

RADIO ENGINEERING, ELECTRONICS AND ELECTRICAL ENGINEERING

DOI 10.51582/interconf.21-22.12.2021.050

Brytov Oleksandr

ORCID ID: 0000-0003-4487-9515

Listener,

National Defence University of Ukraine, Ukraine

Bieliaiev Danylo

ORCID ID: 0000-0001-6707-554X

Ph.D, Lead Researcher,

Central research institute of weapons and military equipment of the Armed Forces of Ukraine,
Ukraine

Kukobko Serhii

ORCID ID: 0000-0001-6289-4458

Candidate of Engineering Sciences, Senior Researcher, Department head,
State Scientific Research Institute of Armament
and Military Equipment Testing and Certification, Ukraine

Chmil Yurii

ORCID ID: 0000-0001-7710-4826

Assistant to the Chief of the Training Unit of the Faculty,
Kharkiv National Air Forces University, Ukraine

Dzhus Volodymyr

ORCID ID: 0000-0003-1762-1543

Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor,
Kharkiv National Air Forces University, Ukraine

Herasymov Serhii

ORCID ID: 0000-0003-1810-0387

Doctor of Engineering Sciences, Professor, Deputy Head of the Department,
Kharkiv National Air Forces University, Ukraine

Korobkov Yurii

ORCID ID: 0000-0003-4487-4714

Lecturer,

Kharkiv National Air Forces University, Ukraine

Pomohaiev Ihor

ORCID ID: 0000-0002-6070-7062

Candidate of Engineering Sciences, Senior Researcher, Senior Lecturer,

Kharkiv National Air Forces University, Ukraine

Roshchupkin Yevhen

ORCID ID: 0000-0003-1089-9681

Candidate of Engineering Sciences, Senior Researcher, Senior Lecturer,

Kharkiv National Air Forces University, Ukraine

**JUSTIFICATION OF THE METHOD OF EVALUATION
OF THE EFFICIENCY OF AIR RECONNAISSANCE BY UNMANNED
AVIATION OF GROUND (SEA) OBJECTS**

***Abstract.** The paper considers the issues of assessing the effectiveness of air reconnaissance of ground (sea) objects by unmanned aerial vehicles. It is established that the main factors influencing the ability of air reconnaissance are the payload of the drone, the height and speed of its flight, the ability to transmit the information received. The main definitions that are the basis of the obtained results are given. Tasks for further research are set.*

***Keywords:** unmanned aerial vehicle, efficiency, efficiency, reliability, completeness, target effect, costs*

Introduction. At present, the conduct of air reconnaissance of land and sea objects by unmanned aerial vehicles involves the receipt of information by electronic means.

Relevant requirements are set for the information received, ie it must meet the relevant quality criteria. At the same time, the issue of objective evaluation of the obtained results, ie obtaining an answer to the optimality of the measures taken, becomes especially relevant. Based on the results of the assessment, a decision should be made on the expediency of making changes to the configuration of

intelligence tools and their justification.

It should be noted that a feature of air reconnaissance is the limited payload and internal volume of unmanned aerial vehicles. Some of the reconnaissance equipment can be taken outside the drone, which will partially solve the problem of useful internal volume. But this decision reduces the flight characteristics of the reconnaissance vehicle, increases its visibility and causes other negative phenomena. In addition, payload issues will not be resolved.

Therefore, it is necessary to resolve the contradictions between the quality of the information received and the fee for receiving it.

Based on the above work, devoted to the substantiation of the methodology for assessing the effectiveness of air reconnaissance by unmanned aerial vehicles of ground (sea) objects, is relevant.

Literature review. Operation of aviation unmanned reconnaissance complexes means receiving the necessary information available on board the electronic means of reconnaissance, its storage, processing and issuance to the consumer in easily digestible form (use of reconnaissance complexes for their intended purpose). In addition, an integral part is the technical diagnostics and control of the parameters of reconnaissance equipment during the tasks (technical operation), for example - in order to timely disable the disabled, including to save energy resources. This material is set out in detail in a number of works, such as [1-57].

In the given sources questions of reception and processing of the information are considered, errors of the used methods and the basic factors influencing the received results, specificity of work of electronic means and means of diagnostics (control) of their parameters are estimated.

It is shown that the modern development of the element base and computational capabilities allow the implementation of most modern methods and algorithms for obtaining information by means of electronic intelligence for special purposes of space monitoring.

It is established that at this time no electronic means of intelligence can provide full-fledged continuous receipt of information about objects of interest in any

circumstances. Elimination of this shortcoming is possible only by using systems that use data from electronic (radio, radio, radar) and optoelectronic intelligence, and therefore the most promising direction of obtaining information about objects of interest is the creation of combined active-passive systems with joint processing of information.

The basic tendencies of development of unmanned aerial vehicles, and also means, methods and ways of electronic reconnaissance, diagnostics and control are defined.

However, these sources do not provide data on the evaluation of the value of the results obtained, and therefore there are no evaluation criteria. The characteristics of the accuracy of measurements given in these works do not fully allow us to assess the value of information results.

The purpose of the work is development of the method for assessing the effectiveness of air reconnaissance by unmanned aerial vehicles of ground (sea) objects

Main material. According to ISO 9000: 2015 (Quality management systems, Fundamentals and vocabulary) efficiency is the ratio between the achieved result and the resources used.

In connection with the above costs will be understood as the cost of all types of resources for air reconnaissance, which can be estimated in both physical and monetary terms. In the latter case, they act either as running costs or as capital costs. Thus, the research task can be considered to find opportunities for optimal cost conversion into the results of air reconnaissance (information received). This determines the importance of comparing costs and results. Cost estimation is complicated by the time factor: the same amount of costs incurred in the past, present and future is estimated differently.

Mathematically, the efficiency indicator is the ratio:

$$E = \frac{W}{C}, \quad (1)$$

where W – is the effect indicator;

C – cost indicator.

The value of W can be represented in value or material forms. However, if it is presented in physical form, the possibilities of comparison based on the indicator E of different activities are significantly limited, because it becomes incomparable. In the case of value expression W , there are no restrictions on the comparability of different options.

The effectiveness of air reconnaissance can be divided into two types: absolute and comparative (relative).

Absolute efficiency is the ratio of the increase in efficiency, reliability or completeness of the information obtained (or combinations thereof) to the cost (capital investment).

Relative (comparative) efficiency is calculated by choosing from two or more options for solving a particular problem and characterizes the benefits of one option, calculated by comparing total costs.

When determining the effect and costs in order to calculate the efficiency, it is necessary to take into account the time factor. This is due to the fact that both the costs and the effect are generally distributed over time, so the same costs incurred by the entity at different times are not equivalent. To take into account the time factor, it is possible to use the procedure of bringing the cost system to a certain point in time T , expressed by the relations:

$$K^T = \sum_{i=1}^T C_i (1 + \alpha)^{T-i}, \quad (2)$$

$$K^0 = \sum_{i=1}^T C_i (1 + \alpha)^{-i}. \quad (3)$$

where α is some value $0 < \alpha < 1$;

C_i - costs at time i .

In the most general form, the task of choosing an effective option can be formulated in the following two ways:

a) as a task of resource allocation:

$$\begin{cases} W(x) \Rightarrow \max_x \\ C(x) = C \\ g(x) = 0 \end{cases}, \quad (4)$$

b) as a task to minimize costs:

$$\begin{cases} C(x) \Rightarrow \min_x \\ W(x) = W \\ g(x) = 0 \end{cases}, \quad (5)$$

where X – is a vector characterizing different variants;

$g(x) = 0$ – constraints that determine the possible options.

Therefore, the task of assessing the effectiveness of air reconnaissance can be formulated as follows. There are many options for completing unmanned aerial vehicles with reconnaissance equipment. It is necessary to choose one of them in some sense the most appropriate. Based on the above, this task can be represented as (4) or (5), as a task to maximize the target effect at fixed costs or minimize costs when reaching a given level of target effect.

In practice, it is often not possible to formalize the dependences $C(x)$, $W(x)$, $g(x)$ due to the complexity of these dependencies. Therefore, many options can be characterized by numerical values of the effects and costs (W_i and C_i), where i – is the option number.

If for any two options there is a relationship:

$$W_1 > W_2, C_1 < C_2, \quad (6)$$

then the second option can be immediately excluded from the list of considered options as clearly impractical. Then for all the remaining options, the relationship will be:

$$W_i > W_j, C_i > C_j. \quad (7)$$

Much more logical is the approach, according to which one of the indicators, such as W , all compared options are compared. Formally, this procedure can be expressed in the form:

$$W_1 + \Delta W_1 = W_2 + \Delta W_2 = \dots = W_n + \Delta W_n = W, \quad (8)$$

where ΔW_i – is the increase in the effect of the i -th option, obtained by comparing the options.

In this case, for each option you need to make additional costs in the amount of ΔC_i , and the best option to choose the criterion:

$$(C_i + \Delta C_i) \Rightarrow \min_i \quad (9)$$

The advantage of this approach is that the solution of the problem has both a clear effect that will be achieved and the costs that will be required. In addition, it is clear how the best option differs from the alternatives.

Note that the above criterion (9) is a criterion of relative efficiency, because it requires a comparison of all options. As you know, finding $\min (C_i + \Delta C_i)$ can be reduced to a sequence of paired comparisons (the calculation of differences):

$$E_{ij} = [(C_i + \Delta C_i) - (C_j + \Delta C_j)]. \quad (11)$$

The value of E_{ij} characterizes the relative efficiency of option j relative to option i . It is easy to see that this criterion is completely equivalent to the criterion

$$E_{ij} \Rightarrow \max_j, \quad (12)$$

moreover, the final result does not depend on the initial choice of the basic option i , because the obtained optimal option is optimal for all others considered.

The formation of the criterion of efficiency involves a joint analysis of the target effect and the cost of obtaining it. Therefore, to analyze the effectiveness, it is necessary to select indicators of the target effect and costs that correspond to the conduct of air reconnaissance.

Important criteria for assessing the effectiveness of air reconnaissance can be considered its efficiency, reliability and completeness, or a combination thereof.

Under the efficiency of air reconnaissance we will understand the function of timeliness (the probability of timely processing of data, considered as a function of a given time). Probability of timely data processing - the probability that the data processing time will not exceed the specified (the value of the timeliness function). The time measure of efficiency is the average data processing time, which is a mathematical expectation of data processing time.

The reliability of air reconnaissance will be understood as the degree of objective correspondence of the received intelligence information to the actual state of the reconnaissance object. Important characteristics of reliability are

probabilities: correct and incorrect detection of objects, their correct non-detection and non-detection (omission).

Completeness of air reconnaissance will mean the ratio of correctly identified objects to the total number of reconnaissance objects.

Thus, further research should be aimed at obtaining relationships that characterize the efficiency, reliability and completeness of air reconnaissance, depending on the available reconnaissance equipment. It should be borne in mind that the payload of the drone, the height and speed of its flight impose restrictions on the number of reconnaissance vehicles and their range. In addition, the efficiency, reliability and completeness are affected by the ability to transmit information.

Conclusions.

1. The method of assessing the effectiveness of air reconnaissance by unmanned aerial vehicles of land (sea) objects proposed and substantiated on the paper.

2. It is established that the efficiency, reliability and completeness, which are the target effect of the optimization tools used, should be used as criteria for assessing the effectiveness of air reconnaissance.

3. Further research should be aimed at obtaining relationships that characterize the efficiency, reliability and completeness of air reconnaissance and their interrelationship, depending on the available reconnaissance equipment.

References:

1. 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>
2. Brytov, O., Chmil, Y., Dzhus, V., Koplik, O., Kozlov, D., Kriuchkov, D., Lyaskovsky, V., Medinets, I., Sharapa, I., & Skopintsev, O. (2021). Trends in the development of unmanned aviation complexes and their radio equipment. *ГРААЛЬ НАУКИ*, (10), 248-256. <https://doi.org/10.36074/grail-of-science.19.11.2021.047>
3. Скорик А.Б., Моргун С.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>
4. 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>
 5. 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>
 6. Крючков Д.М., Рощупкін 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>
 7. 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>
 8. 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 ОВТ, Чернігів. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5578770>
 9. 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>
 10. 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>
 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. <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. <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. 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. 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. 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. 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 с різною точністю / А.В. Асавалюк, С.В. Герасимов, Є.С. Рошупкін // Системи озброєння і військова техніка. – 2017. – № 2. – С. 53-56. 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. Рощупкин, 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. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5035861>
20. Рощупкин, 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. <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. Рощупкін, В.В. Джус, Р.В. Титаренко // *Сучасні інформаційні системи*. – 2020. – Т. 4, № 3. – С. 89-93. 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. Рощупкін // *Системи озброєння і військова техніка*. – 2008. – № 2. – С. 44-48. http://nbuv.gov.ua/UJRN/soivt_2008_2_16
23. Гайбадулов, Б.В., Джус, В.В., Коробков, Ю.В., Крючков, Д.М., & Рощупкін, 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. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5067126>
24. S. Herasimov, M. Pavlenko, E. Roshchupkin, M. Lytvynenko, O. Pukhovyi, and A. Sali, 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. Рощупкин // *Озброєння та військова техніка*. – 2018. – № 2. – С. 43-49. 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. Рошупкін 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. <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. <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. Рошупкін, 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. – и 202100336; заявл. 29.01.2021; опубл. 18.08.2021, бюл. № 33/2021, – 7 с. <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. 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>
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. Рощупкін, О.О. Расстригін // Озброєння та військова техніка. – 2016. – № 4. – С. 32-36. http://nbuv.gov.ua/UJRN/ovt_2016_4_7
36. Туринский, А.В., Певцов, Г.В., Крючков, Д.Н., & Рощупкин, 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. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5035847>
37. Герасимов, С.В., Гречка, А.В., Рощупкин, Е.С., Рощупкина, 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. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5035853>
38. Кукобко, С.В., Ветошкін, О.Г., Рощупкін, Є.С., & Джус, В.В. (2020, July 1). Автоматизоване технічне обслуговування рознесених електронних інформаційних систем. Математичне та імітаційне моделювання систем (МОДС 2020), Чернігів: ЧНТУ. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5067687>
39. Герасимов, С.В., & Рощупкін, 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". <https://doi.org/10.5281/zenodo.5067631>
40. Крючков, Д.М., Павленко, М.А., Рощупкін, 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". <https://doi.org/10.5281/zenodo.5067657>
41. Рощупкін 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. <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. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5091333>
43. Рощупкин, Е.С., & Беляев, Д.Н. (1999). Измеритель коэффициента стоячей волны в виде ответвителя дециметрового диапазона волн. Збірник наукових праць за матеріалами 3-го міжнародного молодіжного форуму "радіоелектроніка і молодь у ХХІ

- столітті" 20-23 квітня 1999 р., 1, 52–55. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5591877>
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. <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 ХІ ВПС*, 2(11), 103–108. <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. 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. 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. 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. 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. Маляренко О.С. Покращання якості впізнавання цілей наземними запитувачами системи радіолокаційного впізнавання на основі зміни принципів міжперіодної обробки сигналів відповіді / О. С. Маляренко, 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. Маляренко, 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.
56. Djus, V, Reznichenko, A, Chmil, Yu, Skopintsev, O, & Zaberezhniy, D. (2021, March 15). Software model of the workplace of the operator of radar means of the antiaircraft missile complex of average range at work on the single purpose. Application of information technologies in the preparation and operation of law enforcement forces, Kharkiv. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5649200>
57. Беляєв Д. М. Оцінка техніко-економічної ефективності перспективного мобільного аеростатного радіолокаційного комплексу виявлення маловисотних цілей / Д. М. Беляєв, О. О. Расстригін, П. І. Кісель, Р. П. Семенюк // Озброєння та військова техніка. - 2018. - № 2. - С. 38-42. http://nbuv.gov.ua/UJRN/ovt_2018_2_8