

УДК 629.7

В.І. Присяжний, О.М. Кондратов, І.М. Бутко, Г.В. Худов

ОЦІНЮВАННЯ МОЖЛИВОСТЕЙ КОСМІЧНИХ СИСТЕМ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІ ПО СПОСТЕРЕЖЕННЮ ЗАДАНОГО РАЙОНУ

Проаналізовані та проведені експериментальні дослідження з оцінювання можливостей космічних апаратів (КА) дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) по спостереженню заданого району.

Загальна постановка проблеми, аналіз останніх досягнень та публікацій

У теперішній час при вирішенні завдань забезпечення безпеки держави загострилося протиріччя між можливостями зі створення власних космічних систем спостереження і необхідністю вже зараз отримання космічної інформації [1]. Для розв'язання цього протиріччя в [1, 2] у теоретичному плані розглянуті можливості використання інформації з космічних систем дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) в інтересах забезпечення безпеки держави.

Мета статті – оцінювання можливості використання космічних систем ДЗЗ із забезпечення безпеки держави у воєнній сфері методом математичного моделювання. При цьому можливості використання космічних систем ДЗЗ обмежено оцінюванням використання систем для спостереження заданого району на поверхні Землі.

Постановка задачі та викладення матеріалів дослідження

Математичне моделювання проводиться з метою:

отримання експериментальних оцінок із спостереження заданого району з використанням космічних систем ДЗЗ;

порівняння отриманих оцінок з можливостями із спостереження заданого району з використанням космічних систем розвідки;

експериментального обґрунтування можливості використання космічних систем ДЗЗ для забезпечення безпеки держави.

При оцінюванні можливості використання космічних систем ДЗЗ по спостереженню заданого району проводиться оцінювання оперативно-тактичних вимог до ведення спостереження [2, 3] (темپ оновлення інформації по заданому району спостереження, оперативність доставки інформації), а також тактико-технічних характеристик апаратури КА ДЗЗ (роздільна здатність апаратури, спектральний діапазон роботи апаратури).

Отримані експериментальні оцінки, які характеризують можливість спостереження заданого району з використанням космічних систем ДЗЗ порівняно з числовими характеристиками узагальнених оперативно-тактичних та тактико-технічних характеристик космічних систем інформаційно-розвідувального забезпечення, що наведено у табл. 1 [1].

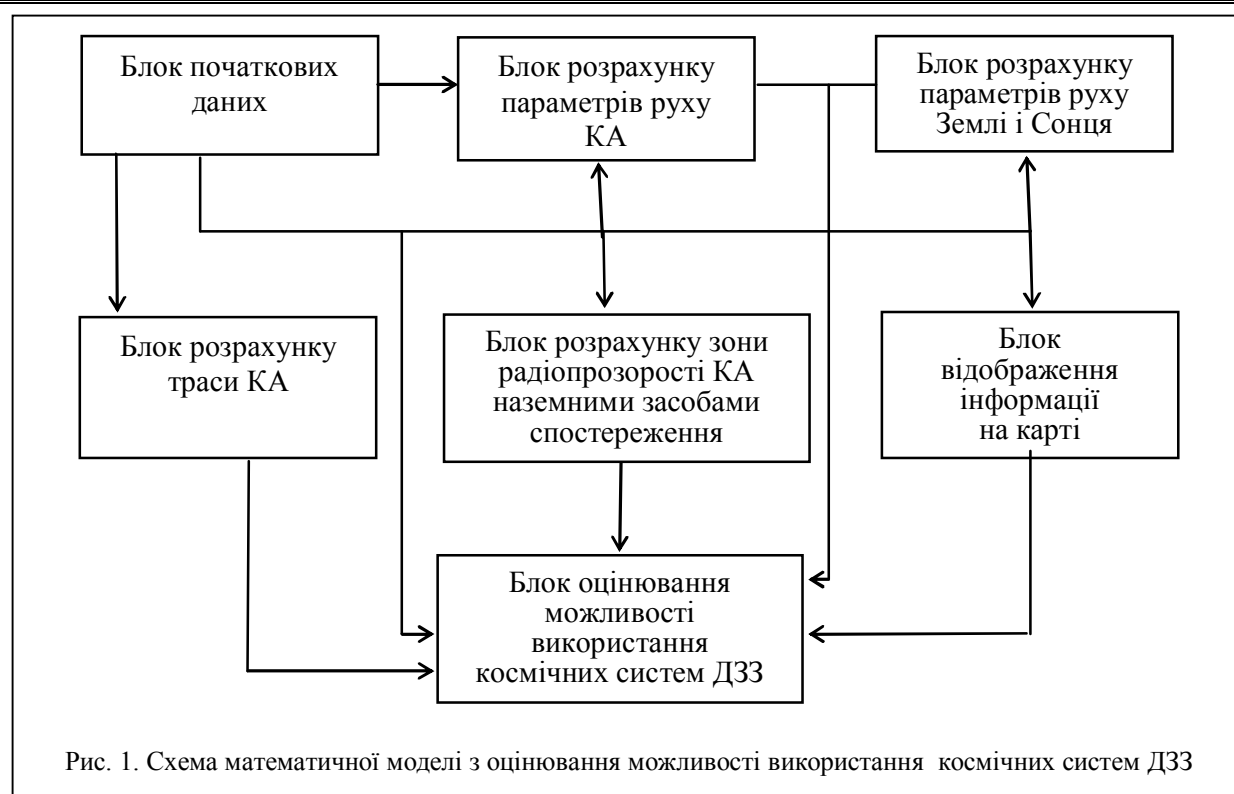
Таблиця 1

Числові характеристики узагальнених оперативно-тактичних та тактико-технічних характеристик космічних систем інформаційно-розвідувального забезпечення

Найменування характеристики	Одиниця вимірювання	Числове значення
Темп оновлення інформації по заданому району спостереження	Рази на добу	1 – 3
Оперативність доставки інформації	Години	1,5 – 2
Роздільна здатність апаратури	Метри	0,3 – 30
Спектральний діапазон роботи апаратури	Мікрометри	0,45 – 0,9

Модель оцінювання можливості використання космічних систем ДЗЗ по спостереженню заданого району включає в себе такі основні елементи (рис. 1): блок початкових даних, блок розрахунку параметрів руху КА, блок розрахунку параметрів руху Землі і Сонця, блок розрахунку траси КА, блок розрахунку зони радіопрозорості КА наземними засобами спостереження, блок відображення інформації на карті, блок оцінювання можливості космічних систем ДЗЗ по спостереженню заданого району.

У блоці початкових даних формується така інформація з КА ДЗЗ: міжнародний номер апарату згідно з міжнародним каталогом NORAD, назва апарату. У моделі проводиться розрахунок параметрів руху КА ДЗЗ, розрахунок траси КА, розрахунок зони радіопрозорості КА наземними засобами спостереження.



При цьому розв'язуються наступні функціональні задачі: підготовка вихідних даних, необхідних для розрахунку в процесі моделювання; введення орбітальних параметрів КА і прогнозування їх руху на заданий інтервал часу; розрахунок умов освітленості заданих районів спостереження і КА; розрахунок часу появи об'єкта спостереження у полі зору КА з урахуванням його кутів перенацілювання (смуги огляду); розрахунок часу входу і виходу КА в зони дії наземних пунктів управління і приймання інформації; графічне відображення на картах трас КА і зон дії наземних пунктів; оформлення результатів розрахунків у вигляді вихідних файлів і документів. Розрахунок параметрів руху Землі і Сонця проведено з використанням відомих методів [4]. У блоці відображення інформації на карті використовується база даних карт програмного продукту ARCVIEW.

Робота блоку оцінювання можливості використання космічних систем ДЗЗ полягає в тому, що вибирається період спостереження заданого району та вибирається склад орбітального угруповання КА ДЗЗ, можливості яких необхідно оцінити. Період спостереження заданого району планується відповідно до завдань, що вирішуються в інтересах національної безпеки й оборони, і може складати від двох–трьох місяців до декількох діб [5]. При виконанні розрахунків період спостереження заданого району обрано з 21 по 28 травня 2005 року.

Після подання початкових даних, району спосте-

реження, складу орбітального угруповання КА ДЗЗ необхідно провести розрахунки з оцінювання можливості КА ДЗЗ щодо огляду заданого району спостереження. Можливі режими роботи бортової апаратури КА ДЗЗ дозволяють вирішувати різні завдання: від оглядової розвідки з низькою роздільною здатністю до детальної розвідки з високою роздільною здатністю, від рішення завдань виявлення об'єкта до завдань оцінювання стану об'єкта. Математична модель залежно від завдань, що вирішуються, дозволяє планувати вибір відповідного КА ДЗЗ, режимів роботи бортової апаратури для вирішення завдань розвідувального та інформаційно-аналітичного забезпечення.

На рис. 2 наведено обраний для спостереження район, а на рис. 3 – зони огляду у різних режимах роботи бортової апаратури КА ДЗЗ ENVISAT.

Оцінювання можливості використання угруповання КА ДЗЗ по спостереженню заданого району наведено у табл. 2. При цьому угруповання складається з КА ДЗЗ IKONOS, RADARSAT, ENVISAT, QUICKBIRD. Модель дозволяє вибирати склад орбітального угруповання для забезпечення необхідного темпу оновлення інформації стосовно району, що спостерігається.

З аналізу таблиці видно, що в обраний період з 21 по 28 травня 2005 року спостереження заданого району ведеться угрупованням КА ДЗЗ. При цьому темп оновлення інформації по району складає від 1

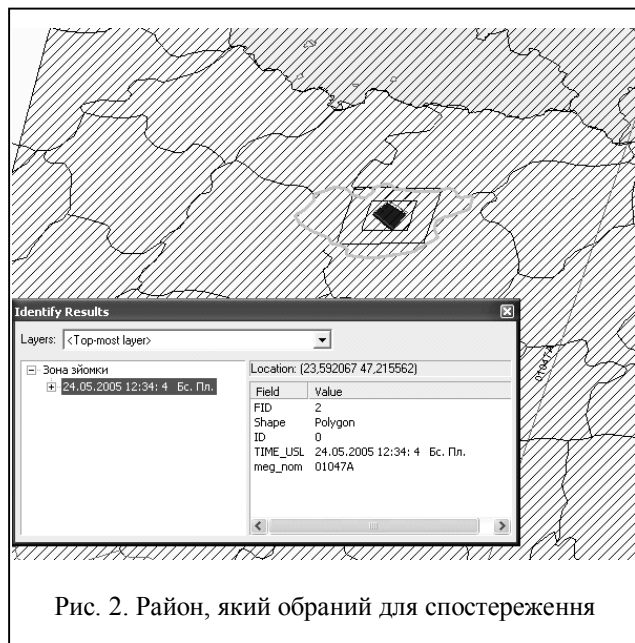


Рис. 2. Район, який обраний для спостереження

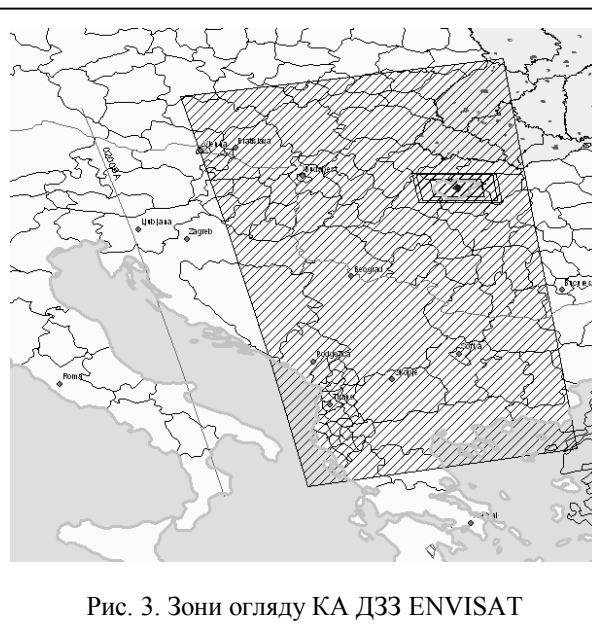


Рис. 3. Зони огляду КА ДЗЗ ENVISAT

Таблиця 2

Оцінювання можливості використання угруповання КА ДЗЗ спостереження заданого району

Дата спостереження	Час спостереження	Назва КА ДЗЗ	Міжнародний номер КА ДЗЗ	Темп оновлення інформації (разів на добу)
21.05.2005	18.08 – 18.09	RADARSAT	95059A	2
	23.26 – 23.29	ENVISAT	02009	
22.05.2005	11.34 – 11.37	ENVISAT	02009	3
	12.42 – 12.43	IKONOS	99051	
	19.18 – 19.20	RADARSAT	95059A	
23.05.2005	7.27 – 7.29	RADARSAT	95059A	1
24.05.2005	8.38 – 8.40	RADARSAT	95059A	4
	12.34 – 12.35	QUICK BIRD	01047A	
	18.19 – 18.22	RADARSAT	95059A	
	23.32 – 23.34	ENVISAT	02009	
25.05.2005	11.40 – 11.43	ENVISAT	02009	3
	12.52 – 12.53	IKONOS	99051	
	23.00 – 23.04	ENVISAT	02009	
26.05.2005	7.39 – 7.42	RADARSAT	95059A	3
	12.50 – 12.51	QUICK BIRD	01047A	
	19.00 – 19.03	RADARSAT	95059A	
27.05.2005	12.26 – 12.27	IKONOS	99051	2
	18.31 – 18.34	RADARSAT	95059A	
28.05.2005	8.20 – 8.23	RADARSAT	95059A	1

до 4 разів на добу, оперативність доставки інформації користувачам – 1,5 – 2 години, роздільна здатність апаратури спостереження КА ДЗЗ – від одиниць до десятків метрів залежно від режиму зйомки.

У табл. 3 наведені результати порівняння отриманих оцінок оперативно-тактичних і тактико-

технічних показників ведення спостереження заданого району космічними системами ДЗЗ та кількісних характеристик узагальнених оперативно-тактичних і тактико-технічних характеристик космічних систем інформаційно-розвідувального забезпечення, що наведені в табл. 1.

Порівняльний аналіз оперативно-тактичних та тактико-технічних показників ведення спостереження заданого району космічними системами ДЗЗ і числових характеристик узагальнених оперативно-тактичних та тактико-технічних характеристик космічних систем інформаційно-розвідувального забезпечення

Найменування характеристики	Одиниця виміру	Числове значення узагальненої характеристик	Числове значення характеристики космічних систем ДЗЗ
Темп оновлення інформації стосовно заданого району спостереження	Разів на добу	1 – 3	1 – 4
Оперативність доставки інформації	Годин	1,5 – 2	0,25 – 6
Роздільна здатність апаратури	Метри	0,3 – 30	1 – 70
Спектральний діапазон роботи апаратури	Мікрометри	0,45 – 0,9	0,45 – 0,9

Висновки і напрямки подальших досліджень

Із порівняння отриманих даних щодо можливості спостереження заданого району з використанням КА ДЗЗ з узагальненими характеристиками видно, що практично за всіма оперативно-тактичними та тактико-технічними характеристиками космічні системи ДЗЗ можуть вирішувати розвідувальні завдання в інтересах національної безпеки і оборони.

У подальших дослідженнях необхідно зосередити увагу на можливостях щодо отримання та обробки видової інформації з іноземних космічних систем ДЗЗ.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. 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.

2. Зарубіжні системи дистанційного зондування Землі з космосу подвійного призначення / Негода О.О., Толубко В.Б. та ін. – К.: НАОУ, 2005. – 271 с.

3. Машков О.А., Сівов М.С., Заклевський Д.Є. Організація розвідувальних космічних угруповань в анти терористичній операції в Афганістані (2001 – 2002 роки). – К.: НАОУ. – 2002. – 71 с.

4. Аппазов С.Г., Сытин Ю.М. Методы проектирования траекторий носителей и спутников Земли. – М.: Гл. редакция физ.-мат. лит. – 1987. – 440 с.

5. Артюшин Л.М., Мосов С.П., П'яковський Д.В., Толубко В.Б. Аерокосмічна розвідка в локальних війнах сучасності. Досвід, проблемні питання і тенденції. – К.: НАОУ, ЖВІРЕ, 2002. – 207 с.

Надійшла 03.10.2005

Рецензент: д-р техн. наук професор Д.В. Голкін, Харківський університет Повітряних Сил.