

# Удосконалена методика оцінювання ефективності функціонування системи радіосвітлотехнічного забезпечення тактичної авіації в операціях

Андрій Давидов \* А

<sup>А</sup> Одеський національний політехнічний університет, проспект Шевченка, 1, м. Одеса, 65044, Україна

Received: December 10, 2020 | Revised: December 22, 2020 | Accepted: December 31, 2020

DOI: 10.33445/sds.2020.10.6.13

## Анотація

В статті висвітлені основні положення удосконаленої методики оцінювання ефективності функціонування системи радіосвітлотехнічного забезпечення тактичної авіації в операціях, яка дозволяє оцінити ефективність її функціонування з урахуванням можливостей системи технічного забезпечення щодо відновлення радіолокаційних, радіонавігаційних засобів та світлотехнічного обладнання, можливості авіаційних підрозділів, які здійснюють льотні перевірки радіонавігаційних засобів системи радіосвітлотехнічного забезпечення аеродромів базування тактичної авіації а також метеорологічний мінімум аеродрому базування, який вона може забезпечити наявним складом засобів, з урахуванням умов, за яких може здійснюватися управління повітряним рухом повітряних суден тактичної авіації в районі аеродрому. В розробленій методиці застосовані основні показники ефективності функціонування системи радіосвітлотехнічного забезпечення тактичної авіації, які дозволяють оцінити її ефективність через відповідність рівня забезпеченості справними штатними радіолокаційними системами посадки, інструментальними системами посадки, а також світлотехнічним обладнанням потрібному значенню. При цьому стани, в яких будуть знаходитись системи радіосвітлотехнічного забезпечення аеродромів базування тактичної авіації характеризуватимуть конкретне значення метеорологічного мінімуму аеродрому базування в операції, з яким система здатна забезпечити посадку повітряного судна визначеним складом засобів.

**Ключові слова:** радіосвітлотехнічне забезпечення, система радіосвітлотехнічного забезпечення, ефективність функціонування системи, тактична авіація.

## Постановка проблеми

Функціонування системи радіосвітлотехнічного забезпечення тактичної авіації дозволяє підрозділам тактичної авіації виконувати завдання за призначенням вдень та вночі в простих та складних метеорологічних умовах. Тому оцінювання ефективності її функціонування в операціях має важливе значення.

Особливо відповідальним та небезпечним є етап посадки повітряного судна, тому під системою радіосвітлотехнічного забезпечення тактичної авіації в статті розуміється частина мережі РСТЗ тактичної авіації, до якої належить сукупність наземних радіо-

локаційних, радіонавігаційних засобів та світлотехнічного обладнання розгорнутих на аеродромах базування тактичної авіації, призначених для виконання польотів з бойовим застосуванням, та впливають на метеорологічний мінімум аеродрому. Обов'язковий розгляд в складі наземних засобів системи РСТЗ ТА радіолокаційної системи посадки та світлотехнічного обладнання дозволяє врахувати умови, за яких може здійснюватися управління повітряним рухом повітряних суден тактичної авіації в районі аеродрому [1].

\* Corresponding author: ад'юнкт, e-mail: dav\_dash1@ukr.net, ORCID: 0000-0003-0807-8681

## Аналіз останніх досліджень та публікацій

Аналіз останніх публікацій щодо оцінювання функціонування системи РСТЗ, як складової системи зв'язку та радіотехнічного забезпечення [2-6] показує, що ефективність функціонування системи РСТЗ авіації в операціях (бойових діях) безпосередньо не оцінюється, а оцінюється ефективність зв'язку та радіотехнічного забезпечення як процесу. Такий підхід потребує застосування вагових коефіцієнтів [5], що знижує точність розрахунків та не дозволяє врахувати вплив можливостей системи технічного забезпечення щодо відновлення радіолокаційних, радіонавігаційних засобів та світлотехнічного

обладнання, можливості авіаційних підрозділів, які виконують льотні перевірки радіонавігаційних засобів системи РСТЗ аеродромів базування, метеорологічний мінімум, який вона може забезпечити з урахуванням умов, за яких може здійснюватися управління повітряним рухом повітряних суден тактичної авіації в районі аеродрому.

Це обумовлює актуальність розроблення методики оцінювання ефективності функціонування системи РСТЗ тактичної авіації операціях.

## Постановка завдання

Аналіз останніх публікацій, показує, що існує не вирішене в практиці завдання – відсутність сучасних методів, що дозволяють оцінювати ефективність функціонування системи РСТЗ не опосередковано, по ефективності процесу, який вона забезпечує, а безпосередньо по ефективності її функціонування.

Таким чином, метою даної публікації є викладення основних положень удосконаленої методики оцінювання ефективності функціонування системи радіосвітлотехнічного забезпечення тактичної авіації в операціях

(бойових діях), яка дозволяє оцінити ефективність її функціонування з урахуванням можливостей системи технічного забезпечення, можливостей авіаційних підрозділів, які виконують льотні перевірки радіонавігаційних засобів системи РСТЗ аеродромів базування та метеорологічний мінімум, який вона може забезпечити з урахуванням умов, за яких може здійснюватися управління повітряним рухом повітряних суден тактичної авіації в районі аеродрому.

## Виклад основного матеріалу

Удосконалена методика оцінювання ефективності функціонування системи РСТЗ тактичної авіації в операціях базується на розробленій моделі функціонування системи радіосвітлотехнічного забезпечення тактичної авіації в операціях [7].

Система РСТЗ тактичної авіації може перебувати в наступних станах:

$S_1$  – система РСТЗ аеродрому базування готова до забезпечення посадки вдень в простих і складних метеоумовах та вночі в простих і складних метеоумовах за встановленим метеомінімумом аеродрому при нижній границі хмар в районі ближнього радіо-маркерного пункту  $\geq 100$  м та дальності прямої видимості  $\geq 1200$  м [8];

радіолокаційна система посадки, інструментальна система посадки та світлотехнічне обладнання готові до забезпечення польотів; вогні наближення розгорнуті, на ближньому приводному радіомаркерному пункті ведеться спостереження за висотою нижньої межі хмарності;

$S_2$  – система РСТЗ аеродрому базування готова до забезпечення посадки вдень в простих і складних метеоумовах та вночі в простих і складних метеоумовах при нижній границі хмар в районі ближнього радіомаркерного пункту  $\geq 120$  м та дальності прямої видимості  $\geq 1500$  м [8];

радіолокаційна система посадки та світлотехнічне обладнання готові до

забезпечення польотів; вогні наближення розгорнуті, на ближньому приводному радіомаркерному пункті ведеться спостереження за висотою нижньої межі хмарності; обладнання інструментальної системи посадки потребує відновлення або не передбачено;

$S_3$  – система РСТЗ аеродрому базування **не готова** до забезпечення посадки вдень в простих і складних метеоумовах та вночі в простих і складних метеоумовах за установленим метеомінімумом аеродрому; радіолокаційна система посадки, світлотехнічне обладнання та інструментальна система посадки не готові до забезпечення польотів;

$S_4$  – система РСТЗ аеродрому базування **не готова** до забезпечення посадки вдень в простих і складних метеоумовах та вночі в простих і складних метеоумовах за установленим метеомінімумом аеродрому; радіолокаційна система посадки та світлотехнічне обладнання не готові до забезпечення польотів (потребують відновлення), інструментальна система посадки **готова** до забезпечення польотів.

Блок-схема удосконаленої методики оцінювання ефективності функціонування системи РСТЗ тактичної авіації, яка представлена на малюнку, складається з семи основних блоків.

У блоці 1 здійснюється ввід вихідних даних, які необхідні для проведення обчислень з застосуванням моделі функціонування системи РСТЗ тактичної авіації в операціях [7]:

$P_{ур.РСП}$  – імовірність ураження радіолокаційної системи посадки (РСП);

$P_{ур.ІСП}$  – імовірність ураження інструментальної системи посадки (ІСП);

$P_{ур.СТО}$  – імовірність ураження світлотехнічного обладнання (СТО);

$t_{розм.ЗПС}$  – час, необхідний для розмінування злітно-посадкової смуги (ЗПС);

$t_{рем. РСП}$  – час, необхідний для ремонту РСП;

$t_{льот. пер. РСП}$  – час від закінчення ремонту РСП до закінчення льотної перевірки;

$t_{рем. СТО}$  – час, необхідний для ремонту СТО;

$t_{льот. пер. СТО}$  – час від закінчення ремонту СТО до закінчення льотної перевірки.

$t_{рем. ІСП}$  – час, необхідний для ремонту ІСП;

$t_{льот. пер. ІСП}$  – час від закінчення ремонту ІСП до закінчення льотної перевірки;

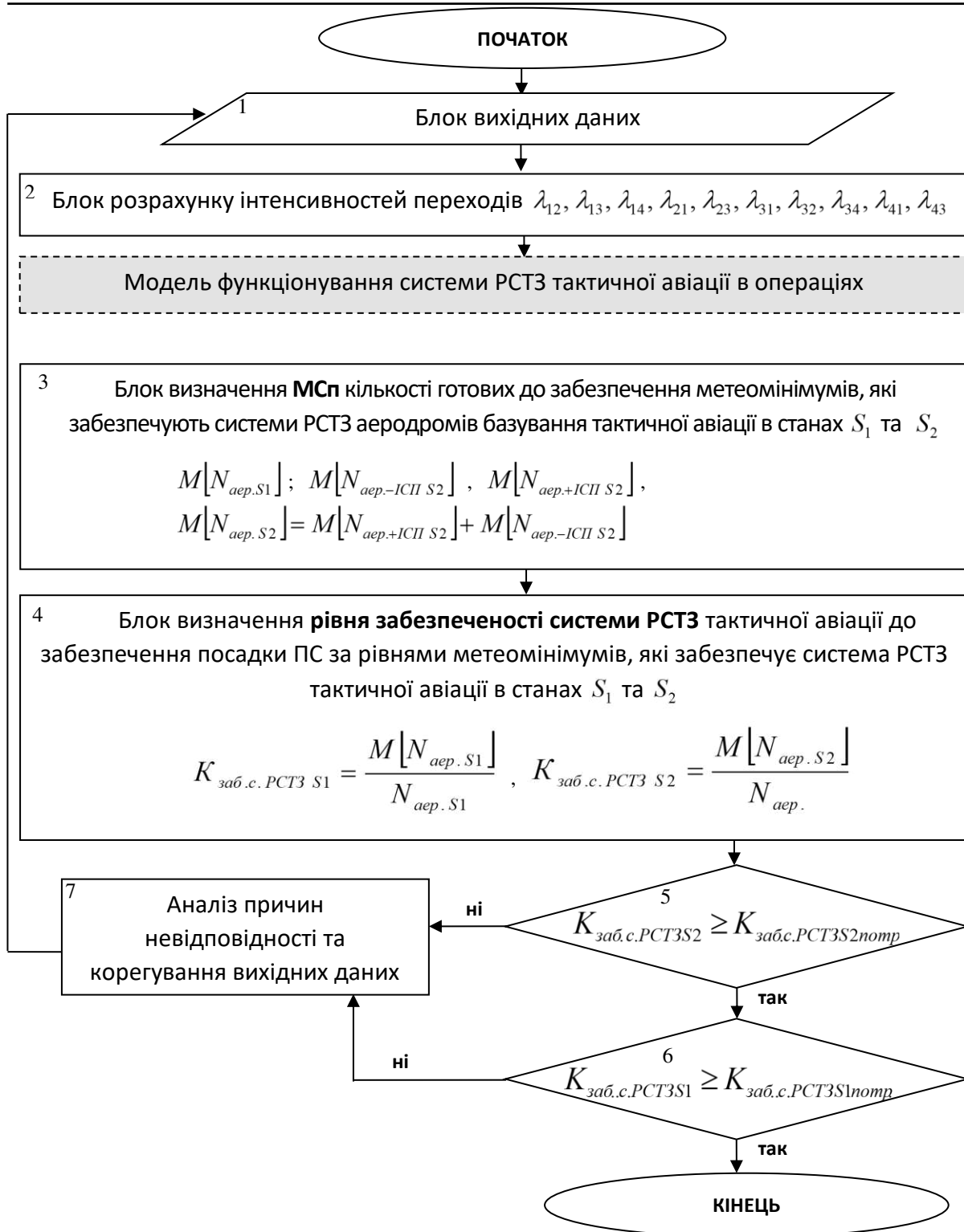
$N_{аер. баз. ТА}$  – кількість аеродромів призначених для базування ТА ПС ЗСУ в ОО ОУВ (с) та виконання польотів на бойове застосування в день в простих/складних метеоумовах та вночі в простих/складних метеоумовах.

$N_{аер. S1}$  – кількість аеродромів призначених для базування ТА в ОО ОУВ (с) та виконання польотів на бойове застосування в день в простих/складних метеоумовах та вночі в простих/складних метеоумовах, які обладнані РСП, ІСП та СТО;

$N_{аер. S2}$  – кількість аеродромів призначених для базування ТА ПС ЗСУ в ОО ОУВ (с) та виконання польотів на бойове застосування в день в простих/складних метеоумовах та вночі в простих/складних метеоумовах, які обладнані РСП та СТО.

У блоці 2 проводять розрахунок інтенсивностей переходу системи РСТЗ тактичної авіації ПС ЗСУ із стану в стан.

У блоці 3, використовуючи модель функціонування системи РСТЗ тактичної авіації операціях, проводять розрахунок математичного сподівання кількості систем РСТЗ аеродромів базування ТА обладнаних РСП, ІСП та СТО в стані  $S_1$  та  $S_2$  ( $M[N_{аер. S1}]$  та  $M[N_{аер.+ІСП S2}]$  відповідно) та математичного сподівання кількості систем РСТЗ аеродромів базування ТА обладнаних РСП та СТО в стані  $S_2$  ( $M[N_{аер.-ІСП S2}]$ ). Також розраховується значення математичного сподівання загальної кількості систем РСТЗ аеродромів базування тактичної авіації в стані  $S_2$  ( $M[N_{аер. S2}]$ ).



Малюнок – Блок-схема методики оцінювання ефективності функціонування системи РСТЗ тактичної авіації в операціях

У блоці 4 проводять розрахунок чисельного значення рівня забезпеченості систем РСТЗ аеродромів базування ТА обладнаних РСП, ІСП і СТО та РСП і СТО в стані  $S_2$  а також чисельного значення рівня забезпеченості систем РСТЗ аеродромів

базування ТА обладнаних РСП, ІСП і СТО в стані  $S_1$  ( $K_{PCT3 S2}$  та  $K_{PCT3 S1}$  відповідно).

У блоці 5 та 6 здійснюється критеріальна перевірка основних показників ефективності

( $K_{\text{заб.с.РСТЗ } S2} \geq K_{\text{заб.с.РСТЗ } S2\text{номп}}$  та  $K_{\text{заб.с.РСТЗ } S1} \geq K_{\text{гот.с.РСТЗ } S1\text{номп}}$ , відповідно).

У разі невідповідності, у блоці 7 визначаються її причини, коригуються вихідні дані та формулюються рекомендації щодо

підвищення ефективності функціонування системи у визначених умовах обстановки.

## Висновки

Таким чином, удосконалена методика оцінювання ефективності функціонування системи РСТЗ тактичної авіації забезпечує оцінювання ефективності її функціонування з урахуванням можливостей системи технічного забезпечення щодо відновлення РСП, ІСП та СТО, можливості авіаційних підрозділів, які виконують льотні перевірки ІСП, дозволяє визначити метеорологічний мінімум, який вона може забезпечити

наявним складом засобів з урахуванням умов, за яких може здійснюватися управління повітряним рухом повітряних суден тактичної авіації в районі аеродрому.

Подальші дослідження будуть спрямовані на врахування впливу решти радіонавігаційних засобів обладнання системи посадки аеродрому базування на ефективність функціонування системи РСТЗ тактичної авіації.

## Список використаних джерел

1. Правила виконання польотів державної авіації України: Наказ Міністерства оборони України від 05 січня 2015 р. № 2 . Міністерство оборони України. Київ: МО України, 2015 р.
2. Бабенко О. І., Рябуха А. Л., Костенко І. А. Вибір показників ефективності системи зв'язку та радіотехнічного забезпечення авіаційної частини [Електронний ресурс] // Системи обробки інформації. Вип.2(18)., 2002 рік. Режим доступу: <http://www.hups.mil.gov.ua/periodic-app/article/14395>
3. Ивануткин А. Г., Казьмин А. И. Подход к оценке эффективности связи и радиотехнического обеспечения полётов авиации [Электронный ресурс] // Труды МАИ, вып. №82 2016., Режим доступу: [http://trudymai.ru/upload/iblock/3bb/ivanutkin\\_kazmin\\_rus.pdf?lang=ru&issue=82](http://trudymai.ru/upload/iblock/3bb/ivanutkin_kazmin_rus.pdf?lang=ru&issue=82) .
4. Ивануткин А. Г., Данилин М. А., Пресняков М. Ю. Подход к выбору показателей эффективности связи и радиотехнического обеспечения полётов авиации [Электронный ресурс] // Труды МАИ, вып. №86 2016., Режим доступу: [http://trudymai.ru/upload/iblock/72b/ivanutkin\\_danilin\\_presnyakov\\_rus.pdf?lang=ru&issue=86](http://trudymai.ru/upload/iblock/72b/ivanutkin_danilin_presnyakov_rus.pdf?lang=ru&issue=86).
5. Ивануткин А. Г. Методика оценки эффективности радиотехнического обеспечения полетов авиации [Электронный ресурс] // Военная мысль . 2016. №7. С. 35-42. Режим доступа: <https://rucont.ru/efd/452477>.
6. Блинов А. В., Ивануткин А. Г. Показатели оценки эффективности связи и радиотехнического обеспечения соединения военно-транспортной авиации [Электронный ресурс] // Воздушно-космические Силы, вып. №11 2019., Режим доступу : <https://cyberleninka.ru/article/n/pokazateli-otsenki-effektivnosti-svyazi-i-radiotekhnicheskogo-obespecheniya-soedineniya-voenno-transportnoy-aviatsii>.
7. Давидов А. А. Модель функціонування системи радіосвітлотехнічного забезпечення тактичної авіації в операціях : Збірник наукових праць «Труди університету», вып. №4(160)., 2020., С. 101–107.
8. Правила визначення придатності до експлуатації аеродромів та злітно-посадкових майданчиків державної авіації України: Наказ Міністерства оборони України від 17 листопада 2014 р. № 811 . Київ: МО України, 2014 р.

## Усовершенствованная методика оценивания эффективности функционирования системы радиосветотехнического обеспечения тактической авиации в операциях

Андрей Давыдов \* A

\*Corresponding author: адъюнкт, e-mail: dav\_dash1@ukr.net, ORCID: 0000-0003-0807-8681

<sup>A</sup> Национальный университет обороны Украины имени Ивана Черняховского, проспект Воздухофлотский, 28, г. Киев, 03049, Украина

### Аннотация

В статье освещены основные положения усовершенствованной методики оценивания эффективности функционирования системы радиосветотехнического обеспечения тактической авиации в операциях, которая позволяет оценить эффективность её функционирования с учётом возможностей системы технического обеспечения по восстановлению радиолокационных, радионавигационных средств и светотехнического оборудования, возможностей авиационных подразделений, которые осуществляют лётные проверки радионавигационных средств системы радиосветотехнического обеспечения аэродромов базирования тактической авиации и метеорологический минимум, который она может обеспечить составом средств находящимися в наличии, с учётом условий, при которых возможно осуществлять управление воздушными судами тактической авиации в районе аэродрома. В разработанной методике применены основные показатели эффективности функционирования системы радиосветотехнического обеспечения тактической авиации, применение которых позволяет оценить её эффективность по соответствию численного значения уровня обеспеченности исправными штатными радиолокационными системами посадки, инструментальными системами посадки а также светотехническим оборудованием требуемому значению. Причём состояния, в которых будут находиться системы радиосветотехнического обеспечения аэродромов базирования тактической авиации характеризуют конкретное значение метеорологического минимума аэродрома базирования в операции, с которым система способна обеспечить посадку воздушного судна тактической авиации определённым составом средств.

**Ключевые слова:** радиосветотехническое обеспечение, система радиосветотехнического обеспечения, эффективность функционирования системы, тактическая авиация.

## The improved method of determining the effectiveness of functioning the tactical aviation in radio lighting support system during operations

Andrii Davydov \*A

\*Corresponding author: PhD student, e-mail: dav\_dash1@ukr.net, ORCID: 0000-0003-0807-8681

<sup>A</sup> The National Defence University of Ukraine named after Ivan Cherniakhovskiy, 28, Povitroflotskyi Ave., Kyiv, 03049, Ukraine

### Abstract

The article highlights the main provisions of the improved method for assessing the effectiveness of the functioning of the system and radio lighting support of tactical aviation in operations, which allows you to assess the effectiveness of its functioning, taking into account the capabilities of the technical support system for the restoration of radar, radio navigation aids and lighting equipment, the capabilities of aviation units that carry out flight checks of radio navigation aids of the radio lighting system of tactical aviation base aerodromes and the meteorological minimum that it can provide with the composition of the means available, taking into account the conditions under which it is possible to control tactical aviation aircraft in the



aerodrome area. In the improved method, the main indicators of the efficiency of the functioning of the radio-lighting technical support system of tactical aviation are applied, the use of which makes it possible to assess its effectiveness according to the correspondence of the numerical value of the level of provision with serviceable standard radar landing systems, instrumental landing systems and lighting equipment to the required value. Moreover, the states in which the radio lighting systems of the tactical aviation base airfields will be located characterize the specific value of the meteorological minimum of the base aerodrome in the operation with which the system is able to ensure the landing of the tactical aviation aircraft with a certain composition of means.

**Keywords:** radio lighting support, radio lighting support system, system efficiency, tactical aviation.

## References

1. Pravyla vykonannya polotiv derzhavnoyi aviatsiyi Ukrainy : Nakaz Ministerstva oborony Ukrainy vid 05 sichnya 2015 r. № 2 / Ministerstvo oborony Ukrainy. Kyiv: MO Ukrainy, 2015 r.
2. Babenko O.I., Ryabuha A. L., Kostenko A. (2002) Vibi'r pokaznikiv`v efektyvnosti` sistemi zv'yazku ta radiotekhnichnogo zabezpechennya aviatsiynoyi chastini. *Information processing systems*. 2(18), 2002. P. 215-220. Available from: <http://www.hups.mil.gov.ua/periodic-app/article/14395>
3. Ivanutkin A.G., Kazmin A. I. An approach to assessing the effectiveness of communication and radio-technical support for aviation flights // «Electronic journal «Trudy MAI»», 2016. №82 Available from: [http://trudymai.ru/upload/iblock/3bb/ivanutkin\\_kazmin\\_rus.pdf?lang=ru&issue=82](http://trudymai.ru/upload/iblock/3bb/ivanutkin_kazmin_rus.pdf?lang=ru&issue=82).
4. Ivanutkin A. G., Danilin M. A., Presnyakov M. U. (2016) Approach to the selection of indicators of communication efficiency and radio-technical support for aviation flights. *Electronic journal Trudy MAI*, №86 Available from: [http://trudymai.ru/upload/iblock/72b/ivanutkin\\_danilin\\_presnyakov\\_rus.pdf?lang=ru&issue=86](http://trudymai.ru/upload/iblock/72b/ivanutkin_danilin_presnyakov_rus.pdf?lang=ru&issue=86).
5. Ivanutkin A.G. (2016) Methodology for assessing the effectiveness of radioengineering support for aviation. *Military thought*. №7 .P. 35-42. Available from: <https://rucont.ru/efd/452477>.
6. Blinov A.V., Ivanutkin A.G. (2019) Assessment efficiency indicators of communication and radio technical support of military transport aircraft connection. *Aerospace forces. Theory and practice*, vol. №11. S. 8–14. Available from: <https://cyberleninka.ru/article/n/pokazateli-otsenki-effektivnosti-svyazi-i-radiotekhnicheskogo-obespecheniya-soedineniya-voenno-transportnoy-aviatsii>.
7. Davidov A. A. (2020) Model of functioning of systems of radio lighting support of tactical aviation in operations. *Collection of scientific works "Proceedings of the University"*, №4 (160). pp. 101-107.
8. Pravyla vyznachennya prydatnosti do ekspluatatsiyi aerodromiv ta zlitno-posadkovykh majdanchykv derzhavnoyi aviatsiyi Ukrainy : Nakaz Ministerstva oborony Ukrainy vid 17 lystopada 2014 r. №811 / Ministerstvo oborony Ukrainy. Kyiv: MO Ukrainy, 2014 r.