

ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ
СИСТЕМИ ЗАХИСТУ КАНАЛУ
РАДІОЗВ'ЯЗКУ ТАКТИЧНОЇ
ЛАНКИ УПРАВЛІННЯ
ПІДРОЗДІЛАМИ НГУ

І.В. Сидоренко, доктор наук
П.В. Сидоренко, полковник
В.В. Сидоренко, підполковник



**Всеукраїнський конкурс
наукових робіт з
«Інформаційних технологій»**

м. Хмельницький, 5 квітня 2016 р.

СЕРТИФІКАТ
ЧЛЕНА ЖУРИ

Малюк
Віктор Григорович



/Мясіщев О.А./

Голова оргкомітету,
завідувач кафедри комп'ютерних систем та мереж
Хмельницького національного університету
д.т.н., професор,



ГРАМОТА

НАГОРОДЖУЮТЬСЯ

**Плужніков Іван,
Мельниченко Валерій**

*курсанти Національної академії Національної гвардії
України*

Наук. керівник – доцент Малюк В. Г.

за 3 місце

*у II етапі Всеукраїнського конкурсу студентських
наукових робіт з інформаційних технологій.*

Ректор



М. Мельницький
2016 рік

Скиба М.Є.



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

вул. Інститутська 11, Хмельницький-16, 29016, тел.: (0382) 72-80-76, факс: (0382) 67-42-65
E-mail: centr@khnu.km.ua, код ЄДРПОУ 02071234

05.04.17 № 035/105

На № _____ від _____

Проректору з наукової роботи
Національної академії
Національної гвардії України

Оргкомітетом і галузевою конкурсною комісією Всеукраїнського конкурсу студентських наукових робіт за напрямом "Інформаційні технології" запрошується претендент на перемогу у конкурсі **Шиленко Марія Владиславівна** для участі у підсумковій науково-практичній конференції з метою захисту підсумків роботи «Імітаційне моделювання системи захисту каналу радіоз'язку підрозділів національної гвардії в умовах дії повітряних засобів радіотехнічної розвідки противника» під шифром «Повітря».

Для роботи у складі журі конкурсу запрошується **доценти Іохов Олександр Юр'ївич, Малюк Віктор Григорович.**

Одночасно повідомляємо, що відповідно до п.3.16 Положення про Всеукраїнський конкурс претендент на нагородження, який не брав участь у підсумковій конференції (без зазначення поважних причин) не може претендувати на нагородження.

Конференція відбудеться 13 квітня 2017 року.

Програма проведення конференції:

8.00 – 10.00 – реєстрація учасників.

10.00-15.00 – відкриття конференції, засідання.

16.00 – підведення підсумків конкурсу, нагородження переможців.

Реєстрація учасників конференції відбудеться у приміщенні І-го учбового корпусу за адресою: вул. Кам'янецька, 112, ауд. 1-106. Проїзд від залізничного вокзалу трол. № 7 до зупинки "Університет", № 7-а до зупинки "Будинок побуту".

Захист авторами конкурсних робіт відбуватиметься за допомогою мультимедійних засобів. Доповідь до 10 хвилин, відповіді на запитання до 10 хвилин.

Для підготовки наказу з створення журі конкурсу прошу повідомити оргкомітет до **11 квітня 2017 року** і надіслати ІПП і посаду особи, яка буде приймати участь у роботі журі на адресу e-mail: ludtim@ukr.net).

Бронювання готелю учасники здійснюють самостійно і заздалегідь.

Готель «Енеїда», тел. 0674283333 (вартість від 90 грн.)

Готель «Центральний», тел. 0962657759 (вартість від 230 грн. (сніданок)

Готель «Поділля», тел. 0673831861 (вартість від 150 грн.)

Готель «Побужжя», тел. 0687700407 (вартість від 90 грн.)

Перший проректор, проректор
з науково-педагогічної
та наукової роботи



Войнаренко М.П.

Тімофєєва Л.В. 05053764242-0676732036



@atwixcom

atwix



zend
certified
developer
PHP 5.3

www.atwix.com

Сучасні комплекси повітряної радіорозвідки



Система радіолокації БС-10000 (Сарай)



УДК 621.391

О.Ю. Іохов, В.Є. Козлов, В.Г. Малюк, К.М. Ткаченко, М.Д. Ткаченко

Національна академія Національної гвардії України. Харків

РАДІОМАСКУВАННЯ ВІЙСЬКОВИХ ПІДРОЗДІЛІВ ЗА УМОВ ЗАСТОСУВАННЯ ШТАТНИХ ТА ІМПРОВІЗОВАНИХ ЗАСОБІВ

В статті розглянуто спосіб комплексного застосування заходів активного радіомаскування з використанням спеціальних засобів радіоелектронного придушення (РЕП), що може бути використаний для побудови локальних систем радіозв'язку, призначених для обміну конфіденційною інформацією в діапазоні ультракоротких хвиль в умовах штучних радіозавад і спроб несанкціонованого доступу до інформації, що передається.

Ключові слова: система радіозв'язку, активне радіомаскування, розвідзахищеність, ультракороткі хвилі.

Аналіз публікацій та постановка проблеми

Ведення радіоелектронної розвідки є невід'ємною частиною процесу отримання розвід даних. Аналіз досвіду проведення антитерористичної операції в Донецькій та Луганській областях України виявив неспроможність існуючої системи радіозв'язку НГУ забезпечити захист від дії засобів радіорозвідки противника (ЗРРП). Це обумовлено використанням у військових підрозділах таких радіо засобів як Vertex VX-1210, MOTOTRBO DM 4601, MOTOTRBO DP 4801, MTR3000, що не пристосовані до захисту від ЗРРП. Таким чином, використання зазначених радіозасобів вимагає ретельного вибору технічних засобів та/або проведення організаційних заходів з радіомаскування (РМ).

Висунемо наукову гіпотезу про можливість забезпечення розвідзахищеного радіообміну підрозділи НГУ в обмеженому просторі шляхом застосування штатних та імпровізованих засобів пасивного та активного маскування.

Проведення у роботі [1] аналіз показав, що виконання окремих заходів пасивного РМ не забезпечує досягнення необхідного рівня захищеності за умови стабільної роботи радіомережі.

Орієнтовні розрахунки дають можливість стверджувати про необхідність комплексного застосування заходів маскування з використання спеціальних засобів радіоелектронного придушення (РЕП) [2, 3], що здатні створювати на вході приймача радіорозвідки перешкоди з необхідним рівнем потужності.

У роботах [4, 5] надані практичні рекомендації щодо підвищення безпеки радіомереж тактичної ланки управління НГУ, однак вони не враховують необхідність постановки завад декількома джерелами для декількох засобів зв'язку підрозділів НГУ та розташування засобів радіоелектронної розвідки (РЕР) на висотах або на повітряних носіях.

Викладене вище зумовлює **актуальність та мету статті** – розглянути спосіб радіомаскування військових підрозділів за умов застосування штатних та імпровізованих засобів активного маскування.

Виклад основного матеріалу

Термін активне радіомаскування, як він розуміється в даний час, означає протидію радіо- і радіотехнічній розвідці шляхом створення спеціальних полів перешкод, що ускладнюють несанкціонований прийом сигналу засобами радіотехнічної розвідки і виділення повідомлень засобами радіорозвідки. Потребує уточнення істотно важливе обмеження: перешкоди не повинні заважати роботі систем, що маскуються, тобто не повинні знижувати показники якості і ефективності радіозв'язку нижче деякого прийняттого рівня.

В [6] розглянуто спосіб захисту інформаційного обміну в локальній системі радіозв'язку, заснований на зменшенні відношення сигнал/шум для приймачів, що здійснюють спробу несанкціонованого доступу до інформації, яка передається, за рахунок того, що під час роботи системи радіозв'язку неперервно випромінюють за периметр системи і вгору шумові сигнали, які мають потужність більшу потужності робочих сигналів в системі радіозв'язку, що перекривають усю смугу частот, використовуваних в системі. Цей спосіб складний для побудови, потребує великих матеріальних та енергетичних витрат, а його фізичні (у смузі частот, використовуваних в системі) та візуальні (специфічний вигляд та розміри антен захисту і каналів зв'язку) якості є демаскуючими ознаками, що унеможливають скритне застосування.

Спосіб захисту інформації, розглянутий в роботі [7], передбачає використання окремо або в різних сполученнях будови системи зв'язку, при якій канали зв'язку мають мінімальний витік енергії за рахунок зменшення відношення сигнал/шум для приймачів, що здійснюють спробу несанкціо-

нованого доступу до інформації, яка передається, шляхом зниження потужності робочих сигналів і неперервного випромінювання за периметр системи і вгору шумових сигналів, і канали передавання інформації з конфігурацією, що управляється. Недоліком цього способу є складність побудови системи зв'язку, зумовлена необхідністю використання абонентських радіостанцій зі спеціальними засобами формування, передавання, приймання та фільтрації шумових сигналів, і неможливість скритного застосування, обумовлена візуальними (специфічний вигляд та розміри антен каналів зв'язку) демаскуючими ознаками.

Спосіб захисту інформаційного обміну в локальній системі радіозв'язку [8], на відміну від попереднього, передбачає застосування сумісно скритних антенних пристроїв захисту і каналів передавання інформації з конфігурацією, що управляється.

Цей спосіб не забезпечує захист від спроб несанкціонованого доступу до інформації, яка передається, розвідувальних приймачів, розміщених на повітряних носіях, що переміщуються вище верхнього рівня основної пелюстки діаграми направленості (ДН) в площині кута місця антенних пристроїв захисту, тобто розміщених у будь-якій точці простору.

Для реалізації сформульованої наукової гіпотези доцільним є сумісне застосування скритних антенних пристроїв захисту і каналів передавання інформації з конфігурацією, що управляється; при цьому, антенні пристрої захисту мають забезпечувати орієнтування діаграми направленості в визначених азимутальному напрямку β та куті місця ϵ .

На рис. 1 наведено в азимутальній площині варіант побудови локальної системи радіозв'язку (ЛСР), а на рис. 2 – фрагмент ЛСР в площині кута місця.

У кампусі – обмеженій території з постійним складом і місцем розміщення (студентське або військове містечко, майдан тощо) – розташовують один або декілька абонентів (А) 1 зв'язку, один або декілька пунктів управління (ПУ) 2, що удвох створюють канал передавання інформації (КПІ), та один або декілька пристроїв захисту (ПЗ) 3 відносно одного або декількох розвідувальних приймачів (РП), розміщених на площині 4 або на повітряних носіях 5 (безпілотні літальні апарати, квадрокоптери, повітряні змії або кулі) таким чином, щоб забезпечити надійний захист від спроб несанкціонованого доступу до інформації, яка передається, і електромагнітну сумісність засобів (ЕМС) ЛСР та мереж бездротового зв'язку легальних користувачів.

Конфігурація ЛСР змінюється зі зміною обстановки (переміщенні РП) шляхом взаємного переміщення відносно РП і один до одного ПЗ та КПІ

(абонентів і, при необхідності, ПУ) таким чином, щоб директриси ДН ПЗ були спрямовані на розміщений у просторі або рухомий РП при умові забезпечення ЕМС.

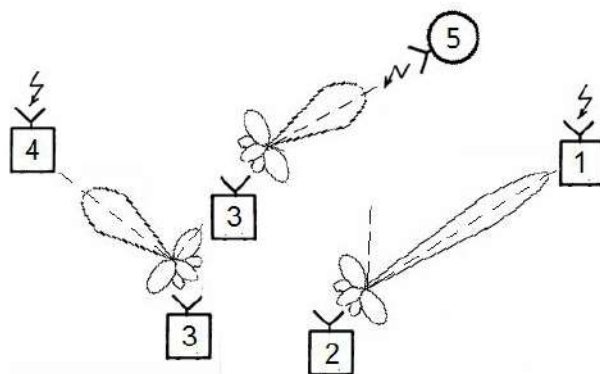


Рис. 1. Варіант побудови локальної системи радіозв'язку

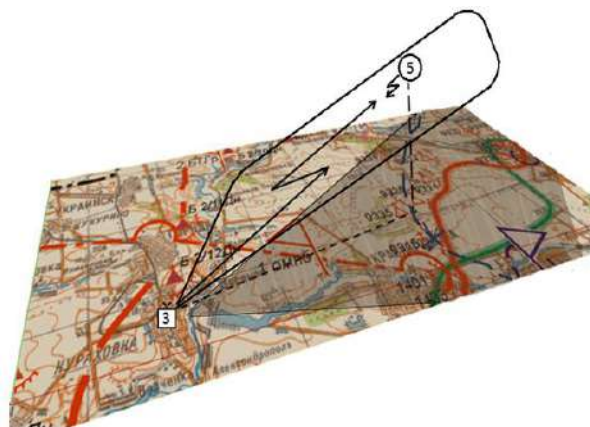


Рис. 2. Фрагмент ЛСР в площині кута місця

Адаптація до змін умов функціонування ЛСР потребує вирішення низки завдань, зокрема, визначення точок розміщення РП, оптимізації розташування ПЗ, розрахунку їх мінімальної потужності, розрахунку покриття, інтерференцій.

Перелічені завдання вирішує програмний виріб (ПВ) NTZ warfare, який може використовуватися на обчислювальному засобі (ноутбук, планшет тощо) ПУ. Результати розрахунків відображаються в 3D-форматі, що дозволяє уявити радіоелектронну обстановку у будь-якій точці об'єкта аналізу та визначити азимут β та кут місця ϵ окремого розвідувального приймача або зони його баражування, як показано на рис. 2.

В якості антен абонентів зв'язку 1 та пристроїв захисту 3 можуть застосовуватися антенні пристрої [9] або їм подібні, що забезпечують скритність застосування. Для пунктів управління 2 доцільне використання антенних пристроїв з більш вузькою діаграмою направленості [5].

Захист від засобів РР, розміщених у просторі можна забезпечити антенний пристрій [12], зовнішній вигляд якого наведено на рис. 3, що склада-

ється із куткового дзеркала (рефлектора) 1, утвореного двома плоскими металевими пластинами, і вібратора або системи колінарних вібраторів 2, містить шарнірно приєднану усередині вершини дзеркала лінійку 3, розташовану у площині бісектриси кута дзеркала, з повзунком 4, який з обох боків з'єднаний шарнірно з пластинами дзеркала, та оптичного візиру 5, розташованого зверху рефлектора у площині бісектриси його кута.

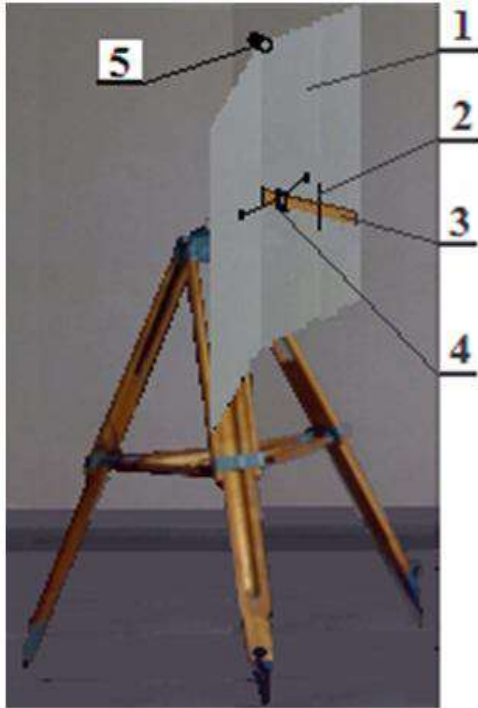


Рис. 3. Антенний пристрій

На рис. 4 наведено зовнішній вигляд повзунка 4 з нанесеною шкалою 6 кута нахилу рефлектора у площині кута місця, стрілкою-виском 7 і фіксатором 8.

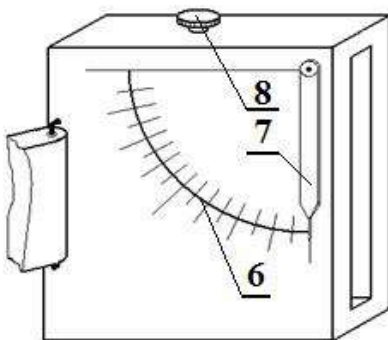


Рис. 4. Зовнішній вигляд повзунка 4

Переміщенням повзунка 4 встановлюють потрібний кут φ розкриття дзеркала, який фіксують фіксатором 8.

Кут місця ϵ можна також встановити за шкалою 6 і стрілкою-виском 7 без використання візиру (у випадку відсутності візуального контакту з ціллю).

Рис. 5 – частина лінійки 3 із градуюванням кутової шкали у значеннях кута розкриття дзеркала для довжини плеча шарнірного з'єднання повзунка 77 мм.

Наведення ДН антенного пристрою в потрібних азимутальному напрямку β та куті місця ϵ здійснюють за допомогою візиру 5, оптична вісь якого співпадає з бісектрисою кута дзеркала і перпендикулярна до нього; положення дзеркала фіксують, при цьому стрілка-висок 7 показує на шкалі 6 значення кута місця ϵ у напрямку максимуму ДН.

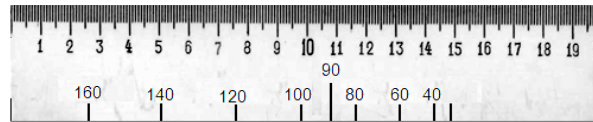


Рис. 5. Частина лінійки 3

При зміні кута розкриття дзеркала з φ_1 на φ_2 лінійка залишається у площині бісектриси кута завдяки рівноплечому шарнірному з'єднанню повзунка з пластинами дзеркала (рис. 6).

Зміна кута розкриття φ та відстані вібратора (системи вібраторів) від вершини дзеркала дозволяє змінювати ширину ДН та кількість її пелюстків в азимутальній площині з метою визначення азимуту цілі однопелюстковим методом максимуму або двохпелюстковим методом мінімуму.

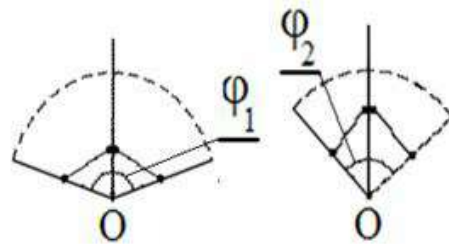


Рис. 6. Кута розкриття дзеркала

Розглянуте технічне рішення забезпечує точне наведення діаграми направленості у напрямку цілі (об'єкта спостереження) і може бути використана для пеленгування та/або придушення джерела радіовипромінювання (завад), розміщеного на повітряному носії.

Це гарантує адаптованість до будь-якої обстановки, що склалася в системі, і захист локальної системи радіозв'язку.

Антенний пристрій можна встановлювати на поворотному пристрої (наприклад, тренозі) на ґрунті, авто-та бронетехніці тощо.

На рис. 3 наведено зовнішній вигляд розміщеного на тренозі антенного пристрою у складі куткового дзеркала 1, вібратора (системи вібраторів) 2, лінійки 3 із повзунком 4 та оптичного візиру 5.

Аналіз характеристик перешкод показав [2, 3], що за характером впливу найбільш ефективними є імітуючі або прицільні активні перешкоди, які

ускладнюють виявлення і розпізнавання корисного сигналу та дозволяють вносити неправдиву інформацію.

На озброєнні підрозділів НГУ відсутні будь-які засоби постановки навмисних завад. У застосовуваних радіостанціях МТОТРВО використовується два режими роботи: цифровий та аналоговий. Виходячи з цього, в якості навмисної завади можна використовувати сигнал радіостанції в аналоговому режимі для подавлення цифрового корисного сигналу та навпаки.

Проведений натурний експеримент з побудови розглянутого способу активного радіомаскування підтвердив його працездатність.

Висновки

Розглянутий спосіб радіомаскування з використанням імпровізованих антенних пристроїв та штатних засобів радіозв'язку може забезпечити розвідзахищений радіообмін підрозділів НГУ в обмеженому просторі, що дає змогу вважати доведеною висунуту в постановчій частині статті наукову гіпотезу.

Список літератури

1. Журавський Ю.В. Аналіз впливу заходів радіомаскування на розвідзахищеність радіоелектронних засобів / Ю. В. Журавський, Р. М. Жовноватюк, Г. Д. Носова, А. А. Завада // Проблеми створення, випробування, застосування та експлуатації складних інформаційних систем. - 2015. - Вип. 10. - С. 43-50.
2. Куприянов А.И. Теоретические основы радиоэлектронной борьбы [Текст] / А. И. Куприянов, А. В. Сахаров. - М.: Вузовская книга, 2007. - 356 с.
3. Активная радиомаскировка. Режим доступа: http://studopedia.media4biz.ru/2_46668_aktivnaya-radiomaskirovka.html.
4. Розроблення рекомендацій щодо підвищення безпеки радіомереж тактичної ланки управління ВВ МВС України: науково-дослідна робота [Текст] / О.Ю. Іохов, І.В. Кузьминич, О.М. Горбов, О.О. Казіміров, О.М. Орлов, С.А. Горелишев та інші - № держреєстрації

0112U000529. - Х.: Академія внутрішніх військ, 2012. - 175 с.

5. Іохов О.Ю. Основні аспекти радіоелектронного захисту системи радіозв'язку тактичної ланки управління внутрішніх військ МВС України під час виконання завдань за призначенням в умовах міста [Текст] / О.Ю. Іохов, В.В. Антоненко, О.М. Горбов, І.В. Кузьминич, В.В. Овчаренко // Честь і закон. - Х.: Акад. ВВ МВС України, 2012. - № 4. - С. 40-47.

6. Пат. РФ №2114513, МПК (2006. 01) H04K 3/00. Способ защиты информационного обмена в локальной системе радиосвязи / Оубл. 27.06.1998 [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.freepatent.ru>.

7. Левин В.Н. Концептуальная основа информационной безопасности компьютерных сетей, технология электронных коммуникаций [Текст] / В.Н. Левин, Д.М. Платонов, Ю.А. Тимофеев // Информационная безопасность компьютерных сетей. - Т. 45. - М.: Экотрендз, 1993. - С. 5-43.

8. Пат. України №104505 на корисну модель, МПК (2015.01) H04B 7/00. Спосіб захисту інформаційного обміну в локальній системі радіозв'язку / Оубл. 10.02.2016, Бюл. №3.

9. Пат. України №95314 на корисну модель, МПК (2015.01) H04B 7/00. Антенний пристрій / Оубл. 25.12.2014, Бюл. №24.

10. Кочержевский Г.И. Антенно-фидерные устройства [Текст] / Г.И. Кочержевский. - М.: Связь, 1972. - 472 с.

11. Пат. РФ №2288528, МПК (2006. 01) H01 Q19/13. Угловая антенна с повышенным коэффициентом направленного действия / Оубл. 27.11.2006 / [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.freepatent.ru>.

12. Пат. України на корисну модель №105732, МПК (2016. 01) H01Q 19/00, 9/00. Антенний пристрій / Оубл. 11.04.2016, бюл. №7.

Надано до редколегії 24.12.2016

Рецензент: д-р техн. наук, проф. О.О. Морозов, Національна академія Національної гвардії України. Харків.

РАДИОМАСКИРОВКА ВОЕННЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ПРИМЕНЕНИЯ ШТАТНЫХ И ИМПРОВИЗИРОВАННЫХ СРЕДСТВ

А.Ю. Иохов, В.С. Козлов, В.Г. Малюк, К.Н. Ткаченко, Н.Д. Ткаченко

В статье рассмотрены способ комплексного применения мер активной радиомаскировки с использованием специальных средств радиоэлектронного подавления, который может быть использован для построения локальных систем радиосвязи, предназначенных для обмена конфиденциальной информацией в диапазоне ультракоротких волн в условиях искусственных радиопомех и попыток несанкционированного доступа к передаваемой информации.

Ключевые слова: система радиосвязи, активная радиомаскировка, разведзащищенность, ультракороткие волны.

DECEPTION MILITARY UNITS THE CONDITIONS OF APPLICATION OF STANDARD AND IMPROVISED MEANS

A.Yu. Iohov, V.Ye. Kozlov, V.H. Maluk, K.N. Tkachenko, N.D. Tkachenko

The article describes the method of complex application of the active radio camouflage measures using special jamming devices. The method can be used to build a local radio communication systems for the exchange of confidential information in the VHF range in terms of artificial interference and unauthorized access to the transmitted information.

Keywords: radio communication system, active deception, intelligence as protected, VHF.

МОДЕЛЬ ЗАХИСТУ КАНАЛУ РАДІОЗВ'ЯЗКУ ПІДРОЗДІЛІВ НАЦІОНАЛЬНОЇ ГВАРДІЇ УКРАЇНИ У МІСЬКИХ УМОВАХ

Розглядаються принципи побудови комп'ютерної моделі для розрахунку параметрів оптимального спрямування мобільного діаграмо-спрямовуючого пристрою з метою підвищення завадозахищеності радіоканалу зв'язку підрозділів Національної гвардії України у міських умовах

Ключові слова: радіоелектронне придушення, радіозавада, канал радіозв'язку, діаграма спрямованості.

Постановка проблеми

У даний час широке розповсюдження в частинах і підрозділах Національної гвардії України отримали засоби радіозв'язку малої потужності УКВ діапазону, що мають достатньо широкую номенклатуру, яка задовольняє потребам систем тактичного радіозв'язку, але не відповідає вимогам щодо завадостійкості в умовах роботи засобів радіопридушення (РЕП) [1].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. У роботах [2, 3] розроблені імітаційні моделі роботи каналу радіозв'язку (КРЗ) між підрозділами НГУ, які дозволяють оцінити параметри його завадозахищеності відносно стаціонарних наземних засобів радіоелектронної боротьби противника. У цих роботах діаграма спрямованості (ДС) антенної системи захисту радіозв'язку з командним пунктом була змонтована зі штатних засобів активної оборони і вважалася двовимірною, тобто задавалася тільки у горизонтальній площині, що робить модель непридатною для роботи з засобів РЕП, розташованими на висоті.

При діях підрозділів НГУ у міських умовах, коли відстані становлять від десятків до декількох тисяч метрів, а розташування мобільних об'єктів по відношенню до пунктів управління та засобів РЕП обмежено будівлями, виникає необхідність в урахуванні факторів, що впливають на стійкість радіозв'язку:

– підсилення антени передавача радіосигналу у напрямку на приймач та приймальної антени у напрямку на радіопередавач за умов залежності характеристик засобів радіоелектронного зв'язку від координат розташування мобільних об'єктів на оперативному просторі;

– підсилення/послаблення екрануючих властивостей мобільного діаграмо-спрямовуючого пристрою залежно від висоти розташування засобів РЕП.

Таким чином, необхідно удосконалити модель захисту КРЗ при дії засобів радіоелектронного впливу, враховуючи залежність коефіцієнту придушення від характеристик засобів радіоелектронного захисту

від несанкціонованих завад і взаємного просторового розташування радіозасобів та джерел завад.

Метою статті є розробка математичної моделі для розрахунку параметрів оптимального спрямування мобільного діаграмо-спрямовуючого пристрою як по азимуту, так і по куту місця з метою підвищення завадозахищеності радіоканалу зв'язку підрозділів Національної гвардії України у міських умовах.

Виклад основного матеріалу

Для одиночного джерела завад (рис. 1) у роботі [2] одержаний коефіцієнт придушення для точки розташування ПБВ з використанням мобільного діаграмо-спрямовуючого пристрою

$$\hat{E}_i(\theta_0) = \frac{P_{i\text{двс}} G(\theta_\phi - \theta_0) R_c^2}{P_{i\text{двп}} G(\theta_\phi - \theta_0) R_\phi^2}, \quad (1)$$

де $P_{\text{прдз}}$ – потужність передавача завади; $P_{\text{прдс}}$ – потужність передавача сигналу з центру зв'язку; R_ϕ – відстань траси розповсюдження завади, R_c – відстань траси розповсюдження радіосигналу; $G(\theta)$ – нормована ДС мобільного засобу захисту; θ_ϕ – азимут на джерело завад; θ_c – азимут на центр зв'язку; θ_0 – власний азимут ДС засобу мобільного захисту.

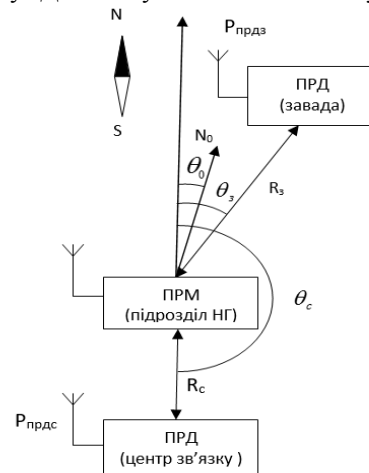


Рис. 1. Схема захисту КРЗ НГУ

Удосконалимо модель захисту КРЗ НГУ шляхом урахування висоти, на якій знаходиться засіб РЕП. Характеристики просторової діаграми спрямованості мобільного діаграмо-спрямовуючого пристрою за наявності відповідних креслень можна обчислити за технологією HFSS [4]. Приклад моделювання такої ДС з парабоциліндричною антеною, який використовувався у роботі [2] для підвищення завадостійкості роботи радіоелектронних засобів військових підрозділів в умовах радіопридушення, наведений на рис. 2.

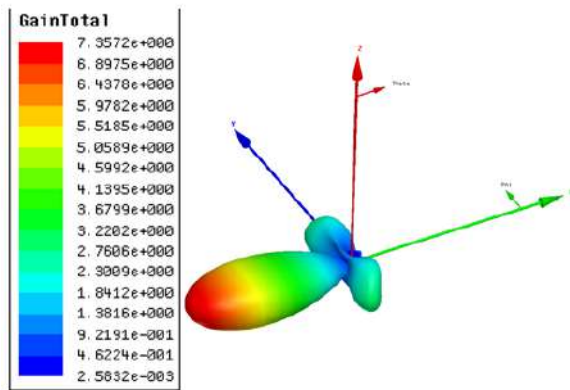


Рис. 2. Моделювання тривимірної ДС антенної системи у HFSS Ansoft

Просторову функцію коефіцієнту підсилення ДС антенного пристрою у полярних координатах позначимо як $G(\theta, \varphi)$, де θ - кут азимуту, а φ - кут місця цілі.

Припустимо, що центр зв'язку та підрозділ розташовані у точках з координатами $(x_{\bar{n}}, y_{\bar{n}})$ та $(x_{\bar{i}}, y_{\bar{i}})$ відповідно, а засіб РЕП - у точці з координатами $(x_{\bar{c}}, y_{\bar{c}}, z_{\bar{c}})$. Для тривимірної ДС антенного пристрою захисту РЕЗ підрозділу вираз (1) є таким:

$$\hat{E}_{\bar{i}}(\theta_0, \varphi_0) = \frac{P_{\bar{i}} \delta_{\bar{a}\bar{c}} G(\theta_{\bar{c}} - \theta_0, \varphi_{\bar{c}} - \varphi_0) R_{\bar{c}}^2}{P_{\bar{i}} \delta_{\bar{a}\bar{n}} G(\theta_{\bar{n}} - \theta_0, \varphi_0) R_{\bar{c}}^2}, \quad (2)$$

де $R_{\bar{n}} = \sqrt{(x_{\bar{n}} - x_{\bar{i}})^2 + (y_{\bar{n}} - y_{\bar{i}})^2}$ - відстань між центром зв'язку та підрозділом; $\theta_{\bar{n}} = \tan^{-1} \left[\frac{|x_{\bar{i}} - x_{\bar{n}}|}{|y_{\bar{i}} - y_{\bar{n}}|} \right]$

кут азимуту з точки розташування підрозділу на центр зв'язку; $R_{\bar{c}} = \sqrt{(x_{\bar{c}} - x_{\bar{i}})^2 + (y_{\bar{c}} - y_{\bar{i}})^2}$ - відстань між

засобом РЕП та підрозділом; $\theta_{\bar{c}} = \tan^{-1} \left[\frac{|x_{\bar{i}} - x_{\bar{c}}|}{|y_{\bar{i}} - y_{\bar{c}}|} \right]$ -

кут азимуту з точки розташування підрозділу на засіб РЕП; $\varphi_{\bar{c}} = \tan^{-1} \left[|z_{\bar{c}}| / R_{\bar{c}} \right]$ - кут місця з точки розташування підрозділу на точку розташування засобу РЕП; φ_0 - власний кут місця ДС антенного пристрою захисту РЕЗ підрозділу.

У загальному випадку для комплексу радіоелектронного придушення, який складається з N джерел завад, за принципом суперпозиції маємо

$$\hat{E}_{\bar{i}}(\theta_0, \varphi_0) = \frac{R_{\bar{c}}^2}{P_{\bar{i}} \delta_{\bar{a}\bar{n}} G(\theta_{\bar{n}} - \theta_0, \varphi_0)} \sum_{i=1}^N \frac{P_{\bar{i}} \delta_{\bar{a}\bar{c}_i} G(\theta_{\bar{c}_i} - \theta_0, \varphi_{\bar{c}_i} - \varphi_0)}{R_{\bar{c}_i}^2}. \quad (3)$$

Задача ефективної боротьби з радіоелектронним придушенням розв'язується у одержаній моделі шляхом вибору оптимальних кутів азимуту θ_0^* , та місця φ_0^* , таких, що

$$\hat{E}_{\bar{i}}(\theta_0^*, \varphi_0^*) = \min \hat{E}_{\bar{i}}(\theta_0, \varphi_0). \quad (4)$$

На розв'язання (4) також суттєвий вплив має множина параметрів засобів радіоелектронного впливу (кількість джерел завад, їх потужність, розташування відносно передавача центра зв'язку тощо).

Висновки

Ефективним та економічним способом підвищення завадозахищеності КРЗ підрозділів Національної гвардії України у міських умовах є використання мобільного діаграмо-спрямовуючого пристрою, змонтованого зі штатних засобів активної оборони. Для ефективного застосування вищезазначеного засобу захисту розроблена математична модель захисту КРЗ підрозділів Національної гвардії України у міських умовах, яка враховує можливість розташування джерел навмисних завад на будинках, спорудах і т. ін.

Програмна реалізація розробленої моделі дозволить обчислити оптимальну орієнтацію засобу мобільного захисту як по азимуту, так і по куту місця, а також розв'язати задачу побудови зони досяжності, у межах якої забезпечується стійкий радіозв'язок між командним пунктом та підрозділом.

Список літератури

1. Основні аспекти радіоелектронного захисту системи радіозв'язку тактичної ланки управління ВВ МВС України під час виконання завдань за призначенням в умовах міста. [Текст] / О.Ю. Іохов, В.В. Антоненко, О.М. Горбов, І.В. Кузьминич, В.В. Овчаренко // Честь і закон. - Х.: Акад. ВВ МВС України, 2012. - № 4. - С. 40-48.
2. Іохов, О.Ю. Комплексний метод підвищення завадостійкості радіоканалів мобільних об'єктів підрозділів Національної гвардії України [Текст] / О.Ю. Іохов, І.В. Кузьминич, С.А. Горелішев Системи озброєння і військова техніка. 2015, № 2(42). - С. 92-94.
3. Іохов О.Ю., Малюк В.Г., Горбов О.М. Імітаційне моделювання захищених радіоканалів військового призначення // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних сил України, 2015, №1(18). - С. 92-96.
4. HFSS Ansoft. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://www.ansys.com/products/electronics/ansys-hfss>.

Надійшла до редколегії 25.08.2017

Рецензент: д-р техн. наук, проф. О.П. Кондратенко, Національна академія Національної гвардії України, Харків.

МОДЕЛЬ ЗАЩИТЫ КАНАЛА РАДИОСВЯЗИ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ НАЦИОНАЛЬНОЙ ГВАРДИИ УКРАИНЫ В ГОРОДСКИХ УСЛОВИЯХ

А.Ю. Иохов, В.Г. Малюк, Г.Т. Ляшенко

Рассматриваются принципы построения компьютерной модели для расчета параметров оптимального направления мобильной диаграммы направленности устройства с целью повышения помехозащищенности радиоканала связи подразделений Национальной гвардии Украины в городских условиях.

Ключевые слова: радиоэлектронное подавление, радиопомеха, канал радиосвязи, диаграмма направленности.

PROTECTION MODEL OF THE RADIO CHANNEL OF UNITS OF THE NATIONAL GUARD IN CITY CONDITIONS

A.Ju. Iohov, V.H. Malyuk, G.T. Lyashenko

Principles of the construction of a computer model for calculating the parameters of the optimal direction of the mobile diagram-guiding device are considered in order to increase the interference protection of the radio communication channel of the units of the National Guard of Ukraine in urban conditions.

Keywords: radio suppression, radio interference, radio communication channel, directional diagram.

ІМІТАЦІЙНА МОДЕЛЬ АКТИВНОГО РАДІОМАСКУВАННЯ ВІЙСЬКОВИХ ПІДРОЗДІЛІВ У ОПЕРАТИВНОМУ РАЙОНІ З УРАХУВАННЯМ ДІЇ ПОВІТРЯНИХ ЗАСОБІВ РАДІОРОЗВІДКИ ПРОТИВНИКА

Розглядається варіант захисту від повітряних засобів радіорозвідки противника інформаційного обміну підрозділів НГУ, розташованих у визначеному операційному районі, шляхом постановки навмисних радіоперешкод спеціальними мобільними засобами радіомаскування. Побудована комп'ютерна модель взаємодії таких засобів з каналом радіозв'язку між підрозділами НГУ.

Ключові слова: радіоелектронне маскування, засоби активного радіомаскування, канал радіозв'язку, діаграма спрямованості.

Вступ

Постановка проблеми. Серед сучасних тенденцій розвитку радіоелектронної боротьби активності набувають технічні рішення, що використовують повітряні засоби радіорозвідки на БПЛА, а також розробки щодо протидії таким засобам [1-3].

Аналіз застосування системи радіозв'язку Національної гвардії України (НГУ) під час проведення АТО виявив недоліки у забезпеченні захисту радіообміну в умовах дії сучасних засобів радіорозвідки противника, звідки постає задача створення альтернативних організаційно-технічних заходів з підвищення показників розвідзахищеності системи радіозв'язку НГУ.

Це робить актуальним питання ефективного застосування радіоелектронного маскування (РМ) — сукупності заходів і дій, спрямованих на зниження ефективності застосування засобів радіорозвідки [4,5].

Аналіз, проведений у роботі [8], підтверджує, що способи пасивного радіомаскування, засновані на екрануванні, регламентації робіт на випромінювання лише частково вирішують проблеми приховування радіомереж та окремих засобів радіозв'язку від радіоелектронної розвідки, тому для забезпечення розвід захищеності необхідно додатково використовувати засоби активного радіомаскування (ЗРМ). Такі засоби створюють спеціальні поля перешкод, що ускладнюють несанкціонований прийом сигналу засобами радіотехнічної розвідки і виділення повідомлень засобами радіорозвідки. Результатом дії активних шумових перешкод є маскування корисних сигналів в деякому тілесному куті і певному інтервалі відстаней. Внаслідок цього істотно погіршуються характеристики виявлення засобів радіозв'язку, їх роздільна здатність і точність визначення координат. Виключена зі спостереження частина простору називається областю, що маскується [4].

Визначення неповно без істотно важливого обмеження: перешкоди від ЗРМ не повинні заважати роботі радіоелектронних засобів (РЕЗ) у області, що маскується, тобто не повинні знижувати показники їх ефективності і якості нижче деякого прийнятного рівня.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Література за даною тематикою, в основному, присвячена питанням РМ окремих радіостанцій, а не систем радіозв'язку військового призначення в цілому [4-7]. Для отримання кількісних оцінок електромагнітної сумісності використовуються методики, які враховують енергетичні показники, при цьому енергетичні показники характеризуються співвідношенням потужностей сигналів та перешкод на вході приймального пристрою засобів радіорозвідки. Використовуючи аналітичний підхід, автори розглядають взаємодію діаграм спрямованості (ДС) радіоелектронних засобів тільки у горизонтальній площині, часто обмежені у виборі варіантів форми ДС приймача, не розглядають варіанти використання гостро направлених ДС випромінювачів штучних завад. Загальним недоліком цих робіт є відсутність можливості оцінювання впливу кількох ЗРМ на розвідзахищеність радіостанцій підрозділів НГУ від кількох засобів радіоелектронної розвідки противника (ЗРЕРп).

У роботах [9, 10] розроблені імітаційні моделі роботи каналу радіозв'язку (КРЗ) між підрозділами НГУ, які дозволяють оцінити параметри його завадозахищеності відносно стаціонарних наземних засобів радіоелектронної боротьби противника. У цих роботах припускалося, що для забезпечення захищеного радіозв'язку з командним пунктом засоби радіозв'язку підрозділів НГУ та ЗРМ використовують мобільні діаграмо-спрямовуючі пристрої, змонтовані зі штатних засобів активної оборони [9]. Діаграма спрямованості такої антенної системи вважалася двовимірною, тобто задавалася тільки у горизонтальній площині, що робить її непридатною для

роботи з повітряними цілями. Отже, у задачі протидії радіоелектронній розвідці, що базується наБПЛА, необхідно оперувати тривимірною ДС генератора завад, вводячи у перелік параметрів моделі ЗРМ кут місця цілі.

Другий недолік моделей [8, 9], який не дозволяє використовувати їх у задачі боротьби з повітряною радіотехнічною розвідкою, є те, що траєкторія БПЛА являє собою не одну точку, а множину точок, які необхідно придушувати одночасно.

Третій момент, відсутній у моделях [8, 9], полягає у необхідності захищати не окремі точки на мапі, а область, що маскується, межі якої визначаються точками визначення оперативного простору (ТВОП) військових підрозділів.

Така нова постановка задачі потребує доопрацювання зазначених вище моделей.

Метою статті є удосконалення імітаційної моделі активного радіомаскування військових підрозділів шляхом урахування висоти, на якій може знаходитись засіб радіорозвідки та деякої траєкторії його руху.

Виклад основного матеріалу

Враховуючи різноманітність конструкцій антенних систем, яка диктується необхідністю візуального маскування, характеристики просторових ДСЗРМ за наявності відповідних креслень можна обчислити за технологією HFSS [9]. Приклад моделювання такої ДС ЗРМ з парабоциліндричною антеною, який використовувався у роботі [10] для підвищення завадостійкості роботи радіоелектронних засобів військових підрозділів в умовах радіопридушення, наведений на рис. 1.

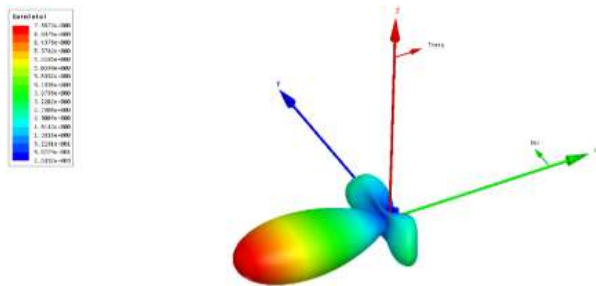


Рис. 1. Моделювання тривимірної ДС антенної системи у HFSS Ansoft

Просторову функцію напруженості поля антенного пристрою у полярних координатах позначимо як $G(\theta, \phi)$, де θ - кут азимуту, а ϕ - кут місця цілі. Зазвичай для опису ДС використовують її перерізи $D_g(\theta)$ та $D_v(\phi)$ у горизонтальній та вертикальній площині відповідно. Використовуючи результати моделювання ДС вищевказаного антенного пристрою у декартових координатах (рис. 2, 3), можна одержати табличні значення функцій $D_g(\theta)$, $D_v(\phi)$.

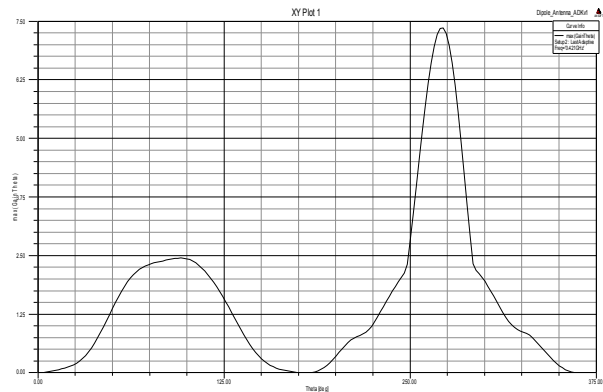


Рис. 2. Діаграма спрямованості в декартовій системі щодо кута θ

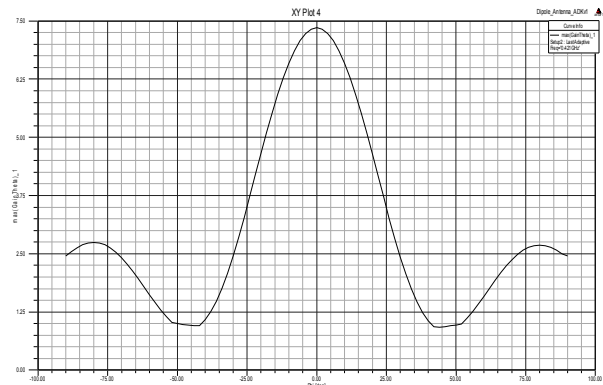


Рис. 3. Діаграма спрямованості в декартовій системі щодо кута ϕ

Аналогічним чином можна одержати значення функцій горизонтального та вертикального перерізу ДС антенного пристрою будь-якої конструкції для $\theta \in [0^0, 360^0]$ та $\phi \in [-90^0, 90^0]$. Маючи таблюовані значення функцій $D_g(\theta)$ та $D_v(\phi)$, нормовану ДС антени ЗРМ одержуємо наступним чином:

$$G(\theta, \phi) = D_g(\theta) * D_v(\phi), \quad (1)$$

Перейдемо до опису взаємодії системи ЗРМ з іншими об'єктами моделі. Будемо вважати, що можлива траєкторія пересування повітряного ЗРЕРп у кожній своїй точці є доступною для відповідним чином розташованих ЗРМ (рис. 4).

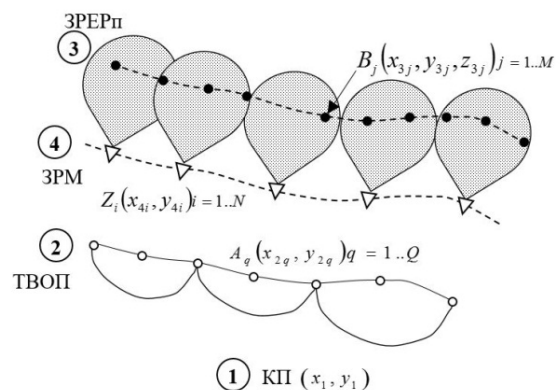


Рис. 4. Складові моделі активного радіомаскування ТВОП в умовах дії повітряного ЗРЕРп

У склад моделі входять такі елементи:

Об'єкт 1. Командний пункт (КП). Характеризується координатами розташування (x_1, y_1) та потужністю передавача P_1 .

Об'єкт 2. $A = \{A_1, A_2, \dots, A_Q\}$ – множина ТВОП військових підрозділів $A_q(x_{2q}, y_{2q})$, $q=1..Q$, у кожній з яких можливе розташування радіоелектронного засобу потужністю P_{2q} , азимут діаграми спрямованості (ДС) якого становить кут θ_{2q} .

Об'єкт 3. $B = \{B_1, B_2, \dots, B_M\}$ – множина точок $B_j(x_{3j}, y_{3j}, z_{3j})$, $j=1..M$ можливої траєкторії пересування повітряного ЗРЕП.

Об'єкт 4. $Z = \{Z_1, Z_2, \dots, Z_N\}$ – множина точок $Z_i(x_{4i}, y_{4i})$, $i=1..N$ розташування ЗРМ, у кожній з яких розміщується джерело радіоперешкод потужністю P_{4i} , власний азимут ДС якого становить кут θ_{4i} , а кут місця ϕ_{4i} .

Окремий випадок розташування траєкторії пересування повітряного ЗРЕП уздовж лінії фронту, зображений на рис. 4, не є принциповим для роботи моделі, розташування об'єктів якої може бути змінено довільним чином. Схема радіомаскування окремої точки ТВОП A_q одиночним ЗРМ наведена на рис. 5.

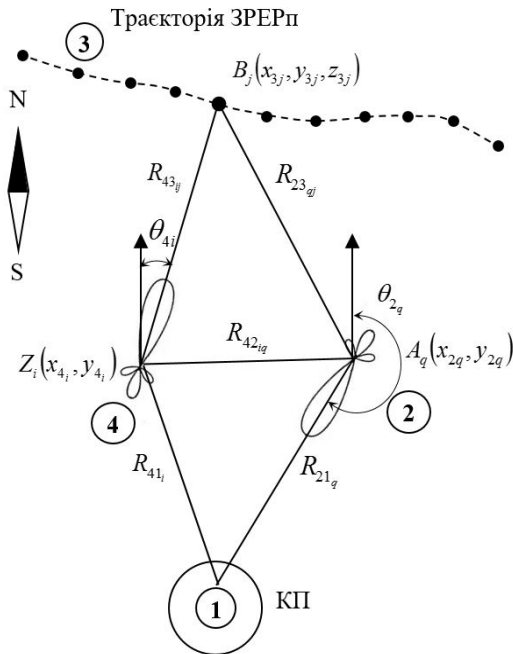


Рис. 5. Схема активного радіомаскування точки визначення оперативного простору

Використовуючи принцип суперпозиції для адитивних завдань від системи ЗРМ $Z = \{Z_1, \dots, Z_N\}$, коефіцієнт придушення K_{12q} сигналу КП у точці A_q за результатами роботи [7] одержимо у такому вигляді:

$$K_{12q} = R_{21q}^2 / \left(P_1 G_{2q} (\theta_{21q} - \theta_{2q}) \right) \times \sum_{i=1}^N P_{4i} G_{4i} (\theta_{42iq} - \theta_{4i}, \phi_{4i}) / R_{42iq}^2, \quad (2)$$

де $R_{21q} = \sqrt{(x_1 - x_{2q})^2 + (y_1 - y_{2q})^2}$ – відстань між КП та точкою A_q ;

$\theta_{21q} = \tan^{-1} \left[|x_{2q} - x_1| / |y_{2q} - y_1| \right]$ – кут азимуту з точки A_q на КП;

$R_{42iq} = \sqrt{(x_{4i} - x_{2q})^2 + (y_{4i} - y_{2q})^2}$ – відстань між точками Z_i та A_q ;

$\theta_{42iq} = \tan^{-1} \left[|x_{4i} - x_{2q}| / |y_{4i} - y_{2q}| \right]$ – кут азимуту з точки Z_i на точку A_q ;

$G_{2q}(\theta)$ – нормована ДС антени РЕЗ, розташованого у точці A_q ;

$G_{4i}(\theta, \phi)$ – нормована ДС антени i -го ЗРМ;

θ – кут напрямку на точку оперативного простору відносно власного азимуту ДС;

ϕ – кут місця ДС.

Коефіцієнт придушення K_{21q} сигналу з точки A_q у точці розташування КП

$$K_{21q} = R_{21q}^2 / \left(P_{2q} G_{2q} (\theta_{21q} - \theta_{2q}) \right) \times \sum_{i=1}^N P_{4i} G_{4i} (\theta_{41i} - \theta_{4i}, \phi_{4i}) / R_{41i}^2, \quad (3)$$

де $R_{41i} = \sqrt{(x_{4i} - x_1)^2 + (y_{4i} - y_1)^2}$ – відстань між точками Z_i та КП;

$\theta_{41i} = \tan^{-1} \left[|x_{4i} - x_1| / |y_{4i} - y_1| \right]$ – кут азимуту з точки Z_i на КП.

Коефіцієнт придушення K_{13j} сигналу передавача КП у точці B_j можливої траєкторії пересування повітряного ЗРЕП одержуємо таким чином:

$$K_{13j} = \frac{R_{13j}^2}{P_1} \sum_{i=1}^N \frac{P_{4i} G_{4i} (\theta_{43ij} - \theta_{4i}, \phi_{43ij} - \phi_{4i})}{R_{43ij}^2}, \quad (4)$$

де $R_{13j} = \sqrt{(x_1 - x_{3j})^2 + (y_1 - y_{3j})^2}$ – відстань між КП та B_j ;

$R_{43ij} = \sqrt{(x_{4i} - x_{3j})^2 + (y_{4i} - y_{3j})^2}$ – відстань між точками Z_i та B_j ;

$\theta_{43_{ij}} = \tan^{-1} \left[\left| x_{4_i} - x_{3_j} \right| / \left| y_{4_i} - y_{3_j} \right| \right]$ – кут ази-
мута з точки Z_i на точку B_j ;

$\phi_{43_{ij}} = \tan^{-1} \left[\left| z_j \right| / R_{43_{ij}} \right]$ – кут місця з точки Z_i
на точку B_j .

Коефіцієнт придушення $K_{23_{qj}}$ сигналу з точки
 A_q у точці B_j можливої траєкторії пересування
повітряного ЗРЕП одержуємо таким чином:

$$K_{23_{qj}} = R_{23_{qj}}^2 / \left(P_{2q} G_{2q} (\theta_{23_{qj}} - \theta_{2q}) \right) \times \sum_{i=1}^N P_{4i} G_{4i} (\theta_{43_{ij}} - \theta_{4i}, \phi_{43_{ij}} - \phi_{4i}) / R_{43_{ij}}^2, \quad (5)$$

де $R_{23_{qj}} = \sqrt{(x_{2q} - x_{3j})^2 + (y_{2q} - y_{3j})^2}$ – відстань
між точками A_q та B_j ;

$\theta_{23_{qj}} = \tan^{-1} \left[\left| x_{2q} - x_{3j} \right| / \left| y_{2q} - y_{3j} \right| \right]$ – кут ази-
мута з точки A_q на точку B_j .

Визначимо припустиме порогове значення ко-
ефіцієнту придушення каналу радіозв'язку військо-
вих підрозділів системою ЗРМ як $K_{пор1}$, а необхід-
не порогове значення коефіцієнту придушення
ЗРЕП – як $K_{пор2}$. Задачу комплексу ЗРМ можна
вважати виконаною, якщо при заданих параметрах
об'єктів оперативної обстановки одночасно вико-
нуються логічні співвідношення

$$\max_q K_{12_q} \leq K_{пор1}, \quad \max_q K_{21_q} \leq K_{пор1} \quad (6)$$

$$\min_j K_{13_j} \geq K_{пор2}, \quad \min_{q,j} K_{23_{qj}} \geq K_{пор2} \quad (7)$$

Співвідношення (6) обумовлюють роботу кана-
лу радіозв'язку між КП та ТВОП у штатному режи-
мі, а корисний сигнал цього каналу радіозв'язку по-
винен бути придушеним в усіх точках можливої
траєкторії пересування повітряного ЗРЕП завдяки
співвідношенням (7). Таким чином, співвідношення
(6) та (7) можна вважати критеріями ефективності
роботи комплексу РМ.

Для обчислення оптимальних параметрів захис-
ту інформаційного обміну підрозділів НГУ, розташо-
ваних у визначеному операційному районі, розробле-
на програма комп'ютерного моделювання, інтерфейс
якої представлений на рис. 6. Центральним елемен-
том інтерфейсу програми є мапа, на якій за допомо-
гою мишки вказується розміщення об'єктів моделі.
Робота з програмою починається із завантаження з
файлу схематичного або супутникового зображення
мапи місцевості. Далі необхідно виконати операцію
калібрування, тобто обчислення масштабу мапи шля-
хом протягування маркера миші уздовж об'єкту на
мапі, довжина якого заздалегідь відома.

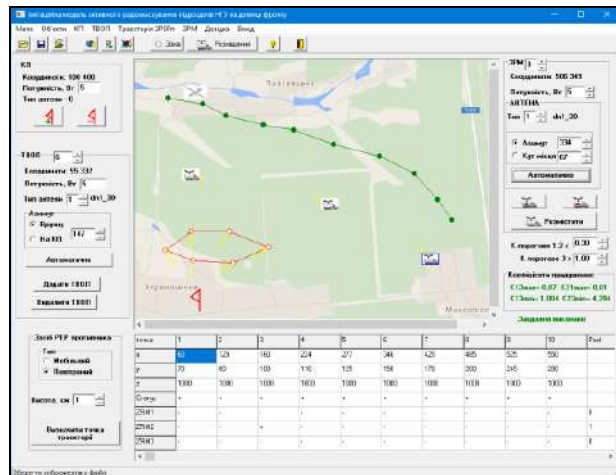


Рис. 6. Програма моделювання захисту ТВОП від
засобів повітряної розвідки

Обчислення коефіцієнтів придушення (2-5) та
аналіз стану виконання бойової задачі за співвідно-
шеннями (6-7) виконуються у інтерактивному ре-
жимі за умови визначення параметрів усіх об'єктів.

Розглянемо формулювання задач пасивного та
активного радіомаскування у термінах моделі, що
пропонується. Оскільки розташування КП та ТВОП
відноситься до параметрів оперативної обстановки і,
як правило, вважається визначеним, задачу пасивно-
го РМ можна розглядати як задачу забезпечення
виконання умов (6-7) за рахунок вибору оптималь-
них значень потужності передавача КП P_1 , множи-
ни потужностей передавачів ТВОП $\{P_{21}, P_{22}, \dots, P_{2Q}\}$,
множини кутів орієнтації антен РЕЗ, розташованих
у ТВОП, $\{\theta_{21}, \theta_{22}, \dots, \theta_{2Q}\}$, а також форми ДС РЕЗ,
розташованих у ТВОП, що визначається функцією
 $G_{2q}(\theta)$. Перелічені параметри на головній формі
програми встановлюються у фреймах КП та ТВОП.

Задача активного РМ розв'язується як задача
забезпечення виконання умов (6-9) за рахунок вибо-
ру кількості РЕЗ ЗРМ (параметр N) та координат їх
розташування $Z_i(x_{4i}, y_{4i})$; оптимальної орієнтації
антен ЗРМ (множини $\Theta_4 = \{\theta_{41}, \theta_{42}, \dots, \theta_{4N}\}$; опти-
мальних значень потужностей передавачів
 $P_4 = \{P_{41}, P_{42}, \dots, P_{4N}\}$, а також форми ДС РЕЗ, що
застосовуються у ЗРМ (функція $G_{4i}(\theta, \phi)$). Перелі-
чені параметри на головній формі програми встано-
влюються у фреймі ЗРМ.

Перемикачами «Вручну» та «Автоматично» у
розділі «Орієнтація» фреймів ПНГ та ГПП можна
змінювати режим вибору орієнтації РЕЗ цих
об'єктів. У ручному режимі кути
 $\Theta_2 = \{\theta_{21}, \theta_{22}, \dots, \theta_{2N}\}$, $\Theta_4 = \{\theta_{41}, \theta_{42}, \dots, \theta_{4N}\}$ та

$\phi_4 = \{\phi_{41}, \phi_{42}, \dots, \phi_{4N}\}$ визначаються за допомогою відповідних лічильників, розташованих на формі.

У автоматичному режимі кути

$\Theta_2 = \{\theta_{21}, \theta_{22}, \dots, \theta_{2Q}\}$ встановлюються такими, що відповідають азимутам на КП з відповідних точок

$A = \{A_1, A_2, \dots, A_Q\}$, а кути $\Theta_4 = \{\theta_{41}, \theta_{42}, \dots, \theta_{4N}\}$

та $\phi_4 = \{\phi_{41}, \phi_{42}, \dots, \phi_{4N}\}$ обчислюються методом координатного спуску такими, щоб забезпечити придушення максимальної кількості точок $B = \{B_1, B_2, \dots, B_M\}$.

Розраховані значення K_{12} , K_{21} , K_{13} або K_{23} , які не задовольняють умовам (6-7), виводяться на форму червоним кольором, а ті, що задовольняють - зеленим кольором. За виконання усіх умов (6-7) на форму виводиться повідомлення «Завдання виконане» зеленим кольором, у іншому випадку - повідомлення «Завдання не виконане» червоним кольором (рис. 6).

Висновки

У результаті дослідження отримала подальший розвиток імітаційна модель активного радіомаскування військових підрозділів, яка на відміну від відомих додатково враховує форму діаграми спрямованості антенних пристроїв при зміні кута місця дозволяє дослідити ступень прихованості радіообміну в усіх точках визначеного оперативного простору з урахуванням можливої траєкторії руху повітряних та наземних ЗРЕРп. Вперше визначено критерій ефективності роботи комплексу радіомаскування який вимагає одночасного виконання умов скритної радіообміну при застосування активного та пасивного радіомаскування та в якості показників використовують коефіцієнти придушення корисного сигналу у відповідних точках оперативного простору.

Програмна реалізація моделі дозволяє визначити стан прихованості каналів радіозв'язку між підрозділами НГУ у заданій бойовій ситуації та обчислити оптимальну орієнтацію ЗРМ.

КОМПЬЮТЕРНАЯ МОДЕЛЬ АКТИВНОЙ РАДИОМАСКИРОВКИ ВОЕННЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ В ОПЕРАТИВНОМ РАЙОНЕ В УСЛОВИЯХ ДЕЙСТВИЯ ВОЗДУШНЫХ СРЕДСТВ РАДИОРАЗВЕДКИ ПРОТИВНИКА

А.Ю. Иохов, К.Н. Ткаченко, В.Г. Малюк

Рассматривается вариант защиты от воздушных средств радиоразведки противника информационного обмена подразделений НГУ, расположенных в определенном операционном районе, путем постановки преднамеренных радиопомех специальными мобильными средствами радиомаскировки. Построена компьютерная модель взаимодействия таких средств с каналом радиосвязи между подразделениями НГУ.

Ключевые слова: радиоэлектронная маскировка, средства активной радиомаскировки, канал радиосвязи, диаграмма направленности.

COMPUTER MODEL OF ACTIVE RADIMASKING OF MILITARY DEPARTMENTS IN OPERATIONAL AREA UNDER THE CONDITIONS OF THE ACTIVITY OF ANTI-RADIO AIRWAYS

A.Yu. Iohov, K.M. Tkachenko, V.H. Maluk

The article deals with the option of protection from the enemy's air reconnaissance aircraft of the information exchange of NSU units located in a certain operational area, by staging intentional radio interference with special mobile radio masquerading means. A computer model for the interaction of such means with the radio communication channel between NGU subdivisions is constructed.

Keywords: radio-electronic masking, means of active radio-masking, radio communication channel, radiation pattern.

Напрямок подальших досліджень може бути створення методу та інформаційної технології обчислення на мапі зони розташовування ГПІ, у якій бойова задача виконується найкращим чином.

Список літератури

1. Комплекс «Леер» с беспилотным летательным аппаратом «Орлан-10». Режим доступу: <http://bastion-opk.ru/orlan-10>.
2. Integrated UAV COMINT/DF System EL/K-7071. Режим доступу: http://www.iai.co.il/sip_storage/FILES/3/27513.pdf
3. Комплекс радиоэлектронной борьбы с малоразмерными БЛА «Репеллент-1». Режим доступу: <http://foto-imir.ru/repellent-1>.
4. Вакин С. А., Шустов Л. Н. Основы радиопротиводействия и радиотехнической разведки. М., Изд-во «Советское радио», 1968. - 448 с.
5. Куприянов, А. И. Теоретические основы радиоэлектронной борьбы [Текст]: Учеб. пособие / А. И. Куприянов, А. В. Сахаров. - М.: Вузовская книга, 2007. - 356 с.
6. Палий, А.И. Радиоэлектронная борьба (средства и способы подавления и защиты радиоэлектронных систем) [Текст] / А.И. Палий. - М.: Воениздат, 1981. - 320 с.
7. Цветнов, В.В. Радиоэлектронная борьба: радиомаскировка и помехозащита [Текст] / В.В. Цветнов, В.П. Демин, А. И. Куприянов. - М.: Изд-во МАИ, 1999. - 240 с.
8. Аналіз впливу заходів радіомаскування на розвідувальність радіоелектронних засобів / Ю.В. Журавський, РМ., Жовноватюк, Г.Д. Носова, А.А. Завада //Збірник наукових праць ЖВІ ДУТ, випуск 10, 2015. - С. 43-50
9. HFSS Ansoft. Режим доступу: <http://www.ansys.com/products/electronics/ansys-hfss>
10. Оцінювання завадостійкості каналу радіозв'язку тактичної ланки управління підрозділами внутрішніх військ методом імітаційного моделювання [Текст] / О.Ю.Іохов, І. В. Кузмініч, В. Г. Малюк, О. В. Северінов //Системи управління, навігації та зв'язку, вип. 3 (27), 2013. - С. 153 – 158
11. Іохов О. Ю., Малюк В. Г., Горбов О. М. Імітаційне моделювання радіоканалів військового призначення //Наука і техніка Повітряних Сил Збройних сил України, 2015, №1(18). - С. 92-96.

Надійшла до редколегії 12.05.2017

Рецензент: д-р техн. наук, проф. О.О. Морозов, Національна академія Національної гвардії України. Харків.

УКРАЇНА



ПАТЕНТ

НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

№ 113785

АНТЕННИЙ ПРИСТРІЙ

Видано відповідно до Закону України "Про охорону прав на винаходи і корисні моделі".

Зареєстровано в Державному реєстрі патентів України на корисні моделі 10.02.2017.

В.о. Голови Державної служби
інтелектуальної власності України

А.А.Малиш



(19) UA

(51) МПК (2016.01)
H04B 7/00
H01Q 19/00

(21) Номер заявки: u 2016 09122

(22) Дата подання заявки: 30.08.2016

(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 10.02.2017

(46) Дата публікації відомостей про видачу патенту та номер бюлетеня: 10.02.2017, Бюл. № 3

(72) Винахідники:

Белокурсський Юрій
Павлович, UA,
Іохов Олександр Юрійович,
UA,
Козлов Валентин Євгенович,
UA,
Малюк Віктор Григорович,
UA,
Щербіна Олександр
Олексійович, UA

(73) Власники:

Белокурсський Юрій
Павлович,
вул. Новгородська, 18, кв. 60,
м. Харків, 61145, UA,
Іохов Олександр Юрійович,
б-р Профсоюзний, 64-а, кв.
110, м. Харків, 61064, UA,
Козлов Валентин Євгенович,
вул. Коломенська, 25, кв. 44, м.
Харків, 61166, UA,
Малюк Віктор Григорович,
вул. Профсоюзна, 50, пгт
Високий, Харківський р-н,
Харківська обл., 62459, UA,
Щербіна Олександр
Олексійович,
вул. Полтавський Шлях, 154,
кв. 167, м. Харків, 61098, UA

(54) Назва корисної моделі:

АНТЕННИЙ ПРИСТРІЙ

(57) Формула корисної моделі:

Антенний пристрій, який складається із кутового дзеркала (рефлектора), утвореного двома плоскими металевими пластинами, і вібратора або системи колінеарних вібраторів, що містить шарнірно приєднану усередині вершини дзеркала лінійку, розташовану у площині бісектриси кута дзеркала, з повзунком, який з обох боків з'єднаний шарнірно з пластинами дзеркала, вібратор або система колінеарних вібраторів закріплені на лінійці у площині бісектриси кута дзеркала на визначеній відстані від вершини дзеркала, який відрізняється тим, що містить оптичний візор, розташований зверху рефлектора у площині бісектриси його кута, на лінійці нанесені лінійна шкала та шкала кута розкриття дзеркала, на одному з боків повзунка нанесена шкала кута нахилу рефлектора відносно вертикалі та розміщена на осі стрілка-висок.

Пронумеровано, прошито металевими
люверсами та скріплено печаткою
2 арк.
10.02.2017



Уповноважена особа

(підпис)



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **113785** (13) **U**
(51) МПК (2016.01)
H04B 7/00
H01Q 19/00

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: **u 2016 09122**
(22) Дата подання заявки: **30.08.2016**
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: **10.02.2017**
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: **10.02.2017, Бюл. № 3**

(72) Винахідник(и):
Белокурський Юрій Павлович (UA),
Іохов Олександр Юрійович (UA),
Козлов Валентин Євгенович (UA),
Малюк Віктор Григорович (UA),
Щербіна Олександр Олексійович (UA)
(73) Власник(и):
Белокурський Юрій Павлович,
вул. Новгородська, 18, кв. 60, м. Харків,
61145 (UA),
Іохов Олександр Юрійович,
б-р Профсоюзний, 64-а, кв. 110, м. Харків,
61064 (UA),
Козлов Валентин Євгенович,
вул. Коломенська, 25, кв. 44, м. Харків,
61166 (UA),
Малюк Віктор Григорович,
вул. Профсоюзна, 50, пгт Високий,
Харківський р-н, Харківська обл., 62459
(UA),
Щербіна Олександр Олексійович,
вул. Полтавський Шлях, 154, кв. 167,
м. Харків, 61098 (UA)

(54) АНТЕННИЙ ПРИСТРІЙ**(57) Реферат:**

Антенний пристрій складається із кутового дзеркала (рефлектора), утвореного двома плоскими металевими пластинами, і вібратора або системи колінеарних вібраторів, містить шарнірно приєднану усередині вершини дзеркала лінійку, розташовану у площині бісектриси кута дзеркала, з повзунком, який з обох боків з'єднаний шарнірно з пластинами дзеркала. Вібратор або система колінеарних вібраторів закріплені на лінійці у площині бісектриси кута дзеркала на визначеній відстані від вершини дзеркала. Додатково містить оптичний візир, розташований зверху рефлектора у площині бісектриси його кута. На лінійці нанесені лінійна шкала та шкала кута розкриття дзеркала. На одному з боків повзунка нанесена шкала кута нахилу рефлектора відносно вертикалі та розміщена на осі стрілка-висок.

UA 113785 U

Корисна модель належить до галузі радіозв'язку і може бути використана для побудови локальних систем радіозв'язку, призначених для обміну конфіденційною інформацією в діапазоні ультракоротких хвиль в умовах штучних радіозавад і спроб несанкціонованого доступу до інформації, що передається.

Відома антена [1, с. 298-299], що складається із кутового дзеркала (рефлектора), утвореного двома плоскими металевими пластинами, і вібратора або системи колінеарних вібраторів, розташованих у площині бісектриси кута дзеркала.

Недоліком такого пристрою є неможливість точного наведення діаграми направленості у напрямку цілі.

Відома кутова антена з підвищеним коефіцієнтом направленої дії [2], що містить кутовий рефлектор, виготовлений з двох металевих пластин, розташованих під кутом одна до одної, і джерело збудження - електричний вібратор або систему вібраторів, розташованих в площині бісектриси цього кута, а також розділювальний екран, розташований у вертикальній площині симетрії між пластинами рефлектора.

Недоліком такого пристрою є неможливість точного наведення діаграми направленості у напрямку цілі.

Найбільш близьким аналогом до запропонованої корисної моделі, є антенний пристрій [3], який складається із кутового дзеркала (рефлектора), утвореного двома плоскими металевими пластинами, і вібратора або системи колінеарних вібраторів, містить шарнірно приєднану усередині вершини дзеркала лінійку, розташовану у площині бісектриси кута дзеркала, з повзунком, який з обох боків з'єднаний шарнірно з пластинами дзеркала, лімб, приєднаний до однієї з пластин дзеркала, вібратор або система колінеарних вібраторів закріплені на лінійці у площині бісектриси кута дзеркала на визначеній відстані від вершини дзеркала.

Недоліком такого пристрою є неможливість точного наведення діаграми направленості у напрямку цілі.

В основу запропонованої корисної моделі поставлена задача, що полягає у забезпеченні точного наведення діаграми направленості у напрямку цілі.

Поставлена задача вирішується за рахунок того, що антенний пристрій, який складається із кутового дзеркала (рефлектора), утвореного двома плоскими металевими пластинами, і вібратора або системи колінеарних вібраторів, містить шарнірно приєднану усередині вершини дзеркала лінійку, розташовану у площині бісектриси кута дзеркала, з повзунком, який з обох боків з'єднаний шарнірно з пластинами дзеркала, вібратор або система колінеарних вібраторів закріплені на лінійці у площині бісектриси кута дзеркала на визначеній відстані від вершини дзеркала, згідно з корисною моделлю, містить оптичний візир, розташований зверху рефлектора у площині бісектриси його кута, на лінійці нанесені лінійна шкала та шкала кута розкриття дзеркала, на одному з боків повзунка нанесена шкала кута нахилу рефлектора відносно вертикалі та розміщена на осі стрілка-висок.

На фіг. 1 наведено зовнішній вигляд розміщеного на тринозі антенного пристрою у складі кутового дзеркала 1, вібратора (системи вібраторів) 2, лінійки 3 із повзунком 4 та оптичного візиру 5.

При зміні кута розкриття дзеркала з φ_1 на φ_2 лінійка залишається у площині бісектриси кута завдяки рівноплечому шарнірному з'єднанню повзунка з пластинами дзеркала (фіг. 2).

На фіг. 3 наведено зовнішній вигляд повзунка 4 з нанесеною шкалою 6 кута нахилу рефлектора у площині кута місця, стрілкою-виском 7 і фіксатором 8.

Фіг. 4 - частина лінійки 3 із градуюванням кутової шкали у значеннях кута розкриття дзеркала для довжини плеча шарнірного з'єднання повзунка 77 мм.

Зміна кута розкриття φ та відстані S вібратора (системи вібраторів) від вершини дзеркала дозволяє змінювати ширину ДН та кількість її пелюстків в азимутальній площині з метою визначення азимуту цілі однопелюстковим методом максимуму або двопелюстковим методом мінімуму.

Антенний пристрій можна встановлювати на поворотному пристрої на ґрунті, авто- та бронетехніці тощо.

Переміщенням повзунка 4 встановлюють потрібний кут φ розкриття дзеркала, який фіксують фіксатором 8.

Наведення ДН антенного пристрою в потрібних азимутальному напрямку β та куті місця є здійснюють за допомогою візиру 5, оптична вісь якого співпадає з бісектрисою кута дзеркала і перпендикулярна до нього; положення дзеркала фіксують, при цьому стрілка-висок 7 показує на шкалі 6 значення кута місця ϵ у напрямку максимуму ДН.

Кут місця ϵ можна також встановити за шкалою 6 і стрілкою-виском 7 без використання візиру (у випадку відсутності візуального контакту з ціллю).

Таким чином, запропонована корисна модель забезпечує точне наведення діаграми направленості у напрямку цілі (об'єкта спостереження) і може бути використана для пеленгування та/або придушення джерела радіовипромінювання (завад), розміщеного на повітряному носії. Це гарантує адаптованість до будь-якої обстановки, що склалася в системі радіозв'язку, і захист локальної системи радіозв'язку.

Джерела інформації:

1. Кочержевский, Г.И. Антенно-фидерные устройства [Текст]/ Г.И. Кочержевский. - М.: Связь, 1972. - 472 с.

2. Патент РФ № 2288528, МПК (2006. 01) H01Q 19/13. Угловая антенна с повышенным коэффициентом направленного действия / Оpubл. 27.11.2006 / [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.freepatent.ru>.

3. Патент України на корисну модель № 105732, МПК (2016.01) H01Q 19/00, 9/00. Антенний пристрій / Оpubл. 11.04.2016, бюл. № 7.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Антенний пристрій, який складається із кутового дзеркала (рефлектора), утвореного двома плоскими металевими пластинами, і вібратора або системи колінеарних вібраторів, що містить шарнірно приєднану усередині вершини дзеркала лінійку, розташовану у площині бісектриси кута дзеркала, з повзунком, який з обох боків з'єднаний шарнірно з пластинами дзеркала, вібратор або система колінеарних вібраторів закріплені на лінійці у площині бісектриси кута дзеркала на визначеній відстані від вершини дзеркала, який **відрізняється** тим, що містить оптичний візор, розташований зверху рефлектора у площині бісектриси його кута, на лінійці нанесені лінійна шкала та шкала кута розкриття дзеркала, на одному з боків повзунка нанесена шкала кута нахилу рефлектора відносно вертикалі та розміщена на осі стрілка-висок.

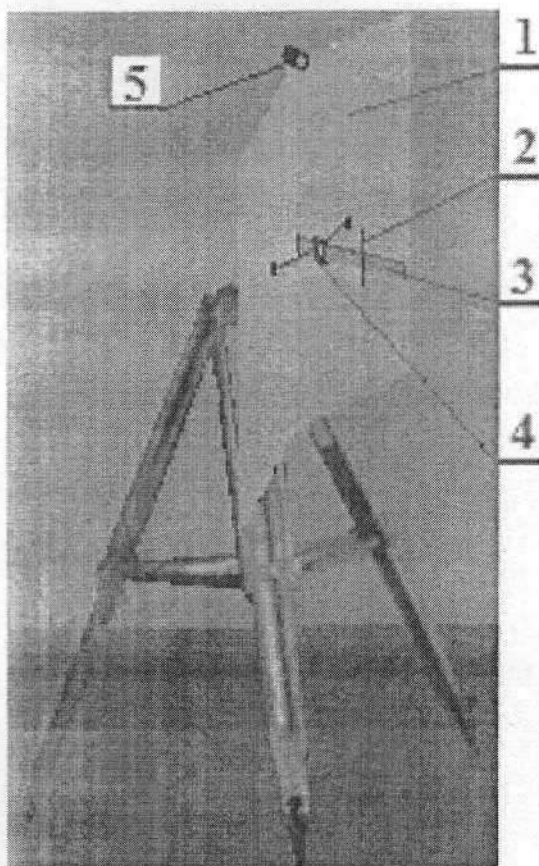


Fig. 1

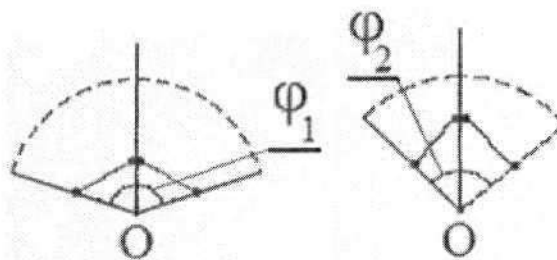


Fig. 2

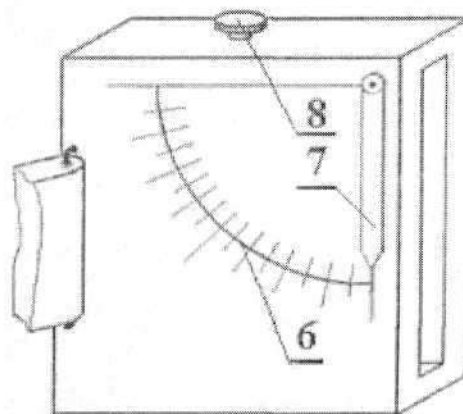


Fig. 3

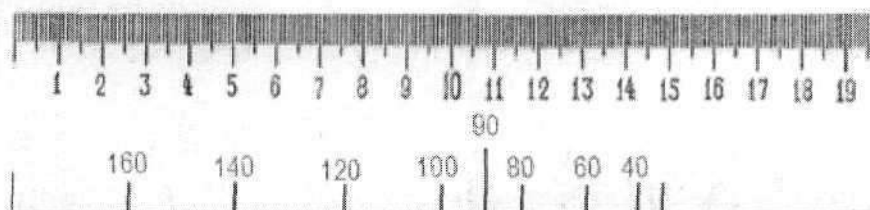


Fig. 4

Комп'ютерна верстка А. Крижанівський

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



МІНІСТЕРСТВО
ЕКОНОМІЧНОГО
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **116609** (13) **U**
(51) МПК (2017.01)
H04B 7/00

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2016 13041	(72) Винахідник(и): Белокурський Юрій Павлович (UA), Іохов Олександр Юрійович (UA), Козлов Валентин Євгенович (UA), Ткаченко Кирилл Миколайович (UA), Щербіна Олександр Олексійович (UA), Малюк Віктор Григорович (UA)
(22) Дата подання заявки: 20.12.2016	
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 25.05.2017	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 25.05.2017, Бюл.№ 10	(73) Власник(и): НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАЦІОНАЛЬНОЇ ГВАРДІЇ УКРАЇНИ, пл. Захисників України, 3, м. Харків, 61001 (UA)

(54) СПОСІБ ЗАХИСТУ ІНФОРМАЦІЙНОГО ОБМІНУ В ЛОКАЛЬНІЙ СИСТЕМІ РАДІОЗВ'ЯЗКУ

(57) Реферат:

Спосіб захисту інформаційного обміну в локальній системі радіозв'язку полягає в тому, що використовують окремо або в різних сполученнях будову системи зв'язку, при якій канали зв'язку мають мінімальний витік енергії для приймачів, що здійснюють спробу несанкціонованого доступу до інформації, яка передається, застосовують сумісно приховані антенні пристрої захисту і каналів передавання інформації з конфігурацією, що управляється. При цьому антенні пристрої захисту забезпечують орієнтування діаграми направленості в визначених азимутальному напрямку β та куті місця ϵ .

UA 116609 U

Корисна модель належить до галузі радіозв'язку і може бути використана для побудови локальної системи радіозв'язку, призначеної для обміну конфіденційною інформацією в умовах штучних радіозавад і спроб несанкціонованого доступу.

Відомий спосіб захисту інформаційного обміну в локальній системі радіозв'язку [1], заснований на зменшенні відношення сигнал/шум для приймачів, що здійснюють спробу несанкціонованого доступу до інформації, яка передається, за рахунок того, що під час роботи системи радіозв'язку неперервно випромінюють за периметр системи і вгору шумові сигнали, які мають потужність, більшу потужності робочих сигналів в системі радіозв'язку, що перекривають усю смугу частот, використовуваних в системі.

Недоліком цього способу є складність побудови, великі матеріальні та енергетичні витрати і неможливість скритного застосування, обумовлена фізичними (у смугі частот, використовуваних в системі) та візуальними (специфічний вигляд та розміри антен захисту і каналів зв'язку) демаскуючими ознаками.

Відомий також спосіб захисту інформації [2], який полягає в тому, що використовують окремо або в різних сполученнях будову системи зв'язку, при якій канали зв'язку мають мінімальний витік енергії за рахунок зменшення відношення сигнал/шум для приймачів, що здійснюють спробу несанкціонованого доступу до інформації, яка передається, шляхом зниження потужності робочих сигналів і неперервного випромінювання за периметр системи і вгору шумових сигналів, і канали передавання інформації з конфігурацією, що управляється.

Недоліком цього способу є складність побудови системи зв'язку, зумовлена необхідністю використання абонентських радіостанцій зі спеціальними засобами формування, передавання, приймання та фільтрації шумових сигналів, і неможливість прихованого застосування, обумовлена візуальними (специфічний вигляд та розміри антен каналів зв'язку) демаскуючими ознаками.

Найбільш близьким до способу, що заявляється, є спосіб захисту інформаційного обміну в локальній системі радіозв'язку [3], який полягає в тому, що використовують окремо або в різних сполученнях будову системи зв'язку, при якій канали зв'язку мають мінімальний витік енергії для приймачів, що здійснюють спробу несанкціонованого доступу до інформації, яка передається, застосовують сумісно приховані антенні пристрої захисту і каналів передавання інформації з конфігурацією, що управляється.

Недоліком цього способу є неможливість захисту від спроб несанкціонованого доступу до інформації, яка передається, розвідувальних приймачів, розміщених на повітряних носіях, що переміщуються вище верхнього рівня основної пелюстки діаграми направленості в площині кута місця антенних пристроїв захисту.

В основу запропонованої корисної моделі поставлено задачу забезпечення прихованості інформаційного обміну в локальній системі радіозв'язку та захисту від спроб несанкціонованого доступу до інформації, яка передається, розвідувальних приймачів, розміщених у будь-якій точці простору.

Поставлена задача вирішується за рахунок того, що у способі захисту інформаційного обміну в локальній системі радіозв'язку, який полягає в тому, що використовують окремо або в різних сполученнях будову системи зв'язку, при якій канали зв'язку мають мінімальний витік енергії для приймачів, що здійснюють спробу несанкціонованого доступу до інформації, яка передається, застосовують сумісно приховані антенні пристрої захисту і каналів передавання інформації з конфігурацією, що управляється, згідно з корисною моделлю, антенні пристрої захисту забезпечують орієнтування діаграми направленості у визначених азимутальному напрямку β та куті місця ϵ .

На фіг. 1 наведено в азимутальній площині варіант побудови локальної системи радіозв'язку (ЛСР), а на фіг. 2 - фрагмент ЛСР в площині кута місця.

У кампусі - обмеженій території з постійним складом і місцем розміщення (студентське або військове містечко, майдан тощо) - розташовують один або декілька абонентів (А) 1 зв'язку, один або декілька пунктів управління (ПУ) 2, що удвох створюють канал передавання інформації (КПІ), та один або декілька пристроїв захисту (ПЗ) 3 відносно одного або декількох розвідувальних приймачів (РП), розміщених на площині 4 або на повітряних носіях 5 (безпілотні літальні апарати, квадрокоптери, повітряні змії або кулі) таким чином, щоб забезпечити надійний захист від спроб несанкціонованого доступу до інформації, яка передається, і електромагнітну сумісність засобів (ЕМС) ЛСР та мереж бездротового зв'язку легальних користувачів.

Як антени ПЗ 3 можуть застосовуватися антенні пристрої [4] або їм подібні, що забезпечують скритність застосування. Для абонентів зв'язку 1 і ПУ 2 доцільне використання антенних пристроїв з більш вузькою діаграмою направленості (ДН) [5].

Конфігурація ЛСР змінюється зі зміною обстановки (переміщенні РП) шляхом взаємного переміщення відносно РП і один до одного ПЗ та КПІ (абонентів і, при необхідності, ПУ) таким чином, щоб директриси ДН ПЗ були спрямовані на розміщений у просторі або рухомий РП при умові забезпечення ЕМС. Адаптація до змін умов функціонування ЛСР потребує вирішення низки задач, зокрема, визначення точок розміщення РП, оптимізації розташування ПЗ, розрахунку їх мінімальної потужності, розрахунку покриття, інтерференцій. Перелічені задачі вирішує програмний виріб (ПВ) NTZ warfare, який може використовуватися на обчислювальному засобі (ноутбук, планшет тощо) ПУ. Результати розрахунків відображаються в 3D-форматі, що дозволяє уявити радіоелектронну обстановку у будь-якій точці об'єкта аналізу та визначити азимут β та кут місця ε окремого розвідувального приймача або зони його баражування, як показано на фіг. 2.

Зміна кута розкриття φ та відстані S вібратора (системи вібраторів) від вершини дзеркала дозволяє змінювати ширину ДН та кількість її пелюстків в азимутальній площині з метою визначення азимуту цілі однопелюстковим методом максимуму або двопелюстковим методом мінімуму.

Забезпечення орієнтування (наведення) ДН антенного пристрою захисту в потрібних азимутальному напрямку β та куті місця ε здійснюють за допомогою візира, оптична вісь якого спрямована на об'єкт спостереження (розвідувальний приймач).

Таким чином, запропонована корисна модель забезпечує точне наведення діаграми направленості у напрямку цілі (об'єкта спостереження) і може бути використана для пеленгування та/або заглушення джерела радіовипромінювання (завад), розміщеного на повітряному носії. Це гарантує адаптованість до будь-якої обстановки, що склалася в системі радіозв'язку, і захист локальної системи радіозв'язку.

Джерела інформації:

1. Пат. РФ № 2114513, МПК (2006. 01) H04K3/00. Способ защиты информационного обмена в локальной системе радиосвязи / Оpubл. 27.06.1998 [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.freepatent.ru>.

2. Левин В.Н. Концептуальная основа информационной безопасности компьютерных сетей, технология электронных коммуникаций [Текст] / В.Н. Левин, Д.М. Платонов, Ю.А. Тимофеев // Информационная безопасность компьютерных сетей. - Т. 45. - М.: Экотрендз, 1993. - С. 5-43.

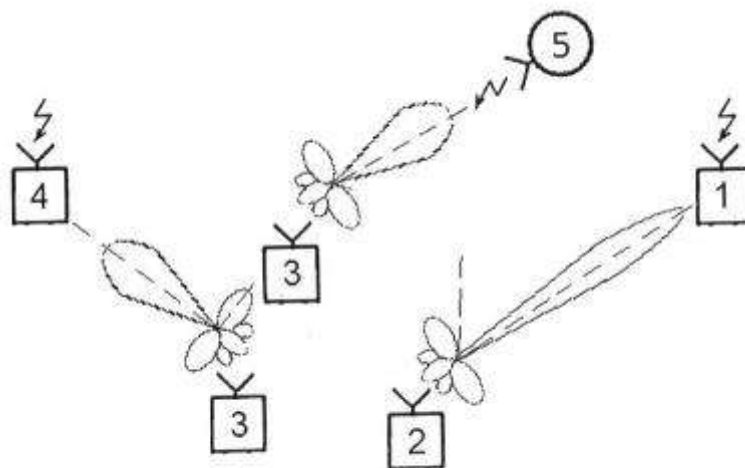
3. Пат. України № 104505 на корисну модель, МПК (2015.01) H04B7/00. Спосіб захисту інформаційного обміну в локальній системі радіозв'язку / Оpubл. 10.02.2016, бюл. № 3.

4. Пат. України № 95314 на корисну модель, МПК (2015.01) H04B7/00. Антенний пристрій / Оpubл. 25.12.2014, бюл. № 24.

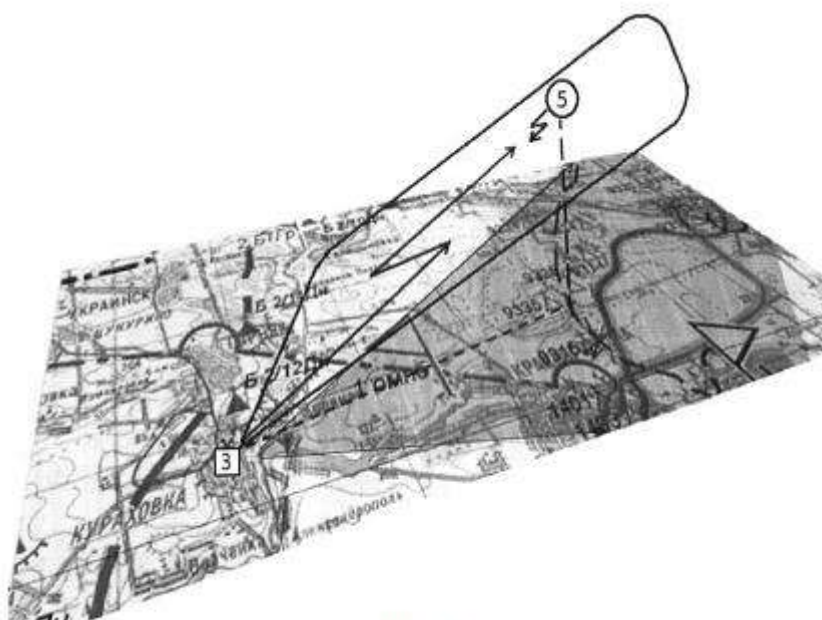
5. Пат. України № 96899 на корисну модель, МПК (2015.01) H04B7/00. Антенний пристрій / Оpubл. 25.02.2015, бюл. № 4.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Спосіб захисту інформаційного обміну в локальній системі радіозв'язку, який полягає в тому, що використовують окремо або в різних сполученнях будову системи зв'язку, при якій канали зв'язку мають мінімальний витік енергії для приймачів, що здійснюють спробу несанкціонованого доступу до інформації, яка передається, застосовують сумісно приховані антенні пристрої захисту і каналів передавання інформації з конфігурацією, що управляється, який **відрізняється** тим, що антенні пристрої захисту забезпечують орієнтування діаграми направленості у визначених азимутальному напрямку β та куті місця ε .



Фиг. 1



Фиг. 2

Комп'ютерна верстка А. Крижанівський

Міністерство економічного розвитку і торгівлі України, вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

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



О. Ю. Іохов



В. Г. Малюк



І. І. Сидоренко

ВИЗНАЧЕННЯ ШЛЯХІВ ПІДВИЩЕННЯ ІМІТОСТІЙКОСТІ СИГНАЛІВ ПОПЕРЕДЖЕННЯ СИСТЕМ ОХОРОНИ НГУ НА АТОМНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЯХ

Досліджено шляхи підвищення імітостійкості сигналів попередження систем охорони НГУ на об'єктах критичної інфраструктури. Виконано аналіз автентичності повідомлень з конструктивними елементами MAC кодів на основі сімей хеш-функцій. Зроблений висновок, що практичні схеми хешування повинні включати класи хеш-функцій з великим коефіцієнтом стиснення для даних можливо дуже великого об'єму. Наведені оцінки колізійної стійкості для схем універсального хешування за найкращими алгебраїчними кривими з великим числом точок і максимальними кривими.

К л ю ч о в і с л о в а: автентичності повідомлень, алгебраїчні криві, хеш-функції, універсальне хешування.

Постановка проблеми. Сучасні інформаційно-комунікаційні технології все більш широко використовуються для обслуговування об'єктів критичної інфраструктури, таких як атомні електростанції (АЕС). Разом із численними перевагами в експлуатаційній безпеці й ефективності розвиток інформаційних технологій обумовив виникнення нових загроз безпеці критичної інфраструктури, зокрема зростає кількість та потужність кібератак, мотивованих інтересами окремих держав, організацій та груп осіб.

Саме з цих причин відповідно до Стратегії кібербезпеки України [1] необхідно забезпечити захист інформації на об'єктах критичної інфраструктури. Важливим кроком на шляху створення сучасної системи кіберзахисту України стало прийняття Постанови Кабінету Міністрів України від 19 червня 2019 року № 518 “Про затвердження загальних вимог до кіберзахисту об'єктів критичної інфраструктури” [2], якою визначені загальні вимоги до кіберзахисту об'єктів критичної інфраструктури; встановлені обов'язкові заходи забезпечення захисту від кібератак та запобігання порушенню конфіденційності, цілісності та доступності інформаційних ресурсів.

Оскільки АЕС є важливими державними об'єктами, фізичний захист яких забезпечують військові частини Національної гвардії України (НГУ) [3], актуальною стає задача забезпечення конфіденційності та цілісності повідомлень, якими обмінюються частини і підрозділи НГУ через систему оповіщення потенційно небезпечних об'єктів [4]. Для вирішення цієї задачі використовується імітостійке кодування даних, яке дає можливість перевірити, чи були змінені дані третьою стороною. Ймовірність того, що дані були змінені, слугує мірою імітостійкості шифру.

Забезпечити імітостійкість систем передавання даних можливо на основі рішення взаємопов'язаної сукупності задач захисту інформації. Якість їх рішення значною мірою визначається криптографічними алгоритмами шифрування, цифрового підпису, хешування і формування кодів автентифікації, що використовуються.

Коди автентифікації повідомлень (MAC коди), відомі також як коди автентичності повідомлень, є криптографічними примітивами, що використовуються для забезпечення цілісності та автентичності даних. Можна виділити три основні підходи до побудови кодів автентифікації повідомлення [5]:

- 1) із застосуванням блокових шифрів;
- 2) на основі безключових хеш-функцій;
- 3) з використанням сім'ї універсальних хеш-функцій.

Для універсального хешування з великим коефіцієнтом стиснення перспективними є схеми з алгеброгеометричними кодами.

Вперше алгеброгеометричний підхід до побудови кодів був запропонований В. Д. Гоппою у 1981 році [6]. У працях [7–10] показано, що за алгеброгеометричними кривими можна будувати коди з дуже добрими асимптотичними властивостями. Доведено існування нескінченних серій q лінійних кодів, параметри яких (при q та $N \rightarrow \infty$) лежать вище межі Варшамова–Гільберта. Одними з кращих у цьому класі є коди з використанням кривих Ерміта.

Мета статті – дослідження методів побудови MAC кодів імітозахисту на основі алгеброгеометричних кривих, які забезпечують підвищення імітостійкості передавання даних.

Виклад основного матеріалу. За Принелем [11], MAC код – це функція відображення $h: K \times M \rightarrow R$, де $K = \{0,1\}^k$ – простір ключів; $M = \{0,1\}^*$ – простір повідомлень та $R = \{0,1\}^n$ – простір MAC значень для $k, n \geq 1$. Для заданих значень ключа $k \in K$ та повідомлення $X \in M$ функція виробляє MAC значення $Y \in R$.

Більшість MAC кодів – ітеративні конструкції. Проведемо дослідження методів побудови ітеративних MAC кодів.

Узагальнена модель ітеративного MAC коду для t підблоків використовує функцію стиснення f , попереднє розбиття даних X на підблоки X_i і зв'язок за зворотним входом проміжних результатів обчислень хеш-значень та визначається таким алгоритмом ітеративних обчислень:

$$\begin{aligned} H_0 &= IV_k, \\ H_i &= f_{k(H_{i-1}, X_i)}, 1 \leq i \leq t, \\ h(k, X) &= g(H_t). \end{aligned} \quad (1)$$

Секретний ключ k може використовуватися у векторі ініціалізації IV , у функції стиснення f та у вихідному перетворенні g .

Конструктивними елементами MAC кодів на основі сімей хеш-функцій є хеш-функції, функції стиснення та ітеративні хеш-функції. Основні визначення і властивості хеш-функції наведено в поданні Рогавея [12].

Визначення 1 [12]. Хеш-функцією називається функція відображення $h: D \rightarrow R$, де область значень $D = \{0,1\}^*$, а $R = \{0,1\}^n$ для деякого $n \geq 1$.

Визначення 2 [12]. Функцією стиснення називається функція відображення $f: D \rightarrow R$, де $D = \{0,1\}^a \times \{0,1\}^b$ та $R = \{0,1\}^n$ для деяких $a, b, n \geq 1$ та $a + b \geq 1$.

Визначення 3 [12]. Ітераційною хеш-функцією від функції стиснення $f: (\{0,1\}^a \times \{0,1\}^b) \rightarrow \{0,1\}^n$ є хеш-функція $h: (\{0,1\}^b)^* \rightarrow \{0,1\}^n$, визначена $h(X_1 \dots X_t) = H_t$, де $H_i = f(H_{i-1}, X_i)$ при $1 \leq i \leq t$ ($H_0 = IV$).

Практичні схеми хешування повинні включати класи хеш-функцій з великим коефіцієнтом стиснення для даних, об'єм яких повинен мініятися в достатньо широкому діапазоні [15; 16].

З цієї метою цікавими є такі сім'ї хешей:

- універсальні класи хеш-функцій;
- схеми універсального хешування на основі довгих алгеброгеометричних кодів;
- композиційні схеми універсального хешування.

Для вирішення задачі ефективного використання MAC кодів необхідно дослідити властивості існуючих схем універсального хешування.

Ідея універсального хешування була запропонована Картером і Вегманом у 1981 році для побудови колізійно стійких і високошвидкісних кодів автентифікації.

Універсальні сім'ї хеш-функцій є об'єктами польових структур, характеризуються прозорими комбінаторними властивостями і мають доказову секретність. Наведемо визначення універсальних класів і розглянемо властивості комбінаторних схем. Основні положення узяті з праць Рогавея [12], Картера і Вегмана [13] та Стінсона [14].

Визначення 4 [12, 14]. $(N; n, m)$ хеш-сім'я є множина з N функцій h такі, що

$$h : A \rightarrow B, \quad (2)$$

де $h \in H$, $|A| = n$ та $|B| = m$, $n \geq m$.

Визначення 5 [12, 14]. $(N; n, m)$ хеш-сім'я є ε універсальною, якщо для будь-яких двох різних елементів $x_1, x_2 \in A$ існує найбільша кількість εN функцій $h \in H$ таких, що $h(x_1) = h(x_2)$. Аббревіатура ε – U використовується для позначення ε універсальних хеш-функцій.

Вочевидь, якщо h вибирається випадково із заданого ε – U $(N; n, m)$ хеш-сім'ї, тоді ймовірність колізії хеш-значень для двох різних вхідних повідомлень $x_1, x_2 \in A$ не перевищує ε .

$$\Pr_{h \in H} [h(x_1) = h(x_2)] \leq \varepsilon. \quad (3)$$

Насамперед, визначення універсальних хеш-функцій Картера і Вегмана було запропоновано для $\varepsilon = 1/m$. Наступні визначення – це узагальнення попереднього.

Визначення 6 [13]. $H \in \varepsilon$ майже універсальною сім'єю хеш-функцій (ε – AU $(N; n, m)$), якщо $\Pr_{h \in H} [h(x_1) = h(x_2)] \leq \varepsilon$ для $x_1, x_2 \in A$, $x_1 \neq x_2$, $1/m \leq \varepsilon \leq 1$.

Наступні визначення стосуються класів хеш-функцій суворої універсальності.

Визначення 7 [13]. $H \in \varepsilon$ суворо універсальною сім'єю хеш-функцій (ε – SU $(N; n, m)$), якщо для всіх $x_1, x_2 \in A$, $x_1 \neq x_2$ та всіх $a, b \in B$, $\Pr_{h \in H} [h(x_1) = a, h(x_2) = b] = \varepsilon$, $\varepsilon = 1/B^2$.

Визначення 8 [13]. $H \in \varepsilon$ майже суворо універсальною сім'єю хеш-функцій (ε – ASU $(N; n, m)$), якщо для всіх $x_1, x_2 \in A$, $x_1 \neq x_2$ і всіх $a, b \in B$, $\Pr_{h \in H} [h(x_1) = a, h(x_2) = b] \leq \varepsilon$.

Однією з найбільш відомих універсальних сімей хеш-функцій є PolyCW хешування (polynomial Carter–Wegman hashing) [13]. Головна властивість PolyCW функції визначається фундаментальною теоремою алгебри: многочлен, відмінний від нуля, степеня не менше k , має не менше k коренів. Імовірність колізії для поліноміальної хеш-функції обмежується відношенням k/q , де q – просте число, визначальне поле Z_q для обчислення многочленів. Множина ключів визначається значенням q . Чим більше розмір ключового простору, тим більшу кількість слів можна хешувати до досягнення допустимої імовірності колізії. При збільшенні q зростають тимчасові затрати на обчислення хеш-значень у Z_q . При русі q від 2^{32} до 2^{64} тимчасові витрати збільшуються у два рази. Обмеження, пов'язані із обчисленнями у великих полях Z_q , частково знімаються в конструкції сповзаючого поліноміального хешування RPHash (ramped polynomial hashing), використаного в УМАС алгоритмі [15; 16].

Ще одним підходом, що зменшує суперечність між обчислювальними витратами у великих полях і необхідністю забезпечити на великій довжині повідомлення мале значення ймовірності колізії, є застосування універсального хешування з алгеброгеометричними кодами (АГК) [17–20]. У схемах з АГК (n, k, d) імовірність колізії визначається значенням $1 - d/n$. Для відомих до нинішнього часу АГК імовірність колізії обмежується в кращому випадку значенням, що оберненопропорційно квадрату розмірності поля Z_q . Тому цікавою є поведінка параметрів хеш-функції на основі алгеброгеометричних кодів, особливо за різних умов їх використання.

Застосування алгеброгеометричних кодів для побудови універсальних сімей хеш-функцій забезпечує найкращі співвідношення між розміром хеш-значень та ймовірністю колізії при обчисленнях у кінцевих полях. Зв'язок між універсальною сім'єю хеш-функцій і кодовими схемами вперше був визначений Бієрбрауером, Джохансоном, Кабатіанськи та Смітом [17].

Теорема [17]. Якщо існує $(N, K, D)_q$ код, тоді існує $\left(1 - \frac{D}{N}\right) - AU(N; K, q)$ хеш-сім'я. І навпаки, якщо є $\varepsilon - U(N; n, m)$ хеш-сім'я, тоді існує $(N; n, N(1 - \varepsilon))$ код.

Аналіз загальних характеристик АГК показав, що найкращі властивості з погляду на їх кодову відстань та складність обчислення мають розширений код Ріда–Соломона, коди з використанням кривих Ерміта та коди з використанням кривих Судзукі [18–20].

Універсальне хешування за РС кодами (Rsh) в алгеброгеометричній інтерпретації має таке подання. Нехай F – алгебраїчне покриття F_q . Точки ξ визначаються гомогенними координатами (x, y) , мають значення $P_i = (\alpha_i, 1)$, $0 \leq i \leq q-1$ та $Q = (1, 0)$ – особлива точка (точка невизначеності). Нехай $f \in F_q(\xi)$ – раціональні функції, визначені в кожній P_i з коефіцієнтами у F_q і мають полюс порядку менше, ніж m у точці Q , і немає інших полюсів. Раціональна функція f має вигляд $\frac{\alpha(x, y)}{\beta(x, y)}$, де $\alpha(x, y)$ та $\beta(x, y)$ – гомогенні поліноми степеня $< k$. Алгеброгеометричний код визначимо як

$$C = \left\{ \left(f(P_0), f(P_1), \dots, f(P_{q-1}) \right) \mid f \in L(mQ) \right\}. \quad (4)$$

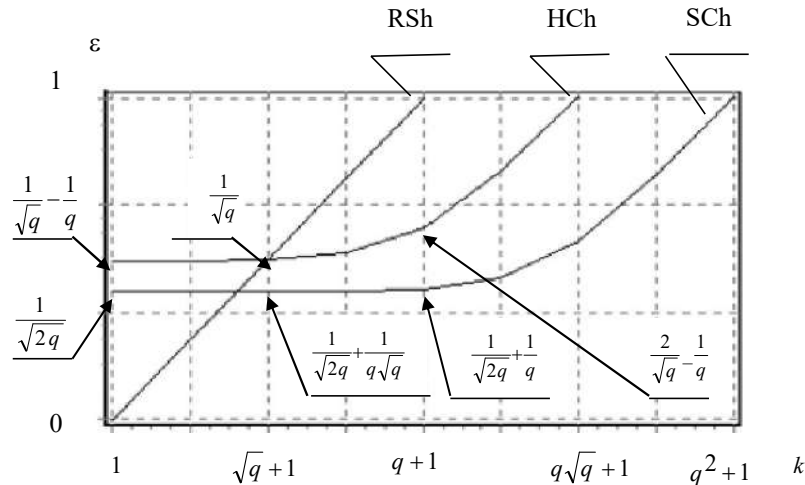
Код $\tilde{N}$ має розмірність простору $L(mQ)$, $g = 0$, $k = \dim C = m - g + 1 = m + 1$ і мінімальну відстань $d \geq n - m$. Таким чином, отримаємо РС код $(q, k, q - k + 1)$ у алгеброгеометричній інтерпретації і універсальний клас хеш-функцій $\frac{k-1}{q} - U(q, q^k, q)$.

Алгеброгеометричне хешування за кодами Ерміта (Hch) використовує криву Ерміта, що визначається рівнянням $y^{\sqrt{q}} + y = x^{\sqrt{q}+1}$ над квадратичним полем $F_{q=p^2}$. Число точок кривої $N = q\sqrt{q+1}$, сім'я $g = \sqrt{q}(\sqrt{q} - 1)$. Нехай $P_\infty = (0:1:0)$ і $G = mP_\infty$. Базис простору $L(mQ)$ задається функціями $\{x^i \cdot y^j : i\sqrt{q} + j(\sqrt{q} + 1) \leq m\}$. Для алгеброгеометричного кодування код Ерміта має параметри $[\sqrt{q}, k, d \geq q\sqrt{q} - k + 1 - g]$, що обумовлюють параметри універсального хешування $\frac{1}{\sqrt{q}} \left(\frac{k-1}{q} + 1 - \frac{1}{\sqrt{q}} \right) - U(q\sqrt{q}, q^k, q)$.

Крива Судзукі $y^q - y = x^{q_0}(x^q - x)$ визначена над полем F_q , $q = 2q_0^2$, $q_0 = 2^s$ сім'ї $g = q_0(q - 1)$ і має число точок $N = q^2 + 1$. Базис простору $L(\rho_\ell P_0)$ задається функціями

$$\left\{ w^j \cdot v^j \cdot y^t \cdot x^r : i(q + 2q_0) + j(q + 2q_0 + 1) + t(q + q_0) + r \cdot q \leq \rho_\ell \right\}. \quad (5)$$

Залежність ймовірності колізій для АГК конструкцій від довжини хешуемого повідомлення зображена на рисунку.



Залежність ймовірності колізії для універсального хешування з АГК від довжини повідомлення

Аналіз залежності асимптотичних границь ймовірності колізії $\varepsilon(k)$ для конструкцій з АГК показує, що при $k < \sqrt{q}$ перевагу мають RS коди. При $k > \sqrt{q}$ слід віддати перевагу HC і SC кодам. Універсальне хешування з кодами Судзукі має меншу ймовірність колізії порівняно з кодами Ерміта на всіх довжинах повідомлень. Разом з тим відсутність практичного, ефективного алгоритму обчислення хеш-значень для схеми з кодами SC обмежує їх застосування в схемах універсального хешування.

Схеми з HC кодами для $k = q + 1$ мають значення $\varepsilon(q + 1) = \frac{2}{\sqrt{q}} - \frac{1}{q}$, при подальшому зростанні $k \rightarrow q\sqrt{q}$ ε майже лінійно прямує до 1. Таким чином, застосування АГК для хешування даних дозволяє забезпечити хешування повідомлень завдовжки $k \leq \sqrt{q}$ з імовірністю колізії, яка не перевищує значення $\varepsilon = \frac{2}{\sqrt{q}}$, і складністю обчислень, що визначається арифметикою поля F_q і алгоритмом побудови кодових слів.

Складність обчислення хеш-функції RSh_q для повідомлень завдовжки k слів складе k операцій додавання і множення. Застосування HCh_q хешування потребує (це не складно показати) приблизно $k + \sqrt{q}$ операцій додавання і множення [18–20]. Таким чином, RSh_q хешування ефективніше щодо витрат на обчислення, але для довжин даних, які перевищують значення $k > \sqrt{q}$, програє за ймовірністю колізії HCh_q схемі. Порівняльний аналіз параметрів схем хешування з розглянутими кодовими конструкціями наведений у таблиці.

Параметри розглянутих схем хешування

Схема хешування	Асимптотичні оцінки ймовірності колізії ε	Поле обчислень	Довжина хешуємих даних
RSh_q	$\frac{k-1}{q}$	F_q , $q = p^m$	$1 \leq k \leq q$
HCh_q	$\frac{1}{\sqrt{q}} \left(\frac{k-1}{q} + 1 - \frac{1}{\sqrt{q}} \right)$	F_q , $q = p^2$	$1 \leq k \leq q\sqrt{q}$
SCh_q	$\frac{1}{q} \left[\frac{k-1}{q} + \sqrt{\frac{q}{2}} \right]$	F_q , $q = p^{2f+1}$	$1 \leq k \leq q^2$

Недолік хешування з АГК полягає в тому, що ймовірність колізії зростає майже лінійно із зростанням довжини повідомлення, а її зменшення можливе шляхом обмеження довжини повідомлення, що хешується, або збільшення розміру поля обчислення хеш-значення Z_q .

Отже, для побудови хеш-схем найбільш цікавими є АГК дуже великої довжини, ефективні в обчислювальному відношенні. До таких практичних кодів віднесені коди з використанням кривих Ерміта.

Висновки

Проведене дослідження методів побудови МАС кодів імітозахисту на основі алгеброгеометричних кодів показало, що одним із шляхів підвищення імітостійкості передавання даних є застосування кодів з використанням кривих Ерміта.

Практичні схеми хешування повинні включати класи хеш-функцій з великим коефіцієнтом стиснення для даних можливо дуже великого об'єму. Для цих цілей цікавими є сім'ї хешей на основі довгих алгеброгеометричних кодів. У схемах з АГК кодами (n, k, d) ймовірність колізії визначається значенням $1 - d/n$. Лінійне зростання ймовірності колізії для RShp хешування обмежує розмір хешуемого повідомлення.

Викладена теорія універсального хешування з алгеброгеометричними кодами Ріда–Соломона і кодами з використанням кривих Ерміта здатна забезпечити необхідні показники ймовірності колізії хеш-функцій.

Перелік джерел посилання

1. Про Стратегію кібербезпеки України: Указ Президента України від 15.03.2016 р. № 96/2016. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/96/2016> (дата звернення: 08.11.2019).
2. Про затвердження загальних вимог до кіберзахисту об'єктів критичної інфраструктури: Постанова Кабінету Міністрів України від 19.06.2019 р. № 518. *Офіційний вісник України*. 2019. № 50. С. 53.
3. Орлов М. М. Оперативне застосування військ Національної гвардії України у системі фізичного захисту атомних електростанцій. *Забезпечення службово-бойової діяльності Національної гвардії України*: зб. тез VI наук.-практ. конф. м. Харків, 9 квіт. 2015 р. Харків: НАНГУ, 2015. С. 41–42.
4. Білоусов С. І. Об'єктові, локальні та спеціальні автоматизовані системи оповіщення цивільного захисту: навч. посіб. Одеса: ОНАЗ ім. О. С. Попова, 2013. 44 с.
5. Горбенко І. Д., Горбенко Ю. І. Прикладна криптологія: монографія. Харків: ХНУРЕ: Форт, 2012. 878 с.
6. Гоппа В. Д. Коды на алгебраических кривых. *Доклады АН СССР*. 1981. Т. 259. № 6. С. 1289–1290.
7. Влэдуц С. Г., Манин Ю. И. Линейные коды и модулярные кривые. *Современные проблемы математики*. Москва: ВИНТИ, 1984. Т. 25. С. 209–257.
8. Влэдуц С. Г., Ногин Д. Ю., Цфасман М. А. Алгеброгеометрические коды. Основные понятия. Москва: МЦНМО, 2003. 504 с.
9. Ruud Pellikaan. Asymptotically good sequences of curves and codes. *Proc. 34th Allerton Conf. on Communication, Control and Computing*, Urbana-Champaign, October 2–4, 1996. P. 276–285.
10. Voss, Tom Hoholdt. An explicit construction of a sequence of codes attaining the Tsfasman-Vladut-Zink bound. The first steps. *IEEE Trans. Info. Theory*. 1997. vol. IT-43. P. 128–135.
11. Preneel B., Rijmen V. “Cryptographic primitives for information authentication state of the art” in State of the Art in Applied Cryptography. *Lecture Notes in Computer Science*. Springer-Verlag. 1998. № 1528. P. 50–105.
12. Black J., Rogaway P. Ciphers with arbitrary finite domains. *Proceedings of CT-RSA'02. Lecture Notes in Computer Science SpringerVerlag*. 2002. № 2271. P. 114–130. URL: www.cs.ucdavis.edu/~rogaway/papers/subset.htm.
13. Carter J. L., Wegman M. N. Universal classes of hash functions. *J. Computer and System*. 1979. Sci. 18. P. 143–154.
14. Stinson D. Universal hashing and authentication codes. *Design, Codes and Cryptography*. 1994. Vol. 4. P. 369–380.

15. UMAC: Fast and secure message authentication / J. Black et al. *In Advances in Cryptology "CRYPTO" '99: Lecture Notes in Computer Science*, Springer-Verlag. 1999. Vol. 1666. P. 216–233.
16. UMAC / T. Krovetz et al. *Primitive submitted to NESSIE*. 2000. Sept. P. 157–160.
17. On families of hash functions via geometric codes and concatenation / J. Bierbrauer et al. *Advances in Cryptology, CRYPTO '93 Proceedings*. Springer-Verlag. 1994. P. 331–342.
18. Халимов Г. З., Кузнецов А. А. Аутентификация с применением алгеброгеометрических кодов. *Радиотехника*. 2001. Вып. 119. С. 103–109.
19. Халимов Г. З., Иохов А. Ю. Аутентификация с применением эрмитовых кодов. *Вестник ХПИ*. Харьков, 2005. Вып. 9. С. 26–32.
20. Халимов Г. З., Иохов А. Ю. Универсальное хеширование по рациональным функциям кривой Эрмита. *Застосування інформаційних технологій у підготовці та діяльності сил охорони правопорядку: зб. тез доп. міжнародної наук.-практ. конф., м. Харків, 17–18 берез. 2011 р.* Харків: Акад. ВВ МВСУ, 2011. С. 48–51.

Стаття надійшла до редакції 20.11.2019 р.

УДК 681.3.06

А. Ю. Иохов, В. Г. Малюк, И. И. Сидоренко

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПУТЕЙ ПОВЫШЕНИЯ ИМИТОСТОЙКОСТИ СИГНАЛОВ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ СИСТЕМ ОХРАНЫ НГУ НА АТОМНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯХ

Исследованы пути повышения имитостойкости сигналов предупреждения систем охраны НГУ на объектах критической инфраструктуры. Выполнен анализ подлинности сообщений с конструктивными элементами МАС кодов на основе семейств хеш-функций. Сделан вывод, что практические схемы хеширования должны включать классы хеш-функций с большим коэффициентом сжатия для данных возможно очень большого объема. Представлены оценки коллизийной устойчивости для схем универсального хеширования по лучшим алгебраическим кривым с большим числом точек и максимальным кривым.

К л ю ч е в ы е с л о в а: подлинность сообщений, алгебраические кривые, хеш-функции, универсальное хеширование.

UDC 681.3.06

O. Iohov, V. Maliuk, I. Sydorenko

DETERMINATION OF WAYS OF SPOOFING RESISTANCE IMPROVEMENT OF WARNING SYSTEMS OF NGU SECURITY SYSTEMS AT NUCLEAR POWER PLANTS

An important part of the combat activity of units of the National Guard of Ukraine is the physical protection of important state critical infrastructure facilities. The development of modern information technologies leads to the emergence of new threats to the security of such facilities, in particular, the number and power of cyber-attacks motivated by the interests of individual states, organizations and groups of people is growing. This determines the relevance of ensuring the confidentiality and integrity of messages exchanged between units of the National Guard of Ukraine through a warning system with potentially dangerous objects. To solve this problem, imitation-resistant data encoding is used, which makes it possible to check whether the data has been changed by a third party. The likelihood that the data has been changed serves as a measure of the resistance of the cipher.

Ensuring the simulated resistance of data transmission systems is possible on the basis of solving an interconnected set of information protection tasks. The quality of solving security problems is largely

determined by cryptographic algorithms for encryption, digital signature, hashing and generation of authentication codes used.

A study of ways to increase the spoofing resistance of warning signals of the guard systems of the National Guard of Ukraine at critical infrastructure facilities was conducted.

An analysis of the authenticity of messages with constructive elements of MAC codes based on hash function families is made. It is concluded that practical hashing schemes should include hash classes with a large compression ratio for data of very large volumes as possible. For these purposes, hash families on the basis of long algebraic geometric codes are of interest.

An analysis of the general characteristics of algebraic-geometric codes showed that the best properties in terms of their code distance and computational complexity are the extended Reed-Solomon code, codes on Hermite curves, and codes on Suzuki curves. Collision stability estimates are presented for universal hashing schemes for the best algebraic curves with a large number of points and a maximum curve.

The presented theory of universal hashing with Reed-Solomon algebraic-geometrical codes and codes on Hermite curves shows the ability to provide the necessary measure of the probability of collision of hash functions. Since a linear increase in collision probability for Reed-Solomon hashing limits the size of the hashed message, one of the ways to increase the simplicity of data transmission is to use codes on Hermite curves.

K e y w o r d s: message authenticity, algebraic curves, hash functions, universal hashing

Іохов Олександр Юрійович – кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, завідувач кафедри військового зв'язку та інформатизації Національної академії Національної гвардії України.

<https://orcid.org/0000-0002-1718-0138>

Малюк Віктор Григорович – кандидат технічних наук, професор кафедри військового зв'язку та інформатизації Національної академії Національної гвардії України.

<https://orcid.org/0000-0001-6510-3025>

Сидоренко Ірина Ігорівна – кандидат педагогічних наук, доцент кафедри фундаментальних дисциплін Національної академії Національної гвардії України.

<https://orcid.org/0000-0001-7434-682X>

УКРАЇНА



ПАТЕНТ

НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

№ 134485

СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ ДІАГРАМИ СПРЯМОВАНOSTІ АНТЕННИХ ПРИСТРОЇВ

Видано відповідно до Закону України "Про охорону прав на винаходи і корисні моделі".

Зареєстровано в Державному реєстрі патентів України на корисні моделі **27.05.2019**.

Заступник Міністра економічного
розвитку і торгівлі України

Ю.П. Бровченко



(19) UA

(51) МПК (2019.01)
H04B 7/00

(21) Номер заявки: u 2018 10642

(22) Дата подання заявки: 29.10.2018

(24) Дата, з якої є чинними
права на корисну модель: 27.05.2019(46) Дата публікації відомостей
про видачу патенту та
номер бюлетеня: 27.05.2019,
Бюл. № 10

(72) Винахідники:

Козлов Валентин Євгенович,
UA,
Іохов Олександр Юрійович,
UA,
Оленченко Віктор
Тимофійович, UA,
Ткаченко Кирило
Миколайович, UA,
Сальніков Олександр
Михайлович, UA,
Малюк Віктор Григорович,
UA

(73) Власник:

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ
НАЦІОНАЛЬНОЇ ГВАРДІЇ
УКРАЇНИ,
майдан Захисників України, 3,
м. Харків, 61001, UA

(54) Назва корисної моделі:

СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ ДІАГРАМИ СПРЯМОВАНOSTІ АНТЕННИХ ПРИСТРОЇВ

(57) Формула корисної моделі:

Спосіб визначення діаграми спрямованості антенного пристрою, який полягає в тому, що досліджувану антену - джерело випромінювання сигналу визначеної потужності - розташовують на місці застосування, а приймач розміщують на поверхні та обертають навколо неї, фіксують місце знаходження приймача в азимутальній площині, який відрізняється тим, що приймач переміщують в радіальному напрямку, фіксують відстань від антени до точки переходу приймача з режиму прийому сигналу в режим подавлення чи навпаки, по точках будують графічне зображення діаграми спрямованості антенного пристрою у вибраних масштабі та системі координат.

Державне підприємство
«Український інститут інтелектуальної власності»
(Укрпатент)

Оригіналом цього документа є електронний документ з відповідними реквізитами, у тому числі з накладеним електронним цифровим підписом уповноваженої особи Міністерства економічного розвитку і торгівлі України та сформованою позначкою часу.

Ідентифікатор електронного документа 3840220519.

Для отримання оригіналу документа необхідно:

1. Зайти до ІДС «Стан діловодства за заявками на винаходи та корисні моделі», яка розташована на сторінці <http://base.uipv.org/searchInvStat/>.
2. Виконати пошук за номером заявки.
3. У розділі «Документи Укрпатенту» поруч з реєстраційним номером документа натиснути кнопку «Завантажити оригінал» та ввести ідентифікатор електронного документа.

Ідентичний за документарною інформацією та реквізитами паперовий примірник цього документа містить 2 арк., які пронумеровані та прошиті металевими люверсами.

Уповноважена особа Укрпатенту

І.Є. Матусевич

27.05.2019





МІНІСТЕРСТВО
ЕКОНОМІЧНОГО
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **134485** (13) **U**
(51) МПК (2019.01)
H04B 7/00

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

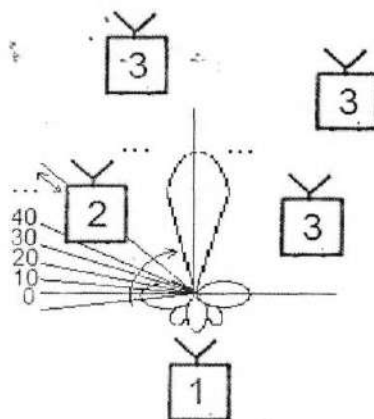
- (21) Номер заявки: **u 2018 10642**
(22) Дата подання заявки: **29.10.2018**
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: **27.05.2019**
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: **27.05.2019, Бюл.№ 10**

- (72) Винахідник(и):
Козлов Валентин Євгенович (UA),
Юхов Олександр Юрійович (UA),
Оленченко Віктор Тимофійович (UA),
Ткаченко Кирило Миколайович (UA),
Сальников Олександр Михайлович (UA),
Малюк Віктор Григорович (UA)
(73) Власник(и):
НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ
НАЦІОНАЛЬНОЇ ГВАРДІЇ УКРАЇНИ,
майдан Захисників України, 3, м. Харків,
61001 (UA)

(54) СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ ДІАГРАМИ СПРЯМОВАНOSTІ АНТЕННИХ ПРИСТРОЇВ

(57) Реферат:

Спосіб визначення діаграми спрямованості антенного пристрою полягає в тому, що досліджувана антена - джерело випромінювання сигналу визначеної потужності - розташовують на місці застосування, а приймач розміщують на поверхні та обертають навколо неї, фіксують місце знаходження приймача в азимутальній площині. Приймач переміщують в радіальному напрямку, фіксують відстань від антени до точки переходу приймача з режиму прийому сигналу в режим подавлення чи навпаки. По точках будують графічне зображення діаграми спрямованості антенного пристрою у вибраних масштабі та системі координат.



Фиг.1

U
134485
UA

Корисна модель належить до галузі радіозв'язку і може бути використана для визначення діаграм спрямованості (ДС) антен нестандартної форми без використання спеціалізованих засобів вимірювальної техніки.

Відомі способи вимірювання ДС антен [1], що здійснюються у наземних умовах на спеціальних стендах антенних вимірювань.

Недоліком цих способів є великі матеріальні та енергетичні витрати, а також обмеження на геометричні розміри досліджуваних антен і труднощі при знятті ДС антени, встановленої на будь-якому об'єкті або на місці застосування.

Відомий також так званий спосіб обертової антени [2], який полягає в тому, що досліджувана антена обертається у вертикальній і горизонтальній площинах навколо нерухомого випромінювача, амплітуда сигналу на виході антени, кути повороту антени в азимутальній площині і площині кутів місця фіксуються в автоматичному режимі.

Недоліком цього способу є обмеженість кола застосування найпростішими антенами метрових хвиль, великі матеріальні та енергетичні витрати, обмеження на геометричні розміри досліджуваних антен і труднощі при знятті ДС антени, встановленої на будь-якому об'єкті або на місці застосування.

Найбільш близьким до способу, що заявляється (найближчий аналог), є так званий спосіб нерухомої антени [3], який полягає в тому, що досліджувана антена - джерело випромінювання сигналу визначеної потужності - розташована на місці застосування, а приймач, розміщений на поверхні або на літальному апараті, обертається навколо неї по колу визначеного радіуса, підключений до виходу приймача вимірювальний пристрій фіксує амплітуду сигналу на виході антени, фіксують також місце знаходження приймача в азимутальній площині і площині кутів місця, що передають по радіоканалу для подальшої обробки і визначення вигляду діаграми спрямованості.

Недоліком цього способу є великі матеріальні, енергетичні витрати, а також складність технічних рішень.

В основу запропонованої корисної моделі поставлено задачу спрощення технічних рішень, зменшення матеріальних та енергетичних витрат.

Поставлена задача вирішується за рахунок того, що у способі визначення діаграми спрямованості антенного пристрою, який полягає в тому, що досліджувана антена - джерело випромінювання сигналу визначеної потужності - розташована на місці застосування, а приймач, розміщений на поверхні, обертають навколо неї з визначеним кутовим кроком, фіксують місце знаходження приймача в азимутальній площині, згідно з корисною моделлю, приймач переміщують в радіальному напрямку, фіксують відстань від антени до точки переходу приймача з режиму прийому сигналу в режим подавлення чи навпаки, по точках будують графічне зображення діаграми спрямованості антенного пристрою у вибраних масштабі та системі координат.

Суть корисної моделі пояснюється кресленнями.

На Фіг. 1 наведено схему реалізації запропонованого способу: 1 - досліджувана антена, 2 - приймач, 3 - джерело випромінювання.

Фіг. 2 - графічне зображення нормованих ДС в азимутальній площині у полярних координатах. Сірим кольором виділено вигляд теоретичної ДС, розрахованої за формулою (11.37) [4] та відповідно до методики, викладеної в додатку 2 [4]. Товстою лінією виділена ДС антенного пристрою [5], дзеркало якого складає один протиударний щит, отримана в результаті натурального експерименту. Аналогічний результат у декартових координатах наведено на Фіг. 3.

Суть запропонованого способу така:

Приймач, за який використовують засіб цифрового мобільного радіозв'язку (наприклад, радіостанцію Motorola Moto TRBO DP 4800 (4801)), переміщують вздовж радіального напрямку в горизонтальній площині з визначеним кутовим кроком. Особливістю роботи таких засобів є перехід в режим подавлення на чіткій межі відношення сигнал/завада. Відстань до цієї точки легко зафіксувати з достатньою точністю. З'єднані точки відтворюють вигляд ДС з урахуванням реальної радіоелектронної обстановки: вплив навмисних і ненавмисних завад тощо. При цьому досліджувану антену можна встановлювати на поворотному пристрої на ґрунті, авто- та бронетехніці.

Таким чином, запропонована корисна модель забезпечує спрощення технічних рішень, зменшення матеріальних та енергетичних витрат, може бути використана при створенні прихованих та завадостійких систем військового зв'язку з використанням нестандартних антенних пристроїв, для забезпечення електромагнітної сумісності радіозасобів і адаптованості до будь-якої обстановки, що склалася в системі радіозв'язку.

Джерела інформації:

1. Попов О.В. Методы измерения характеристик антенно-фидерных устройств [Текст]/ О.В. Попов, Б.В. Сосунов, Н.Г. Фитенко, Ю.А. Хитров. - Л.: Воен. акад. связи им. С.М. Буденного, 1990. - 168 с.

2. ГОСТ Р 50860-96. Самолеты и вертолеты. Устройства антенно-фидерные связи, навигации, посадки и УВД. Общие технические требования, параметры, методы измерений. - М.: Госстандарт России, 1996. - 56 с.

3. Фрадин А.З. Измерения параметров антенно-фидерных устройств [Текст]/ Фрадин А.З., Рыжков Е.В. - М.: Связь, 1972. - 352 с.

4. Кочержевский Г.И. Антенно-фидерные устройства [Текст]/ Г.И. Кочержевский. - М.: Связь, 1972. - 472 с.

5. Пат. України на корисну модель № 96899, МПК (2015.01) H04B 7/00.

Антенний пристрій/ Опубл. 25.02.2015, бюл. № 4 [Текст]. - 4 с.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Спосіб визначення діаграми спрямованості антенного пристрою, який полягає в тому, що досліджувану антену - джерело випромінювання сигналу визначеної потужності - розташовують на місці застосування, а приймач розміщують на поверхні та обертають навколо неї, фіксують місце знаходження приймача в азимутальній площині, який відрізняється тим, що приймач переміщують в радіальному напрямку, фіксують відстань від антени до точки переходу приймача з режиму прийому сигналу в режим подавлення чи навпаки, по точках будують графічне зображення діаграми спрямованості антенного пристрою у вибраних масштабі та системі координат.

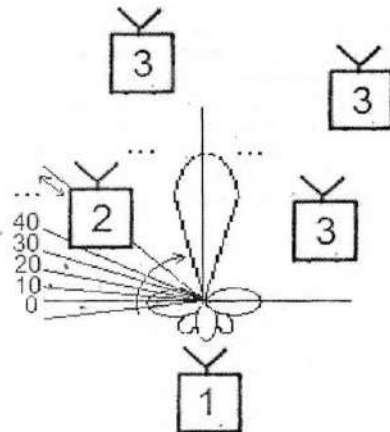
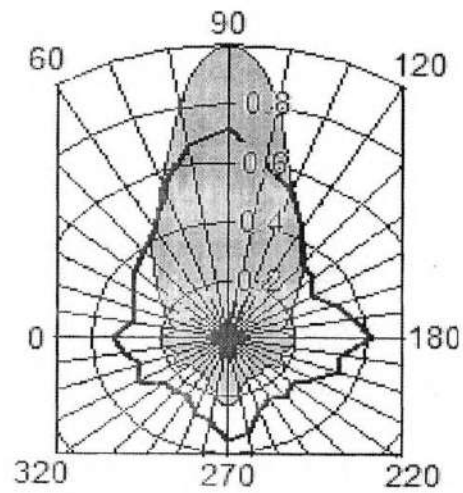
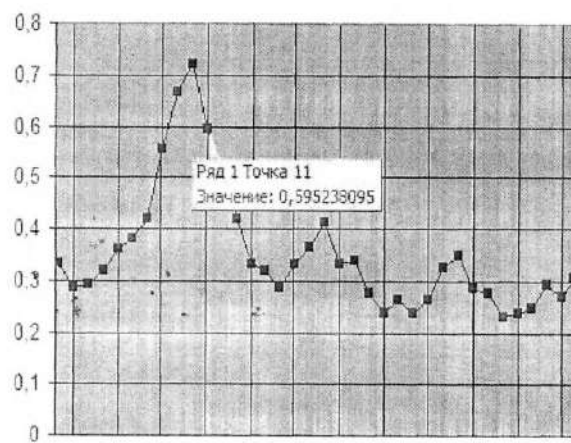


Fig.1



Фиг.2



Фиг.3

Комп'ютерна верстка М. Шамоніна

Міністерство економічного розвитку і торгівлі України, вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

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

УКРАЇНА



ПАТЕНТ

НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

№ 134660

АНТЕННИЙ ПРИСТРІЙ ПОВІТРЯНОГО БАЗУВАННЯ

Видано відповідно до Закону України "Про охорону прав на винаходи і корисні моделі".

Зареєстровано в Державному реєстрі патентів України на корисні моделі **27.05.2019.**

Заступник Міністра економічного розвитку і торгівлі України

Ю.П. Бровченко



(11) **134660**

з) **UA**

(51) МПК (2019.01)
H04B 7/00

-
- 1) Номер заявки: **u 2019 00115**
- 2) Дата подання заявки: **03.01.2019**
- 4) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: **27.05.2019**
- 6) Дата публікації відомостей про видачу патенту та номер бюлетеня: **27.05.2019, Бюл. № 10**

(72) Винахідники:
Іохов Олександр Юрійович, UA,
Козлов Валентин Євгенович, UA,
Малюк Віктор Григорович, UA,
Новикова Олена Олександрівна, UA,
Оленченко Віктор Тимофійович, UA,
Сальніков Олександр Михайлович, UA

(73) Власник:
НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАЦІОНАЛЬНОЇ ГВАРДІЇ УКРАЇНИ,
майдан Захисників України, 3,
м. Харків, 61001, UA

4) Назва корисної моделі:

ІТЕННИЙ ПРИСТРІЙ ПОВІТРЯНОГО БАЗУВАННЯ

7) Формула корисної моделі:

тенний пристрій повітряного базування, що складається з дзеркала і лінійного опромінювача у вигляді ного або декількох оснащених контррефлекторами симетричних електричних або щілинних вібраторів, зташованих вздовж фокальної осі дзеркала, який відрізняється тим, що як дзеркало використовують талізовану нижню поверхню кайта типу парафойл.

(11) 134660

Державне підприємство
«Український інститут інтелектуальної власності»
(Укрпатент)

Оригіналом цього документа є електронний документ з відповідними реквізитами, у тому числі з накладеним електронним цифровим підписом уповноваженої особи Міністерства економічного розвитку і торгівлі України та сформованою позначкою часу.

Ідентифікатор електронного документа 4293220519.

Для отримання оригіналу документа необхідно:

1. Зайти до ІДС «Стан діловодства за заявками на винаходи та корисні моделі», яка розташована на сторінці <http://base.uipv.org/searchInvStat/>.

2. Виконати пошук за номером заявки.

3. У розділі «Документи Укрпатенту» поруч з реєстраційним номером документа натиснути кнопку «Завантажити оригінал» та ввести ідентифікатор електронного документа.

Ідентичний за документарною інформацією та реквізитами паперовий примірник цього документа містить 2 арк., які пронумеровані та прошиті металевими люверсами.

Уповноважена особа Укрпатенту

І.Є. Матусевич

27.05.2019





МІНІСТЕРСТВО
ЕКОНОМІЧНОГО
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **134660** (13) **U**
(51) МПК (2019.01)
H04B 7/00

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2019 00115	(72) Винахідник(и): Іохов Олександр Юрійович (UA), Козлов Валентин Євгенович (UA), Малюк Віктор Григорович (UA), Новикова Олена Олександрівна (UA), Оленченко Віктор Тимофійович (UA), Сальніков Олександр Михайлович (UA)
(22) Дата подання заявки: 03.01.2019	
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 27.05.2019	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 27.05.2019, Бюл.№ 10	(73) Власник(и): НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАЦІОНАЛЬНОЇ ГВАРДІЇ УКРАЇНИ, майдан Захисників України, 3, м. Харків, 61001 (UA)

(54) АНТЕННИЙ ПРИСТРІЙ ПОВІТРЯНОГО БАЗУВАННЯ

(57) Реферат:

Антенний пристрій повітряного базування складається з дзеркала і лінійного опромінювача у вигляді одного або декількох оснащених контррефлекторами симетричних електричних або щільних вібраторів, розташованих вздовж фокальної осі дзеркала. Як дзеркало використовують металізовану нижню поверхню кайта типу парафойл.

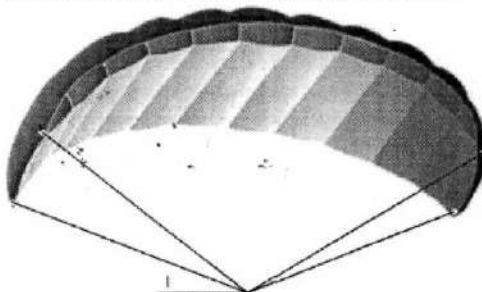


Fig. 1

UA 134660 U

Корисна модель належить до галузі радіозв'язку і може бути використана для побудови локальних систем радіозв'язку, призначених для обміну конфіденційною інформацією в діапазоні ультракоротких хвиль в умовах штучних радіозавад і спроб несанкціонованого доступу до інформації, що передається.

5 Відома антена [1, с. 298-299], що складається із куткового дзеркала (рефлектора), утвореного двома плоскими металевими пластинами, і вібратора або системи колінеарних вібраторів, розташованих у площині бісектриси кута дзеркала.

Недоліком цієї антени є вузькі функціональні можливості, що обмежує її застосування як елемента локальної системи радіозв'язку та при виконанні завдань за призначенням.

10 Відома також куткова антена з підвищеним коефіцієнтом направленої дії [2], що містить кутковий рефлектор, виготовлений з двох металевих пластин, розташованих під кутом одна до одної, і джерело збудження - електричний вібратор або систему вібраторів, розташованих в площині бісектриси цього кута, а також розділювальний екран, розташований в вертикальній площині симетрії між пластинами рефлектора.

15 Недоліком цієї антени є вузькі функціональні можливості, що обмежує її застосування як елемента локальної системи радіозв'язку та при виконанні завдань за призначенням.

Найбільш близьким аналогом до корисної моделі, що заявляється, є антена [1, с. 296-298], що складається з металевого дзеркала, поверхня якого має форму параболічного циліндра, і лінійного опромінювача у вигляді низки симетричних електричних або щільних вібраторів, довжина якої приблизно рівна довжині твірної циліндра, розташованих вздовж фокальної осі циліндра і оснащених контррефлекторами.

Циліндрична хвиля, що падає на внутрішню поверхню циліндра, відбивається за законами геометричної оптики і, завдяки геометричним якостям параболи трансформується у діаграму направленості (ДН) у формі віяла, що складається з вузьких ДН.

25 Недоліком цієї антени є вузькі функціональні можливості, що обмежує її застосування як елемента локальної системи радіозв'язку та при виконанні завдань за призначенням.

В основу запропонованої корисної моделі поставлена задача розширення функціональних можливостей і забезпечення застосування як елемента локальної системи радіозв'язку та під час виконання завдань за призначенням.

30 Поставлена задача вирішується тим, що антенний пристрій, який складається з дзеркала і лінійного опромінювача у вигляді одного або декількох оснащених контррефлекторами симетричних електричних або щільних вібраторів, розташованих вздовж фокальної осі дзеркала, згідно з корисною моделлю, використовує як дзеркало металізовану нижню поверхню кайта типу парафойл.

35 Первісно кайт (англ. kite) - буксирований повітряний змій, призначений для пересування людини поверхню води або снігу [3]. Управляють кайтом за допомогою строп (однієї, двох або більше). Головна відмінність кайта від безпілотних літальних апаратів інших видів - стійкість до сильних вітрів.

40 Парафойл (англ. parafoil) - повітряний змій із замкнутим внутрішнім простором і повітрязабірником, що спрямований у бік вітру. Залежно від призначення площа парафойла 1-150 м². Для кайтів з такою площею підйомна сила становить приблизно 10-1530 кг, що дозволяє використовувати їх для виконання будь-яких завдань за призначенням.

На фіг. 1 наведено зовнішній вигляд кайта типу парафойл, де 1 - точки кріплення строп.

45 Форма нижньої поверхні кайта типу парафойл близька до параболічного циліндра, що дозволяє використовувати його як дзеркало діаграмоутворювачів антенних пристроїв діапазону ультракоротких хвиль [4]. Для цього над металізованою нижньою поверхню кайту достатньо розмістити вібратор або систему вібраторів відповідних діапазонів.

Джерела електромагнітних коливань розташовують на поверхні або на пересувному засобі і з'єднують з вібраторами одним або декількома кабелями, що проходять вздовж строп управління кайтом.

50 Близькість форми нижньої поверхні кайта до параболічного циліндра зумовлює практичну ідентичність їх направлених властивостей при рівних апертурах та інших ідентичних умовах.

На фіг. 2 наведено вигляд нормованих діаграм направленості (ДН) в полярних координатах, умовно суміщених з декартовими координатами:

55 ДН, розрахована за формулою (11.37) [1, с. 279] та відповідно до методики, викладеної в додатку 2 [1, с. 464-466], виділена сірим кольором;

ДН антенного пристрою, що використовує як дзеркало металізовану нижню поверхню кайта шириною $h=600$ мм і довжиною $l=1000$ мм з опромінювачем - штирьовою антеною радіостанції "Kepwood", отримана в результаті натурального експерименту, виділена товстою лінією.

Результати натурних експериментів виконаних для антен з металізацією шириною h , $2h$, $3h$ в декартових координатах наведено на фіг. 3: ширина ДН на рівні половинної потужності (0,21; 0,32 і 0,42 F/F_{max}) складає відповідно приблизно 120, 100 і 60 град.

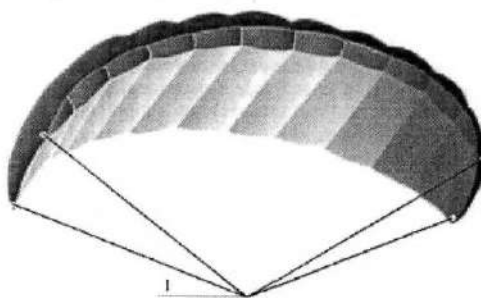
- 5 Підйом кайта-антенного пристрою над поверхнею надає змогу використовувати його як елемент захищеної локальної системи радіозв'язку, ретранслятор, для забезпечення радіоелектронного захисту своїх сил [5, 6], заглушення радіообміну протиборчої сторони та радіокерованих вибухових пристроїв при супроводженні колон на марші [7], а також розміщати обладнання для виконання завдань за призначенням. Це можуть бути камери спостереження за поведінкою натовпу, засоби типу гучномовців для інформування скупчень людей, антени заглушення і т. ін.

Джерела інформації:

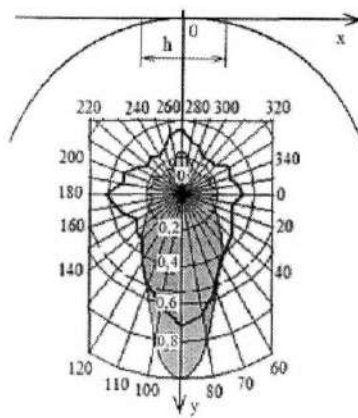
1. Кочержевский Г.И. Антенно-фидерные устройства / Г.И. Кочержевский. - М.: Связь, 1972. - 472 с.
2. Пат. РФ № 2288528, МПК (2006. 01) H01Q 19/13. Угловая антенна с повышенным коэффициентом направленного действия / Оpubл. 27.11.2006 / [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.freepatent.ru>.
3. В России создали военные кайты для разведки. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://mvestnik.ru>.
4. Патент України № 96899 на корисну модель, МПК (2015.01) H04B 7/00. Антенний пристрій / Оpubл. 25.02.2015, Бюл. № 4.
5. Белокурський Ю.П. Принципи побудови системи радіоелектронного захисту підрозділів національної гвардії України під час виконання завдань за призначенням/ Ю.П. Белокурський, О.Ю. Іохов, В.Є. Козлов, О.О. Щербіна // Системи озброєння і військова техніка. Наук.-техн. журнал. - Х.: ХНУ ПС, 2017. - № 4 (52). - С. 73-80.
- 25 6. Патент України № 104505 на корисну модель, МПК (2016.01) H04B 7/00. Спосіб захисту інформаційного обміну в локальній системі радіозв'язку / Оpubл. 10.02.2016, Бюл. № 3.
7. Белокурський Ю.П. Антенна система заглушення каналів радіокерування вибуховими пристроями для повітряного носія / Ю.П. Белокурський, В.Є. Козлов, В.М. Захаров, О.О. Щербіна // Зб. наук. праць Академії ВВ МВС України. Х.: АВВ МВС України, 2010. - Вип. 2 (16). - С. 50-54.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

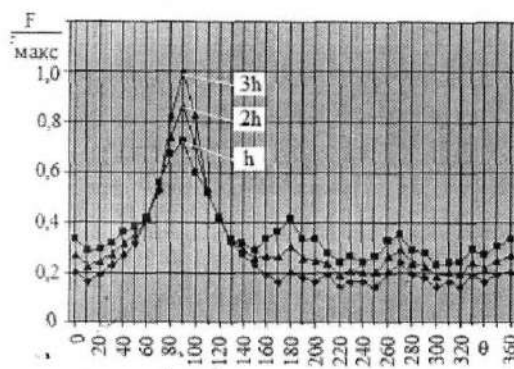
- 35 Антенний пристрій повітряного базування, що складається з дзеркала і лінійного опромінювача у вигляді одного або декількох оснащених контррефлекторами симетричних електричних або щільних вібраторів, розташованих вздовж фокальної осі дзеркала, який відрізняється тим, що як дзеркало використовують металізовану нижню поверхню кайта типу парафойл.



Фіг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3

Комп'ютерна верстка О. Гергіль

Міністерство економічного розвитку і торгівлі України, вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

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