


DOI 10.36074/grail-of-science.19.11.2021.047

TRENDS IN THE DEVELOPMENT OF UNMANNED AVIATION COMPLEXES AND THEIR RADIO EQUIPMENT

RESEARCH GROUP:

Brytov Oleksandr 


Listener

National Defence University of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Chmil Yurii 


Assistant to the Chief of the Training Unit of the Faculty

Kharkiv National University of the Air Force named by I. Kozhedub, Ukraine

Dzhus Volodymyr 

Candidate of Engineering Sciences, docent, Associate Professor

Kharkiv National Air Forces University, Kharkiv, Ukraine

Koplik Oleksandr 

Lecturer

Kharkiv National University of the Air Force named by I. Kozhedub, Ukraine

Kozlov Dmitro 

Senior Instructor

Kharkiv National University of the Air Force named by I. Kozhedub, Ukraine

Kriuchkov Dmytro 

lecturer

Kharkiv National University of the Air Force named by I. Kozhedub, Ukraine

Lyaskovsky Vadim 


Senior Lecturer

Kharkiv National University of the Air Force named by I. Kozhedub, Ukraine

Medinets Ivan 

Senior Lecturer

Kharkiv National University of the Air Force named by I. Kozhedub, Ukraine

Sharapa Ivan 

Lecturer

Kharkiv National University of the Air Force named by I. Kozhedub, Ukraine

Skopintsev Oleh 

Associate Professor of the Department of tactics and General military sciences

Kharkiv National University of the Air Force named by I. Kozhedub, Ukraine

Summary. *The issues of modern trends in the development of unmanned aviation complexes are considered. The main ways of their current and promising application are given, the main differences from pilot. The main ways of improving radio equipment of unmanned aviation complexes are considered. It is listed that in the near future, unmanned aerial vehicles will significantly affect the progress of military conflicts.*

Keywords: *unmanned aviation complex, radio technologies, operation, development trends, appointment, elemental base, technical solutions.*

Introduction. An analysis of the experience of conducting military operations of the last decade indicates a significant impact on the fulfillment of the tasks of unmanned aviation complexes. Analysis of military conflicts in Yugoslavia, Iraq, Afghanistan, Libya, Syria, Yemen Arab Republic and Nagornly Karabash showed a significant development of drones, their continuous improvement and application. Unmanned aviation complexes in most cases are aerodynamic goals with a small effective scattering surface, are moving on a complex trajectory with the relief of terrain and minimization (avoidance) of the time of finding in the radar action zone (their detection by a separate RLS of time finding in the zone of its detection is often not enough for Measurement of the required motion parameters and the ties of the trajectory) capable of performing a variety of functions that causes their widespread use. In connection with the above, it is expedient consideration of the issue of their application and further development, analysis of ways to improve their radio equipment.

Literature review. At this time, without resorting to the details of each individual conflict, in the analysis of literature [1-55] it can be concluded that the use of unmanned funds generated low measures to combat them - improvement of methods and methods of obtaining radar information, creation and use of multiposition systems, development of passive location methods, electronic intelligence and counteraction. Much attention is paid to the improvement of technical operation of electronic means and training of service personnel. The advanced states of the world spend significant funds on the development of means of counter-aircraft complexes, and directly on the complexes themselves.

The purpose of the work is overview of the main ways of development of unmanned unmanned aviation complexes and their radio equipment.

Main material. The modern concept of aerial forces involves the use of unmanned devices instead of classical aviation (aircraft and helicopters). Unmanned Aviation Complex (UAC) - Aviation Complex, the main component of which is an unmanned aerial vehicle (UAV) with a power plant that uses aerodynamic power during a flight capable of flying autonomously or using remote control, has the ability to carry weapons, intelligence, radio-electronic and Other equipment. Modern UACis characterized by small sizes, low optical and radar contrast. In the Armed Forces of the leading states of the world, BPAK are increasingly used instead of piloting aircraft to perform combat intelligence tasks, observing the battlefield, destruction of terrestrial purposes, creating false air targets.

The possibilities of unmanned aviation are determined by:

- tactical and technical characteristics of aircraft;
- level of preparedness of personnel - equipment;

- necessary flight range; - the maximum permissible finding in the air;
- the ability to prevent the enemy's airfares;
- an existing flight resource.

From the analysis of BPAK, their main tasks were:

- performing combat tasks for conducting intelligence and observation by the battlefield;
- destruction of terrestrial purposes;
- creation of false air targets;
- drawing massed strokes with high-precision ammunition with the support of radio electronic suppression systems and modern lesions;
- evaluation of air strikes of aviation.
- defeat critical for enemy objects.

Compared to manned planes at this time, UAC has a number of features:

- a small range of existing heights and rates of canvas;
- the possibility of a long flight with a wide range of overloads;
- restrictions on the range of transmission and acceptance of information;
- greater dependence on the influence of radio electronic suppression of the enemy;
- a relatively small nomenclature and the number of lesions;
- absence of losses of flight composition;
- the ability to stay in high degrees of combat readiness is virtually unlimited period;
- smaller sizes, visibility and vulnerability from means of air defense;
- less operating costs; - significantly smaller cost and term of operator preparation;
- the possibility of executing several diverse tasks in one departure (for example, shock and fighter, intelligence, and other tasks);
- lack of compulsory binding of places of start and landing to stationary infrastructure objects;
- more stringent restrictions on the maximum proximity of wind speed on take-off and landing.

At the same time, the review of the evolution of UAC allows to separate the following features of their development directions:

- increase of flight range; - reduction of visibility (optical, location, acoustic);
- introduction of modern means and navigation, management and communication systems;
- application of perfect means of damage to both fire (modern weapons systems), and not fireproof (electronic struggle and counteracting);
- application of several different types of intelligence and observation simultaneous means;
- improvement of the organization of the control system of UAC;
- increase of the degree of autonomy of execution of tasks;
- rationalization of the distribution of tasks between manned and unmanned aviation;
- multipurpose use;

- an increase in the share of information processed on board information due to the introduction of high-speed information metabolism, improvement of on-board automatic detection systems, recognition and maintenance of purposes;
- reduction of time receipt of received data to users within the combined information network);
- application of mobile (portable) data analysis systems from all sources of information receipt, flight planning systems and routes of flying aircraft of their troops;
- organization of flexible interaction with collection, analysis and distribution of information.

At the same time, the success of most tasks ВРАК depends on its radio equipment. At this time there are tendencies of their development in the following directions.

The use of several frequency ranges of radiation and receiving signals, expansion of ranges, development of radar of meter range of wavelengths. Creating a number of range RLS with a combined antenna system.

Achieving new features of radar and unification due to deep modernization, introducing additional modes, integration and remote control. For example, the monitoring of the radio electronic environment in the lane of the operating frequencies of the radar can increase the possibility of intelligence in radio electronic counteraction.

Improvement of the construction of radar or individual structural elements, the use of advanced technologies in the construction of antennas, nodes and radtle systems, improvement of operational characteristics, for example:

- alignment on one antenna of primary and secondary channels;
- replacement of magnetic and vacuum high-voltage modulators in transmitters on thyristor-transistor modules;
- using non-traditional emitters in antenna systems;
- transition to desired transmitters to increase operational reliability and reduce the cost of exploitation.

Implementation of new methods and algorithms for signal processing:

- use of analog-to-digital transformation and the formation of probe signals directly on the carrier frequency, radiation of multifrequent probing signals with various modulation laws in one radiation period;
- modularity of construction, universality of signal processing, implementation of the principle: former (computer) - power amplifier - antenna;
- use of active and ring phased outdated antenna grills that open extensive opportunities for adaptive formation of antennas patterns and provide radio review zones without mechanical rotation of an antenna system, which increases the operational reliability of the radar, simplifies maintenance, provides opportunities for flexible control of space reviewing space and opens prospects. regarding the expansion of RLS functionality.

Conclusions. Thus, it can be concluded that in the near future, in the course of military conflicts, high-tech unmanned aerial vehicles will play a significant role in confronting, and the fight against them will be conducted with a significant cost of resources.

References:

- [1] Скорик А.Б., Моргун Є.В., Крючков Дмитро, & Олійник Ю.В. (2019). Системні аспекти об'єктно-орієнтованого проектування складних військово-технічних систем. *НОВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ – ДЛЯ ЗАХИСТУ ПОВІТРЯНОГО ПРОСТОРУ*, 212. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5651637>
- [2] Джус В.В., Антонов Д.В., Крючков Дмитро, & Шевченко В.О. (2019). Програмний комплекс-тренажер обслуги зенітного ракетного комплексу середньої дальності з разгалудженням робочих місць. *НОВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ – ДЛЯ ЗАХИСТУ ПОВІТРЯНОГО ПРОСТОРУ*, 198. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5651618>
- [3] Петрук С.М., Крючков Дмитро, Джус В.В., & Чміль Ю.О. (2020). Вдосконалення технічної експлуатації при проведенні тренувань, відпрацюванні питань використання за призначенням та підтриманні технічного стану радіотехнічних засобів протиповітряної оборони бойовими обслугами. *ПРОБЛЕМИ КООРДИНАЦІЇ ВОЄННО-ТЕХНІЧНОЇ ТА ОБОРОННО-ПРОМИСЛОВОЇ ПОЛІТИКИ В УКРАЇНІ. ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ*, 174, 175. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5651579>
- [4] Крючков Д.М., Роцупкін Є.С., Титаренко Р.В., & Шулежко В.В. (2019). Шляхи підвищення можливостей засобів протиповітряної оборони при роботі з об'єктами, що рухаються по балістичній траєкторії. *Актуальні Питання Забезпечення Службово-бойової Діяльності Військових Формувань Та Правоохоронних Органів*, 104, 105. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5651545>
- [5] Нестеров Д.О., Павленко М.А., Крючков Д.М., & Кириченко Д.Л. (2020). Інтелектуальні методи прогнозування технічного стану радіотехнічних систем зенітного ракетного комплексу середньої дальності. *НОВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ – ДЛЯ ЗАХИСТУ ПОВІТРЯНОГО ПРОСТОРУ*, 266, 267. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5651499>
- [6] Крючков Дмитро, Мірюгін В.І., Титаренко Роман, & Чміль Ю.О. (2020, August 26). *ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО УДОСКОНАЛЕННЯ ІСНУЮЧИХ ТРЕНАЖНИХ ІМІТАЦІЙНИХ КОМПЛЕКСІВ ВОГНЕВИХ ЗАСОБІВ УРАЖЕННЯ ПРОТИПОВІТРЯНОЇ ОБОРОНИ. Створення та модернізація озброєння і військової техніки в сучасних умовах, ДНДІ ВС ОБТ, Чернігів*. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5578770>
- [7] Дмитро Крючков, Pavlenko Maksim, Vetoshkin O., Reznichenko A., Mukhartov A., & Sikachov O. (2021, March 23). *PROPOSALS FOR IMPROVING THE PROFESSIONAL TRAINING OF SPECIALISTS OF RADIO-TECHNICAL FACILITIES AIR DEFENCE. НОВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ – ДЛЯ ЗАХИСТУ ПОВІТРЯНОГО ПРОСТОРУ*, Kharkiv. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5578692>
- [8] Kriuchkov Dmytro, Pavlenko Maksim, Pluzhnik Oleksandr, Kovalenko Vladislav, & Kuzmenko Dmytro. (2020, March 15). Prediction of the technical state of radio equipment using the approximation of changes in their parameters by orthogonal chebyshev polynomials. Application of information technologies in the preparation and operation of law enforcement forces, Kharkiv. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5578529>
- [9] Крючков Д.М., & Титаренко Р.В. (2020). *ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО УДОСКОНАЛЕННЯ ТРЕНАЖНИХ ІМІТАЦІЙНИХ КОМПЛЕКСІВ ПІДГОТОВКИ БОЙОВИХ ОБСЛУГ З УРАХУВАННЯМ ВІДПРАЦЮВАННЯ ПИТАНЬ ТЕХНІЧНОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ВИРОБІВ. Спільні дії військових формувань і правоохоронних органів держави: проблеми та перспективи*, Одеса. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5541724>
- [10] Brytov, O., Belyaev, D., Rasstryhin, O., Shknai, O., Zvieriev, O., Basarab, V., Chmil, Y., Khyzhniak, A., Kriuchkov, D., Reznichenko, O., Semeniuk, A., & Skopintsev, O. (2021). Analysis of modern methods and means of electronic intelligence for special purposes for monitoring threatening stationary and mobile objects. *InterConf*, (81), 249-264. <https://doi.org/10.51582/interconf.21-22.10.2021.032>

- [11] Artikula, A., Britov, D., Chmil, Y., Haibadulov, B., Kriuchkov, D., Reznichenko, O., Semeniuk, A., Skopintsev, O., Tulenko, I., Tulenko, M., Tytarenko, R., & Vetoshkin, A. (2021). The method of evaluating the operation of radio technicians of special purpose in extreme (crisis) situations. *InterConf*, (75), 247-259. – Режим доступу: <https://doi.org/10.51582/interconf.19-20.09.2021.030>
- [12] Маслов, А.Ф., Рошупкин, Е.С., Хмелевский, С.И., & Селевко, В.Н. (2002). Потенциальная точность измерения времени запаздывания путем учета фазовой структуры принимаемых разнесенными аппертурами сигналов. *Збірник наукових праць*, 3 (41), 83–85. – Режим доступу: <https://doi.org/10.5281/zenodo.5525818>
- [13] Маслов А.Ф. Ошибки измерения координат источника излучения при обработке пространственной фазовой структуры принимаемого разнесенной корреляционно-базовой системой сигнала / А.Ф. Маслов, Е.С. Рошупкин, О.П. Колодей // Системи обробки інформації. – 2003. – № 1(23). – С. 125-138. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/soi_2003_1_21
- [14] Седишев П.Ю. Однозначне оцінювання дальності рухомої цілі при її супроводженні по швидкості й кутових координатах радіолокатором з використанням когерентних сигналів з високою частотою повторення імпульсів / П.Ю. Седишев, А.О. Подорожняк, Є.С. Рошупкін // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. – 2009. – № 1(1). – С. 71-74. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nitps_2009_1_20
- [15] Герасимов С.В. Оцінка параметрів руху повітряних об'єктів при об'єднанні результатів незалежних первинних вимірювань в активній багатопозиційній системі радіолокації / С.В. Герасимов, Д.М. Ізосімов, Є.С. Рошупкін, О.М. Богдановський // Системи озброєння і військова техніка. – 2010. – №3. – С. 110-113. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/soivt_2010_3_28
- [16] Герасимов С.В. Оценка параметров движения маневрирующих воздушных объектов в активной некогерентной системе при обработке информации от нескольких неравноточных источников с разным темпом обзора пространства / С.В. Герасимов, Е.С. Рошупкин, Г.А. Федак, Я.В. Бабий // Військово-технічний збірник. – 2012. – № 1. – С. 18-26. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/vtzb_2012_1_6
- [17] Асавалюк А.В. Похибки визначення повного вектора швидкості в єдиній прямокутній системі координат системою оглядових станцій радіолокації з різною точністю / А.В. Асавалюк, С.В. Герасимов, Є.С. Рошупкін // Системи озброєння і військова техніка. – 2017. – № 2. – С. 53-56. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/soivt_2017_2_13
- [18] Рошупкин Е.С. Оценка прямоугольных координат цели при объединении результатов независимых первичных измерений в активной многопозиционной системе радиолокации / Е.С. Рошупкин // *Зб. наук. пр. ОНДІ ЗС.* – Х.: ОНДІ ЗС, 2006. – Вип. 2(4). – С. 156-162.
- [19] Рошупкин, Е.С. (2003). Уточненный алгоритм измерения координат источника излучения при обработке пространственной фазовой структуры принимаемого разнесенной корреляционно-базовой системой сигнала. *Sistemi obrobki informacii*, 2(24), 90–95. – Режим доступу: <https://doi.org/10.5281/zenodo.5035861>
- [20] Рошупкин, Е.С. (2007). Ошибки определения прямоугольных координат источника излучения в пассивных гиперболических измерительных системах. *Збірник наукових праць об'єднаного науково-дослідного інституту збройних сил*, 2 (7), 156–161. – Режим доступу: <https://doi.org/10.5281/zenodo.5088597>
- [21] Крючков Д.М. Удосконалення підготовки персоналу для обслуговування радіотехнічних засобів контролю повітряного простору шляхом урахування питань технічної експлуатації в тренажних імітаційних комплексах / Д.М. Крючков, Є.С. Рошупкін, В.В. Джус, Р.В. Титаренко // *Сучасні інформаційні системи.* – 2020. – Т. 4, № 3. – С. 89-93. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/adinsys_2020_4_3_14

- [22] Кукобко С.В. Структура спеціального математичного забезпечення імітації повітряної обстановки в підсистемі тренажу АСУ спеціального призначення / С.В. Кукобко, М.А. Павленко, Є.С. Рошчупкін // Системи озброєння і військова техніка. – 2008. – № 2. – С. 44-48. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/soivt_2008_2_16
- [23] Гайбадулов, Б.В., Джус, В.В., Коробков, Ю.В., Крючков, Д.М., & Рошчупкін, Є.С. (2019, September 3). Тренажні імітаційні комплекси зенітного ракетного озброєння – досвід використання, проблемні питання та пропозиції щодо їх розв'язання. Спільні дії військових формувань і правоохоронних органів держави: Проблеми та перспективи, Одеса. – Режим доступу: <https://doi.org/10.5281/zenodo.5067126>
- [24] S. Herasimov, M. Pavlenko, E. Roshchupkin, M. Lytvynenko, O. Pukhovyi, and A. Saliy, Aircraft flight route search method with the use of cellular automata, International Journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering, vol. 9, is. 4, 2020, p.p. 5077-5082, <https://doi.org/10.30534/ijatcse/2020/129942020>
- [25] Герасимов С.В. Теоретические основы оценки ошибок значений сигналов с гармонически меняющимися параметрами / С.В. Герасимов, Е.С. Рошчупкин // Озброєння та військова техніка. – 2018. – № 2. – С. 43-49. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ovt_2018_2_9
- [26] S. Herasimov, E. Roshchupkin, V. Kutsenko, S. Riazantsev and Yu. Nastishin, Statistical analysis of harmonic signals for testing of Electronic Devices, International Journal of Emerging Trends in Engineering Research, vol.8, is. 7, 2020, p.p. 3791-3798, <https://doi.org/10.30534/ijeter/2020/143872020>
- [27] S. Herasimov, Y. Kozhushko, E. Roshchupkin, V. Dekadin, V. Djus and Y. Melenti, Evaluation of surface profile of holographic diffraction reflective coatings on scattering chart using in laser alarm systems, International Journal of Emerging Trends in Engineering Research, vol.8, is. 8, 2020, p.p. 4502-4507, <https://doi.org/10.30534/ijeter/2020/74882020>
- [28] Yaroslav Kozhushko, Evgeniy Roshchupkin, Vadym Yevsieiev, Sergey Pavlenko, Sergii Starodubtsev, Roman Honcha and Yevgen Melenti, Assessment of the influence of the manufacturing quality of a reflective coating on the angular distribution function of the reflected radiation intensity of laser signaling systems, International Journal of Emerging Trends in Engineering Research, vol.8, is. 10, 2020, p.p. 6696-6701, <https://doi.org/10.30534/ijeter/2020/128102020>
- [29] Рошчупкін Є., Герасимов С., Кукобко С., Джус В., Таран М., Шулежко В., Гайбадулов Б., Калугін Д., Титаренко Р. (2021). Постановка проблеми створення та експлуатації багатопозиційних систем інформаційного забезпечення та шляхи її розв'язання. ГРААЛЬ НАУКИ, (4), 243-252. – Режим доступу: <http://doi.org/10.36074/grail-of-science.07.05.2021.047>
- [30] Artikula, A., Britov, D., Dzhus, V., Haibadulov, B., Haibadulova, A., Herasymov, S., Kaluhin, D., Kukobko, S., Roshchupkin, Y., & Tytarenko, R. (2021). Measurement errors affecting the characteristics of multi-position systems, and ways to reduce them. *InterConf*, 333-346. – Режим доступу: <https://doi.org/10.51582/interconf.7-8.06.2021.035>
- [31] Великоапертурна (рознесена) радіолокаційна система: пат. 148518 Україна: G01S7/42, H01Q21/00 / Є.С. Рошчупкін, С.В. Герасимов, С.В. Кукобко, М.В. Борисенко, Ю.О. Крихтін, О.Ф. Галицький, Б.В. Гайбадулов, В.В. Джус, І.В. Помогаєв, В.В. Борисов, Ю.О. Чміль, А.Ю. Задорожна. – u 202100336; заявл. 29.01.2021; опубл. 18.08.2021, бюл. № 33/2021, – 7 с. – Режим доступу: <https://iprop-ua.com/inv/qnptergc>
- [32] Herasimov, S., Borysenko, M., Roshchupkin, E. et al. Spectrum Analyzer Based on a Dynamic Filter. *J Electron Test* 37, 357–368 (2021), <https://doi.org/10.1007/s10836-021-05954-0>

- [33] Сидоренко Р.Г., Мегельбей Г.В., Рибалка Г.В., Резніченко А.І., Скопінцев О.О. Шляхи удосконалення радіоелектронного захисту об'єктів від впливу сучасних та перспективних засобів виявлення та ураження. *Збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних Сил*. 2019. № 3(61). С. 103-111. – Режим доступу: <https://doi.org/10.30748/zhups.2019.61.13>
- [34] Герасимов, С.В., Кадубенко, С.В., Рошупкін, Є.С., & Ліцман, А.М. (2020). Контроль частотного розподілення радіосигналів при управлінні зенітними керованими ракетами. *Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я (MicroCAD-2020)*, Харків: НТУ "ХПІ". – Режим доступу: <https://doi.org/10.5281/zenodo.5067901>
- [35] Герасимов С.В. Синтез вимірювальних сигналів для визначення технічного стану систем автоматичного управління / С.В. Герасимов, С.В. Кукобко, Є.С. Рошупкін, О.О. Расстригін // *Озброєння та військова техніка*. – 2016. – № 4. – С. 32-36. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ovt_2016_4_7
- [36] Туринский, А.В., Певцов, Г.В., Крючков, Д.Н., & Рошупкин, Е.С. (2020). Методы повышения достоверности и эффективности контроля технического состояния радиотехнических систем подвижных объектов. *Azərbaycan dövlət dəniz akademiyasının elmi əsərləri* (ISSN 2220-1025), 1, 176–182. – Режим доступу: <https://doi.org/10.5281/zenodo.5035847>
- [37] Герасимов, С.В., Гречка, А.В., Рошупкин, Е.С., Рошупкина, А.Е., & Кукобко, С.В. (2020). Адаптивный метод технической диагностики системы разнесенных радиотехнических устройств. *Azərbaycan dövlət dəniz akademiyasının elmi əsərləri* (ISSN 2220-1025), 2, 129–137. – Режим доступу: <https://doi.org/10.5281/zenodo.5035853>
- [38] Кукобко, С.В., Ветошкін, О.Г., Рошупкін, Є.С., & Джус, В.В. (2020, July 1). Автоматизоване технічне обслуговування рознесених електронних інформаційних систем. Математичне та імітаційне моделювання систем (МОДС 2020), Чернігів: ЧНТУ. – Режим доступу: <https://doi.org/10.5281/zenodo.5067687>
- [39] Герасимов, С.В., & Рошупкін, Є.С. (2019, May 15). Обґрунтування контролю технічного стану зразків озброєння для підвищення їх бойової готовності. *Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я (MicroCAD-2019)*, Харків: НТУ "ХПІ". – Режим доступу: <https://doi.org/10.5281/zenodo.5067631>
- [40] Крючков, Д.М., Павленко, М.А., Рошупкін, Є.С., Титаренко, Р.В., & Бондарев, В.В. (2020, October 21). Застосування апарату нечіткої логіки при вирішенні завдань прогнозування технічного стану радіотехнічних засобів. *Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я (MicroCAD-2020)*, Харків: НТУ "ХПІ". – Режим доступу: <https://doi.org/10.5281/zenodo.5067657>
- [41] Рошупкін Є.С., Крючков Д.М., Павленко М.А., Шулежко В.В., & Титаренко Р.В. (2020, July 6). Пропозиції щодо створення інтелектуальних методів прогнозування технічного стану радіотехнічних засобів протиповітряної оборони. *Перспективи розвитку озброєння та військової техніки Сухопутних Військ*, Львів. – Режим доступу: <https://doi.org/10.5281/zenodo.5260037>
- [42] Артикула, А.Г., Бритов, Д.М., Крючков, Д.М., & Титаренко, Р.В. (2020, July 1). Обґрунтування структури методу прогнозування й діагностування технічного стану радіотехнічних засобів. *Математичне та імітаційне моделювання систем (МОДС 2020)*, Чернігів: ЧНТУ. – Режим доступу: <https://doi.org/10.5281/zenodo.5091333>
- [43] Скопінцев О. О. Вплив контролю технічного стану озброєння та військової техніки на їх бойову готовність / О. О. Скопінцев, Г. В. Рибалка, С. М. Швидков // *Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил*. - 2016. - Вип. 3. - С. 30-33. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ZKhUPS_2016_3_9

- [44] Джус, В., Гайбадулов, Б., Калугін, Д., Титаренко, Р., & Кукобко, С. (2021). Вплив похибок топоприв'язки та орієнтування радіотехнічних засобів контролю повітряного простору на оцінки координатної інформації, що видаються ними. *Наукові праці Державного науково-дослідного інституту випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки*, (8), 31-43. – Режим доступу: <https://doi.org/10.37701/DNDIVSOVT.8.2021.04>
- [45] Бурковський, С.І., Рошупкін, Є.С., & Шрамков, А.Ю. (2004). Вплив похибок визначення координат виносних пунктів пасивної багатопозиційної системи на точність вимірювання координат джерела випромінювання. *Збірник наукових праць XI ВПС*, 2(11), 103-108. – Режим доступу: <https://doi.org/10.5281/zenodo.5088274>
- [46] Борисенко М.В. Визначення оптимального переліку засобів вимірювальної техніки в складі контрольно-перевірочної апаратури зенітного ракетного озброєння / М.В. Борисенко, А.П. Волобуєв, Є.С. Рошупкін // Системи озброєння і військова техніка. – 2011. – № 2(26). – С. 114-116. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/soivt_2011_2_27
- [47] Меленті Є.О. Розрахунок поля електричного диполя в тропосферному хвилеводі / О.І. Сухаревський, С.В. Кукобко, Є.С. Рошупкін // *Збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних Сил*. – 2012. – № 4(33). – С. 93-98. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ZKhUPS_2012_4_19
- [48] Герасимов С.В. Підвищення боєготовності зенітних ракетних військ шляхом оптимальної закупівлі комплектуючих виробів зенітних ракетних комплексів / С.В. Герасимов, Д.М. Ізосімов, Є.С. Рошупкін, В.В. Старцев // Системи озброєння і військова техніка. – 2010. – № 1(21). – С. 55-59. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/soivt_2010_1_13
- [49] Рошупкин Е.С. Ошибки преобразования сферических координат радиолокационных целей в прямоугольные / Е.С. Рошупкин // *Зб. наук. пр. ОНДІ ЗС*. – Х.: ОНДІ ЗС, 2006. – Вип. 1(3). – С. 155-161.
- [50] [50] Сухаревский О. И. Рассеяние электромагнитных волн воздушными и наземными радиолокационными объектами : [монография] / О. И. Сухаревский, В. А. Василец, С. В. Кукобко, С. В. Нечитайло, А. З. Сазонов; ред.: Сухаревский; Харьк. ун-т Воздуш. Сил им. И. Кожедуба. - Х., 2009. - 466 с.
- [51] Малярченко О. С. Покращання якості впізнавання цілей наземними запитувачами системи радіолокаційного впізнавання на основі зміни принципів міжперіодної обробки сигналів відповіді / О. С. Малярченко, С. В. Кукобко // Системи озброєння і військ. техніка. - 2011. - Вип. 1. - С. 110-114.
- [52] Артеменко А. М. Автоматизовані процедури підтримки прийняття рішень щодо ідентифікації повітряних об'єктів на командних пунктах Повітряних сил / А. М. Артеменко, Г. Г. Камалтинов, О. С. Малярченко, С. В. Кукобко // Системи оброб. інформації. - 2011. - Вип. 5. - С. 2-7.
- [53] Павленко М. А. Метод разработки системы информационного обеспечения процессов оценки состояния объектов управления / М. А. Павленко, С. В. Полищук, С. И. Хмелевский, С. В. Кукобко // *Наука і техніка Повітр. сил Збройн. сил України*. - 2014. - № 1. - С. 161-166.
- [54] Попов С. Е. Структурна модель системи інженерно-радіоелектронного забезпечення радіотехнічних військ / С. Е. Попов, С. В. Кукобко, Г. В. Мильников // *Зб. наук. пр. Харків. ун-ту Повітр. сил*. - 2015. - Вип. 3. - С. 45-47.
- [55] Стахеев М. О. Про структуру, функції та завдання органів управління радіотехнічних з'єднань у перспективній системі управління Повітряних сил / М. О. Стахеев, С. В. Кукобко, С. І. Хмелевський // *Зб. наук. пр. Харк. ун-ту Повітр. сил*. - 2008. - Вип. 2. - С. 110-112.