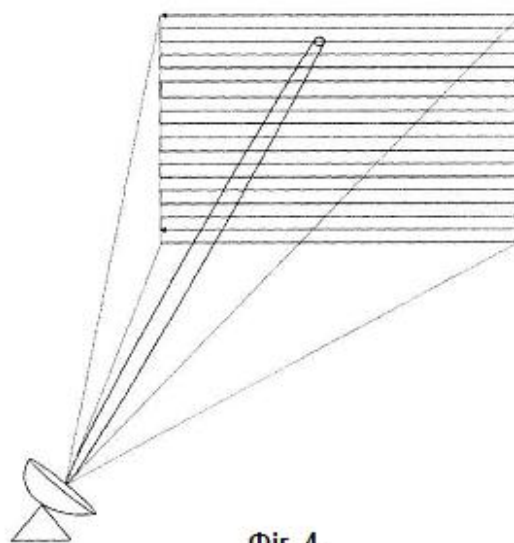


Fig. 4

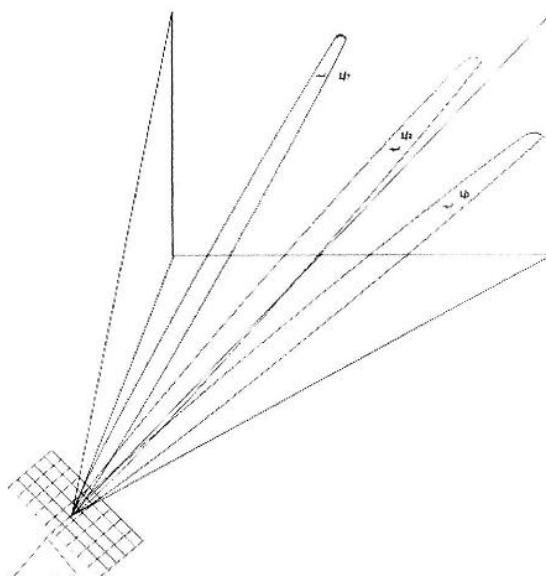


Fig. 5