

## МЕТОД АДАПТАЦІЇ СИСТЕМИ РАДІОЗВ'ЯЗКУ МОБІЛЬНОЇ КОМПОНЕНТИ ТАКТИЧНОЇ ЛАНКИ УПРАВЛІННЯ НАЦІОНАЛЬНОЇ ГВАРДІЇ УКРАЇНИ ДО УМОВ ВПЛИВУ НАВМИСНИХ ЗАВАД

*Розглянуто питання завадо- та розвідзахищеності засобів радіозв'язку мобільної компоненти тактичної ланки управління в умовах активного застосування засобів радіоелектронної боротьби. Проаналізовано проблеми, що виникають під час використання стандартних засобів радіозв'язку, які не забезпечують достатнього рівня захисту від навмисних завад та перехоплення сигналів противником.*

*Обґрунтовано необхідність розроблення науково-методичного апарату для адаптації радіомереж підрозділів Національної гвардії України до умов впливу активних завад. Проведено аналіз сучасних засобів радіозв'язку, що використовуються у військах, охоплюючи портативні радіостанції, супутникові системи зв'язку, тактичні Wi-Fi рішення та програмно-реалізовані радіомережі. Визначено, що наявні системи зв'язку не забезпечують ефективною протидії засобам радіопридушення противника, особливо в умовах безпосереднього зіткнення.*

*Запропоновано новий метод просторової режекції завад, що базується на оптимальному розташуванні та спрямуванні антенних систем наземних передавачів і приймачів радіосигналів UHF/VHF та Wi-Fi діапазону. Зазначено, що цей метод ураховує тактичну обстановку, територіальне розташування вузлів радіомережі і дає змогу підвищити завадозахищеність радіоканалів унаслідок зміни характеристик антенних систем.*

*Обґрунтовано математичну модель взаємодії елементів системи радіозв'язку та засобів активного радіомаскування, що дає змогу визначати оптимальні параметри антенних систем і потужність випромінювання. Визначено порогові значення коефіцієнта придушення, за яких гарантовано зберігається необхідна якість прийому сигналу в умовах дії прицільних зосереджених завад. Розширено поняття зони стійкого радіообміну, зокрема обґрунтовано залежність її площі від форми діаграми спрямованості та відстані між елементами системи зв'язку.*

*Уперше проведено комплексний аналіз сумісного впливу навмисних завад і засобів активного радіомаскування на стійкість радіоканалів, що дає змогу обґрунтовано підходити до планування радіозв'язку в умовах радіоелектронної боротьби. Запропоновано алгоритм визначення площі стійкого обміну для точок оперативної мапи бойових дій, що дає можливість ефективно планувати розташування засобів зв'язку та засобів активного радіомаскування.*

*Практичне значення отриманих результатів полягає у можливості застосування розробленого методу під час створення адаптивних систем радіозв'язку з огляду на реальну тактичну обстановку, що дає змогу значно підвищити ефективність управління військами в умовах інформаційного впливу противника.*

**Ключові слова:** інформаційно-аналітичне забезпечення, системи зв'язку, радіоканал, адаптація, навмисні завади, електромагнітна сумісність, активне радіомаскування, стійкість радіоканалів, зона електромагнітної доступності.

**Постановка проблеми.** Одним із ключових методів радіоелектронної боротьби (РЕБ) є створення навмисних завад (НЗ), що дає змогу одночасно перешкоджати доступу до засобів радіозв'язку та порушувати цілісність переданих повідомлень. В умовах активного застосування засобів РЕБ головним завданням під час організації системи радіозв'язку є досягнення необхідного рівня завадостійкості та розвідзахищеності.

Досвід бойових дій під час відбиття збройної агресії російської федерації показав, що штатні радіозасоби мобільної компоненти тактичної ланки управління військ (сил) не можуть ефективно протидіяти засобам радіопридушення та радіорозвідки противника в умовах безпосереднього зіткнення (таблиця 1) [1]. Основу системи радіозв'язку мобільних підрозділів тактичної ланки управління складають прийняті на озброєння засоби зв'язку іноземного виробництва, оснащені стандартними антенними пристроями, що входять до їхнього комплексу (таблиця 2) [1, 4].

Таблиця 1 – Основні засоби радіозв'язку мобільної компоненти тактичної ланки управління Національної гвардії України

Тип	Діапазон	Тип антени / Форма ДС
Портативна р/с Motorola Moto TRBO DP 4800 (4801)	VHF (136–174 МГц); UHF (403–527 МГц)	Штир / кругова
Портативна р/с Motorola Moto TRBO DP 4600 (4601)	VHF (136–174 МГц); UHF (403–527 МГц)	Штир / кругова
Портативна р/с HARRIS RF-7800V-HH	30–108 МГц	Штир / кругова
Портативна р/с HARRIS RF-7800S-TR	350–450 МГц	Штир / кругова
Портативна р/с HARRIS RF-7800H-MP	1,5–60 МГц	Штир / кругова
Портативна р/с HARRIS RF-7800M-MP	30 МГц – 2 ГГц	Штир / кругова
Р/с броньованих та автомобілів VRC-90s	30–88 МГц	Штир / кругова

Таблиця 2 – Основні засоби Wi-Fi зв'язку, що використовуються під час ведення бойових дій в Україні

Тип	Діапазон	Тип антени / Форма ДС	Призначення
Супутниковий інтернет Starlink	10,7–12,7 ГГц (прийом); 14–14,5 ГГц (передача)	Фазована антенна решітка / керована діаграма	Забезпечення ширококутового зв'язку для підрозділів ЗСУ та НГУ
Mesh-мережі на базі MikroTik / Ubiquiti	2,4 ГГц, 5 ГГц	Панельна / шпильова / секторна	Створення локальних бездротових мереж у польових умовах
Тактичні Wi-Fi системи Ruckus	2,4 ГГц, 5 ГГц	Шпильова / кругова	Організація бездротових мереж у командних пунктах
Приватні військові Wi-Fi мережі на базі EnGenius	2,4 ГГц, 5 ГГц	Панельна / секторна	Забезпечення внутрішнього зв'язку, управління БпЛА
Програмно-реалізовані Wi-Fi рішення на базі радіостанцій HARRIS	2,4 ГГц, 5 ГГц	Шпильова / адаптивна	Тактичний зв'язок між підрозділами

Зважаючи на це, можна стверджувати, що немає будь-якого механізму адаптації радіомереж, який дає змогу здійснювати ефективний захист радіомереж від дії НЗ.

Отже, виникає об'єктивна суперечність між необхідністю забезпечення стійкого до НЗ радіообміну наявними засобами зв'язку та тим, що бракує науково-методичного апарату для обґрунтованого вирішення цього питання.

Системи адаптації радіомереж дають змогу забезпечити зв'язок в умовах активних бойових дій, управління підрозділами та розвідки, охоплюючи управління БпЛА та забезпечення безперебійної роботи командних пунктів.

Тому дослідження процесу активного радіоелектронного маскування каналів радіозв'язку (КРЗ) VHF/UHF діапазону за наявності наземних ретрансляційних радіопунктів (РРП) з урахуванням зон електромагнітної доступності (ЕМД) є актуальне та практично обумовлено.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** У працях [6, 7] досліджено варіант моделі каналу мобільного радіозв'язку в діапазонах UHF/VHF для випадку використання неспрямованої антени об'єкта 1, без урахування дальності дії засобів радіозв'язку та радіоканалу. За таких умов передбачалося, що всі мобільні засоби радіозв'язку і генератор радіозавод одночасно перебувають у межах зони ЕМД.

Проте за тактичного моделювання відстань між об'єктами може збільшуватися до кількох кілометрів, що може спричинити втрату працездатності радіоканалу [8], вихід засобів радіообміну за межі зони дії РРП або зниження ефективності генератора радіозавод у придушенні РРП. Розширення зони  $\Omega G$  до значень, співмірних із максимальною дальністю зв'язку мобільних засобів

(близько 5 км) [9], виходить за межі адекватності моделі, поданої у статтях [6, 7], та потребує врахування ЕМД радіозасобів у каналі зв'язку [3].

У цьому контексті ключовим аспектом є оцінка втрат потужності корисного сигналу та завад під час їхнього розповсюдження з огляду на рельєф та характеристики місцевості.

Для планування військових операцій та організації захисту КРЗ від перехоплення необхідно мати методiku визначення меж зони  $\Omega_G$  для оптимального розміщення генератора радіозавад, що забезпечить ефективне придушення засобів радіорозвідки противника. Сучасні комерційні програмні комплекси для РЕБ, зокрема HTZ WARFARE від ATDI [10], надають можливості для розрахунку покриття, оцінювання інтерференцій, електромагнітної сумісності (ЕМС) та оптимізації розташування станцій придушення.

Проте такі програмні рішення мають низку недоліків, серед яких виділяють високу вартість, закритість програмного коду, а також наявність надлишкових функцій, які можуть бути неактуальними для конкретних завдань, що розглядаються.

**Метою статті** є розроблення методу адаптації системи радіозв'язку мобільної компоненти тактичної ланки управління Національної гвардії України до умов впливу навмисних завад.

**Виклад основного матеріалу.** По-перше, формалізуємо задачу адаптації системи радіозв'язку мобільної компоненти тактичної ланки управління Національної гвардії України (НГУ) до умов впливу НЗ.

Згідно з визначеною метою дослідження, яка передбачає підвищення завадозахищеності та прихованості, висувається гіпотеза про те, що забезпечення стійкого радіозв'язку в умовах застосування противником адитивних прицільних зосереджених за частотою завад можливе завдяки використанню антен із діаграмами спрямованості (ДС), адаптованими до розташування відповідних засобів радіозв'язку, залучених до радіообміну, з огляду на особливості радіомереж підрозділів НГУ (ПНГ).

Проаналізуємо рівень впливу просторових та енергетичних параметрів на стійкість радіоканалів в умовах дії адитивної прицільної зосередженої за частотою завади, а також засобів активного радіомаскування, що мають аналогічні характеристики.

Згідно з теорією інформації основна увага має бути зосереджена на можливості збільшення відношення потужності сигналу до потужності перешкоди (сигнал / завада).

У разі заданих вимог до стійкості інформаційного обміну для кожного засобу захисту від завад можна визначити порогове значення відношення на вході приймального тракту, за якого ще забезпечується необхідний рівень стійкості радіоканалу. Отже, для об'єктивної оцінки ефективності методів захисту від завад доцільно використовувати мінімально допустиме відношення потужності корисного сигналу  $P_c$  до потужності навмисних завад  $P_z$ , за якого гарантовано прийнятну якість прийому сигналу:

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

де  $K_{\text{пор}}$  – порогове значення, характерне для цього виду завади та сигналу, умов їх взаємодії та способу оброблення суми сигналу / завади [2].

Простір, у межах якого  $K_{\text{п}}$  – коефіцієнт придушення перевищує задане значення  $K_{\text{пор}}$ , визначається як зона придушення радіоелектронного засобу. Решту оперативного простору називатимемо зоною зв'язку.

Визначимо чинники, що впливають на коефіцієнт придушення у схемі взаємодії системи «передавач-приймач-засіб активного радіомаскування – засіб постановки НЗ» (рисунок 1).

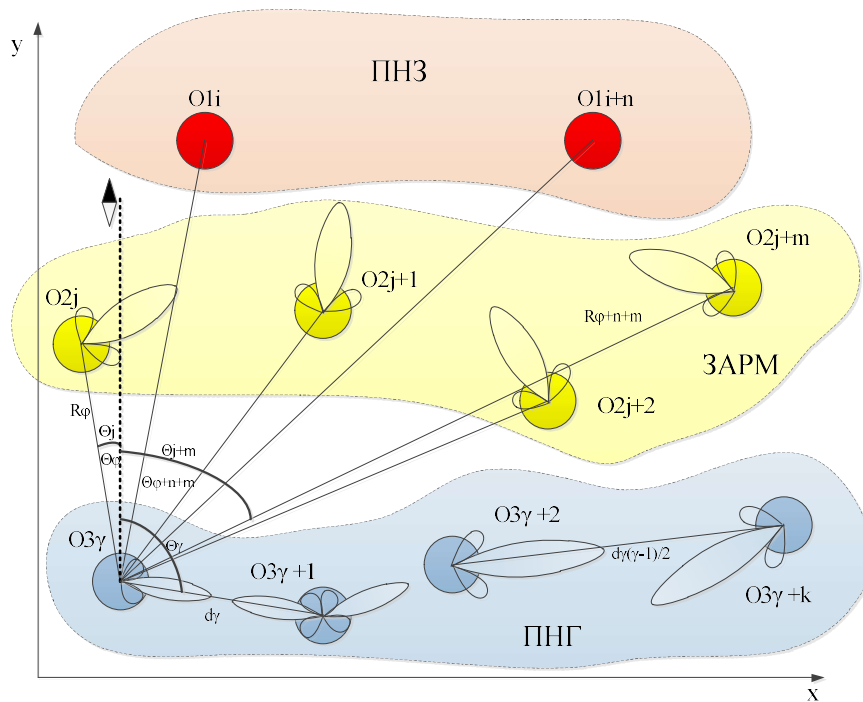


Рисунок 1 – Схема взаємодії системи «передавач-приймач-засіб активного радіомаскування – засіб постановки навмисних завад»

Модель взаємодії системи «передавач-приймач-засіб активного радіомаскування – засіб постановки НЗ» містить об'єкти з наведеними нижче параметрами.

Об'єкт 1 ( $O1_i$ ) – наземний засіб постановки НЗ з координатами  $(x_i, y_i)$  та потужністю випромінювання  $P_i$ . Нормована ДС антени описується функцією  $G_3(\theta) = 1$ .

Об'єкт 2 ( $O2_j$ ) – наземний засіб активного радіомаскування, а саме генератор адитивних частотно-концентрованих радіоперешкод UHF/VHF та Wi-Fi діапазону з координатами  $(x_j, y_j)$  та потужністю передавача  $P_j$ . Цифрована нормована ДС антени описується функцією  $G_f(\theta_j)$ .

Об'єкти 3 ( $O3_\gamma$ ) – наземні передавачі / приймачі радіосигналів UHF/VHF та Wi-Fi діапазону, розташовані в точках з координатами  $(x_\gamma, y_\gamma)$ , з потужністю передавачів  $P_\gamma$ . Об'єкти працюють із спрямованими антенами, цифрована нормована ДС яких описується функціями  $G_\gamma(\theta_\gamma)$ . Власні азимуты антен об'єктів складають кути  $\theta_\gamma$ . Чутливість радіоприймачів об'єктів  $O3_\gamma$  становить  $E_\gamma$ .

З огляду на запропоновану модель постає завдання провести просторову режекцію завад, спираючись на оптимальне розташування і спрямування антенних систем наземних передавачів / приймачів радіосигналів UHF/VHF та Wi-Fi, у разі адаптації потужності випромінювання та спрямування антен засобів активного радіомаскування.

Беручи до уваги праці попередників [12–17], простежимо розвиток наявних методів адаптації системи радіозв'язку мобільної компоненти тактичної ланки управління НГУ до умов впливу НЗ.

Припустимо, що сигнал і завада розповсюджуються у вільному просторі, тоді потужність корисного сигналу на вході будь-якого прийомопередавача складатиме  $P_{cy}$ :

$$P_{cy} = \frac{P_\gamma G_{cy}(\theta_\gamma) G_c(\theta_c) \lambda^2}{4\pi d_\gamma^2}, \quad (2)$$

де  $P_\gamma$  – потужність передавача корисного радіосигналу;

$G_c(\theta_c)$  – коефіцієнти підсилення антен передавача радіосигналу в напрямку на приймач;

$G_{cy}(\theta_\gamma)$  – коефіцієнти підсилення приймальної антени в напрямку на радіопередавач відповідного ПНГ;

$d_\gamma$  – відстань траси розповсюдження радіосигналу між прийомопередавачами ПНГ.

Обчислимо потужність, яка утворюється передавачем завад на приймачі, за принципом суперпозиції маємо:

$$P_{3\gamma} = \frac{\varphi\lambda^2}{4\pi} \sum_{\varphi=1}^{m+n} \frac{1}{R_\varphi^2} \sum_{i=1}^n P_i \sum_{j=1}^m P_j \sum_{\varphi=1}^{m+n} G_c(\theta_\varphi) G_3(\theta_\varphi), \quad (3)$$

де  $P_i$  – потужність засобів постановки НЗ;

$P_j$  – потужність засобів активного радіомаскування;

$G_c(\theta_\varphi)$  та  $G_3(\theta_\varphi)$  – коефіцієнти підсилення антен передавача завод у напрямку на приймач та приймальної антени у напрямку на радіопередавач завод відповідно;

$R_\varphi^2$  – відстань траси розповсюдження завади (задається залежно від апріорних даних, отриманих на етапі планування або під час безпосереднього проведення операції).

Із формул (1), (2), (3) випливає, що відношення потужностей сигналу та завади за умов радіоелектронної протидії системі передавання інформації за принципом суперпозиції буде:

$$K_{\Pi} = \frac{P_c}{P_3} = \frac{\frac{P_\gamma G_{cy}(\theta_\gamma) G_c(\theta_c) \lambda^2}{4\pi d_\gamma^2}}{\frac{\varphi\lambda^2}{4\pi} \sum_{\varphi=1}^{m+n} \frac{1}{R_\varphi^2} \sum_{i=1}^n P_i \sum_{j=1}^m P_j \sum_{\varphi=1}^{m+n} G_c(\theta_\varphi) G_3(\theta_\varphi)}. \quad (4)$$

З одержаної формули випливає, що для розв'язання задачі забезпечення стійкого радіообміну, яка потребує збільшення площі стійкого обміну із захистом  $S_n$ , можна з метою зменшення коефіцієнта придушення оперувати такими параметрами:

$P_\gamma$  – потужність передавача корисного радіосигналу ПНГ;

$P_j$  – потужність передавача завади від засобів активного радіомаскування;

$P_i$  – потужність передавача завади;

$R_\varphi$  – відстань між передавачем ПНГ та радіоприймачем ПНГ;

$d_\gamma$  – відстань між радіоприймачем ПНГ та передавачем;

$\theta_\gamma$  – кут напрямку спрямованої антени на передавач ПНГ;

$\theta_c$  – кут напрямку спрямованої антени на приймач ПНГ;

$\theta_\varphi$  – кут напрямку спрямованої антени на передавач завади.

Отже, вектор параметрів вирішення завдання забезпечення стійкого радіообміну має такий вигляд:

$$X = (P_i, P_j, P_\gamma, R_\varphi, d_\gamma, \theta_\gamma, \theta_c, \theta_\varphi). \quad (5)$$

Оскільки потужності передавачів НЗ можна вважати фіксованими, виникає можливість маніпулювання відстанями, потужністю передавачів завод від засобів активного радіомаскування та внаслідок вибору для антен передавачів і приймачів корисного сигналу відповідних засобів активного радіомаскування в кожній точці оптимального простору –  $S_z$  кутів  $\theta_\gamma, \theta_c, \theta_\varphi$  зі співвідношення (4) таких, що

$$K_{\Pi}(P_j, P_\gamma, R_\varphi, d_\gamma, \theta_\gamma, \theta_c, \theta_\varphi) = \min K_{\Pi}. \quad (6)$$

Узагальнюючи зазначене, сформулюємо правило визначення площі стійкого обміну із захистом  $S_z$  для точок оперативної мапи  $x, y \in \Omega$  ( $\Omega$  – множина точок оперативної мапи, що належить області бойових дій):

$$S_z = \{ \forall (x, y) \in \Omega | K_s(x, y, P_j, P_\gamma, R_\varphi, d_\gamma, \theta_\gamma, \theta_c, \theta_\varphi) = \min K_{\Pi} \leq K_{\text{пор}}; \quad (7)$$

$$K_{\text{пор}} \geq K_{\text{п}} = \left\{ \begin{array}{l} \frac{\frac{P_1 G_{c1}(\theta_1) G_c(\theta_c)}{d_1^2}}{\varphi \sum_{\varphi=1}^{m+n} \frac{1}{R^2} \sum_{i=1}^n P_i \sum_{j=1}^m P_j \sum_{\varphi=1}^{m+n} G_c(\theta_\varphi) G_3(\theta_\varphi)} \\ \frac{\frac{P_k G_{ck}(\theta_k) G_c(\theta_c)}{d_k^2}}{\varphi \sum_{\varphi=1}^{m+n} \frac{1}{R^2} \sum_{i=1}^n P_i \sum_{j=1}^m P_j \sum_{\varphi=1}^{m+n} G_c(\theta_\varphi) G_3(\theta_\varphi)} \end{array} \right. ; \quad (8)$$

$$K_{\text{пор}} \leq 10 \text{ Дб}. \quad (9)$$

Із виразу (8) випливає, що площа стійкого обміну із захистом залежить від форми ДС та відстані між елементами системи зв'язку. Тому для підтвердження запропонованої гіпотези про те, що в умовах застосування противником адитивних прицільних зосереджених за частотою завад та засобів активного радіомаскування можна забезпечити стійкий радіозв'язок, використано метод просторової режекції завад, що базується на оптимальному розташуванні та спрямуванні антенних систем наземних передавачів / приймачів радіосигналів UHF/VHF та Wi-Fi діапазону під час здійснення адаптації потужності випромінювання та спрямування антен засобів активного радіомаскування. Вихідними даними для побудови системи має бути тактична обстановка на мапі, а саме територіальне розташування вузлів системи радіомережі UHF/VHF та Wi-Fi діапазону.

### Висновки

Запропоновано простий та ефективний метод адаптації системи радіозв'язку мобільної компоненти тактичної ланки управління Національної гвардії України до умов впливу навмисних завад. Метод ураховує наявність зон зв'язку систем мобільного радіозв'язку та дальність дії генератора радіозавад з одночасним виконанням умов електромагнітної сумісності із радіозасобами каналу зв'язку.

Наукова новизна отриманого методу полягає в такому:

– розроблено метод просторової режекції завад, що базується на оптимальному розташуванні та спрямуванні антенних систем наземних передавачів і приймачів радіосигналів UHF/VHF та Wi-Fi діапазону в умовах застосування противником навмисних завад та засобів активного радіомаскування;

– вперше запропоновано підхід до адаптації системи радіозв'язку мобільної компоненти тактичної ланки управління Національної гвардії України з огляду на тактичну обстановку та територіальне розташування вузлів радіомережі для підвищення завадозахищеності;

– обґрунтовано математичну модель взаємодії елементів системи радіозв'язку та засобів активного радіомаскування, яка дає змогу визначити оптимальні параметри антенних систем та потужності випромінювання для забезпечення стійкого зв'язку;

– визначено порогові значення коефіцієнта придушення, за яких гарантовано зберігається необхідна якість прийому сигналу в умовах дії прицільних зосереджених завад;

– розширено поняття зони стійкого радіообміну, зокрема обґрунтовано залежність її площі від форми діаграми спрямованості та відстані між елементами системи зв'язку;

– вперше проведено аналіз сумісного впливу навмисних завад і засобів активного радіомаскування на стійкість радіоканалів, що дає змогу обґрунтовано підходити до планування радіозв'язку в умовах РЕБ.

Напрямок подальших досліджень є розроблення методики оптимального розташування генераторів радіозавад, яка забезпечує ефективне приглушення засобів радіорозвідки противника без порушення електромагнітної сумісності із власними засобами зв'язку.

*Стаття надійшла до редакції 12.12.2024 р.*

## Перелік джерел посилання

1. Іохов О. Ю. Захист радіомереж підрозділів Національної гвардії України від радіотехнічної розвідки : монографія. Харків : НА НГУ, 2017. 222 с.
2. De Martino A. Introduction to Modern EW Systems. 2nd ed. Boston: Artech House, 2018.
3. Bounds Calculation Method Of Electromagnetic Availability Zone Of Radio Emission Source / V. Maliuk et al. *Advances in Military Technology*. 2022. Vol. 17. No. 2. P. 341–356. DOI: <https://doi.org/10.3849/aimt.01739>.
4. TEWS: Tactical Electronic Warfare System [viewed 2024-03-02]. URL: <https://cutt.ly/owMTUA2N> (accessed 10 May 2024).
5. Kumar A. L. and Maheswari Y. U. Electromagnetic Interference and Electromagnetic Compatibility. Principles, Design, Simulation, and Applications. Boca Raton : CRC Press.
6. 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. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nitps\\_2015\\_1\\_22](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nitps_2015_1_22) (accessed 10 May 2024).
7. Горбов О. М. Інтегральний метод побудови системи захисту радіоканалів військового призначення. *Системи озброєння і військова техніка*. 2015. № 1. С. 92–96.
8. Малюк В. Г., Тимченко С. Ю. Комп'ютерний аналіз умов працездатності радіоканалу VHF/UHF діапазону з урахуванням зон електромагнітної доступності джерел радіовипромінювання. *Збірник наукових праць Національної академії Національної гвардії України*. Харків : НА НГУ, 2023. Вип. 1 (41). С. 82–91. DOI: <https://doi.org/10.33405/2409-7470/2023/1/41/280885>.
9. MOTOTRBO™ DP4000 Series Digital Two-way Portable Radios. URL: <https://cutt.ly/n6qkWeQ> (accessed 10 May 2024).
10. 3D Electromagnetic Field Simulator for RF and Wireless Design. URL: <https://cutt.ly/HtJrTD7> (accessed 10 May 2024).
11. Основні аспекти радіоелектронного захисту системи радіозв'язку тактичної ланки управління ВВ МВС України під час виконання завдань за призначенням в умовах міста / Іохов О. Ю. та ін. *Честь і закон*. 2012. № 4. С. 40–48.
12. Іохов О. Ю. Розроблення рекомендацій щодо підвищення безпеки радіомереж тактичної ланки управління ВВ МВС України. Харків : Академія внутрішніх військ МВС України, 2012. С. 175.
13. Іохов О. Ю., Малюк В. Г., Кузминич І. В., Сєверінов О. В. Оцінювання завадостійкості каналу радіозв'язку тактичної ланки управління підрозділів внутрішніх військ шляхом імітаційного моделювання. *Системи управління, навігації та зв'язку*. 2013. Вип. 3 (27). С. 153–158.
14. Малюк В. Г., Іохов О. Ю., Кузминич І. В. Визначення меж зони досяжності радіозв'язку з підрозділом внутрішніх військ в умовах радіопридушення. *Системи озброєння і військова техніка*. 2014. Вип. 1 (37). С. 56–61.
15. Белокурський Ю. П., Козлов В. Є., Поповський В. В., Щербина О. О. Антенна система заглушення радіокерованих вибухових пристроїв. *Збірник наукових праць Академії внутрішніх військ МВС України*. Харків : Акад. ВВ МВС України, 2007. Вип. 1-2 (9-10). С. 46–50.
16. Захист інформації в каналах управління підрозділами внутрішніх військ МВС України / Ю. П. Белокурський та ін. *Збірник наукових праць Академії внутрішніх військ МВС України*. Харків : Акад. ВВ МВС України, 2013. Вип. 1. С. 63–64.
17. Белокурський Ю. П., Козлов В. Є., Лищенко В. В., Щербина О. О. Дослідження імпровізованих діаграмоутворюючих пристроїв для захисту інформації : тези доп. наук.-практ. конф. Харків, 2011. С. 65.

**Манько Андрій Васильович** – командир військової частини 3007 Національної гвардії України  
<https://orcid.org/0009-0002-9860-9561>