

УДК 621.391

О.Ю. Іохов, І.В. Кузьминич, С.А. Горелишев

Національна академія Національної гвардії України, Харків

КОМПЛЕКСНИЙ МЕТОД ПІДВИЩЕННЯ ЗАВАДОСТІЙКОСТІ РАДІОКАНАЛІВ МОБІЛЬНИХ ОБ'ЄКТІВ ПІДРОЗДІЛІВ НАЦІОНАЛЬНОЇ ГВАРДІЇ УКРАЇНИ

Розглянуто метод підвищення завадостійкості радіоканалів мобільних об'єктів підрозділів Національної гвардії України, який є комплексним поєднанням методу визначення зон стійкого радіообміну та характеристик скритих мобільних екранів та направлених антен. Проведено оцінювання ефективності застосування методу.

Ключові слова: завадостійкість, радіозв'язок, радіоканал, захист від навмисних завад, зона стійкого радіообміну.

Вступ

Аналіз публікацій та постановка проблеми. Завадостійкість радіоканалів мобільних об'єктів підрозділів Національної гвардії України (НГУ) при виконанні службово-бойових завдань не відповідає вимогам, особливо в міських умовах [1]. Це обумовлено тим, що засоби радіозв'язку, які знаходяться на озброєнні НГУ, не забезпечені будь-якими механізмами протидії засобам радіопридушення [2]. Тому вирішення завдання зі знаходження ефективних механізмів захисту від навмисних завад, при умові обмеженого фінансування є досить проблематичним.

Враховуючи останні наукові розробки, щодо можливості протистояння засобам радіопридушення [3 – 7], виникла необхідність в їхньому узагальненні та визначенні комплексного підходу до використання різних видів скритих мобільних екранів та направлених антен і методу визначення меж зон стійкого радіообміну в умовах радіопридушення, що робить тему статті актуальною.

Мета статті – надання допомоги офіцерам штабу щодо протидії засобам радіопридушення.

Виклад основного матеріалу

Результати аналізу умов виконання завдань за призначенням підрозділами НГУ показали, що від системи управління вимагається виконання досить жорстких вимог, щодо забезпечення мобільності, скритості та завадостійкості. Досвід виконання завдання з припинення масових заворушень у місті Київ у 2014 році показав необхідність забезпечення стійкого управління при умові обмеженого простору, використання лише штатних радіозасобів малої потужності та неможливістю використання комплексів захисту радіомереж військового призначення [1]. Враховуючи особливості проведення операцій у міських умовах виконання завдання захисту від навмисних завад можливе завдяки використанню нестандартних мобільних, скритих екранів та направлених антен (СМЕ та НА) [5 – 7] та методів просторового розта-

шування цих засобів у радіоканалі [3, 4]. Головним показником завадостійкості радіоканалів є не перевищення порогового значення коефіцієнт придушення за потужністю, а саме відношення потужностей завади P_z та сигналу P_c на вході приймача, що придушується:

$$K_{\text{п}} = \frac{P_z}{P_c} < K_{\text{пор}}. \quad (1)$$

Простір, в межах якого $K_{\text{п}}$ перевищує задане порогове значення $K_{\text{пор}}$, визначається як зона придушення радіоелектронного засобу. Залишок оперативного простору, який не належить зоні придушення, будемо називати зоною досяжності.

Визначимо фактори, що впливають на коефіцієнт придушення за потужністю у схемі взаємодії системи «передавач-приймач» в присутності джерела завади (рис. 1).

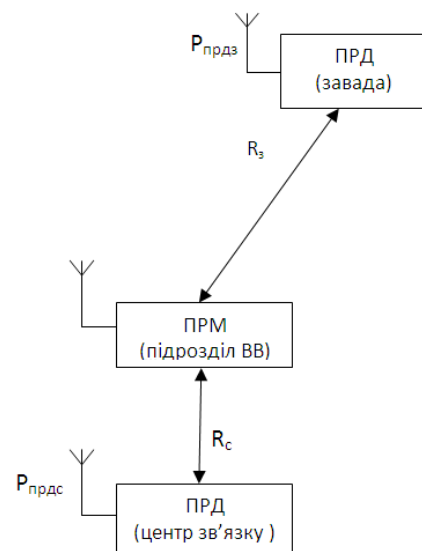


Рис. 1. Схема утворення завад системі зв'язку ТЛУ НГУ

Відношення потужностей завади та сигналу за умов радіоелектронної протидії системі передавання інформації буде дорівнювати:

$$K_{\Pi} = \frac{P_3}{P_c} = \frac{P_{\text{прдз}} G_{\text{прдз}} G_{\text{прмз}} \eta_3 R_c^2}{P_{\text{прдс}} G_{\text{прдс}} G_{\text{прмс}} R_3^2} \quad (2)$$

де $P_{\text{прдс}}$, $P_{\text{прдз}}$ – потужність передавача радіосигналу, завади, $G_{\text{прдс}}$, $G_{\text{прмс}}$ та $G_{\text{прдз}}$ та $G_{\text{прмз}}$ – коефіцієнти підсилення антен передавача радіосигналу у напрямку на приймач та приймальної антени у напрямку на радіопередавач корисного сигналу та завади відповідно, R_c , R_3 – відстань траси розповсюдження радіосигналу, завадили, $\eta_3 \leq 1$ – коефіцієнт, який враховує різницю поляризації сигналу та завади

Для спрощення останнього виразу покладемо $\eta_3 = 1$, $G_{\text{прдз}} = G_{\text{прдс}} = 1$, $G_{\text{прмз}} = G_{\text{прмс}} = G(\theta)$, де $G(\theta)$ – нормована діаграма спрямованості СМЕтаНА, θ – кут напрямку на джерело сигналу або завади відносно нульового напрямку діаграми N_0 . Позначимо кут, який утворює нульовий напрямок діаграми N_0 з напрямком на північ, через азимут θ_0 (рис. 2).

Для комплексу радіоелектронного придушення, який складається з N джерел завад, за принципом суперпозиції маємо

$$K_{\Pi}(\theta_0) = \frac{R_c^2}{P_{\text{прдс}} G(\theta_c - \theta_0)} \sum_{i=1}^N \frac{P_{\text{прдзі}} G(\theta_{зi} - \theta_0)}{R_{зi}^2} \quad (3)$$

Таким чином задача боротьби з радіоелектронним придушенням у першу чергу може бути розв’язана шляхом вибору оптимального кута θ_0^* , що

$$K_{\Pi}(\theta_0^*) = \min K_{\Pi}(\theta_0) \quad (4)$$

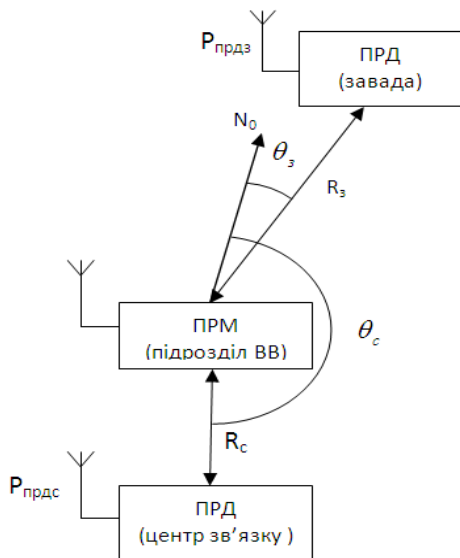


Рис. 2. Схема захисту радіоканалів підрозділів НГУ

Для реалізації методу захисту від навмисних завад КРЗ підрозділів НГУ розроблено СМЕ_та_НА дзеркалом на основі протиударного щита типу “Форт-ЩП” вітчизняного виробництва рис. 3 та комп’ютерна реалізація методу визначення меж зон стійкого радіообміну рис. 4.

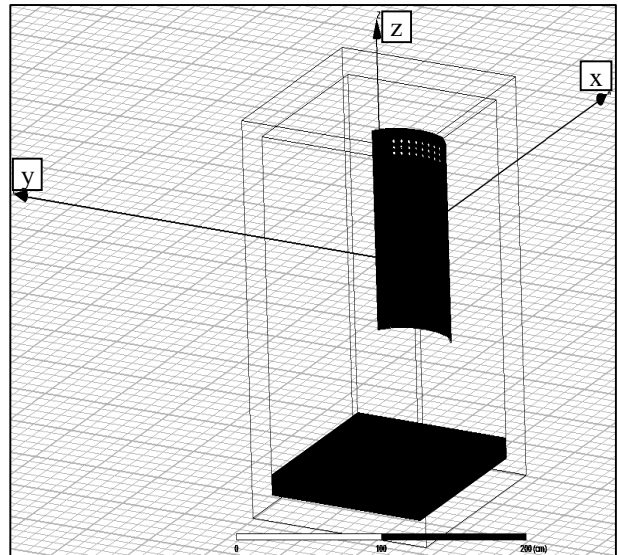


Рис. 3. СМЕ_та_НА

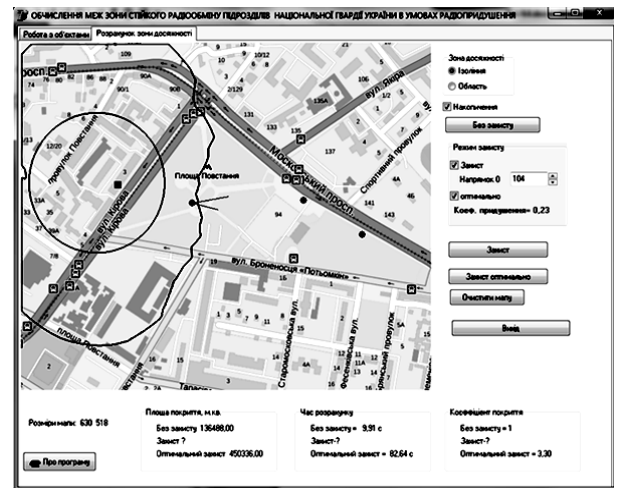


Рис. 4. Порівняльний аналіз зон надійної роботи КРЗ ТЛУ НГУ України

Обчислюються оптимальні параметри мобільного захисту КРЗ підрозділів НГУ, визначення на оперативній мапі меж максимальної за розмірами зони надійної роботи мережі радіозв’язку мобільних підрозділів НГУ України.

Обчислення коефіцієнту придушення реалізується автоматично після режиму цілевказання при визначених параметрах засобів радіоелектронного впливу (кількість джерел завад, їх потужність, розташування відносно передавача центра зв’язку).

Трудомісткість запропонованого хвильового методу прямо пропорційна площі одержуваної зони досяжності. Результати розрахунків демонструють суттєве збільшення розмірів зони досяжності у режимі оптимального захисту порівняно з іншими варіантами захисту. Однак площа одержуваної зони досяжності за наявності завад ніколи не перебільшує загальну площу мапи. Таким чином, отримано виграв у трудомісткості порівняно з методом крокуючих квадратів (Marching Squares [6] в усіх точках мапи. Крім того, у запропо-

нованому алгоритмі відсутні неоднозначні ситуації, які можуть мати місце у Marching Squares.

Аналіз результатів комп'ютерного моделювання також показує, що режим оптимального захисту потребує найбільше часу для обчислень, проте забезпечує найбільшу зону досяжності. Так, для оперативної ситуації, представленої на мапі (рис. 4), обота КРЗ підрозділів НГ України може бути забезпечена тільки у режимі оптимального захисту.

Проведемо оцінювання ефективності застосування визначеного методу підвищення завадостійкості радіоканалу мобільних об'єктів підрозділів НГУ.

Критерієм оцінювання ефективності методу підвищення завадостійкості радіоканалу мобільних об'єктів ТЛУ НГУ в міських умовах можна вважати критерій максимуму різниці між площею стійкого обміну с залученням СМЕтаНА та без таких:

$$\max \left\{ Z_{\text{nor}}(S) = 1 - \frac{S_0}{S_3} \right\}; \quad (5)$$

де S_3 – площа с захистом; S_0 – площа без захисту.

Враховуючи останні події в Україні та можливі варіанти ведення операцій з забезпечення громадського порядку у Києві, Харкові, Львові, Донецьку, Луганську, розрахунок можливих варіантів використання СМЕтаНА показав, що значення коефіцієнту ефективності складає 0,38 – 0,71.

Висновки

Використання методу захисту від навмисних завад дозволяє визначити стан КРЗ підрозділів НГУ у конкретній ситуації, обчислити оптимальну орієнтацію СМЕтаНА, а також окреслити на мапі зону досяжності, у межах якої забезпечується стійкій радіозв'язок між МКЦ та підлеглими підрозділами.

Застосування запропонованого методу дозволяє збільшити площу зони стійкого радіообміну в 3-4 рази у порівнянні з незахищеним радіоканалом мобільних об'єктів ТЛУ НГУ в міських умовах.

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. Антонець, О.М. Горбов, І.В. Кузьминич, В.В. Овчаренко // *Честь і закон*. – Х.: Акад. ВВ МВС України, 2012. – № 4. – С. 40-48.
2. 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. Горєлишев та ін. – № держреєстрації 0112U000529. – Х.: Академія внутрішніх військ, 2012. – 175 с.
3. Оцінювання завадостійкості каналу радіозв'язку тактичної ланки управління підрозділів внутрішніх військ шляхом імітаційного моделювання. [Текст] / О.Ю. Іохов, В.Г. Малюк, І.В. Кузьминич, О.В. Северінов // *Системи управління, навігації та зв'язку*. – П.: Полтавський нац. техн. ун-т ім. Ю. Кондратюка, 2013. – Вип. 3 (27). – С. 153-158.
4. Малюк В.Г. Визначення меж зони досяжності радіозв'язку з підрозділом внутрішніх військ в умовах радіопридушення. [Текст] / В.Г. Малюк, О.Ю. Іохов, І.В. Кузьминич // *Системи озброєння і військової техніки*. – Х.: ХУПС, 2014. – Вип. 1 (37). – С. 56-61.
5. Антенна система заглушення радіокерованих вибухових пристроїв / Ю.П. Белокурський, В.Є. Козлов, В.В. Поповський, О.О. Щербіна // *Зб. наук. праць Академії внутрішніх військ МВС України*. – Х.: Академія внутр. військ МВС України. – 2007. – Вип. 1-2 (9-10). – С. 46-50.
6. Захист інформації в каналах управління підрозділами внутрішніх військ МВС України / Ю.П. Белокурський, О.М. Горбов, О.Ю. Іохов, В.Є. Козлов, І.В. Кузьминич, О.О. Щербіна // *Зб. наук. праць Академії внутр. військ МВС України*. – Х.: Академія внутр. військ МВС України, 2013. – Вип. 1. – С. 63-64.
7. Дослідження імпровізованих діаграмоутворюючих пристроїв для захисту інформації / Ю.П. Белокурський, В.Є. Козлов, В.В. Лищенко, О.О. Щербіна // *Тези наук.-практ. конф.* – Х.: Академія внутр. військ МВС України, 2011. – С. 65.

Надійшла до редколегії 23.04.2015

Рецензент: д-р техн. наук, проф. І.В. Рубан, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.

КОМПЛЕКСНЫЙ МЕТОД ПОВЫШЕНИЯ ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТИ РАДИОКАНАЛОВ МОБИЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ НАЦИОНАЛЬНОЙ ГВАРДИИ УКРАИНЫ

А.Ю. Иохов, И.В. Кузьминич, С.А. Горельшев

Рассмотрен метод повышения помехоустойчивости радиоканалов мобильных объектов подразделений Национальной гвардии Украины, который е комплексным сочетанием метода определения зон устойчивого радиообмена и характеристик скрытых, мобильных экранов и направленных антенн. Проведена оценка эффективности применения метода.

Ключевые слова: помехоустойчивость, радиосвязь, радиоканал, защита от преднамеренных помех, зона устойчивого радиообмена.

COMPLEX METHOD OF IMPROVING NOISE IMMUNITY RADIO MOBILE OBJECTS UNITS OF THE NATIONAL GUARD OF UKRAINE

O.Y. Iohov, I.V. Kuzminich, S.A. Gorelishev

A method for improving noise immunity of radio mobile objects units of the National guard of Ukraine, which e complex combination method of determining the zones of stable radio and characteristics hidden, mobile screens and directional antennas. Assessed the effectiveness of the method.

Keywords: immunity, radio communication, radio, protection against intentional interference zone of stable radio.