

М.Ф. Пічугін<sup>1</sup>, Д.А. Іщенко<sup>2</sup>, О.О. Клімішен<sup>1</sup>, Я.М. Кожушко<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків

<sup>2</sup> Житомирський військовий інститут ім. С.П. Корольова, Житомир

## ОЦІНКА МОЖЛИВОСТЕЙ ВИЯВЛЕННЯ ОБ'ЄКТІВ КОСМІЧНИМИ ЗАСОБАМИ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІ В ІНТЕРЕСАХ ІНФОРМАЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ГРУП КОСМІЧНОЇ ПІДТРИМКИ ЗБРОЙНИХ СИЛ

*У статті оцінені деякі варіанти використання засобів, які доцільно залучити для космічної підтримки всіх видів діяльності Збройних Сил. Оцінка можливостей засобів розраховувалася на підставі загальних та часткових показників ефективності. Виходячи із відомих нормативів та попередніх розрахунків можна визначити імовірність розкриття визначених об'єктів, що викликають зацікавленість, та оцінити можливість щодо ідентифікації даних об'єктів.*

**Ключові слова:** радіотехнічні та телевізійні системи, дистанційне зондування землі, показники ефективності, космічна підтримка, космічне спостереження, космічні засоби, імовірність виявлення, імовірність розкриття.

### Вступ

**Постановка проблеми.** Питання національної безпеки стоїть сьогодні у центрі уваги більшості цивілізованих країн світу, міждержавних утворень та громадських об'єднань. Проблеми політики, економіки, військової справи, охорони навколишнього середовища та інші сприймаються ними, як правило, через призму забезпечення їх національних інтересів. Причиною такої уваги є велика кількість загроз і викликів найрізноманітнішого характеру, які мають місце в сучасному світі. Крім того, однією з найголовніших проблем ефективного управління суспільством і державою в період їх трансформацій і в процесі розвитку є необхідність першочергового формування та реалізації державної політики національної безпеки. Тому становлення і розвиток України як незалежної держави безпосередньо пов'язане із забезпеченням її національної безпеки. Сучасні і перспективні загрози внутрішнього та зовнішнього характеру приводять до необхідності звернення особливої уваги на вироблення й реалізацію державної політики в тій її частині, яка забезпечує захищеність особистості, суспільства і держави від будь-яких загроз.

Застосування Збройних Сил (ЗС) потребує ефективного інформаційного забезпечення всіх видів діяльності частин та підрозділів. Освід збройних конфліктів свідчить, що важливою складовою інформаційного забезпечення, яка реалізовується у провідних країнах світу, є космічна підтримка діяльності ЗС, а ефективність космічної підтримки визначається рівнем розвитку сил та засобів космічного призначення у складі систем: космічної розвідки; контролю космічного простору; зв'язку; навігації, топогеодезичного та метеорологічного забезпечення тощо.

Потреба покращення інформаційного забезпечення ЗС при обмеженнях на застосування пілотованих засобів авіації, в тому числі розвідувальної, обумовлює використання досвіду організації космічної підтримки у збройних силах країн НАТО. Але відсутність відповідного ресурсного забезпечення виводиться у проблему забезпечення космічної підтримки ЗС України. Системний аналіз проблеми дозволяє стверджувати наступне.

Значно нижчий, у порівнянні з передовими країнами (США, Велика Британія, Франція, Канада, Німеччина тощо), кількісний та якісний склад, рівень технологічного розвитку та специфіка функціонування сил та засобів космічного призначення в інтересах угруповань військ (сил) ЗС України, а також відсутність членства в НАТО, не забезпечують без додаткових процедур адаптації організацію в межах положень нормативних документів НАТО (NATO Standard AJP-3.3 Allied joint doctrine for air and space operations; Standardization agreement STANAG 3700 Allied joint doctrine for air and space operations; NATO space operations assessment тощо) та ефективність космічної підтримки.

Космічне спостереження за об'єктами військ (сил) противника та заданими районами є найбільш важливим завданням космічної підтримки. За відсутністю власного орбітального угруповання космічних апаратів (КА) спостереження виникає необхідність у обґрунтуванні необхідної кількості та видів космічних засобів, які було б доцільно залучити для здійснення космічної підтримки всіх видів діяльності ЗС.

Обґрунтування включає оцінку просторових показників району спостереження, часових, щодо оперативності оновлення інформації та своєчасності виявлення змін обстановки у заданому районі, а також імовірнісних, щодо можливості виявлення та

ких змін з використанням визначених засобів космічного призначення.

В той же час, що для відстеження характеру дій, складу та намірів супротивника лише тільки за наведеним напрямком потрібно комплексно застосовувати всі наявні засоби збору інформації, серед яких обов'язково повинні бути залученими космічні засоби.

Тому можливо зазначити, що передусім виникає необхідність визначити необхідний склад та кількість космічних засобів, разом з оцінкою їх можливостей. В першу чергу оцінювання потребують засоби ДЗЗ та зв'язку.

**Аналіз останніх досягнень та публікацій.** Існує значна кількість робіт присвячених проблемам космічної підтримки ЗС у сучасних війнах [1–6], у тому числі провідними українськими вченими визначені конкретні рекомендації стосовно вітчизняної космічної інфраструктури [5–17]. У роботі [11] дається оцінка бойових можливостей космічних засобів за можливими варіантами дій колишніх Об'єднаних сил швидкого реагування ЗС України, але розглядаються лише супутники ДЗЗ, які на теперішній час вже відпрацювали свій ресурс.

Багатомірність протистояння в інформаційній сфері призводить до того, що виникає широкий спектр завдань, як постійних, так і непередбачених [15–17]. Наприклад, в статуті сухопутних військ США FM100 - 5 (1993) прямо вказується, що інформація про погодні умови, рельєф місцевості іноді сильніше впливають на хід бойових дій, ніж озброєння, чисельний склад військ і їх матеріальне та технічне забезпечення.

Забезпечення командування надійною та максимально точною інформацією призводить до необхідності створення додаткових структур для її добування. Як наслідок, в провідних країнах світу розвивалося геоінформаційне забезпечення військ [18–21], створювалися інтегровані міжвидові системи розвідки і зброї. Слід відзначити, що концепція спільного та пов'язаного за часом простору вживання космічних та авіаційних засобів різного призначення, інтегрованих в єдину систему розвідки із подальшою вогневою поразкою, є, де-факто, новим стандартом в розвитку високоточних систем розвідки і ураження, що цілком укладається у концепцію мережецентричності бойових дій.

Космічні засоби розвідки – оптико електронної, радіотехнічної, радіолокаційної – які мають високу періодичність перегляду заданих районів і оперативність доставки розвідданих, практично в реальному масштабі часу виявляють місцерозташування цілей. Отримані дані про цілі після обробки передаються на пункти управління або безпосередньо на засоби поразки, що здійснюють одночасно дорозвідку та завдання вогневого удару.

Таким чином, для одержання якісних матеріалів мають застосовуватися супутники з апаратурою високої та надвисокої просторової розрізненості. Досвід розвинених країн світу показує, що для своєчасного вирішення розвідувальних завдань державі необхідно мати космічне угруповання з кількох національних розвідувальних супутників або підключати до цього КА дистанційного застосування землі (ДЗЗ).

Тоді виникає необхідність у обґрунтуванні необхідної кількості та видів космічних засобів, які було б доцільно залучити для здійснення космічної підтримки всіх видів діяльності ЗС з урахуванням цілодобового висвітлення та аналізу обстановки як у зоні проведення ООС так й поблизу сухопутних та морських кордонів нашої держави.

Таким чином, **мета статті** полягає в оцінці можливостей виявлення об'єктів космічними засобами дистанційного зондування землі в інтересах інформаційного забезпечення груп космічної підтримки Збройних Сил на прикладі проведення оперативно-тактичних розрахунків з оцінювання бойових можливостей космічних засобів спостереження, які доцільно залучити до виявлення об'єктів противника в інтересах космічної підтримки всіх видів діяльності ЗС України.

## Виклад матеріалів дослідження

Аналіз досвіду використання космічних засобів у збройних конфліктах дозволив виділити новий елемент в структурі доведення інформації від космічних засобів до користувачів – групи космічної підтримки (ГКП) [1–2; 5; 10–11; 21; 23].

Аналіз діяльності таких груп дозволяє сформулювати пропозиції щодо їх раціонального складу, задач, принципів застосування і т.п. Їх основу, принаймні на першому етапі, повинні складати фахівці військово-космічних засобів. Залежно від рівня задач, що вирішуються, ГКП визначеного складу і оснащення можуть надаватися органам управління різного рівня. У мирний час групи надаються ПВК, ОК і органам управління Міністерства оборони і видів ЗС, а в особливий період – штабам і командуванням угруповань військ у залежності від масштабу і характеру бойових дій. Знаходячись безпосередньо у військах і знаючи можливості орбітальних засобів, офіцери групи підтримки допоможуть командуванню на місцях сформувати заявки на поставку космічної апаратури, організувати навчання особового складу роботі на ній шляхом проведення занять з демонстрацією можливостей практичного використання орбітальних засобів у різних умовах обстановки.

Головними задачами груп космічної підтримки повинні бути – обробка і попередній аналіз інформації, що надходить від космічних засобів, а також

організація доведення її до споживачів. Особливості покладених на ГКП задач потребують включення до їх складу функціональних груп (обслуг) мобільних станцій прийому спеціальної інформації, мобільних комплексів тематичної обробки даних космічного спостереження, планування та оцінки матеріалів космічного спостереження, зв'язку та АСУ, управління та забезпечення.

ГКП зможуть приймати участь у плануванні цільового застосування космічних апаратів (КА), вирішенні задач космічної ситуаційної обізнаності [22–23], оперативній обробці інформації і координації її розподілення за пріоритетами.

Розглянутий варіант ГКП лише один з можливих. Безсумнівно інше – існує розрив між потенційними можливостями космічних засобів і їх практичним використанням у військах. А створення ГКП – один з найбільш перспективних напрямків його усунення.

Стосовно надання матеріалів космічної зйомки ЗС необхідно виділити низку специфічних вимог щодо оперативності надання даних та обмеженості доступу. Найбільш складним і не до кінця вирішеним завданням є технологія подвійного використання єдиного ресурсу. Причому діапазон подвійного доступу охоплює всі технологічні ланки - планування, добування і тематичний аналіз інформації.

У зв'язку з тим, що Україна найближчим часом планує використовувати в основному іноземні космічні системи подвійного призначення, стає очевидним необхідність створення й експериментального відпрацювання технології використання космічної системи в інтересах ЗС. Застосування матеріалів космічного спостереження є актуальним на етапах планування дій в зонах збройного конфлікту та при визначенні ефективності дій ЗС.

В якості прикладу оцінювання прогнозованої успішності використання систем ДЗЗ подвійного призначення в інтересах ЗС, можна привести розрахункову задачу по оцінці можливостей космічного спостереження щодо виявлення та розкриття об'єктів. Пори цьому, для проведення розрахунків необхідно визначити:

1. Склад, характер дій, оперативну побудову та завдання військових формувань противника.

2. Основні характеристики ГКП, що визначають можливості виконувати завдання за призначенням (приведено вище у завданнях та складі мобільної ГКП).

3. Тактико-технічні характеристики КА: висота кругової орбіти, нахил орбіти, кут огляду, смуга огляду, ширина та довжина ділянки місцевості при зйомці в надір, характеристики (розрізнявальна здатність, спектр випромінювань, що приймається, сектор сканування тощо) бортової апаратури (відповідно до довідкових даних);

4. Склад космічного орбітального угруповання, системи, що оцінюється (пропонується можливі 3 варіанти складу космічного орбітального угруповання [11]: 1 КА ДЗЗ; 2 КА ДЗЗ; 3 КА ДЗЗ один з яких суто військового призначення, зі сканерами надвисокого розрізнення [12]).

5. Нормативні показники маскувальних властивостей місцевості та інформативності розвідувальних ознак, потрібні для визначення показників ефективності формувань космічної підтримки з виявлення та розкриття об'єктів, порядок та послідовність яких показано на рис. 1–2, а результати розрахунків наведені у табл. 1–2.

Оскільки приклад визначення даних за пунктами 1, 2 надано вище і в цілому відповідає загальній методології оцінювання противника та своїх військ, потрібно розглянути загальний порядок формування даних по пунктам 3, 4 та 5, які разом визначають потрібні для оцінювання показників можливостей.

У якості прикладу може бути розглянута французька система, що побудована на базі орбітального угруповання у складі двох КА: “Pleiades-1” і “Pleiades-2”. Аналіз ТТХ КА та особливостей орбітальної побудови, а також результатів статистичного імітаційного моделювання спостереження заданого району земної поверхні, дозволяє стверджувати про рух КА за орбітою типу “сонячно-синхронна” з різницею у довготі висхідного вузлу біля 13 градусів, що створює різницю у часі перетинання екватору другого КА по відношенню до першого, яка дорівнює половині періоду обертання (біля 50 хвилин). За таким орбітальним угрупованням забезпечується можливість французької системи щодо проведення космічного знімання земної поверхні на сході України у світлий час доби, коли забезпечується можливість отримання якісних матеріалів космічного знімання, 1 (2) рази на добу з періодичністю (оперативністю) біля 24 годин.

Технічні можливості КА “Pleiades” нейтралізують деяку частину маскувальних робіт внаслідок наявності ближнього інфрачервоного каналу і завдяки цьому можуть фіксувати наприклад броньовану техніку у лісі. Інфрачервоний канал дає чітку інформацію, де природна вегетація, а де замаскована металева конструкція (танк, БМП, САУ) [13].

Третій варіант є перспективним. Здійснення космічної підтримки за першим або другим варіантом може бути реалізоване в існуючих умовах шляхом використання можливості закупівлі матеріалів космічного знімання за відповідним замовленням у операторів іноземних систем ДЗЗ.

Необхідно зазначити, що частина інформації від ГКП може надаватися цивільним установам та іншим відомствам, які також відповідають за певні напрями національної безпеки або під час ліквідації наслідків стихійного лиха [21]. При цьому може повстати питання організації зв'язку.

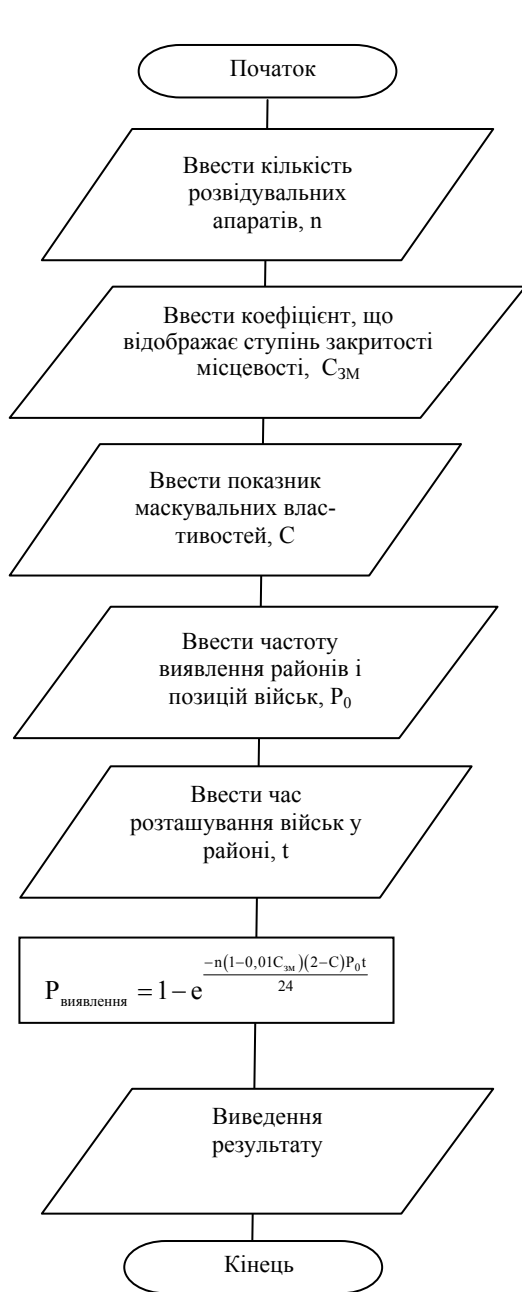


Рис. 1. Алгоритм розрахунку імовірності виявлення об'єкту розвідки

Протягом останніх двох років національні оператори супутникового зв'язку (Тоoway, Датагруп) розробили для силових структур низку виробів, які дозволяють забезпечити зв'язок у районах з нерозвиненою телекомунікаційною інфраструктурою. Зазначені вироби уявляють з себе комплекти супутникового зв'язку, які вироблені із застосуванням технології VSAT [14]. Системи супутникового зв'язку VSAT використовують як пункти управління так й мобільні підрозділи, які виконують завдання у безпосередній близькості від супротивника. На рис. 3 зображено варіант встановлення комплексу апаратури VSAT на бойову машину.

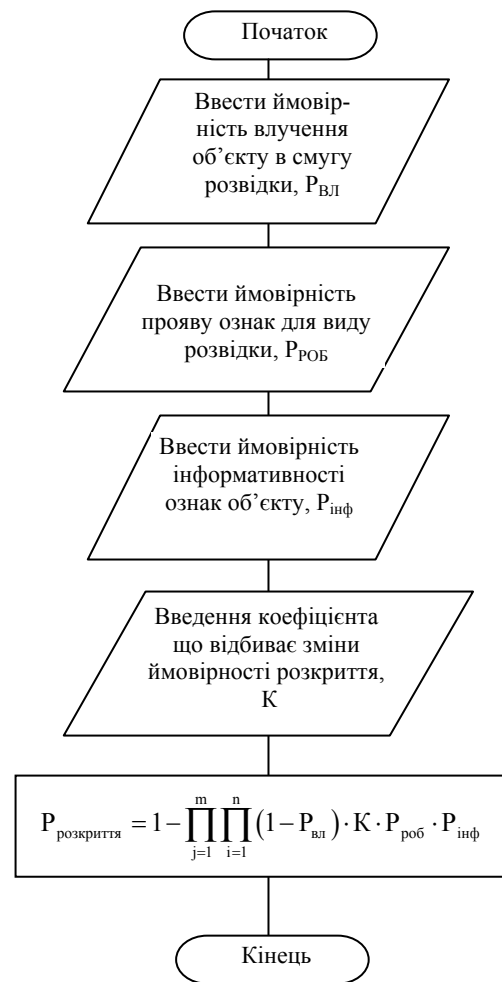


Рис. 2. Алгоритм розрахунку імовірності розкриття об'єкту розвідки



Рис. 3. Встановлення апаратури Тоoway на БРДМ

Таблиця 1  
Імовірність виявлення об'єктів

Кількість розвідувальних супутників, n	Ступінь закритості місцевості, C <sub>зм</sub>	Показник маскувальних властивостей лісу, C	Частота виявлення районів і позицій військ, P <sub>0</sub>	Час розташування військ у районі, t	Імовірність виявлення об'єктів, P <sub>виявлення</sub>
1	0,5	0,9	0,55	12	0,26
2	0,5	0,9	0,55	12	0,45
3	0,5	0,9	0,55	12	0,59

Таблиця 2

Імовірність розкриття об'єктів

Кількість розвідувальних супутників, $n$	Імовірність влучення об'єкта в смугу розвідки КА, $P_{вл}$	Коефіцієнт, що відбиває зміни імовірності розкриття в залежності від умов спостереження, $K$	Імовірність прояву розвідувальних ознак, $P_{роб}$	Імовірність інформативності ознаки об'єкту розвідки, $P_{інф}$	Імовірність розкриття об'єктів, $P_{розкриття}$
1	1	1	1	0,25	0,25
1	0,5	1	1	0,25	0,06
2	1	1	1	0,25	0,43
2	0,5	1	1	0,25	0,11
3	1	1	1	0,25	0,57
3	0,5	1	1	0,25	0,16

Зазначена технологія, реалізована у системі космічного зв'язку, як будь-яка система військового радіозв'язку потребує проведення досліджень щодо можливості функціонування в умовах створення радіоелектронних перешкод засобами радіоелектронної боротьби противника. Потребують дослідження можливості функціонування таких виробів в умовах РЕБ [24–25] та у взаємодії з іншими системами [26–27].

Визначення показників ефективності формувань космічної підтримки з виявлення та розкриття об'єктів противника пропонується здійснювати за прикладом визначення загальних та часткових показників ефективності формувань космічної розвідки [11]. Алгоритми, приведені на рис. 1–2 забезпечують отримання прогнозованих імовірностей виявлення та розкриття об'єктів за наявністю вхідних даних, які у якості прикладу визначені для довільного віртуального орбітального угруповання з використанням експертних оцінок.

Виходячи із складу та побудови орбітального угруповання можна розрахувати показники ефективності застосування засобів космічної розвідки. Оцінку бойових можливостей засобів за можливими варіантами дій ЗС можна провести за допомогою часових, просторових та інформаційних показників [11–12].

Обираємо наступні часові показники:

- період обертання КА  $T_{об} = 97$  хв;
- крок обертання  $\Delta\lambda = 22,45^{\circ}$ ;
- кількість обертів за добу – 15;
- кількість прольотів КА над районом розвідки за добу – 2.

Просторові показники:

- розмір кадру, км ( $40 \times 40$ );
- смуга огляду, км.

Інформаційні показники:

- оперативність видачі інформації – 2 години;
- імовірність виявлення об'єктів –  $P_{виявлення}$ ;
- імовірність розкриття об'єктів –  $P_{розкриття}$ .

Виходячи із нормативів та проведених розрахунків можна визначити імовірність розкриття визначених об'єктів розвідки та оцінити можливість щодо ідентифікації даних об'єктів.

## Висновки

В результаті проведених розрахунків можна зробити висновки, що район зосередження, при веденні космічної розвідки КА, буде відзнято декілька раз за добу, що дозволить виявити пункти управління та штаби бригад, РЛС, ракетні комплекси ракетного дивізіону, бойову та транспортну техніку танкової бригади з вірогідністю  $P_{виявлення} > 0,5$ , що свідчить про можливість відстеження передислокації військ, підготовки до ведення та ведення бойових дій на загрозованих ділянках та вздовж державного кордону, включаючи Азовський регіон.

Можливість ведення КА стереоскопічної зйомки вбачає створення тривимірних моделей рельєфу тих районів, у яких на даний час ведення розвідки силами та засобами інших розвідувальних підрозділів неможливо. Тривимірні моделі місцевості дають змогу з більшою деталістністю та достовірністю оцінювати місцевість, як елемент бойової обстановки та можуть бути використані для оновлення картографічного матеріалу і створення макетів місцевості високої достовірності.

Потребує окремого розгляду питання організації зв'язку ГКП з різноманітними споживачами матеріалів космічного спостереження, а також дослідження стійкості супутникового зв'язку за технологією VSAT в умовах РЕБ.

## Список літератури

1. Тенденції розвитку аерокосмічних засобів спостереження: навч. посіб. / А.М. Алімпієв, Б.М. Іващук, Д.В. Карлов та ін. – Харків: ХНУПС, 2016. – 132 с.
2. Попов М.О. Видова космічна розвідка в локальних військових конфліктах / М.О. Попов, М.В. Топольницький, В.О. Подліпаєв // Наука і оборона. – 2015. – № 1. – С. 25-35.
3. Воробйов О.В. Аналіз космічних апаратів дистанційного зондування Землі спеціального та подвійного призначення / О.В. Воробйов // Системи обробки інформації. – 2014. – № 6(122). – С. 28-30.
4. Худов Г.В. Використання супутникових даних в інтересах ведення контртерористичних операцій на прикладі операції "Geronimo" по знищенню "терориста №1" / Г.В. Худов // Системи озброєння і військова техніка. – 2011. – № 1(25). – С. 183-189.
5. Голкін Д.В. Напрямки застосування інформації космічних систем в інтересах Повітряних Сил Збройних Сил України / Д.В. Голкін, Г.В. Худов, Д.В. Карлов // Системи обробки інформації. – 2007. – № 4(12). – С. 4-6.

6. Попов М.О. Можливості та перспективи космічних систем видової розвідки і спостереження в контексті національних інтересів / М.О. Попов, Є.І. Махонін, В.І. Присяжний // *Наука і оборона*. – 2008. – № 2. – С. 41-52.
7. Попов М.О. Геопросторова розвідка в операціях збройних сил / М.О. Попов // *Наука і оборона*. – 2010. – № 2. – С. 30-39.
8. Попов М. Гіперспектральна аерокосмічна інформація у виявленні та спостереженні об'єктів / М. Попов, С. Станкевич, В. Молдован // *Наука і оборона*. – 2006. – № 3. – С. 25-31.
9. Попов М.О. Геоінформаційні системи та технології в завданнях оборони й національної безпеки / М.О. Попов, Є.С. Серединін // *Наука і оборона*. – 2009. – № 3. – С. 49-56.
10. Голкин Д.В. Перспективи применения космических систем для обеспечения действий Воздушных Сил Вооруженных Сил Украины / Д.В. Голкин, Н.С. Пастушенко, Г.В. Худов // *Системи озброєння і військова техніка*. – 2005. – № 1(1). – С. 28-33.
11. Оцінка бойових можливостей засобів космічного спостереження за можливими варіантами дій об'єднаних сил швидкого реагування збройних Сил України / М.Ф. Пічугін, С.П. Куліков, Д.А. Іщенко та ін. // *Збірник наукових праць ЦНДІ ЗС України*. – К.: ЦНДІ ЗС України, 2004. – № 4 (29). – С. 53-64.
12. Кухарський І.А. Інформаційні характеристики діючих космічних апаратів видової оптико-електронної розвідки / І.А. Кухарський // *Системи обробки інформації*. – 2013. – № 5 (112). – С. 46-53.
13. Ганус А. Україна вже має над Донбасом і космічних розвідників / А. Ганус // *Експрес*. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://m.expres.ua/#/n/150212>.
14. Спутниковые решения для украинских военных [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://defence-ua.com/index.php/statti/1910-sputnikovye-resheniya-dlya-ukrainskikh-voennykh>.
15. Степаненков М.М. Шляхи вдосконалення методів отримання і обробки інформації у засобах повітряної радіотехнічної розвідки / М.М. Степаненков, А.В. Кобзев, В.В. Романенко // *Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України*. – 2017. – № 2(27). – С. 121-123. <https://doi.org/10.30748/nitps.2017.27.23>.
16. Алімпієв А.М. Особливості гібридної війни РФ проти України. Досвід, що отриманий Повітряними Силами Збройних Сил України / А.М. Алімпієв, Г.В. Певцов // *Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України*. – 2017. – № 2. – С. 19-25.
17. Шамко Є.В. Основні особливості застосування Повітряних Сил в сучасних умовах ведення збройної боротьби / Є.В. Шамко, О.М. Жарик, В.В. Коваль // *Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України*. – 2017. – № 2(27). – С. 15-18. <https://doi.org/10.30748/nitps.2017.27.02>.
18. Воронін Є. Забезпечення сухопутних військ США оперативною інформацією про місцевість / Є. Воронін, В. Кашин // *Закордонний військовий огляд*. – 2000. – № 4. – С. 32.
19. Ткачов В. Система обробки й доведення геопросторових даних до споживачів Сухопутних військ США / В. Ткачов // *Закордонний військовий огляд*. – 2007. – №3. – С. 31-39.
20. Воронін Є. Геоінформаційне забезпечення ЗС США / Є. Воронін, В. Кашин, Л. Яблонський // *Закордонний військовий огляд*. – 2005. – № 10. – С. 10-12.
21. Кашин В. Американська мобільна система геопросторової розвідки / В. Кашин // *Закордонний військовий огляд*. – 2017. – №2. – С. 39-40.
22. Огляд програм та вимог керівних документів країн НАТО стосовно космічної ситуаційної обізнаності / М.Ф. Пічугін, Д.В. Карлов, О.О. Клімішен та ін. // *Збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних Сил*. – 2017. – № 2 (51). – С. 59-63.
23. Комаров В.С. Застосування космічних систем дистанційного зондування Землі в інтересах національної безпеки і оборони України / В.С. Комаров, О.І. Солонько // *Системи обробки інформації*. – 2008. – № 3(70). – С. 73-75.
24. Підвищення ролі радіоелектронної боротьби за досвідом локальних війн / Я.М. Кожушко, Г.В. Мегельбей, А.І. Резніченко та ін. // *Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил*. – 2012. – № 3(32). – С. 79-81.
25. Тенденції розвитку авіаційних засобів радіоелектронної боротьби військово-воздушних сил Соединенных Штатов Америки / Я.Н. Кожушко, А.И. Резниченко, Ю.А. Олейник [та ін.] // *Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України*. – 2011. – № 2. – С. 44-48.
26. Рубан І.В. Вибір показників та критерію ефективності передачі даних в телекомунікаційній мережі АСУ авіації та ППО / І.В. Рубан, О.П. Давікоза, В.В. Калачова, С.В. Дуденко // *Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України*. – 2013. – № 1(10). – С. 123-125.
27. Дуденко С.В. Порівняльний аналіз операційних систем для вирішення завдань реального часу в системах військового призначення / С.В. Дуденко, Б.І. Нізієнко, О.А. Трублін, В.В. Калачова // *Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України*. – 2015. – № 3(20). – С. 117-120.

## References

1. Alimiev, A.M., Ivashchuk, B.M. and Karlov, D.V. (2016), “*Tendenciyi rozvytku aerokosmichnyx zasobiv sposterezhennya: navch. posib.*” [Trends in aerospace monitoring: training. manual], KNAFU, Kharkiv, 132 p.
2. Popov, M.O., Topolnitsky, M.V. and Podlipayev, V.O. (2015), “*Vydova kosmichna rozvidka v lokalnykh vijskovykh konflikтах*” [Specular space exploration in local military conflicts], *Science and defense*, No. 1, pp. 25-35.
3. Vorobiow, O.V. (2014), “*Analiz kosmichnykh aparativ dystancijnogo zonduvannya Zemli specialnogo ta podvjynogo pryznachennya*” [The analysis of spacecraft for remote sensing of the earth special and double purpose], *Information Processing Systems*, No. 6 (122), pp. 28-30.
4. Khudov, G.V. (2011), “*Vykorystannya suputnykovykh danykh v interesax vedennya kontrterrorystychnykh operacij na prykladі operaciyi "Geronimo" po znyshhennyu "terorysta №1"*” [Use of satellite information in interest of conduct of counterterrorist operations on example of «Geronimo» operation for destroyed of "terrorist № 1"], *Systems of Arms and Military Equipment*, No. 1 (25), pp. 183-189.
5. Golkin, D.V., Khudov, G.V. and Karlov, D.V. (2007), “*Napryamky zastosuvannya informaciyi kosmichnykh system v interesax Povitryanykh Syl Zbrojnykh Syl Ukrayiny*” [Areas of application of information of space systems in the interests of the Air Forces of the Armed Forces of Ukraine], *Information Processing Systems*, No. 4(12), pp. 4-6.
6. Popov, M.O., Mahonin, E.I. and Prisyazhny, V.I. (2008), “*Mozhlyvosti ta perspektyvy kosmichnykh system vydovoyi rozvidky i sposterezhennya v konteksti nacionalnykh interesiv*” [Opportunities and perspectives of space systems of species intelligence and observation in the context of national interests], *Science and defense*, No. 2, pp. 41-52.

7. Popov, M.O. (2010), "Geoprostorova rozvidka v operaciyax zbrojnykh syl" [Geospatial Intelligence in operations of the Armed Forces], *Science and Defense*, No. 2, pp. 30-39.
8. Popov, M., Stankevich, S. and Moldovan, V. (2006), "Giperspektralna aerokosmichna informaciya u vyavleni ta spos-terezheni obyektiv" [Hyperspectral aerospace information in the detection and observation of objects], *Science and defense*, No. 3, pp. 25-31.
9. Popov, M.O. (2009), "Geoinformacijni systemy ta tehnologii v zavdanniyax oborony j nacionalnoyi bezpeky" [Geoinformation Systems and Technologies in the Problems of Defense and National Security], *Science and Defense*, No. 3, pp. 49-56.
10. Golkin, D.V., Pastushenko, N.R. and Khudov, G.V. (2005), "Perspektyvy prymereniya kosmycheskykh system dlya obespecheniya dejstvyj Vozdushnykh Syl Vooruzhennykh Syl Ukraini" [Perspectives of application of space systems for ensuring the actions of the Air Forces of the Armed Forces of Ukraine], *Systems of Arms and Military Equipment*, No. 1(1), pp. 28-33.
11. Pichugin, M.F., Kulikov, S.P. and Ishchenko, D.A. (2004), "Ocinka bojovyh mozhlyvostej zasobiv kosmichnogo spos-terezheniya za mozhlyvymy variantamy dij ob'yednanykh syl shvydkogo reaguвання zbrojnykh Syl Ukrainy" [Estimation of combat capabilities of means of space observation for possible variants of joint forces of rapid reaction of Armed Forces of Ukraine], *Scientific Works of Central Research Institute of the Armed Forces of Ukraine*, No. 4 (29), pp. 53-64.
12. Kuharsky, I.A. (2013), "Informacijni karakterystyky diyuchykh kosmichnykh aparativ vydovoyi optyko-elektronnoyi roz-vidky" [Informative descriptions of operating space vehicles of specific optical-electronic secret service], *Information Processing Systems*, No. 5 (112), pp. 46-53.
13. Ganus, A. (2015), "Ukrayina vzhe maye nad Donbasom i kosmichnykh rozvidnykiv" [Ukraine already has over the Don-bas and space scouts], *Express*, <http://m.express.ua/#/n/150212>.
14. Defence-express (2016), "Sputnykovye resheniya dlia ukraïnskykh voennykh" [Satellite solutions for the Ukrainian military], <https://defence-ua.com/index.php/statti/1910-sputnykovye-resheniya-dlya-ukraïnskikh-voennykh>.
15. Stepanenkov, M.M., Kobziev, A.V. and Romanenko, V.V. (2017), "Shliakhy vdoskonalennia metodiv otrymannia i obrobky informatsii u zasobakh povitrianoi radiotekhnichnoi rozvidky" [The improvement ways of obtaining and processing information methods in air electronic intelligence], *Science and Technology of the Air Force of Ukraine*, No. 2(27), pp. 121-123. <https://doi.org/10.30748/nitps.2017.27.23>.
16. Alimpiev, A. and Pevtsov, G. (2017), "Osoblyvosti gibrydnoyi vijny RF proty Ukrainy. Dosvid, shho otrymanyj Povitryanymy Sylamy Zbrojnyx Syl Ukrainy" [The features of the hybrid war of the Russian Federation against Ukraine. Experience received by the Air Forces of the Armed Forces of Ukraine], *Science and Technology of the Air Force of Ukraine*, No. 2, pp. 19-25.
17. Shamko, Ye.V., Zharyk, O.M. and Koval, V.V. (2017), "Osnovni osoblyvosti zastosuvannia Povitrianykh Syl v suchas-nykh umovakh vedennia zbroinoi borotby" [Basic features of use of the Air Force under present-day conditions during armed struggle], *Science and Technology of the Air Force of Ukraine*, No. 2(27), pp. 15-18. <https://doi.org/10.30748/nitps.2017.27.02>.
18. Voronin, E. and Kashin, V. (2000), "Zabezpechennya suxoputnykh vijsk SShA operatyvnoyu informaciyeyu pro misce-vist" [Provision of US ground troops with operational information of the terrain], *Foreign military review*, No. 4, p. 32.
19. Tkachev V. (2007), "Systema obrobky j dovedennya geoprostorovykh danykh do spozhyvachiv Suxoputnykh vijsk SShA" [The system of processing and proofing of geospatial data to consumers of the land forces of the USA], *Foreign military review*, No. 3, pp. 31-39.
20. Voronin, E., Kashin, V. and Yablonsky, L. (2005), "Geoinformacijne zabezpechennya ZS SShA" [Geoinformational Support of the US Army], *Foreign military review*, No. 10, pp. 10-12.
21. Kashin, V. (2017), "Amerykanska mobilna systema geoprostorovoyi rozvidky" [The American Mobile System for Geo-spatial Intelligence], *Foreign military review*, No. 2, pp. 39-40.
22. Pichugin, M.F., Karlov, D.V. and Klimishhen, O.O. (2017), "Oglyad program ta vymog kerivnykh dokumentiv krayin NATO stosovno kosmichnoyi sy'tuacijnoyi obiznanosti" [Review of programs and requirements of NATO steering documents for the outside of space situational awareness], *Scientific Works of Kharkiv National Air Force University*, No. 2 (51), pp. 59-63.
23. Komarov, V.R. and Solonec, O.I. (2008), "Zastosuvannya kosmichnykh system dystancijnogo zonduvannya Zemli v in-teresax nacionalnoyi bezpeky i oborony Ukrainy" [Possibilities of application of the space systems of the remote sensing of earth in behalf of national safety and defensive of Ukraine], *Information Processing Systems*, No. 3(70), pp. 73-75.
24. Kozhushko, Ya. M., Megelbey, G.V., Reznichenko, A.I. and Oleinik, U.A. (2012), "Pidvyshhennya roli radioelektron-noyi borotby za dosvidom lokalnykh vijn" [Enhancing the role of electronic warfare on the experience of local wars], *Scientific Works of Kharkiv National Air Force University*, No. 3(32), pp. 79-81.
25. Kozhushko, Ya.M., Reznichenko, A.I., Oleinik, U.A. and Mykhailik, A.A. (2011), "Tendencyi razvitiya aviacionnykh sredstv radioelektronnoj borbi voenno-vozdushnykh sil Soedynennykh Shtatov Ameriki" [Progress of aviation tools of radioelectronic fight of air arms of the United States of America trends], *Science and Technology of the Air Force of Ukraine*, No. 2, pp. 44-48.
26. Ruban, I.V., Davikoza, O.P., Kalachova, V.V. and Dudenko, S.V. (2013), "Vybir pokaznykiv ta kryteriiu efektyvnosti pereda-chi danykh v telekomunikatsiini mrezhi ASU aviatsii ta PPO", *Science and Technology of the Air Force of Ukraine*, No. 1(10), pp. 123-125.
27. Dudenko, S.V., Niziienko, B.I., Trublin, O.A. and Kalachova, V.V. (2015), "Porivnialnyi analiz operatsiinykh system dlia vyrishennia zavdan realnoho chasu v systemakh viiskovoho pryznachennia" [Comparative analysis of operating systems to solve real-time tasks in military systems], *Science and Technology of the Air Force of Ukraine*, No. 3(20), pp. 117-120.

Надійшла до редколегії 30.05.2018

Схвалена до друку 3.07.2018

**Відомості про авторів:****Пічугін Михайло Федорович**

кандидат військових наук професор  
 провідний науковий співробітник  
 Харківського національного університету  
 Повітряних Сил ім. І. Кожедуба,  
 Харків, Україна  
<https://orcid.org/0000-0002-8012-7487>

**Information about the authors:****Mikhail Pichugin**

Candidate of Military Sciences Professor  
 Lead Researcher  
 of Ivan Kozhedub Kharkiv National  
 Air Force University,  
 Kharkiv, Ukraine  
<https://orcid.org/0000-0002-8012-7487>

**Ищенко Дем'ян Андрійович**  
кандидат технічних наук доцент  
старший науковий співробітник  
Житомирського військового інституту  
ім. С.П. Корольова,  
Житомир, Україна  
<https://orcid.org/0000-0001-9743-3889>

**Клімишен Олексій Олегович**  
кандидат технічних наук  
старший науковий співробітник  
старший науковий співробітник  
Харківського національного університету  
Повітряних Сил ім. І. Кожедуба,  
Харків, Україна  
<https://orcid.org/0000-0003-3859-1531>

**Кожушко Ярослав Миколайович**  
кандидат технічних наук  
старший науковий співробітник  
Харківського Національного університету  
Повітряних Сил ім. І. Кожедуба,  
Харків, Україна  
<https://orcid.org/0000-0002-4229-6757>

**Dem'yan Ischenko**  
Candidate of Technical Sciences Associate Professor  
Senior Research Associate  
of S.P. Korolyov Zhitomyr  
military institute,  
Zhitomyr, Ukraine  
<https://orcid.org/0000-0001-9743-3889>

**Oleksiy Klimishen**  
Candidate of Technical Sciences  
Senior Research  
Senior Research Associate  
of Ivan Kozhedub Kharkiv National  
Air Forces University,  
Kharkiv, Ukraine  
<https://orcid.org/0000-0003-3859-1531>

**Yaroslav Kozhushko**  
Candidate of Technical Sciences  
Senior Research Associate  
of Ivan Kozhedub Kharkiv National  
Air Forces University,  
Kharkiv, Ukraine  
<https://orcid.org/0000-0002-4229-6757>

#### **ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТЕЙ ОБНАРУЖЕНИЯ ОБЪЕКТОВ КОСМИЧЕСКИМИ СРЕДСТВАМИ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ В ИНТЕРЕСАХ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ГРУПП КОСМИЧЕСКОЙ ПОДДЕРЖКИ ВООРУЖЕННЫХ СИЛ**

М.Ф. Пичугин, Д.А. Ищенко, А.О. Климишен, Я.Н. Кожушко

*В статье оценены некоторые варианты использования средств, которые целесообразно привлечь для космической поддержки всех видов деятельности Вооруженных Сил. Оценка возможностей средств рассчитывалась на основании общих и частных показателей эффективности. Исходя из известных нормативов и предварительных расчетов, можно определить вероятность раскрытия определенных объектов, вызывающих интерес, и оценить возможность по идентификации данных объектов.*

**Ключевые слова:** радиотехнические и телевизионные системы, дистанционное зондирование земли, показатели эффективности, космическая поддержка, космическое наблюдение, космические средства, вероятность обнаружения, вероятность раскрытия.

#### **ESTIMATION OF POSSIBILITIES OF OBJECTS BY COSMIC EARTH REMOTE SENSING IN THE INTERESTS OF INFORMATION SUPPORT FOR ARMED FORCES SPACE SUPPORT GROUPS**

M. Pichugin, D. Ishchenko, O. Klimishen, Ya. Kozhushko

*The experience of armed conflicts shows that the most important component of information provision that is being implemented in the leading countries of the world is the space support of the Armed Forces, and the effectiveness of space support is determined by the level of development of forces and means of space designation as part of the systems: space exploration; control of outer space; communications; navigation, topogeodesic and meteorological security, etc.*

*The need to improve the information provision of the Armed Forces with restrictions on the use of manned aircraft, including intelligence, makes use of the experience of organizing space support in the armed forces of NATO countries. But the lack of appropriate resource provision degenerates into the problem of providing space support to the Armed Forces of Ukraine.*

*The article assesses some options for using the means that it is advisable to involve all types of activities of the Armed Forces for space support. The evaluation of the capacity of funds was based on general and particular performance indicators. Based on known standards and preliminary calculations, it is possible to determine the probability of disclosure of certain objects of interest, and to assess the possibility of identifying these objects.*

*The determination of the effectiveness of the formation of space support for the detection and disclosure of enemy objects is proposed as an example of determining the overall and partial performance indicators of space exploration formations. The algorithms presented in this article provide the predicted probability of detecting and disclosing objects by the presence of input data, which are defined as an example for an arbitrary virtual orbital grouping. There is a need for a separate consideration of the organization of communication with various consumers of space observation materials, as well as the study of the stability of satellite communications using VSAT technology in the conditions of the AEW.*

**Keywords:** radio engineering and television systems, remote sensing of the earth, indicators of efficiency, space support, space observation, space means, probability of detection, probability of disclosure.