

УДК 629.78

А. П. Алпатов¹, Е. І. Бушуєв², О. В. Пилипенко¹,
П. П. Хорольський¹, В. М. Цимбал³

¹Інститут технічної механіки Національної академії наук України та Національного космічного агентства України, Дніпропетровськ

²Державне підприємство «Дніпрокосмос», Дніпропетровськ

³Центр радіофізичного зондування Землі ім. А. І. Калмикова Національної академії наук України та Національного космічного агентства України, Харків

Де шукати Україні місце на світовому ринку супутникового спостереження Землі

Доповідь на конференції 05.09.05

Обговорюється можливість виходу України на міжнародний ринок послуг дистанційного зондування Землі шляхом створення всепогодної космічної системи широкооглядового спостереження Землі за допомогою удосконалених радіолокаторів бокового огляду.

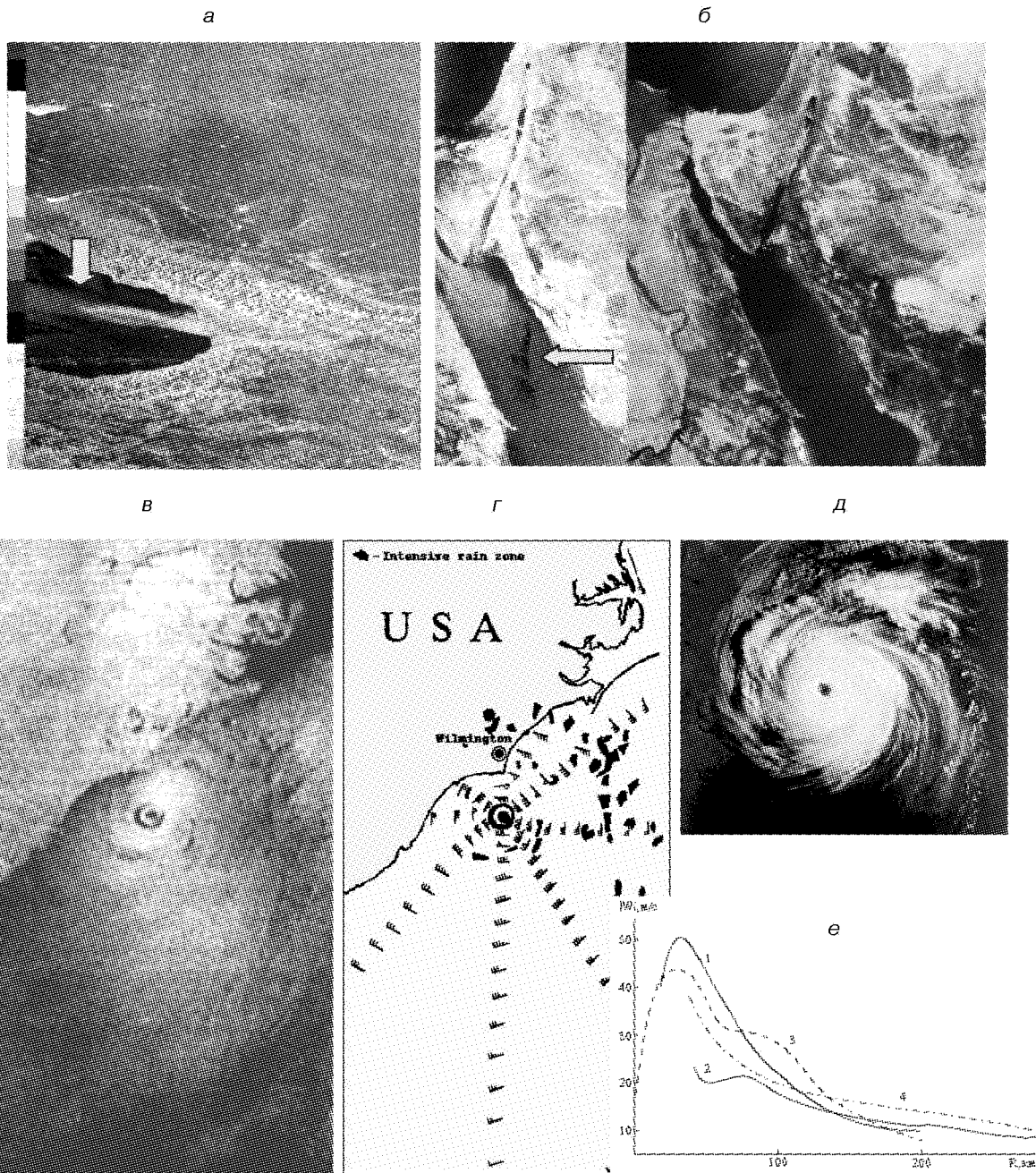
Маючи багаті традиції зі створення ракетно-космічної техніки, Україна нині переживає не найкращий період для космічної галузі. Причини тому загальновідомі. Склалася невтішна ситуація, коли реальні можливості створення супутників різного призначення Україна не може використати для виходу на світовий ринок супутникових послуг, зокрема з дистанційного зондування Землі (ДЗЗ).

Космічні системи ДЗЗ за значимістю займають друге місце у світі після супутникових систем зв'язку, і зараз цей напрям бурхливо розвивається. Він стимулюється суттєвим зростанням загрози людству з боку природних катастроф (тайфунів, циклонів, цунамі, повеней, підтоплень тощо). Усвідомивши ступінь загрози, розвинені країни світу приступили до створення аерокосмічних систем раннього попередження та моніторингу природних катастроф. Так, Європейський Союз щедро фінансує й інтенсивно виконує багатомільярдну програму GMES, мета якої — створення комплексу найсучасніших аерокосмічних засобів та методів запобігання природним і техногенним катастрофам [2]. Не відстають від Європейського Союзу США (програма ESE з космічною системою EOS), Канада

(космічна система Radarsat), Великобританія (космічна система DMC) та багато інших країн. ООН створила спеціальний комітет, що об'єднує всі наявні у різних країнах аерокосмічні системи, здатні вирішувати подібні завдання, в єдину світову суперсистему GEOSS [5].

В Загальнодержавній (Національній) космічній програмі України на 2003—2007 роки цільова програма з ДЗЗ обмежена кількома проектами, які направлені на задоволення потреб України і можуть бути демонстраторами можливостей вітчизняної ракетно-космічної галузі для закордонних інвесторів, але прямо не орієнтовані на задоволення попиту на світовому ринку. До того ж ця програма створювалася на основі оптимістичних сподівань на переважно державне фінансування цільової програми з ДЗЗ. Та вже зараз ясно, що у скрутних економічних умовах усі проекти з ДЗЗ Україна не може здійснити.

Таким чином, постає логічне питання: що доцільно створити за короткий час за цільовою програмою ДЗЗ із перспективою виходу на світовий ринок в умовах недостатнього фінансування? Відповідь на це питання треба шукати, враховуючи високу спеціалізацію і міжнародну



Зображення катастрофічних явищ, одержані за допомогою РЛСБО: *a* — небезпечна вітрова струминна течія (швидкість вітру понад 20 м/с) у Чорному морі; *b* — радіолокаційне (зліва) зображення небезпечного розливу нафтопродуктів у Червоному морі; *c* — радіолокаційне зображення тропічного урагану біля узбережжя США; *e* — параметри приводного вітру тропічного урагану (*e*) біля узбережжя США, обчислені за радіолокаційними даними; *d* — оптичне зображення хмарного масиву тропічного урагану (*d*); *e* — значення швидкості приводного вітру тропічного урагану: 1, 3 — тангенціальна складова у східному напрямі, 2, 4 — нормальна складова у південному напрямі (1, 2 — дані РЛСБО, 3, 4 — дані літака NOAA)

кооперацію систем ДЗЗ і ті конкурентоспроможні здобутки, що має Україна.

В наш час для глобального спостереження Землі космічною системою, що найчастіше використовується на практиці, є американська супутникова система NOAA, яка функціонує в експлуатаційному режимі з 1970 р. Основним її інструментом є шестиканальний сканер видимого й інфрачервоного діапазону AVHRR з розрізняльною здатністю 1.1 км у смузі огляду 3000 км. Безперервний режим роботи сканера AVHRR, широка мережа наземних приймальних станцій (понад 240 дециметрового L-діапазону і понад 1000 — метрового VHF-діапазону), стабільна робота системи забезпечили її широку популярність. Функціонування системи NOAA передбачається і на зрима майбутнє уже у складі об'єднаної системи Initial Joint Polar System (IJPS), яку спільно створюють управління NOAA і Європейська організація метеосупутників Eumetsat.

Недоліком системи NOAA є відсутність радіолокаційних засобів, що могли б забезпечити спостереження поверхні Землі в умовах хмарності та у нічний час. Для деяких районів Землі, що практично постійно захмарені (сорокові широти, басейн ріки Амазонка, арктичні райони в літній період та ін.), такий вид спостережень єдино можливий.

Загалом вчених і фахівців, що працюють у галузі ДЗЗ, добре відомо, що ще з 1983 р. українські розробники займали провідні позиції з радіолокаційного дослідження Землі. Так, радіолокаційна станція бокового огляду (РЛСБО), що забезпечувала для СРСР впродовж 12 років світовий пріоритет за цим напрямком, була розроблена українськими вченими і фахівцями Харківського Інституту радіофізики і електроніки НАН України і серійно виготовлялась у Харківському НДІ радіовимірювань. Ця РЛСБО була встановлена на восьми супутниках серії «Космос» та «Океан», на супутниках «Океан-О», «Січ-1» та «Січ-1М», що були розроблені й виготовлені у Дніпропетровському НВО «Південне». Інформаційні можливості цієї РЛСБО найбільш детально описано в роботі [4].

Ефективність української РЛСБО була практично доведена на основі систематичної оцінки й прогнозу стану льодового покриття вздовж Північного морського шляху, починаючи з

1983 р., а також у надзвичайних ситуаціях (наприклад, виведення каравану суден із льодового полону біля острова Врангеля у 1983 р. та теплохода «М. Сомов», що був у льодовому полоні поблизу Антарктиди у 1985 р).

Українська РЛСБО також переконливо довела свою ефективність у оперативному пошуку, оцінці динаміки та енергетики тропічних циклонів, та у виявленні зон забруднення водної поверхні нафтопродуктами (рисунок).

Суттєвою перевагою української РЛСБО є її максимально можлива оперативність (на відміну від інших радіолокаційних систем обробка даних РЛС БО здійснюється на борту супутника в реальному часі), та трансляція оброблених даних безпосередньо необмеженому колу споживачів на приймальні станції формату АРТ та HRPT. Це дозволяє використовувати РЛСБО для своєчасного виявлення, попередження та моніторингу найбільш небезпечних природних катастроф — тайфунів, ураганів, циклонів, штормів, шквалів, цунамі, згінно-нагінних явищ, повеней тощо, тобто тих процесів, які дуже швидко розвиваються та переміщуються у просторі. Однак недоліком цієї РЛСБО є недостатній загальний робочий ресурс (всього 250 годин) і обмеження до 15 хвилин тривалості сеансу роботи.

Ідеальною може вважатися РЛСБО, що здатна працювати безперервно впродовж усього періоду активного існування супутника, як це має місце із згаданим вище радіометром AVHRR метеорологічних супутників серії NOAA.

Така РЛСБО конче потрібна для одержання радіолокаційних зображень незалежно від погодних умов і може бути цілком конкурентоспроможною на світовому ринку як недорогий засіб попередження природних катастроф та оцінки стану льодового покриття. Супутник із подібною РЛСБО може розглядатися, наприклад, як доповнення до американської метеорологічної системи NOAA із використанням уже існуючої мережі наземних приймальних станцій та радіоканалів трансляції інформації.

Ідея можливого впровадження української РЛСБО у світові метеорологічні системи не є новою. Її пропонували фахівці ІТМ, ДП «Дніпрокосмос», НКАУ [1], ЦРЗЗ [3]. Проте ця ідея не отримала належного визнання й підтримки в Україні.

Нижче наведені пропозиції фахівців ІТМ, ЦРЗЗ та ДП «Дніпрокосмос» відносно створення космічної системи на базі супутників з РЛСБО, що має поліпшені характеристики.

Пропозиція

Створити й підтримувати в експлуатаційному режимі космічну систему оперативного широкооглядового радіолокаційного спостереження Землі з умовною назвою «Січ-N» у складі 2-3 супутників із поліпшеними характеристиками РЛСБО, що забезпечить можливість її безперервної роботи впродовж терміну активного існування.

Система «Січ-N» доповнює систему NOAA у частині всепогодного радіолокаційного спостереження незалежно від добового часу й орієнтована на використання існуючої мережі приймальних станцій формату APT і HRPT.

1. Характеристики системи

1.1. Супутник на основі базової платформи малого супутника:

маса до 800 кг

період активного існування 5 років

орбіта кругова, сонячно-синхронна

висота 670 км

нахил орбіти 74°, або 82.5°, або 98°

(уточнюється разом із NASA, NOAA)

При виборі сонячно-синхронної орбіти доцільно орієнтуватися на вечірній час її висхідного вузла (близько 18 годин).

1.2. Корисне навантаження

1.2.1. Двосмугова РЛСБО діапазону X

смуга огляду 2×700 км

просторова розрізняльна здатність 1.5 км

потужність електроспоживання 200 Вт

маса разом з антеною 170 кг

ресурс роботи 45 тис. годин (може бути забезпечена безперервна робота протягом п'яти років)

1.2.2. Оптична апаратура типу SeaWiFs, AATSR, Infrared Furie Spectrometer (1.0—20 мкм) уточнюється разом із NASA, NOAA і поставляється партнерами безоплатно на умовах часткової участі у програмі.

1.2.3. Радіолінії передачі зображення на Землю 137 МГц і 1.7 ГГц.

1.2.4. Мікросупутники масою 10—100 кг (2—

4 шт.) та пікосупутники масою до 1 кг (декілька десятків). Додаткове комерційне навантаження для ракети-носія, що знижує вартість програми.

2. Задачі системи:

- картування поля приводного вітру, деталізація скатерометричних даних;
- виявлення зон штормів, конвективних чарункових структур, атмосферних фронтів;
- оглядові спостереження районів інтенсивного судноплавства й нафтодобування на шельфі з метою виявлення зон забруднення нафтопродуктами;
- контроль стану льодового покриття в полярних районах;
- контроль зон зародження, розвитку та переміщення тропічних циклонів, ураганів, визначення їхніх енергетичних характеристик;
- картування зон опадів і дощових хмар;
- контроль стану і динаміки розвитку снігового покриття.

3. Оцінка конкурентоспроможності системи «Січ-N»

Конкурентами запропонованої системи «Січ-N» у даний час є існуюча канадська радіолокаційна супутникова система Radarsat, радіолокаційна система супутника ENVISAT (що мають режим широкого огляду) та деякі системи, що плануються, наприклад TerraSAR тощо.

Радіолокатори з синтезованою апертурою супутників «Radarsat 1» та ENVISAT в оглядовому режимі мають відповідно розрізненість 100 м у смузі огляду 500 км та 1000 м у смузі огляду 400 км і не пристосовані для оперативних метеорологічних зйомок, як доповнення до системи NOAA (короткочасний режим роботи, несумісна із системою NOAA радіолінія передачі зображення на Землю).

Супутник «Січ-N» буде сумісним із супутниками системи NOAA по обох радіолініях передачі зображень на Землю в форматах APT і HRPT на частотах відповідно 137 МГц і 1.7 ГГц.

З огляду на те, що супутник «Radarsat 1» коштував майже 650 млн доларів, а система супутників «Січ-N» із трьох апаратів за попередніми оцінками буде у п'ятеро дешевшою, конкурентоспроможність супутника «Січ-N» може бути оцінена як достатньо висока.

Проект має мінімальний ризик, враховуючи значний досвід українських організацій у створенні подібних систем.

4. Умови співробітництва

Дані пропозиції підтримують ініціативи світової громадськості зі створення згаданих вище міжнародних систем моніторингу земної поверхні та попередження природних катастроф (GMES, GEOSS).

Україна може взяти на себе відповідальність підтримувати оглядові радіолокаційні спостереження в рамках програми «Січ-N».

В обмін Україна хотіла б одержати:

- статус постійного учасника програми ESE і мати гарантійний доступ до даних космічної системи EOS за цінами, що компенсують затрати на копіювання інформації;
- підключення до мережі EOSDIS з безоплатною передачею Україні апаратних і програмних засобів для обробки і зберігання даних по території України в форматах і стандартах EOSDIS;
- інвестування (кредитування) програми «Січ-N» у вигляді часткового відшкодування витрат України на програму на рівні принаймні 30 %.

5. Кроки, які необхідно зробити з маркетингу проекту:

- провести маркетингові дослідження ринку користувачів як для одного демонстраційного супутника «Січ-N», так і для космічної системи із декількох таких супутників;
- звернутися до Національного управління з дослідження океанів і атмосфери NOAA з пропозицією про підтримку проекту створення міжнародної космічної системи у складі підсистем NOAA і «Січ-N»;
- звернутися до Всесвітньої метеорологічної організації WMO за підтримкою створення міжнародної оперативної космічної системи попередження природних катастроф та оцінки можливих варіантів виступу WMO в якості її замовника.

ВИСНОВКИ

Запропонувавши міжнародному товариству в особі Всесвітньої метеорологічної організації WMO космічну систему оперативного широкоосягового радіолокаційного спостереження Землі, яка вигідно доповнює існуючу метеорологічну систему NOAA, Україна спроможна зайняти свою нішу на ринку супутникового спостереження Землі.

Створення космічної системи у складі декількох космічних апаратів та її експлуатація і підтримка у робочому стані на протязі тривалого часу забезпечить робочими місцями певну кількість робітників космічної галузі.

1. Астапенко В. Н., Бушуев Е. И., Зубко В. П., Хорольский П. П. Оценка объема спроса национального рынка на информацию дистанционного зондирования Земли // Новые методы в аэрокосмическом земледовении. — Киев: Карбон ЛТД, 1999.—С. 242—261.
2. ЕВРОПА. Финансирование проекта GMES // Ракетно-космическая техника.—2004.—№ 10 (2310).—С. 4.
3. Сердюк И., Цымбал В. Пока не грянул гром... // Зеркало недели.—9-15 апреля 2005 г.—№ 13 (541).
4. Радиолокация поверхности Земли из космоса // Под ред. Л. М. Митника, С. В. Викторова. — Л.: Гидрометиздат, 1990.—200 с.
5. The Global Earth Observation System of Systems (GEOSS) 10-year implementation plan. http://europa.eu.int/comm/space/esw/summit/sumIII/article_2007_en.htm

WHERE UKRAINE IS TO SEARCH FOR ITS PLACE IN THE WORLD MARKET OF THE SATELLITE EARTH OBSERVATIONS

A. P. Alpatov, E. I. Bushuev, O. V. Pylypenko,
P. P. Khorolskii, V. M. Tsymbal

We discuss the possibility of the Ukrainian joining the international market of the remote Earth probing services by means of creation of all weather space system of the wide-range Earth observations with the aid of improved side-looking radars.