

5. Szcześniak, J., & Gorzelańczyk, P. (2024). Analysis of the use of logistics-telematics systems for cost reduction in a transport company. *Journal of Sustainable Development of Transport and Logistics*, 9(1), 6–18. <https://doi.org/10.14254/jsdtl.2024.9-1.1>
6. Mubarak, E. M., Ridha, A. Z., & Abdullah, Z. T. (2024). Multi-criteria assessment methodology for remanufacturing conventional grinding machines into CNC machine tools. *Economics, Management and Sustainability*, 9(2), 29–43. <https://doi.org/10.14254/jems.2024.9-2.4>

УДК: 004.4:623.746.9:355.48

Р.Л. Голосинський

аспірант кафедри комп'ютерних наук та інформаційних технологій (302), факультет систем управління літальних апаратів, Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут» Україна

ПРОБЛЕМАТИКА ПРОГРАМНИХ РІШЕНЬ ДЛЯ КЕРУВАННЯ БЕЗПІЛОТНИКАМИ У ВІЙСЬКОВИХ КОНФЛІКТАХ

R.L. Holosynskyi

**PhD Student, Department of Computer Science and Information Technologies (302),
Faculty of Aircraft Control Systems,
National Aerospace University «Kharkiv Aviation Institute»,
Ukraine**

CHALLENGES OF SOFTWARE SOLUTIONS FOR DRONE CONTROL IN MILITARY CONFLICTS

24 лютого 2022 року Україна зазначала повномасштабного вторгнення з боку Російської Федерації, внаслідок чого по всій території України було введено військовий стан [1]. Враховуючи перевагу у чисельності особового складу російських військ над українськими військами [2, с. 15], використання Україною безпілотних літальних апаратів (надалі - БПЛА) стало надважливим інструментом на полі бойових дій. Фактично БПЛА наразі відіграють ключову роль в українській розвідці, нанесенні ударів, евакуації тощо [3, с. 5-6]. Однак, ефективність їхнього використання значною мірою залежить від програмного забезпечення, а також від особливостей застосування радіочастот та алгоритмів управління.

Автор погоджується із іноземними науковцями щодо існування великої кількості проблем застосування БПЛА в надважких умовах військових конфліктів, до яких можливо віднести наступне: високий ступінь аварійності через збій програмного забезпечення [4]; невеликі можливості до навігації у складних умовах без застосування GPS [5]; труднощі у розпізнаванні об'єктів і цілей при недостатній видимості [5]; обмежені можливості щодо подолання РЛС перешкод [5]; обмежена автономність у прийнятті рішень під час бойових дій [5]; проблеми координації та безпеки при задіяні рою БПЛА [6], проблеми передачі даних, зокрема обмеження пропускну здатності, затримки та ненадійність зв'язку між БПЛА та наземними станціями [7] тощо.

Вітчизняні науковці, з огляду на проблеми з якими українські військові стикаються в рамках військового російсько-українського конфлікту, виділяють також необхідність уникнення і захисту від радіоелектронного впливу зі сторони противника (наприклад, використання засобів радіоелектронної боротьби призводить до порушення злагодженої дії рою БПЛА, часткового або повного блокування сигналів управління, GPS-навігації та каналів передачі відеоінформації) [8, с. 102]. Це створює умови, за яких навіть високотехнологічні системи можуть втрачати функціональність або виходити з ладу. Додатково, вітчизняні

науковці також вказують на необхідність розроблення ефективної методології планування бойових дій масованої атаки хвилями бойових БПЛА на цілі противника [9, с. 209].

Існуючі проблеми ставлять перед розробниками нові завдання щодо створення більш стійких до зовнішніх впливів систем БПЛА, які дозволять, як окремим БПЛА, так і БПЛА, які діють у складі рою, ефективно функціонувати навіть в умовах активного радіоелектронного впливу. При цьому, автор вважає, що на сьогоднішній день зазначені проблеми залишаються невирішеними.

Окремо, необхідно зазначити про те, що нагальною є проблема вдосконалення технології впровадження алгоритмів адаптивного управління діями БПЛА, які здатні автоматично змінювати маршрут або режим дій у разі втрати GPS чи переривання сигналу з командного центру.

Можливо варто розглянути, зокрема, перспективи розробки і застосування рішень на основі штучного інтелекту, які дозволять БПЛА самостійно аналізувати ситуацію на полі бою та приймати рішення у реальному часі.

Таким чином, можемо висувати, про те, що нагальною потребою є модернізація БПЛА, удосконалення програмного забезпечення і зміна підходу до їхнього застосування у групі (рою), з урахуванням усіх вищезазначених проблем.

Література

1. Про введення воєнного стану в Україні: Указ Президента України від 24.02.2025 р. № 64/2022. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/64/2022#Text>
2. 100 запитань та відповідей про російсько-українську війну / Збірник інформаційно-аналітичних матеріалів / А. М. Романишин, С. В. Черевичний, О. П. Остапчук та ін.— К.: НДЦ ГП ЗС України, 2023. – 81 с. URL: https://sprotyvg7.com.ua/wp-content/uploads/2023/06/100_%D0%B7%D0%B0%D0%BF%D0%B8%D1%82%D0%B0%D0%BD%D1%8C-%D0%BF%D1%80%D0%BE-%D1%80%D0%BE%D1%81%D1%96%D0%B9%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%BE-%D1%83%D0%BA%D1%80%D0%B0%D1%97%D0%BD%D1%81%D1%8C%D0%BA%D1%83-%D0%B2%D1%96%D0%B9%D0%BD%D1%83.pdf
3. Андерсон Г. Г. Безпілотні системи військового призначення: досвід та перспективи застосування. *Академічні візії*. 2024. Вип. 35. С. 1-13. URL: <https://academy-vision.org/index.php/av/article/view/1346/1220>
4. Software in military aviation and drone mishaps: Analysis and recommendations for the investigation process / V. L. Foreman et al. *Reliability Engineering & System Safety*. 2015. Vol. 137. P. 101–111. URL: <https://doi.org/10.1016/j.res.2015.01.006>
5. Petrovski A., Radovanović M. Application of drones with artificial intelligence for military purposes. *Conference: 10 th International Scientific Conference od Defensive Technologies*, 2022. P. 92-100. URL: https://www.researchgate.net/publication/364324778_APPLICATION_OF_DRONES_WITH_ARTIFICIAL_INTELLIGENCE_FOR_MILITARY_PURPOSES
6. Unmanned Aerial Vehicles Formation Control and Safety Guarantee / Maolong Lv., Boyang Zh., Haibin D., Yuyuan Sh., Chuhan Zh., 2025. 325 p.
7. Unmanned Aircraft Systems: UAVS Design, Development and Deployment / Austin R., Moir I., Seabridge A., Langton R., 2010. 386 p.
8. Кутень Р. Б., Синявський О. Ю. Методи і засоби забезпечення стабільності та захисту радіозв'язку в умовах складної електромагнітної обстановки. *Computer systems and networks*. Вип. 6, №. 1, 2024. с. 99-107. URL: <https://doi.org/10.23939/csn2024.01.099>
9. Fedorovich O., Krytskyi D., Leshchenko O., Yashina O., Malieieva Yu.. Modeling waves of a strike drones swarm for a massive attack on enemy targets. *Radioelectronic and Computer Systems*. 2024. Т. 2024, № 2. С. 203–212. URL: <https://doi.org/10.32620/reks.2024.2.16>