

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 широку 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

$$\hat{E}_i(\theta_0) = \frac{P_{i\delta\alpha\zeta} G(\theta_\zeta - \theta_0) R_c^2}{P_{i\delta\alpha\eta} G(\theta_\eta - \theta_0) R_\zeta^2}, \quad (1)$$

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

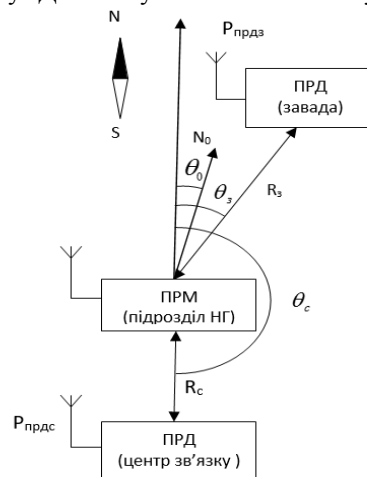


Рис. 1. Схема захисту КРЗ НГУ

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 заводостійкості роботи радіоелектронних засобів військових підрозділів в умовах радіопридушення, наведений на рис. 2.

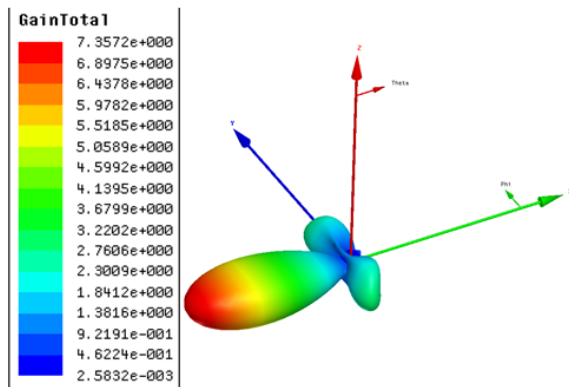


Рис. 2. Моделювання тривимірної ДС антенної системи у HFSS Ansoft

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_c, y_c, z_c) . Для тривимірної ДС антенного пристрою захисту РЕЗ підрозділу вираз (1) є таким:

$$\hat{E}_{\bar{i}}(\theta_0, \varphi_0) = \frac{P_{\bar{i} \text{ д\bar{a}c}} G(\theta_c - \theta_0, \varphi_c - \varphi_0) R_c^2}{P_{\bar{i} \text{ д\bar{a}n}} G(\theta_{\bar{n}} - \theta_0, \varphi_0) R_c^2}, \quad (2)$$

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; $R_c = \sqrt{(x_c - x_{\bar{i}})^2 + (y_c - y_{\bar{i}})^2}$ - відстань між засобом РЕП та підрозділом; $\theta_c = \tan^{-1} \left[\frac{|x_{\bar{i}} - x_c|}{|y_{\bar{i}} - y_c|} \right]$ - кут азимуту з точки розташування підрозділу на засіб РЕП; $\varphi_c = \tan^{-1} \left[|z_c| / R_c \right]$ - 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

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

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 заводозахищеності 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. Антонець, 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 заводостійкості 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.