

УДК 629.7:621.396

Д.В. Голкін, В.І. Присяжний, В.П. Варакута, Г.В. Худов, І.М. Бутко, В.М. Коновалов

## ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ КОСМІЧНИХ СИСТЕМ СПОСТЕРЕЖЕННЯ ДЛЯ РАНЬОГО ПОПЕРЕДЖЕННЯ ПРО ПОВІТРЯНИЙ НАПАД

*Розглядаються особливості застосування космічних систем спостереження для вирішення завдання раннього попередження про повітряний напад.*

### Постановка проблеми та аналіз літератури

Відомо [1 – 10], що в сучасних війнах високих технологій центр бойових дій перемістився в повітряний простір, а забезпечення бойових дій – у космічний. Основними засобами повітряного нападу у війнах високих технологій є крилаті ракети і літаки тактичної авіації з космічною підтримкою вирішення завдань повітряної наступальної операції, а як космічні забезпечуючі системи використовуються космічні системи розвідки, зв'язку й управління, навігаційні космічні системи, комерційні супутники дистанційного зондування Землі, комерційного зв'язку й інші [4, 9, 10 – 12]. Наприклад,

в Іраку в 1991 році – 2000 літаків тактичної авіації, 35 супутників військового призначення, 26 комерційних супутників;

у Югославії в 1999 році – 850 літаків тактичної авіації, 38 супутників військового призначення, 27 комерційних супутників;

в Іраку в 2003 році – 768 літаків тактичної авіації, 59 супутників військового призначення, 68 комерційних супутників.

Надалі основну увагу будемо приділяти літакам тактичної авіації.

### Основний матеріал

Для проведення повітряної наступальної операції (ПНО) літаки тактичної авіації зосереджуються поблизу кордонів сторони, що обороняється, на віддаленні до 1000 км (у перспективі – до 1600 км) у зонах, що знаходяться поза досяжністю існуючих засобів ППО (рис. 1). У зв'язку з викладеним, просторове положення сторони, що обороняється, в повітряній наступальній операції можна представити таким чином. До початку ПНО найбільш імовірним місцезнаходженням літаків тактичної авіації є аеродроми базування, розташовані на віддаленні 1600 км від державного кордону сторони, що обороняється. Залежно від воєнно-політичної обстановки, яка склалася, доцільно в зоні виявлення виділити сектор

(сектори) з аеродромами базування тактичної авіації, що представляють реальну загрозу безпеці сторони, що обороняється, (рис. 2). Однак у всіх випадках положення ближньої і дальньої меж зони виявлення не зміниться.

Відзначимо тепер, що наземні засоби ППО в мирний час, а у воєнний час і повітряні засоби ППО, можуть забезпечити виявлення літаків тактичної авіації лише на дальностях 300...400 км, що не задовольняє вимоги до меж зони виявлення (до 1600 км).

У зв'язку з цим забезпечити вирішення завдань ППО в зоні виявлення можна за допомогою космічних забезпечуючих систем, розробка яких ведеться в рамках третьої Загальнодержавної (Національної) космічної програми України [13]. Продовжити розробку національних космічних систем передбачається в Концепції чергової Загальнодержавної космічної програми України на 2007 – 2011 роки [14], у проекті якої передбачається використовувати дані супутникових систем для вирішення завдань безпеки й оборони.

Вирішення завдань ППО із застосуванням космічних забезпечуючих систем можна представити таким чином (рис. 3) [15]. Діючі в складі Повітряних Сил сили і засоби ППО доцільно доповнити космічними забезпечуючими системами.

Як основні об'єкти ураження для системи ППО доцільно зберегти повітряні цілі, а як засоби ураження – винищувальну авіацію, зенітно-ракетні комплекси, засоби радіоелектронної боротьби. Систему виявлення повітряних цілей доцільно перетворити у дві підсистеми: космічний ешелон і наземний ешелон. Основу космічного ешелону можуть скласти національні космічні системи розвідки. Зону огляду космічних систем розвідки доцільно обмежити 1600-кілометровою смугою уздовж кордонів України і додатково представити у вигляді дискретного набору невеликих площ з координатами аеродромів базування авіації в центрі. Основними завданнями космічного ешелону ППО є [15]:

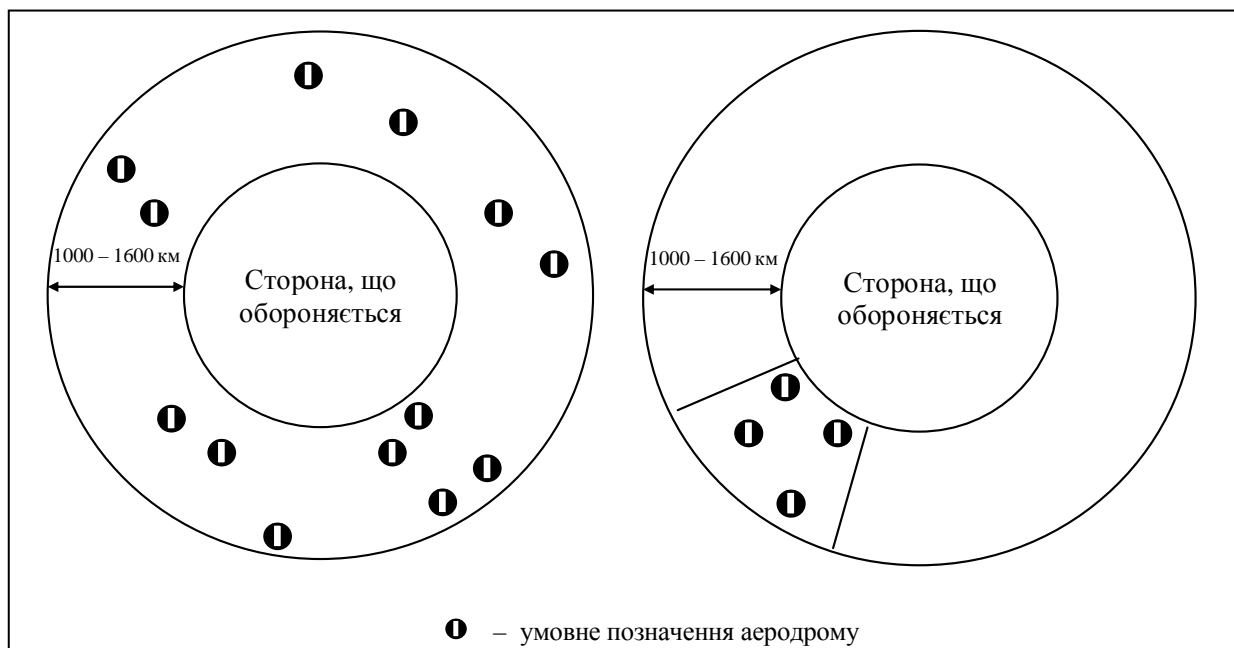


Рис. 1. Положення зон виявлення щодо території України

Рис. 2. Положення зон виявлення перед початком збройного конфлікту

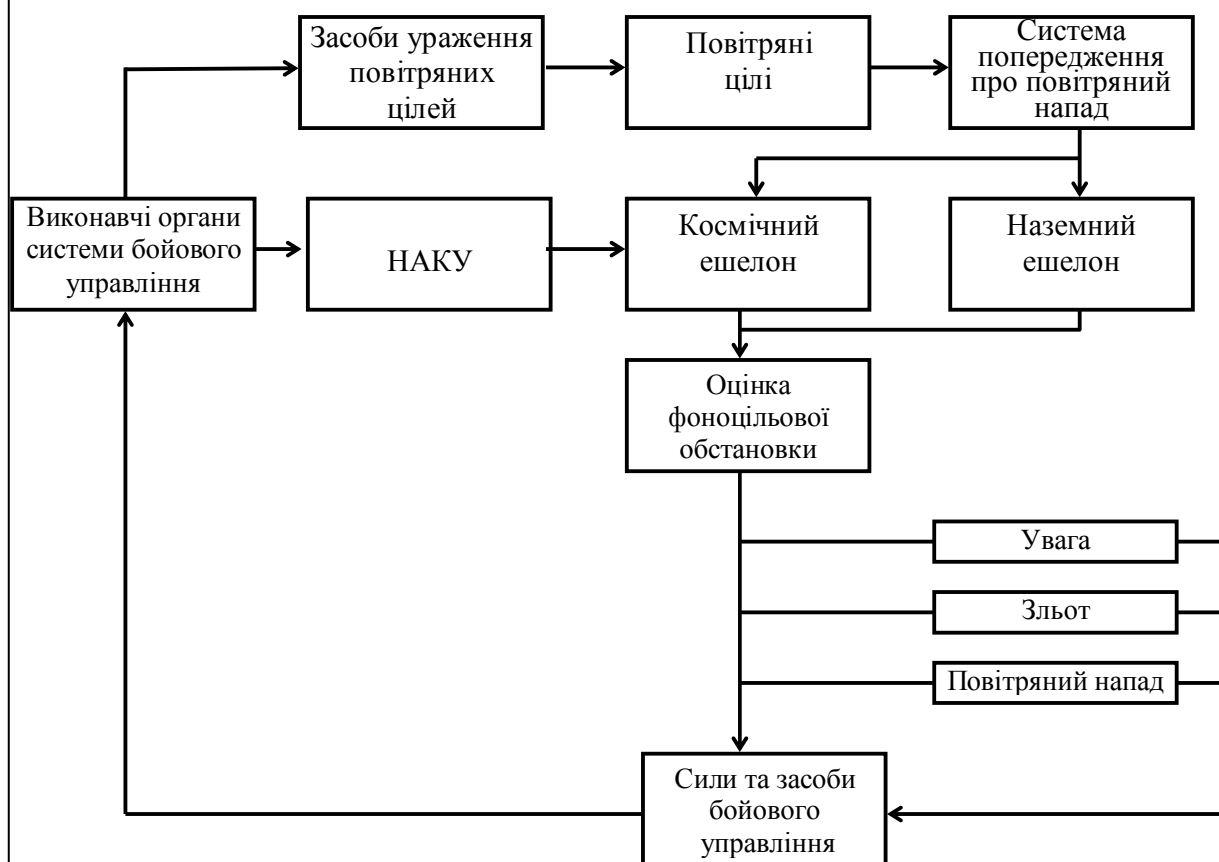
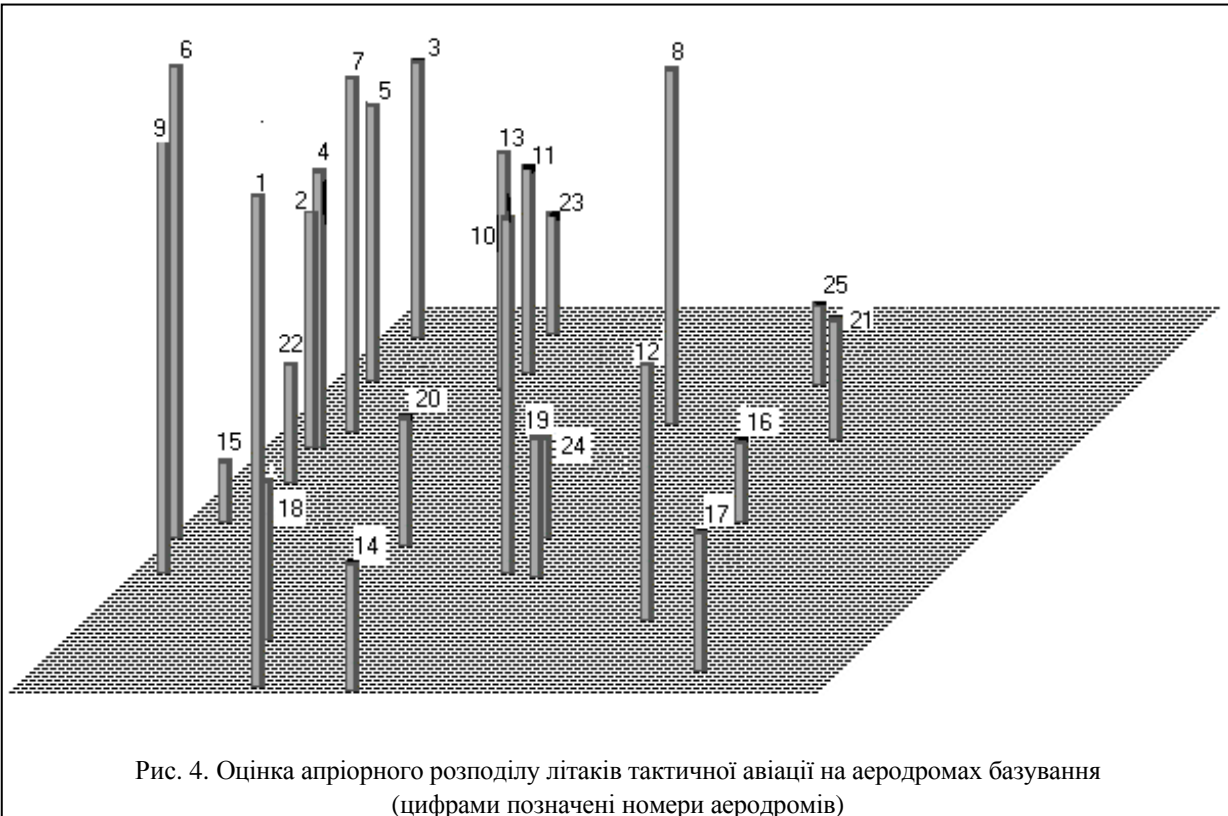


Рис. 3. Структура системи ППО з космічними забезпечуючими системами



контроль повітряної обстановки в районах аеродромів базування авіації;

оцінка кількісного складу авіації на аеродромах базування;

виявлення злету авіації з аеродромів;

супровід окремих груп літаків, що злетіли, до зони їх виявлення засобами наземного ешелону.

Наявність космічного ешелону дозволить установити факт повітряного нападу з моменту зльоту літаків з аеродромів базування, визначити основний напрямок удару й оцінити розподіл літаків за напрямками удару. Основу засобів наземного ешелону ППО можуть скласти радіолокаційні засоби пунктів наведення винищувальної авіації, станції розвідки і цілевказівки зенітно-ракетних комплексів та окремі радіолокаційні засоби радіотехнічних військ. За допомогою засобів космічного і наземного ешелонів ППО провадиться оцінювання фоноцільової обстановки і виробляються сигнали попередження про повітряний напад: увага, зліт, повітряний напад. Результати оцінювання фоноцільової обстановки використовуються для вироблення рішення на бойове застосування засобів ураження. Сигнали управління і команди формуються виконавчими органами системи управління і використовуються в наземному автоматизованому комплексі управління (НАКУ) Національного космічного агентства України (НКАУ) для управління орбіта-

льним угрупованням космічного ешелону.

Найважливішим завданням обґрунтування можливості космічних систем для вирішення завдань ППО є завдання урахування енергетичних обмежень, властивих космічним апаратам (КА), при оцінюванні можливості виявлення повітряних цілей з борту КА. На його вирішенні зосередимо надалі основну увагу. Для вирішення поставленого завдання як базові будемо використовувати досягнення теорії спільної оптимізації пошуку і виявлення об'єктів у космічних системах спостереження, що дозволяє забезпечувати можливість зниження вимог до енергетичного потенціалу бортових виявлювачів за рахунок використання апіорної інформації про місце розташування об'єктів спостереження [16 – 19].

У ході досліджень було встановлено, що літаки тактичної авіації до початку повітряної наступальної операції знаходяться на аеродромах базування із заздалегідь відомими координатами. У зв'язку з цим апіорні щільності ймовірності місцезнаходження літаків тактичної авіації являють собою сукупність піків, максимуми яких пропорційні кількості літаків на аеродромах, а положення відповідає заздалегідь відомим координатам аеродромів (рис. 4).

При використанні такої апіорної інформації енергетичний потенціал бортових виявлювачів необхідним буде зосереджувати тільки на контролі аеродромів базування літаків тактичної авіації, внаслідок

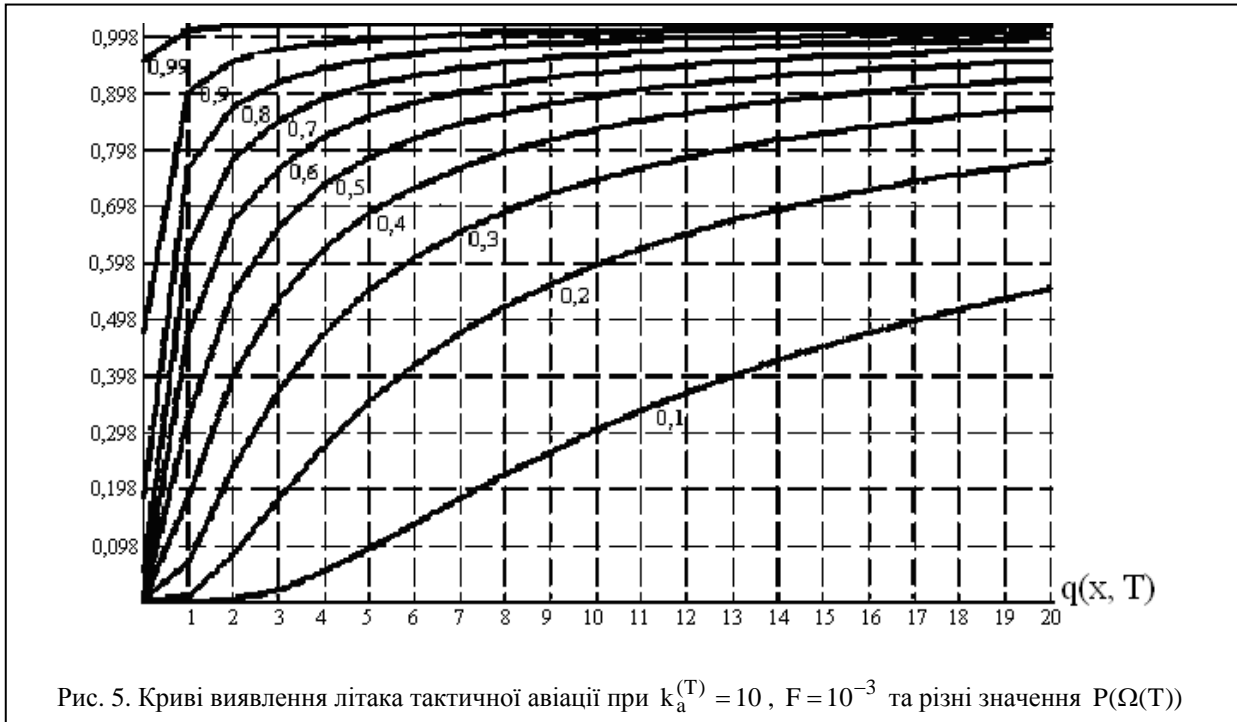


Рис. 5. Криві виявлення літака тактичної авіації при  $k_a^{(T)} = 10$ ,  $F = 10^{-3}$  та різні значення  $P(\Omega(T))$

чого вимоги до енергетичного потенціалу бортового космічного виявлювача можуть бути істотно знижені.

Для виявлення злітаючих літаків тактичної авіації апріорну щільність імовірності місця розташування літаків доцільно апроксимувати двовимірним нормальним законом з центром в аеродромі базування. Установлено також, що апріорна щільність імовірності місця розташування літаків тактичної авіації на маршрутах польоту в дискретних точках траєкторії є двовимірним нормальним законом. Знайдено статистичні характеристики (середні і середньоквадратичні) переміщення літаків у подовжньому і поперечному напрямку.

Області найбільш імовірного місця розташування літаків тактичної авіації на маршруті польоту є розширеними в часі еліпсами з головними осями, пропорційними знайденим статистичним характеристикам переміщення літаків, і орієнтованими за напрямком головного удару.

Знайдено величини виграшу від використання апріорної інформації в космічних системах спостереження. Величина виграшу оцінюється зниженням вимог до енергетичного потенціалу бортового космічного виявлювача в  $K$  разів:

$$K = k_a^{(T)} k_q,$$

де  $k_a^{(T)} = \frac{P(\Omega(T))}{1 - P(\Omega(T))}$  – вага апріорних даних;

$P(\Omega(T))$  – апріорна імовірність перебування об'єкта в області  $\Omega(T)$ ;

$T$  – час, витрачений на пошук і виявлення об'єкта;

$$K_q = \frac{m(\Omega)}{S_{\text{екв}}} \text{ – виграш у скороченні зони пошуку}$$

і виявлення за рахунок урахування апріорної щільності ймовірності місцезнаходження літака;

$S_{\text{екв}} = 2\pi\sigma^2$  – еквівалентна апріорному закону розподілу площа зони пошуку і виявлення;

$m(\Omega) = \dot{s}T$  – площа всієї зони пошуку і виявлення;

$\dot{s}$  – швидкість огляду зони пошуку і виявлення.

На рис. 5 наведені уточнені характеристики виявлення об'єктів, що враховують апріорну інформацію про місце розташування об'єкта (область найбільш імовірного перебування – коефіцієнт  $k_q$ , апріорну імовірність перебування об'єкта в цій області – коефіцієнт  $k_a^{(T)}$ ).

Видно, що урахування апріорних даних дозволяє істотно поліпшити ймовірнісні характеристики виявлення об'єктів спостереження навіть при малих значеннях енергетичного відношення сигнал–шум.

### Висновки і напрямки подальших досліджень

Для вирішення завдань ППО – раннього виявлення нальоту літаків тактичної авіації – в сучасних війнах високих технологій необхідно використовувати дані національних супутникових систем спостереження. Концепцією чергової Державної космі-

чної програми України на 2007 – 2011 роки передбачається використання даних супутникових систем для вирішення завдань оборони.

З урахуванням зниженого енергетичного потенціалу національних космічних систем раннього виявлення літаків тактичної авіації доцільно використовувати досягнення теорії спільної оптимізації пошуку і виявлення об'єктів, що обумовлюють можливість зниження вимог до енергетичного потенціалу бортових космічних виявлювачів за рахунок використання інформації про місцезнаходження об'єктів спостереження.

Виграш від використання апріорної інформації в космічних системах пошуку і виявлення визначається величиною ваги апріорних даних, що залежить від величини апріорної інформації про місце розташування об'єктів спостереження в зоні огляду і від енергетичних характеристик рівномірно-оптимальної стратегії пошуку.

У подальших дослідженнях необхідно провести розрахунок енергетичних характеристик стосовно до національних космічних систем.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Слипченко В.И. Войны шестого поколения. – М.: Вече, 2002. – 565 с.
2. Слипченко В.И. Уроки и выводы из войны в Ираке // Военная мысль. – 2003. – № 7. – С. 58 – 78.
3. Слипченко В.И. Уроки и выводы из войны в Ираке // Военная мысль. – 2003. – № 8. – С. 68 – 80.
4. Аерокосмічна розвідка в локальних війнах сучасності: досвід, проблемні питання і тенденції / Л.М. Артюшин, С.П. Мосов, Д.В. П'ясковський, В.Б. Толубко: Монографія. – К.: НАОУ, 2002. – 202 с.
5. Бабич В. Действительные результаты войны в Персидском заливе // Зарубежное военное обозрение. – 1996. – № 9. – С. 30 – 34.
6. Иванов В. Суперсиловые амбиции Рамсфелда // Независимое военное обозрение. – 2004. – № 49. – С. 2.
7. Буднянский А. Господство в воздухе и блицкриг в Ираке // Независимое военное обозрение. – 2004. – № 2. – С. 4.
8. Горшков А. Высокоточное оружие в операции «Свобода Ираку» // Независимое военное обозрение. – 2004. – № 18. – С. 6.
9. Шутенко М. В войнах шестого поколения приоритет будет отдан воздушно-космическим силам, а не танкам // Независимое военное обозрение. – 2004. – № 8. – С. 2 – 3.

10. Машков О.А., Сівов М.С., Закревський Д.С. Організація розвідувальних космічних угруповань в антитерористичній операції в Афганістані (2001 – 2002 рр.): Навч. посібн. з дисципліни „Основи бойового застосування космічних засобів”. – К.: НАОУ, 2002. – 71 с.

11. Кондратов О.М., Худов Г.В. Аналіз можливості використання космічних систем дистанційного зондування Землі для забезпечення безпеки України // Моделювання та інформаційні технології: Зб. наук. праць. – 2005. – Вип. 32. – С. 106 – 115.

12. Негода О.О., Толубко В.Б., Мосов С.П., Пічугін М.Ф. Зарубіжні системи дистанційного зондування Землі з космосу подвійного призначення. – К.: НАОУ, 2005. – 271 с.

13. Національна (Загальнодержавна) космічна програма України 2003 – 2007 рр. – (Закон України № 203-IV від 24.10.2002 р.).

14. Концепция очередной Общегосударственной космической программы Украины на 2007 – 2011 годы // Голос Украины. – № 2. – 2005.

15. Голкин Д.В., Пастушенко Н.С., Худов Г.В. Перспективы применения космических систем для обеспечения действий Воздушных Сил Вооруженных Сил Украины // Системи озброєння і військова техніка: Наук. журнал. – 2005. – № 1 (1). – С. 28 – 33.

16. Голкин Д.В., Худов Г.В. Совместная байесовская оптимизация поиска и обнаружения объектов в радиолокационных системах // Успехи современной радиоэлектроники. – М., 2003. – № 11. – С. 23 – 32.

17. Голкин Д.В., Худов Г.В. Совместная байесовская оптимизация поиска и обнаружения объектов в космических радиолокационных системах дистанционного зондирования // Космічна наука і технологія. – К., 2003. – Т. 9. – № 4. – С. 84 – 93.

18. Пат 71735 А України, МКИ G01S13/04. Спосіб сумісного пошуку і виявлення радіолокаційних об'єктів: пат. 71735 А України, МКИ G01S13/04 / Голкин Д.В., Худов Г.В., Коновалов В.М., Пастушенко М.С. (Харківський військовий університет). – заявл. 17.11.2003; опубл. 15.12.2004. Бюл. № 12.

19. Худов Г.В. Узагальнена структура системи сумісного пошуку і виявлення об'єктів у космічних системах спостереження // Збірник наукових праць. – Х.: 2004. – Вип. 2(49). – С. 38 – 41.

Надійшла 26.01.2006

Рецензент: д-р техн. наук професор Б.О. Демідов, Харківський університет Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба.