

телекомунікаційних технологій та військового застосування БПЛА. Автори пропонують нову концепцію бездротової підзарядки, яка використовує радіочастотне випромінювання в діапазоні понад 100 ГГц та організацію передачі енергії у першій зоні Френеля. Це суттєво розширює наукове уявлення про ефективність та безпеку дистанційної енергопередачі на ультрависоких частотах. З точки зору можливості практичного впровадження, результати дослідження є актуальними для підрозділів спеціального призначення, зокрема у сфері забезпечення автономності та живучості безпілотних систем у зонах радіоелектронного протиборства. З практичної точки зору, отримані результати можуть бути впроваджені у комплексах забезпечення енергетичної автономності безпілотних літальних апаратів спеціального призначення. Особливої уваги заслуговує застосування надвисоких частот для підвищення завадостійкості систем управління, що є надзвичайно актуальним в умовах активного радіоелектронного протиборства. Експериментальні напрацювання щодо зменшення масо-габаритних характеристик випромінюючої системи також свідчать про високий рівень готовності результатів до подальшої дослідно-конструкторської реалізації.

В Україні аналогічні рішення при застосуванні БПЛА не використовують, а за кордоном інноваційне рішення є новим, оскільки із загальнодоступних джерел інформації не відомі застосовані у ньому послідовності операцій в єдиній сукупності процесу бездротової електромагнітної передачі енергії від зарядного пристрою до елементів джерела бортового живлення БПЛА. Зарядні станції можна встановити в командних центрах ЗСУ, щоб підвищити ефективність автономної роботи безпілотників та постійний контроль над ситуацією.

Ключові слова: БПЛА, зарядні станції, бездротова підзарядка, терагерцовий діапазон.

Література

[1] Зарядка БПЛА. [Електронний ресурс]. Доступно: https://man.kr.ua/wp-content/uploads/2024/09/koshman_prezentacziya.pdf

УДК 004.032.26

МЕТОДОЛОГІЯ ПОБУДОВИ ІНФОРМАЦІЙНО-УПРАВЛЯЮЧИХ СИСТЕМ АВТОНОМНИХ КОМПЛЕКСІВ РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ БОРОТЬБИ НА ОСНОВІ КОГНІТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

¹⁾Козлов В. Г., ²⁾Козлов Д. В.

¹⁾ЦНДІ ОВТ ЗС України, Київ, Україна

²⁾Військовий інститут телекомунікації та інформатизації імені Героїв Крут, Київ, Україна
E-mail: kozlovvadim@ukr.net, novolans2014@gmail.com

У сучасних умовах розвитку засобів радіоелектронної боротьби (далі - РЕБ) ефективність автономних комплексів визначається не лише технічними характеристиками окремих компонентів, а й рівнем їхньої інтеграції в єдину інфор-

маційно-управляючу систему (далі - ІУС). Формування таких систем потребує впровадження когнітивних технологій, які забезпечують адаптивність, ситуаційну обізнаність і здатність до прийняття оптимальних рішень в умовах динамічної електромагнітної обстановки.

Актуальність дослідження зумовлена необхідністю створення архітектур ІУС, здатних забезпечити замкнений цикл управління, що враховує процеси виявлення загроз, оцінювання їхньої критичності, прийняття рішень і реалізації впливу на радіоелектронні засоби (далі - РЕЗ) противника. Реалізація такого підходу потребує використання методів багатокритеріального аналізу для обґрунтування пріоритетності цілей та вибору оптимальних варіантів дій.

Метою роботи є розроблення методології побудови ІУС автономних комплексів РЕБ на основі когнітивних технологій із забезпеченням високої автономності, адаптивності та обчислювальної ефективності в реальному часі.

Основне завдання полягає у формуванні типових функціональних архітектур ІУС, розробці алгоритмів агрегації даних, ранжування цілей за багатокритеріальним підходом та обґрунтуванні вибору методів прийняття рішень для оптимізації впливу на РЕЗ противника.

Процес розробки ІУС автономного комплексу РЕБ базується на застосуванні багаторівневої архітектури, яка забезпечує ефективну інтеграцію даних із різномірних сенсорних систем, їх обробку, аналіз та прийняття рішень у реальному часі. Основними принципами побудови ІУС є ієрархічність управління, модульність структури, інформаційна узгодженість підсистем та когнітивна адаптивність до змін електромагнітного середовища. Впровадження цих принципів створює передумови для забезпечення стійкості системи в умовах високої мінливості зовнішнього середовища та багатомірності інформаційних потоків.

Використання механізмів динамічного формування стратегій протидії дозволяє автономному комплексу РЕБ своєчасно реагувати на зміну тактики противника. Саме в цьому контексті інтеграція технологій штучного інтелекту (ШІ) у функціональну структуру ІУС стає критично важливою умовою підвищення її автономності, гнучкості та ефективності у середовищі інформаційного протистояння.

Розвиток концепції автономності ІУС вимагає не лише вдосконалення механізмів адаптації, але й створення архітектури, здатної забезпечувати гнучкий перерозподіл ресурсів та масштабованість функціональних підсистем залежно від зміни оперативної обстановки. Особливе значення при цьому набуває здатність системи до оперативного реагування на критичні зміни у інформаційно-електромагнітному середовищі, що потребує побудови замкнених контурів управління. Ці контури мають охоплювати всі основні процеси: від виявлення та ідентифікації загроз до оцінювання їх критичності, прийняття рішень та реалізації заходів впливу.

У цьому контексті інформаційно-управляюча система автономного комплексу РЕБ виступає центральною ланкою, яка координує взаємодію сенсорних підсистем, виконавчих елементів, систем передачі даних та обчислювальних

модулів. В основі функціонування ІУС лежить інтегрована інформаційна модель обстановки, що формується у реальному часі шляхом об’єднання даних з різномірних джерел. Наявність такої моделі забезпечує системі можливість здійснювати безперервне оцінювання поточної ситуації, прогнозування розвитку обстановки та обґрунтоване прийняття рішень для досягнення домінування в інформаційно-електромагнітному середовищі. Розглянемо призначення складових частин типової функціональної архітектури ІУС автономного комплексу РЕБ (рис. 1).

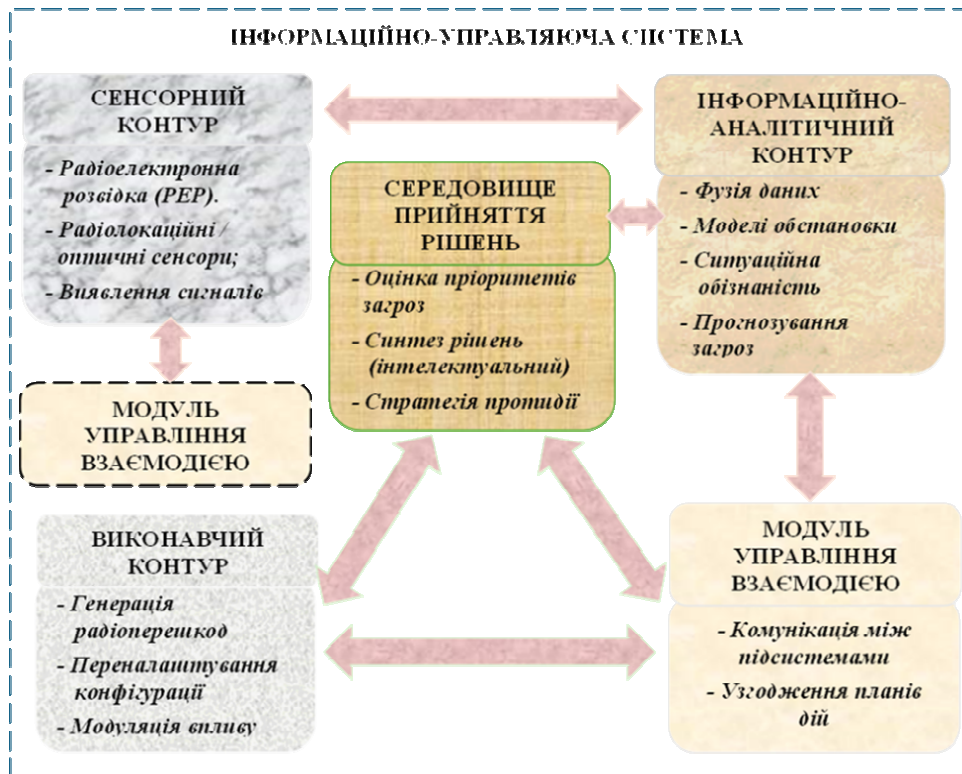


Рис. 1. Типова функціональна архітектура інформаційно-управляючої системи автономного комплексу РЕБ

Відповідно до свого функціонального призначення сенсорний контур забезпечує збір даних про електромагнітну обстановку та сигнатури джерел радіовипромінювання, здійснюючи первинну обробку та класифікацію отриманих радіосигналів. Отримана первинна інформація передається до інформаційно-аналітичного контуру, в якому відбувається глибока обробка отриманої інформації з подальшою оцінкою ситуації щодо формування цілісної інформаційної моделі радіоелектронної обстановки на полі бою. Це дозволяє прогнозувати подальшу поведінку противника.

Сформовані результати аналізу передаються у середовище прийняття рішень, яке є ядром ІУС і відповідає за інтеграцію всіх наявних даних, аналіз ризиків та обрання оптимального сценарію дій із застосуванням сучасних методів ШІ, таких як нейронні мережі, байєсові мережі, генетичні алгоритми та інше.

Обрані рішення реалізуються виконавчим контуром у формі відповідних впливів на джерела радіовипромінювання, зокрема через постановку активних перешкод, переналаштування частотних та фазових параметрів, а також вибором оптимальних режимів роботи комплексу. Ефективна взаємодія всіх зазначених контурів забезпечується модулем управління взаємодією, який координує дії між внутрішніми підсистемами комплексу та зовнішніми системами зв'язку, а також відповідає за обмін інформацією з іншими об'єктами бойового управління з метою досягнення узгодженості та оперативності реагування на зміни електромагнітної обстановки.

Ключові слова: автономні комплекси РЕБ, інформаційно-управляюча система, когнітивне управління, штучний інтелект у РЕБ, адаптивне прийняття рішень, сенсорний контур, інформаційно-аналітичний контур, середовище прийняття рішень.

Література

- [1] T. L. Saaty, *The Analytic Hierarchy Process*. New York: McGraw-Hill, 1980.
- [2] C. L. Hwang and K. Yoon, *Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications*. Springer-Verlag, 1981.
- [3] B. Roy, “The outranking approach and the foundations of ELECTRE methods,” *Theory and Decision*, vol. 31, no. 1, pp. 49–73, 1991.
- [4] M. R. Endsley, “Toward a Theory of Situation Awareness in Dynamic Systems,” *Human Factors*, vol. 37, no. 1, pp. 32–64, 1995.
- [5] S. Russell and P. Norvig, *Artificial Intelligence: A Modern Approach*, 3rd ed. Prentice Hall, 2010.
- [6] A. Ghasemi and E. S. Sousa, *Fundamentals of Cognitive Radio*. Springer, 2011.
- [7] J. Mitola, “Cognitive Radio: An Integrated Agent Architecture for Software Defined Radio,” Ph.D. dissertation, Royal Institute of Technology (KTH), Stockholm, Sweden, 2000.
- [8] S. Jajodia, V. S. Subrahmanian, V. Swarup, and C. Wang, *Cyber Situational Awareness: Issues and Research*. Springer, 2010.
- [9] I. F. Akyildiz, W.-Y. Lee, M. C. Vuran, and S. Mohanty, “Next generation/dynamic spectrum access/cognitive radio wireless networks: A survey,” *Computer Networks*, vol. 50, no. 13, pp. 2127–2159, 2006.

УДК 531.7

КОМП'ЮТЕРИЗОВАНА ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНА СИСТЕМА МЕХАНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК АСИНХРОННОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДУ ВІДЦЕНТРОВИХ НАСОСІВ

Подчащинський Ю. О., Магалецький Я. В., Чепюк Л. О.
Державний університет “Житомирська політехніка”, Житомир, Україна
E-mail: jup@ztu.edu.ua, traveller2762@gmail.com

При експлуатації насосного обладнання дуже важливі вимоги висуваються до електродвигунів. Дуже важливо мати оцінку механічних характеристик асинхронних двигунів відцентрових насосів в процесі ремонту або при заміні двигуна. Знання поточних механічних характеристик двигуна електроприводу на-