

# ТРАНСПОРТНІ СИСТЕМИ

---

УДК 001.8.004.14:629.782:528.8(045)

## АНАЛІЗ ВИКОРИСТАННЯ СУПУТНИКІВ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІ

*Т. В. Козлова*, канд. техн. наук, доц.; *В. С. Вольвах*, *М. В. Собчук*

Національний авіаційний університет

valerievolvakh@gmail.com

*Проведено аналіз кількості виготовлення та виведення на орбіту космічних апаратів, їх використання, у тому числі супутників дистанційного зондування Землі та їх даних. Проаналізовано економічне забезпечення та частка витрат на створення супутників у загальному бюджеті провідних космічних агентств. Виявлено основних споживачів даних ДЗЗ. З'ясовано конкурентоспроможність України на світовому ринку космічних послуг.*

**Ключові слова:** дистанційне зондування Землі, конкурентоспроможність, користувачі даних, супутник.

*In the article the amount of m180 manufacturing of spacecraft, including remote sensing satellite, their placing in orbit and using are analyzed. The economic support and the share of costs of satellites manufacturing in the general budget of leading space agencies are analyzed. The major consumers of remote sensing data are identified. Ukraine's competitiveness in the global market of space-based services is determined.*

**Keywords:** remote sensing, competitiveness, data users, satellite.

### Вступ

Космічна діяльність для будь-якої держави є пріоритетною, оскільки забезпечує глобальний престиж, конкурентну перевагу, підтримку науково-технічного потенціалу та технологічний розвиток, економічне зростання, задоволення довгострокових інтересів держави у сфері безпеки та оборони.

Одним із напрямків космічної діяльності в світі та Україні є дистанційне зондування Землі (ДЗЗ). Дослідження можливостей застосування даних дистанційного зондування Землі у різних сферах суспільної життєдіяльності активно відбувається протягом останніх десятиліть. Розвиток приладів дистанційного зондування призвів до розширення можливостей з оперативного глобального спостереження навколишнього середовища.

### Постановка проблеми

За даними ООН, з огляду на стрімке зростання чисельності населення Землі, актуальними є, й надалі залишаються, глобальні проблеми забезпечення життєдіяльності людства. Одним із підходів до розв'язання цих проблем є застосування методів ДЗЗ. Провідні країни світу приділяють цьому напрямку величезну увагу, спрямовуючи на його розвиток десятки мільярдів доларів США.

У національних космічних програмах України методам і технологіям ДЗЗ, їх практичному використанню також відводиться значне місце. Проте недостатня комерціалізація та бюджетне забезпечення цієї галузі є стримуючим фактором її розвитку.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

Значний внесок у розвиток напряму ДЗЗ та використання даних дистанційного зондування внесли вітчизняні вчені: В. Лялько, С. Конюхов, О. Макаров, В. Сергєєв, Д. Топчій, С. Парняков, В. Куликов, Ю. Алексєєв та ін.

### Мета

Проаналізувати використання супутників ДЗЗ і отримуваних даних у світі та Україні, міжнародної співпраці у сфері космічної діяльності та тенденції її розвитку. З'ясувати конкурентоспроможність України на світовому ринку космічних послуг.

### Виклад основного матеріалу

Стан і перспективи світового космічного ринку значною мірою визначають як технічну політику найбільших аерокосмічних фірм світу, так і державну політику в галузі космічної діяльності провідних космічних держав. Деякі країни інвестують у космічні технології перш за все для підтримки міжнародної поваги, а також для за-

безпечення незалежних технологічних та інфраструктурних можливостей, інші зосередилися на вигодах для науки, зв'язку, управління ресурсами тощо. Орбітальний запуск і виробництво космічних апаратів у 2004–2013 рр. наведено на рис. 1, 2 [1].

Згідно з даними організації Union of Concerned Scientists [2] (UCS — наукова некомерційна організація, що займається проблемами оздоровлення навколишнього середовища і без-

пеки) на орбіті навколо Землі станом на 1 вересня 2015 р. експлуатувалося 1305 космічних супутників, які вирішували різноманітні завдання. З них власниками є: США — 549 супутників, Росія — 131, Китай — 142, інші країни — 483 супутники. Тільки 5 % з них використовуються для дистанційного зондування Землі, 25 % — для спостережень та наукових досліджень Землі, 6 % — поставляють геопросторові дані, необхідні для прийняття управлінських рішень.

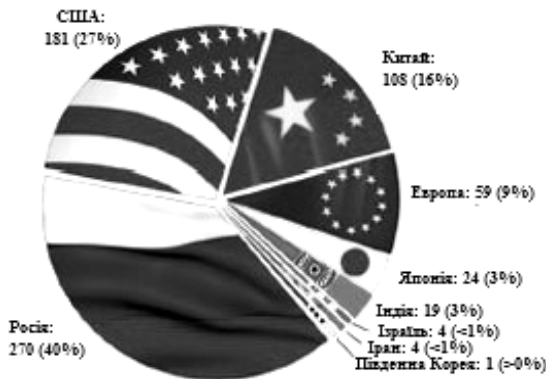


Рис. 1. Усього: 670 успішних орбітальних запусків

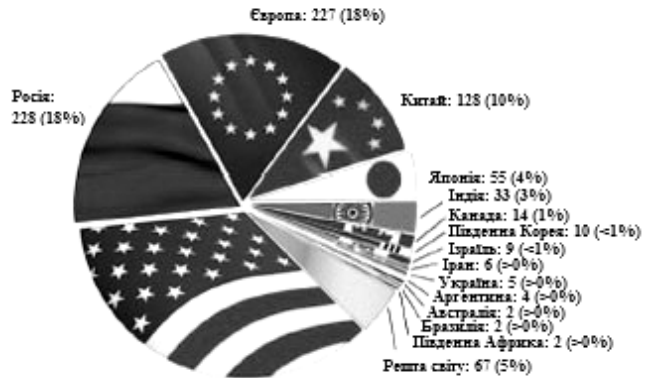


Рис. 2. Усього: 1236 космічних апаратів виготовлено

До основних сфер використання даних ДЗЗ, як правило, відносять: екологічний моніторинг; сільське господарство; лісогосподарство; геологорозвідку; землекористування; картографування та кадастр; будівництво; транспорт та комунікації; муніципальне господарство; метеорологію та кліматологію; океанографію, моніторинг водних ресурсів та спостереження узбережжя; моніторинг надзвичайних ситуацій; національну безпеку та оборону.

Споживачами даних ДЗЗ в світі є державні та урядові відомства, включно — національні військові та розвідувальні органи, наукові установи, організація контролю різних відомств, виробничі фірми, у т. ч. держави, які не мають власних засобів ДЗЗ. Станом на 1 вересня 2015 р. користувачами космічних знімків є переважно комерційні користувачі — 38 % та урядові організації — разом 40 % (рис. 3) [2].

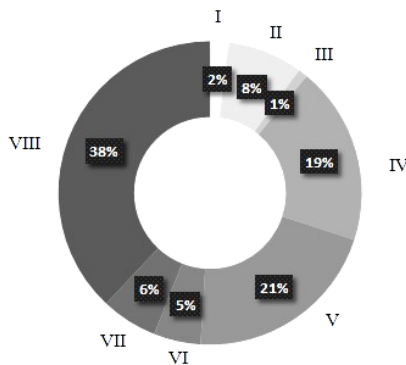


Рис. 3. Користувачі даних дистанційного зондування Землі станом на 01.09.2015 р.

I — Урядові/цивільні користувачі 2 %; II — урядові/комерційні користувачі 8 %; III — урядові/військові користувачі 1 %; IV — урядові користувачі 19 %; V — військові користувачі 21 %; VI — військові/комерційні користувачі 5 %; VII — цивільні користувачі 6 %; VIII — комерційні користувачі 38 %.

Координація та оптимізація користі від використання ДЗЗ різними країнами, обмін досвідом, створення глобальних банків даних забезпечується Комітетом супутникового спостереження Землі (CEOS), який сьогодні є головним міжнародним центром узгодження програм ДЗЗ й взаємодії цих програм з користувачами дистанційних даних і всесвітніми інформаційними ресурсами.

Світові ринки виробництва космічних апаратів і даних ДЗЗ характеризуються надзвичайною динамічністю розвитку:

- кількість космічних апаратів ДЗЗ на орбіті постійно зростає, на цей час світове угруповання супутників ДЗЗ складає понад 100 супутників (у 2006 р. — 66), щорічні витрати на їх створення — 5–7 млрд дол. США (з них 4–5 млрд дол. США на створення цивільних космічних апаратів ДЗЗ), до 2019 р. планується запустити не менш 250 супутників ДЗЗ, з них понад 50 розвідувальних космічних апаратів;

- співвідношення супутників ДЗЗ, які запускаються та знаходяться на орбіті, постійно змінюється у бік зменшення частки розвідувальних космічних апаратів;

– чисельність держав-власників супутників ДЗЗ стрімко збільшується (може змінюватися залежно від співвідношення запусків та виведення їх з експлуатації, але загальна тенденція до зростання є стійкою);

– щорічне зростання обсягу продаж продукції ДЗЗ оцінюється на рівні 15–20 %, її вартість найближчим часом може досягнути за різними оцінками 4–6 млрд дол. США;

– щорічні витрати на створення угруповань супутників ДЗЗ ряду провідних у світі національних (регіональних) космічних агентств — NASA (США); CNSA (Китай); CNES (Франція); ASI (Італія); DLR (ФРН); JAXA (Японія); ISRO (Індія); Роскосмос (Росія); ESA (ЄС) — за останні п'ять років, без урахування витрат на розвідувальні космічні апарати, у середньому становлять 150–200 млн дол. США (США — більш 1 млрд дол.);

– частка витрат на створення супутників ДЗЗ у загальному бюджеті провідних космічних агентств становить від 10 до 20 %, а з урахуванням розвідувальних супутників та супутників подвійного призначення — 30–60 % [3].

Взагалі у 2014 р. світова космічна економіка зросла на 9 % і досягла в цілому 330 млрд дол. США, з яких 76 % — комерційна космічна діяльність (збільшилась на 9,7 %), інші 24 % становлять державні інвестиції у космічний простір, і які також збільшились на 7,3 % [4].

Конкурентоспроможність країни на світовому ринку наукоємної продукції, якою у т. ч. є ракетно-космічна галузь, характеризує рівень розвитку науково-технологічного потенціалу національної економіки загалом.

Визначення індексу космічної конкурентоспроможності Futron [1] у 2015 р. показало, що з 15 країн, які аналізувалися, тільки США показали сім років поспіль зниження індексу конкурентоспроможності, тоді як Китай, Японія, Росія та Індія поліпшили його на 35, 44, 20, і 16 % відповідно, порівняно з 2008 р., коли тільки почалося визначення індексу.

У 2008 р. індекс космічної конкурентоспроможності України взагалі не визначався. У цьому рейтингу брали участь: Японія, Росія, США, Південна Корея, Канада, Китай, Європа, Бразилія, Індія та Ізраїль.

Тільки у 2012 р., враховуючи збільшення масштабів діяльності у міжнародному космічному просторі, в перший раз Futron додав п'ять нових країн, у т.ч. і Україну.

У табл. 1 пропонується перегляд змін відносної конкурентоспроможності. Позитивні оцінки (+) вказують на підвищення конкурентоспроможності, в той час як негативні (–) вказують на втрати конкурентоспроможності. Наприклад, Бразилія втратила 0,38 базисних пункти проти України, у свою чергу Україна втратила 0,95 базисних пункти відносно до Європи.

Таблиця 1

Порівняльна характеристика 15 провідних учасників космічної діяльності в світі з 2013 по 2014 рр.

	Аргентина	Австралія	Бразилія	Канада	Китай	Європа	Індія	Іран	Ізраїль	Японія	Росія	Південна Африка	Південна Корея	Україна	США	Нараховано змін
Аргентина	0.00		-0.30													
Австралія		0.00										-1.02				-0.92
Бразилія			0.00											-0.38		
Канада				0.00							-2.31					+0.66
Китай					0.00				-1.01							
Європа						0.000									+1.53	
Індія							0.00						-1.07			
Іран		+0.35						0.00								
Ізраїль									0.00							
Японія					+0.14					0.00						
Росія							+3.05				0.00					+2.98
Південна Африка	+0.92											0.00				
Південна Корея									+1.84				0.00			
Україна						-0.95								0.00		
США				-1.39											0.00	

Аналіз даних табл. 1 дозволяє зробити висновки про те, що сучасний етап розвитку ракетно-космічної галузі України характеризується

достатньою стійкістю, у той же час наявні тенденції до розширення присутності на міжнародному космічному ринку. Так, наприклад, Науко-

вий центр аерокосмічних досліджень Землі Інституту геологічних наук НАН України був першою в Україні науковою установою, яку прийняли до Європейської асоціації лабораторій дистанційного зондування Землі (EARSeL), співпрацює з Європейським космічним агентством (ESA), а також з космічними агентствами Росії, США, Німеччини, Франції, Угорщини, Польщі, Білорусі.

Центр було задіяно у виконанні програми GEOSS-GMES (Global Earth Observation System of Systems — Global Monitoring for Environment and Security) з глобального вивчення Землі, яка спрямована на поставку геоінформаційних продуктів і послуг на основі використання космічних знімків із супутників ДЗЗ у європейські інститути і державні органи для кращого виконання своєї місії по захисту цивільного населення, управління ризиками та захисту навколишнього середовища.

Центр брав участь у проєкті HABITCHANGE з дослідження і прогнозування наслідків зміни кліматичних умов у заповідниках Центральної Європи. Японських учених зацікавив український досвід робіт з космічного моніторингу в зоні відчуження Чорнобильської АЕС і у 2013 р. було підписано контракт між Центром і Токійським університетом на виконання спільного проєкту «Аналіз супутникових даних на площах Фукусіма — Чорнобиль».

Україна входить до достатньо вузького кола країн, які мають повний науково-технічний комплекс зі створення космічних апаратів та засобів їх виведення на орбіту, та здатна забезпечити їх виробництво і запуск, про що йдеться в Загальнодержавній цільовій науково-технічній космічній програмі на 2013–2017 рр., проте реалізація цього положення потребує мільярдних капіталовкладень, на що в нинішній економічній ситуації розраховувати не доводиться [5]. Тим не менш у 2014 р. наявна участь українських підприємств космічної галузі у підготовці та проведенні 3 пусків ракети-носія «Антарес» (США), 1 пуску ракети-носія «Вега» (Європейське космічне агентство), 2 пусків ракети-носія «Дніпро», 1 пуску ракети-носія «Зеніт-3SL» за проєктом «Морський старт» [6].

До 2020 р. Європа, в тому числі і Україна має запустити не менше 10 космічних апаратів дистанційного зондування Землі з різним просторовим дозволом і наданням даних для різних служб. Попри важливість виконання цього завдання існує брак його бюджетного забезпечення. Так загальна вартість робіт «Здійснення дистанційного зондування Землі з космосу» у 2013 р. становила 18100,0 тис. грн, а фактично було профінансовано 4103,97 тис. грн. У 2014 р. програмою передбачено фінансування у розмірі 92500,0 тис. грн, фактично профінансовано — 0,0 грн (табл. 2, 3) [6].

Таблиця 2

## Здійснення дистанційного зондування Землі у 2013 р.

Проекти	Обсяг фінансування, тис. грн			
	Передбачено	Затверджено паспортом бюджетної програми	Виконано робіт згідно з актами	Фактично профінансовано/отримано
GEO-Ukraine	1500,000	1499,000	1538,970	833,970
Січ	15600,000	15600,000	12788,674	3270,000
Космоприлад	1000,000	1000,000	1000,000	0,000
<b>Разом</b>	<b>18100,000</b>	<b>18099,000</b>	<b>15327,644</b>	<b>4103,970</b>

Таблиця 3

## Здійснення дистанційного зондування Землі у 2014 р.

Проекти	Обсяг фінансування, тис. грн			
	Передбачено	Затверджено паспортом бюджетної програми	Виконано робіт згідно з актами	Фактично профінансовано/отримано
GEO-Ukraine	3800,0	0,0	0,0	0,0
Січ	86900,0	0,0	0,0	0,0
Космоприлад	1800,0	0,0	0,0	0,0
<b>Разом</b>	<b>92500,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>

У даний час на світовому космічному ринку йде активний пошук шляхів підвищення конкурентоспроможності ракетно-космічних підприємств. Сьогодні світового ракетно-космічного

ринку характеризується інтенсивним розвитком інтеграційних тенденцій у рамках зарубіжних підприємств, що спрямоване на підвищення їх конкурентоспроможності. Як приклад достатньо

привести такі інтегровані структури ракетно-космічної галузі США як компанії Боїнг, Локхід Мартін, Райтеон, Нортроп Грумман, європейські об'єднання European Aeronautic Defence and Space Company, Arianespace, Astrium, що налічують у своєму складі десятки підприємств з багатотисячним інженерно-технічним персоналом.

Українська ракетно-космічна галузь в силу своєї порівняної «молодості» та її специфічного характеру, недостатнього досвіду роботи підприємств у ринкових умовах містяться на початку інтеграційного шляху і до теперішнього часу налічує лише поодинокі великі утворення. Успішне

просування вітчизняної ракетно-космічної техніки на міжнародному ринку пов'язане з жорсткою конкурентною боротьбою із зарубіжними компаніями, які прагнуть зберегти або збільшити розмір своєї ринкової частки. Україна за останні три роки збільшила свою конкурентоспроможність, і сьогодні намагається комерціалізувати свою космічну промислову базу та виходити на ключові ринки (рис. 4) [6]. Але не варто вважати комерційну діяльність панацеєю для галузі — це має бути суттєвий, але додатковий дохід, основні кошти мають все ж таки надаватися, як і раніше, з бюджету країни.

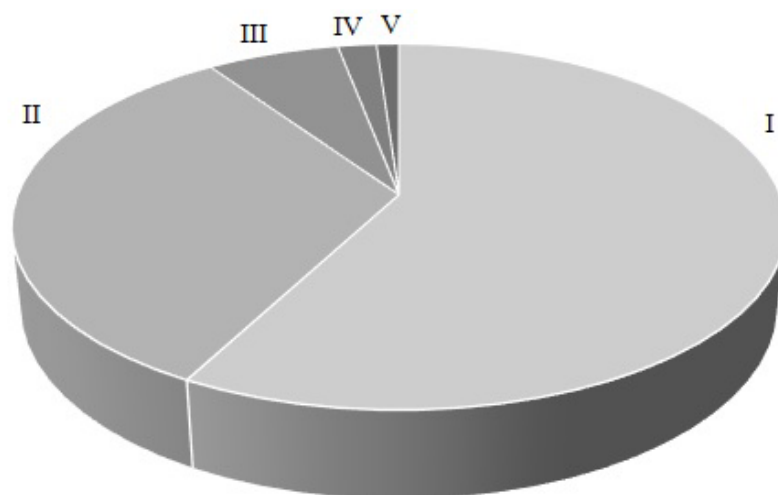


Рис. 4. Структура експорту продукції ракетно-космічної галузі України за регіонами світу (млн грн та % від суми експорту)

I — Росія (998,2 — 57,8%); II — інші країни світу (564,1 — 32,7%); III — США (113,2 — 6,5%); IV — інші країни СНД (32,9 — 1,9%); V — країни ЄС (19,2 — 1,1%)

## Висновки

Розвиток високих космічних технологій призводить до інтенсифікації розвитку внутрішніх джерел прогресу і є однією з умов існування суверенної держави в сучасному світі.

Однією зі стратегій забезпечення конкурентоспроможності ракетно-космічної галузі будь-якої країни є міжнародне співробітництво та інтеграційні тенденції.

Світовий ринок космічних технологій представляє для України суттєвий науково-технічний та комерційний інтерес. Будь-які плани та дії в напрямі збільшення світової частки космічної продукції космічної сфери України вимагають ретельного аналізу динаміки змін ринку послуг, у т.ч. ДЗЗ.

Створення унікальних космічних технологій і їх реалізація на світовому ринку має бути основою конкурентних переваг та підвищення індексу конкурентоспроможності країни.

## ЛІТЕРАТУРА

1. *Futron Releases 2014 Space Competitiveness Index*. — Режим доступу: <http://spaceref.biz/commercial-space/futron-releases-2014-space-competitiveness-index.html>.
2. *The Union of Concerned Scientists*. — Режим доступу: [http://www.ucsusa.org/global\\_security/space\\_weapons/satellite\\_database.html](http://www.ucsusa.org/global_security/space_weapons/satellite_database.html).
3. *Euroconsult*. — Режим доступу: <http://www.euroconsult-ec.com>.
4. *The Space Report 2015*. — Режим доступу: <https://www.spacefoundation.org/programs/research-and-analysis/space-report/index.php>.
5. Мележик О. Космос — Україні (інтерв'ю з академіком НАН України В. І. Ляльком) // Вісник НАН України. — 2014. — № 12. — С. 58—61.
6. Річні звіти Державного космічного агентства України за 2013, 2014 рр. — Режим доступу: <http://space.com.ua/nsau/catalognew.nsf/mainU/46BC117B7408F718C22579A00052878B?OpenDocument&Lang=U>.

Стаття надійшла до редакції 29.02.2016