

УДК 354.73:629.78(477)

DOI: <https://doi.org/10.31470/2786-6246-2024-7-94-105>

**Кошова Світлана,**  
кандидат з державного управління,  
доцент, директор навчально-методичного центру Національного університету охорони здоров'я України імені П.Л. Шупика

**Koshova Svitlana,**  
Candidate of State Administration, Associate Professor, Director of the Educational and Methodological Center at P.L. Shupyk National University of Health Care of Ukraine

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-7637-4311>✉ [svet.lana.koshova@gmail.com](mailto:svet.lana.koshova@gmail.com)

## ІННОВАЦІЙНІ ТЕНДЕЦІЇ СТВОРЕННЯ РАКЕТНО-КОСМІЧНОЇ ТЕХНІКИ: АСПЕКТ ПУБЛІЧНОГО УПРАВЛІННЯ

### INNOVATIVE TENDENCIES IN THE CREATION OF ROCKET AND SPACE TECHNOLOGY: THE ASPECT OF PUBLIC MANAGEMENT

**Анотація.** За останні шість десятиліть космічна галузь значно зростає та еволюціонує. Експлуатація космосу під егідою декількох космічних держав перетворилась на вид діяльності у понад 60 країнах по всьому світу. Для її фінансування окрім державного капіталу активно почав залучатись і приватний у вигляді інвестиційних ресурсів, що дозволило збільшити темпи її розвитку в декілька разів. Останнім роками інтерес до дослідження космосу та переваг, які можна отримати в його результаті значно зріс. Це стало можливим за рахунок значного спрощення подорожей за межі Землі під впливом інноваційних тенденцій. Відтак, у науковому дослідженні визначено поточні тенденції у світовій космічній галузі. Встановлено роль космічної сфери у загальному розвитку країни та формуванні її конкурентних переваг.

Окреслено ключові напрямки спрямування космічних подорожей у наш час і роль багаторазових систем запуску для орбітальних транспортних засобів у їх актуалізації. Охарактеризовано багаторазову систему запуск SN20, розроблену компанією SpaceX, як основу для створення можливостей подорожей на Марс. Визначено її технічні характеристики та послідовність проходження нею процедури її ліцензування на перший запуск. Досліджено динаміку зміни вартості ракетних запусків під впливом інновацій.

Встановлено причини відновлення подорожей на Місяць та проведено паралель між впливом таких подорожей на подальшу колонізацію Марсу. Визначено поточні тенденції у сфері супутникових запусків, проаналізовано кількість спроб орбітальних запусків у розрізі країн світу, а також визначено прогноз зміни кількості супутників до 2030 р. Досліджено проблему боротьби із космічним сміттям, яке залишилось із минулих місій і залишатиметься від майбутніх. Визначено напрямки використання космічних технологій для боротьби із глобальним потеплінням. Проаналізовано шляхи використання 3D-друку для потреб майбутніх космічних місій. Досліджено структуру спрямування венчурного капіталу в космічні технології у розрізі країн світу, а також у розрізі стадій реалізації космічних проєктів у вартісному та кількісному вимірі.

**Ключові слова:** інновації, орбітальні ракети, венчурний капітал, ракети багаторазового використання, супутники.

**Abstract.** The space industry has grown and evolved significantly over the past six decades. Exploitation of space under the auspices of several space states has become an activity in more than 60 countries around the world. For its financing, in addition to state capital, the private sector began to be

actively involved in the form of investment resources, which made it possible to increase the pace of its development several times. In recent years, interest in space exploration and the benefits that can be derived from it has grown significantly. This became possible due to the significant simplification of travel beyond the borders of the Earth under the influence of innovative trends. Therefore, the current trends in the global space industry are defined in the scientific study. The role of the space sphere in the general development of the country and the formation of its competitive advantages has been established.

The key directions of the direction of space travel in our time are outlined, and the role of reusable launch systems for orbital vehicles in their actualization. Described the SN20 reusable launch system developed by SpaceX as a basis for creating opportunities for travel to Mars. Its technical characteristics and the sequence of its first launch licensing procedure are defined. The dynamics of changes in the cost of rocket launches under the influence of innovations were studied.

The reasons for the resumption of trips to the Moon are established and a parallel is drawn between the impact of such trips on the further colonization of Mars. The current trends in the field of satellite launches have been determined, the number of orbital launch attempts by countries of the world has been analyzed, and the forecast for changes in the number of satellites until 2030 has been determined. The problem of combating space debris, which remained from past missions and will remain from future missions, was studied. Directions for using space technologies to fight global warming are defined. Ways of using 3D printing for the needs of future space missions are analyzed. The structure of the direction of venture capital in space technologies was studied in terms of the countries of the world, as well as in terms of the stages of the implementation of space projects in terms of value and quantity.

**Keywords:** innovation, orbital rockets, venture capital, reusable rockets, satellites

**Постановка проблеми.** Космічний сектор на даний момент переживає серйозні зміни. З моменту як п'ятдесят років тому Сполучені Штати Америки (США) і Радянський Союз впроваджували єдині масштабні національні космічні програми, і на ринку було присутня лише невелика кількість комерційних структур, космічний сектор виріс, диверсифікувався і почав інтегрувати у свою діяльність технології та інновації з інших секторів. Приватне фінансування космічних підприємств різко зросло за останнє десятиліття. Найбільш яскравими представниками приватних космічних підприємств є SpaceX і Blue Origin, а також менш знайомі, але однаково інноваційні, Planet Labs, Mapbox, Spire тощо. У результаті цих подій, основні елементи космічного сектору починають змінюватися: від керування урядом і декількома великими підприємствами сектор починає бути більш сегментованим, а отже – більш відкритим для учасників та глобально інтегрованим. Ці зміни надихають багато людей, породжуючи сподівання на те, що включення сонячної системи в економічну сферу нарешті може бути здійснено. Але, в той же час, ці зміни є важкими для «старої гвардії», яка створила та виховала першу урядову хвилю космічного підприємства. Пояснення описаних тенденцій було проведено з боку Інституту науково-технічної політики США на запит Національного управління з аеронавтики та дослідження космічного простору (НАСА) і Офісу директорів національної розвідки. У роз'ясненні зазначається, що космічне підприємство не є відособленим, а отже більшість подій, які його стосуються, зумовлюються зовнішніми факторами [1].

У перші роки розвитку космічної ери технології розроблялись в космічному секторі та адаптувались під його потреби, а в подальшому поширювались на інші сектори. Основними прикладами цього процесу є фотоелектричні технології та технології термоелектронного перетворення. Проте, останніми роками відбувається зворотній процес переходу технологій, в основному інноваційних, у космічний сектор із інших секторів, і досить часто це відбувається у формі

готових комерційних продуктів. Зменшення витрат і суттєве вдосконалення таких технологій як обчислювальна потужність, зберігання даних, камерне спостереження, сонячні батареї та мікродвигуни, вплинуло на різноманітні сфери, пов'язані з космосом, включно із спостереженням за Землею, телекомунікацією, космічною наукою та технікою, а також розвідкою.

Оскільки технологічний прогрес поза межами космічного сектору поширюється безпосереднього і на нього, з'являються інноваційні бізнес-моделі управління діяльністю космічних підприємств, створюються нові та дешевші програми використання космосу, що робить інвестиції у космічний сектор більш вигідними та прибутковими. У таких умовах, надзвичайно важливо відстежувати нові тенденції, які розгортаються у космічному секторі для оперативного їх використання, що, в свою чергу, формує актуальність наукового дослідження.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Вагомий вклад у розкриття тематики дослідження, у зв'язку із високою актуальністю, здійснили багато зарубіжних та вітчизняних вчених. Зокрема, протягом останніх років значна увагу інноваційних тенденціям у створення ракетно-космічної техніки, була приділена з боку Bhavya L., Marc M., Nixon B., Roy S., Di Pippo S., Marr B., Lu M., Jamshed P., Bharkar P. та ін. Серед вітчизняних вчених найбільший науковий вклад був здійснений Шемшученко Ю., Семенякою В., Маліцьким Б., Маліцьким Е., Жилінською О., Соловйовим В., Болтенком О., Кошовою С., Радченко Ю., Анисенко О., Бабіною Д. тощо. Проте, не применшуючи вклад зазначених авторів, вважаємо, що динамічність процесів у космічному секторі формують вимоги для безперервного аналізу та узагальнення тенденцій, які в ньому відбуваються.

**Постановка завдання.** З урахуванням вищенаведеного, метою наукового дослідження є визначення впливу інноваційних технологій на розвиток космічної галузі загалом та розробки ракетно-космічної техніки зокрема.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** У сучасних умовах космічна діяльність та її науково-виробнича база вже перетворились на природно функціонуючу галузь світової економіки, що керується універсальними закономірностями та загальними тенденціями розвитку.

Світовий економічний сектор є потужним сегментом глобального ринку, який стрімко розвивається. У той же час, однією із основних рушійних сил економічного прогресу є інноваційні технології, зокрема у сфері інформаційно-комунікаційного програмного забезпечення, цифрових систем та зв'язку. Ці розробки є результатом діяльності різних сфер космічної індустрії і в подальшому впливають на всі інші галузі життєдіяльності. Статистичні дослідження у більшості країн, які активно розвивають космічну галузь, показують, що вона є однією із найбільш конкурентоздатних та провідних напрямків у економіці. Так, саме космічні технології виступають гарантією технологічних, військових, наукових, політичних та економічних переваг, забезпечують можливість віддаленого зондування Землі, дозволяють діяти на випередження у надзвичайних ситуаціях, підвищують результативність розвідувальної діяльності, видобування природних ресурсів, є джерелом інновацій у сільське господарство, забезпечують комунікацію та навігацію, охорону навколишнього середовища та моніторинг кліматичних змін. Тому, беззаперечно, відстеження всіх інноваційних змін у космічній галузі є запорукою високотехнологічного розвитку цього сегменту, який в умовах глобалізації є джерелом забезпечення передумов для стратегічного зростання та технологічного лідерства у довгостроковій перспективі [2, с. 82].

За останнє десятиліття було відроджено інтерес до космічних подорожей та технологічних інновацій, які їх супроводжують. Більше того, Ілон Маск анонсував колонізацію Марсу [3]. І це далеко не межа. У 2022 р. планується розпочати запуск ракет багаторазового використання. Це так званий «святий Грааль» космічний для набуття поширення космічних подорожей, так як використання багаторазових систем запуску для орбітальних транспортних засобів дозволить значно знизити вартість вильоту з атмосфери Землі, відкриє двері для багатьох захоплюючих космічних ініціатив, які в теоретичному контексті є можливими, проте не реалізуються через високу вартість. Окрім того, ця система дозволить здешевити вартість стандартних космічних місії, таких як запуск супутників та підтримка Міжнародних Космічних Станцій. SpaceX планував запустити перший орбітальний рейс із використання ракети багаторазового запуску SN20 на початку 2021 р., через очікування схвалення від Федерального управління цивільної авіації США. Розробники зазначають, що SN20 найпотужніша ракета, з поміж всіх коли-небудь побудованих. Проте, компанія SpaceX зіткнулась із технічними складнощами у створенні ракети, а також із складною процедурою ліцензування, тому запуск було перенесено на липень 2022 р.

Зокрема, Федеральне управління цивільної авіації США, яке відповідає за оцінку екологічності та безпечності запуску для навколишнього середовища, оприлюднило список вимог до компанії SpaceX для подання нею заявки на отримання ліцензії для першого польоту, який включає 75 пунктів. В оприлюдненій заяві відомства, після оцінки ступеня виконання умов SpaceX, зазначили, що анонсовані компанією заходи не спричинять значних наслідків для довкілля, проте управління продовжуватиме спостереження для повного виконання компанією умов, і лише суцільне їх впровадження дозволить завершити процес ліцензування.

Згідно інформації, опублікованої SpaceX багаторазова ракетна система складатиметься із космічного корабля SN20 та носія Super Heavy. Повна її висота складатиме 120 метрів, що робить її найвищою із усіх коли-небудь створених ракет. Ракетний Носій Super Heavy вдвічі потужніший, ніж створювана NASA для пілотованих польотів на Місяць важка ракета Space Launch System. Перший запуск планується здійснити із стартового майданчика компанії у Бока-Чіка на південному сході штату Техас. Під час першого польоту планується, що ракета виконає один орбітальний обліт Землі, після чого SN20 здійснить посадку у Тихому океані біля Гавайських островів [4].

Пізніше, в цьому році, також планується запуск двоступеневої ракети New Glenn компанією Blue Origin, на низьку Орбіту Землі. Ця ракета призначена для використання до 25 разів, і в підсумку планується переміщення на ній не лише людей, а й вантажів [3].

Багаторазове використання ракет дозволить компаніям економічно ефективно запускати тисячі супутників на низьку навколоземну орбіту (Low Earth Orbital (LEO)), яка розташовується на висоті від 160 до 2000 км, на відміну від ракет, які запускались на геостаційну орбіту (GEO) на висоту близько 35000 км. Основна перевага LEO супутників полягає в тому, що вона мають найнижчу затримку в мілісекундах, на відміну від GEO супутників. Недоліком LEO є те, що кожен супутник має можливість охопити набагато меншу площу Землі. Нівелюється цей недолік тим, що формується можливість запускати велику кількість таких супутників за відносно низьку вартість. Дослідимо динаміку зміни вартості запуску ракет під впливом інноваційних технологій на основі табл. 1.

Таблиця 1

## Зміна вартості ракетних запусків під впливом інновацій

| Ракета                                  | Виробник                               | Вартість (дол./кг) |
|---|--|--------------------|
| 2016 Atlas V                            | United Launch Alliance (ULA)*          | 14100              |
| 2014 Ariane 5                           | Airbus                                 | 6900               |
| 2015 Falcon 9                           | SpaceX                                 | 4700               |
| 2020 Багаторазовий Falcon 9             | SpaceX                                 | 1800               |
| Швидкий багаторазовий корабель Starship | Теоретична модель на основі оцінок ARK | 200                |

Джерело: розроблено авторами на основі [5].

Як бачимо із табл. 1, вартість запуску багаторазових ракет значно нижча ніж стаціонарних, що дозволить найближчим часом здійснити значний прорив як у дослідженні космосу так і в використанні даних з нього для земних потреб.

У той же час, зменшення вартості ракетних запусків стане поштовхом для зростання повітряної мобільності, підвищення якості супутникових зображень та зв'язку, що в подальшому втілиться у розробку автономних дронів, які якраз і керуватимуться супутниковими даними GPS. Ці безпілотні літаючі апарати можуть стати цінністю для компаній сфери електронної комерції, зменшивши вартість доставки.

З іншого боку, планується актуалізація подорожей на Місяць. Хоча протягом останніх десятиліть подорожі на Місяць не були на порядку денному у дослідженнях космосу, це змінилось через визначення низки стратегічних причин для відновлення посадки на цю зірку за останні декілька років. Проте, на відміну від подорожей на Марс, висадка на Місяць проводитиметься окремими землянами та розвідувальними транспортними засобами. Ключовим фактором, який спонукає оновлення інтересу є те, що це стане хорошим тестовим фактором для багатьох технологій, які у підсумку допоможуть швидше дістатися Марсу.

Основна увага місії на Місяць буде зосереджена на пересиланні «невеликих корисних навантажень» у вигляді автономних інструментів, призначених для пошуку, витягування та обробки елементів з поверхні Місяця. Такі подорожі будуть відбуватися під керівництвом США. Окрім того, у результаті тісної співпраці між NASA та Astrobotic Technology, росією, Японією та Індією планується доставити роботу технічні земельні ділянки на місячну поверхню протягом 2022 р. Перший запуск планується на серпень 2022 р. Проте, фахівці NASA зазначають, що вони продовжують ремонтні роботи космічного корабля Orion і вже добились значного успіху по підготовці його до повноцінного запуску. Блок для навігації та управління вже замінено з урахуванням результатів тестування. На поточний момент відбувається перевірка тимчасової стадії криогенного руху космічного корабля для забезпечення його успішного виходу на орбіту Місяця [6].

Переважну більшість комерційних космічних активів складають супутникові запуски, і у 2022 р. така тенденція зберігатиметься. Рушійною силою посиленої активності у цій галузі є постійне зменшення вартості введення супутників на орбіту та зростаюча кількість випадків використання даних, які вони надають, адже GPS та супутникові знімки є важливим інструментом для багатьох аспектів повсякденного життя, і нові напрямки їх використання, як от, наприклад, вирішення проблем, спричинених пандемією, отримання актуальних даних щодо воєнної ситуації в Україні, виникають весь час.

Супутники з кожним роком стають меншими та легшими. Це означає, що навіть стартапи тепер можуть скористатися перевагами технологічних

можливостей. Насправді, звіти опубліковані в останні роки виявили, що вартість бізнесу по запуску супутника стає порівнянною із запуском програми. Китайський галактичний простір розробив та запустив у космосі 1000 невеликих супутників для своїх клієнтів у галузях, включаючи авіацію, морські та виробничі транспортних засобів. Тим часом, інша китайська компанія, ADA Space, планує мережу з 192 супутників, які використовуватимуть технологію штучного інтелекту для забезпечення потокових супутникових зображень Землі [7].

Загальну кількість спроб орбітальних запусків у розрізі країн-лідерів космічної сфери за 2020 р. відобразимо на рис. 1.

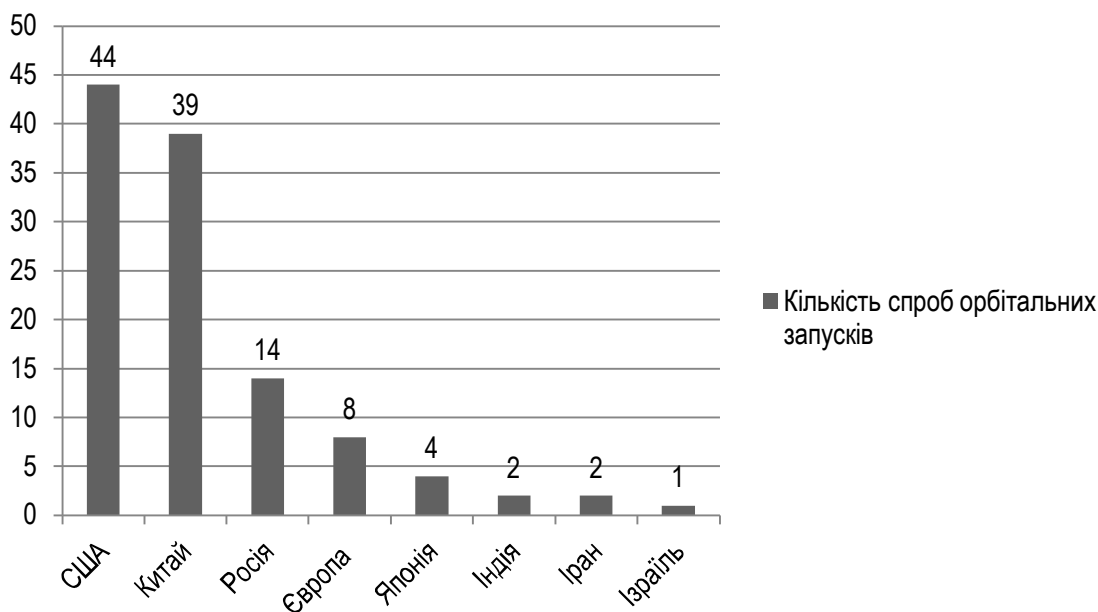


Рис. 1. Кількість спроб орбітальних запусків у розрізі країн за 2020 р.

Джерело: розроблено авторами на основі [8].

За оцінкою аналітиків Pitchbook, станом на 2020 р. лідером за кількістю спроб орбітальних запусків були США та Китай. Значно відстають від них росія та Європа, у яких було 14 та 8 спроб відповідно. Найменше спроб орбітальних запусків було здійснено Індією, Іраном та Ізраїлем.

Ще однією ознакою того, що супутники стають дешевшими та доступнішими, можна побачити з перших у світі повністю надрукованих за 3D супутників, які за оцінкою Австралійських виробників Fleet Space Technologies будуть запущені на орбіту в цьому році [7]. Ці супутники в першу чергу розроблені для надання комутаційних та зв'язкових рішень для пристроїв Інтернету речей (IoT), які все більше використовуються для приватних будинків та бізнесу у всьому світі. Розглянемо динаміку зростання кількості активних супутників за допомогою рис. 2:

Згідно даних, зображених на рис. 2, отримуємо підтвердження описаної тенденції щодо збільшення кількості запусків через зменшення їх вартості та доступності. Так, до 2030 р. планується, що кількість активних супутників зросте більше ніж на 2000% і складатиме більше 75000.

У той же час, одним із тривожних побічних ефектів від дослідження космосу є те, що ми можемо в кінцевому підсумку наробити стільки ж безладу в решті Всесвіту, як наробили на власній планеті. За приблизними підрахунками, на поточний момент з попередніх космічних місій існує близько 8000 тонн сміття

включно з не функціонуючими супутниками, які залишились на орбіті. Вони становлять потенційну небезпеку для майбутніх космічних місій, адже наслідки зіткнення з ними можуть бути катастрофічними, так як і їх вплив на дані з космосу, такі як прогнози погоди та GPS.

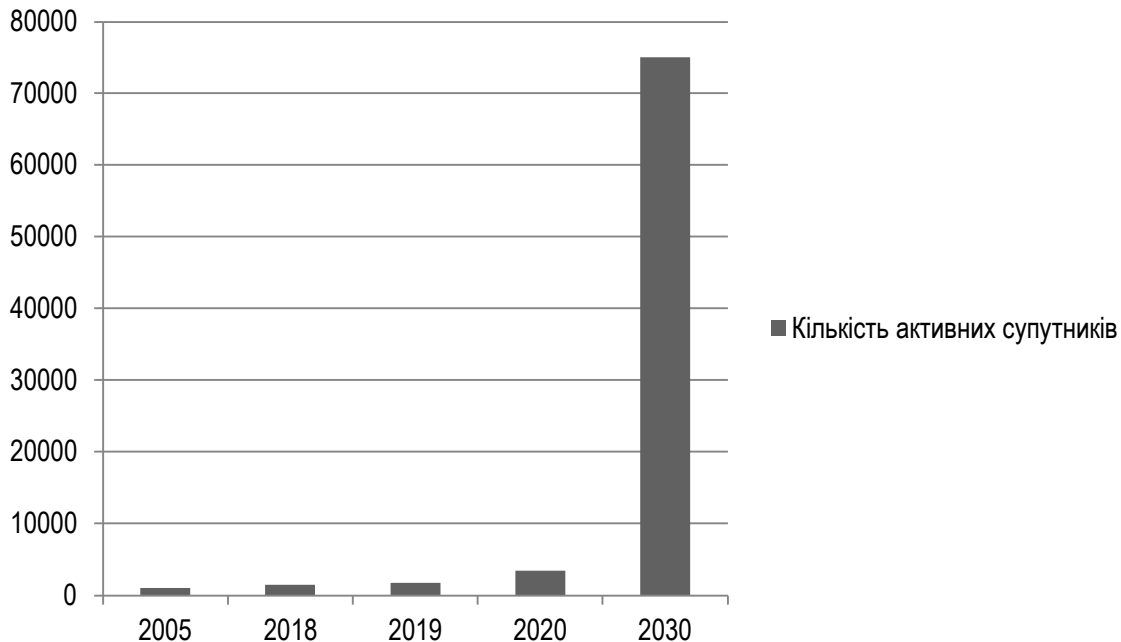


Рис. 2. Кількість активних супутників за 2005–2020 рр. та прогноз до 2030 р.

Джерело: розроблено авторами на основі [5].

Зважаючи на це, гостро постає питання очищення космосу після себе. Запущена в цьому році місія ELSA-D має на меті очистити сміття, яке залишиться в космосі після місій, здійснених у майбутньому. Це стало можливим шляхом використання магнітів, які повинні захоплювати плаваюче сміття та підштовхувати його до Землі, де в кінцевому підсумку воно повинне згоріти у зовнішніх шарах атмосфери. Ще один космічний корабель по утилізації відходів, який називається *RemovedEbris*, використовуватиме сітки для захоплення плаваючого мотлоху. Європейське космічне агентство наразі перебуває на стадії розробки плану по запуску «робота, який самостійно знищується», заклавши програмно в нього мету знищення 100-кілограмового шматка космічного сміття, яке залишається позаду від місії, яка на той момент здійснюється.

Космічні технології спеціально визнані одним із ключів до досягнення 17 цілей сталого розвитку на 2030 р., викладених Організацією Об'єднаних Націй (ООН). Яскравим прикладом цього є світловідбиваючі матеріали, які спочатку були розроблені для збереження тепла в космічних кораблях, а зараз популяризовані для ізоляції будівель на Землі. Це означає, що світові уряди все частіше інвестують у космічні інновації з основною метою вирішення проблем, спричинених змінами клімату на Землі.

Із зростанням усвідомлення важливості декарбонізації та обмеження глобального потепління серед підприємств це також стає активним фокусом діяльності підприємства. Однією із ініціатив у цьому напрямку є програма *Methanesat*, яка націлена на виявлення та відстеження джерел викидів метану на Землю. Ця програма є надзвичайно важливою, так як викиди метану приблизно

на половину відповідальні за підвищення глобальної температури від початку промислової епохи.

Нещодавно британське космічне агентство оголосило про фінансування низки проєктів, які розпочнуться в наступному році. Найбільший інтерес викликає проєкт, очолюваний Глобальним супутником. Цей проєкт буде спрямований на використання інфрачервоних камер на супутниках для моніторингу рівня термічних викидів з будинків та підприємств. Ще один проєкт під назвою TreeView, створений Open University за фінансуванням Британським космічним агентством, використовуватиме супутникові знімки для картографування посадки дерев та відстеження вирубки лісів, у співвідношенні з оцінкою дерев секвеструвати викиди вуглецю.

Реаліями 2022 р. є зародження адаптивного виробництва у космосі (відомого як 3D-друк). Це нова технологія, яка буде життєво важливою для майбутніх поселень людей у космосі. Якщо будь-який інструмент чи деталь зламається або взагалі буде відсутня, можливість їх відтворення в разі збільшує життєздатність постійного поселення. Окрім того, вчені припускають, що предмети, виготовлені в космосі зможуть бути корисними і на Землі, враховуючи унікальний вплив на формування їх структури мікрогравітації [6].

Згідно дослідження ARK Investment Management кількість надрукованих за допомогою 3D принтера деталей у двигунах літака зросла від 19 у 2015 р., до 304 у 2019 р. Крім того, очікується, що до 2024 р. у разі реалізації оптимістичного прогнозу, кількість таких деталей зросте до 4000 [5].

З урахуванням вищенаведеного, закономірно зростають і інвестиції у космічний сектор, і зокрема його напрямок – «SpaceTech» (космічні польоти, супутники та дослідницькі технології). За оцінками Savills, «SpaceTech» вже став глобальним підприємством, інвестиції в яке протягом останніх трьох років зростають по 67% щорічно. Згідно оцінки інвестування венчурного капіталу у космічні технології у 2021 р. отримуємо наступні результати (рис. 3):

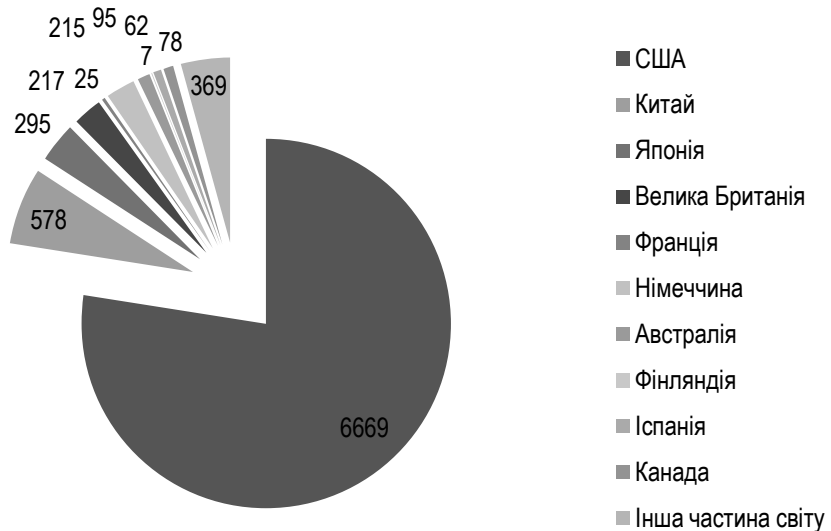


Рис. 3. Спрямування венчурного капіталу в космічні технології в розрізі країн світу у 2021 р. (млн.дол.)

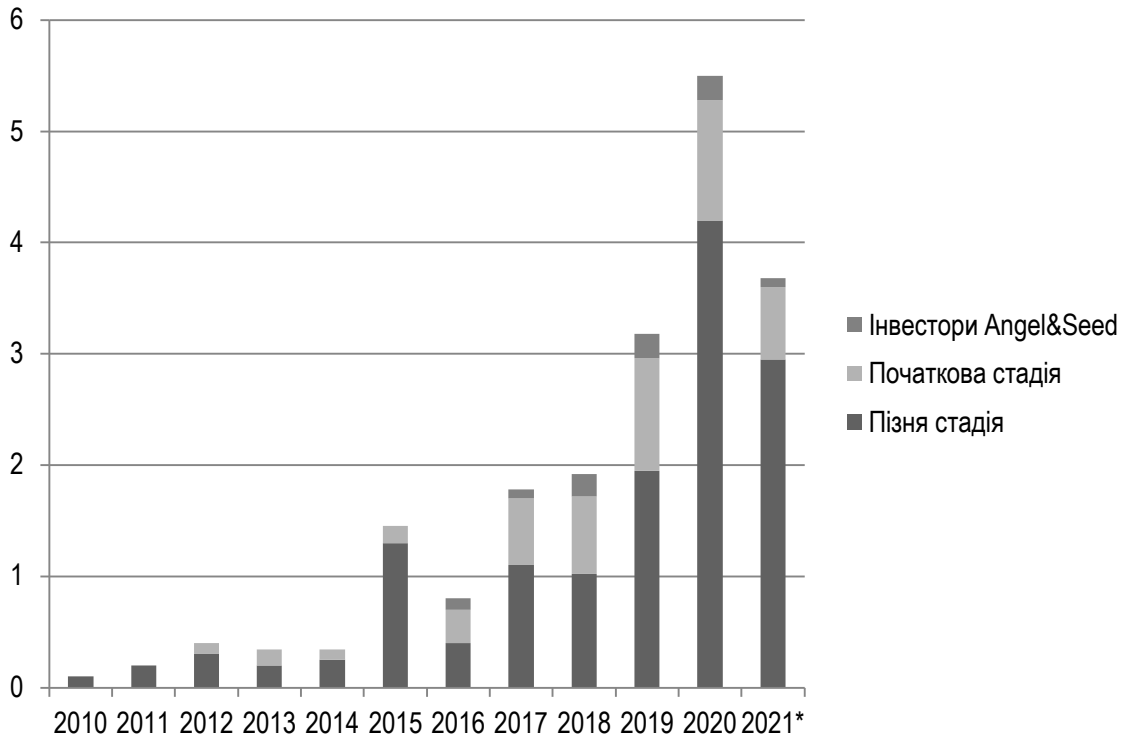
Джерело: розроблено авторами на основі [8].

З наведеного рисунку можемо побачити, що лідируючі позиції у розвитку сфери космічних технологій займає США, де спрямовується близько 77% всього



венчурного капіталу. За ними слідує Китай (7%), Японія (3%), Велика Британія (3%) та Німеччина (3%). Найменше венчурний капітал спрямовувався у розвиток космічних технологій у Франції (0%), Австралії (1%), Іспанії (1%) та Канаді (1%). У всіх інших країнах сукупний % спрямування венчурного капіталу в космічні технології склав 4%.

У вартісному виразі обсяги інвестованого венчурного капіталу за 2010–2021 рр. значно відрізнялись. Проаналізуємо тенденції у сфері фінансування проєктів у космічній сфері згідно стадій їх реалізації на основі рис. 4.



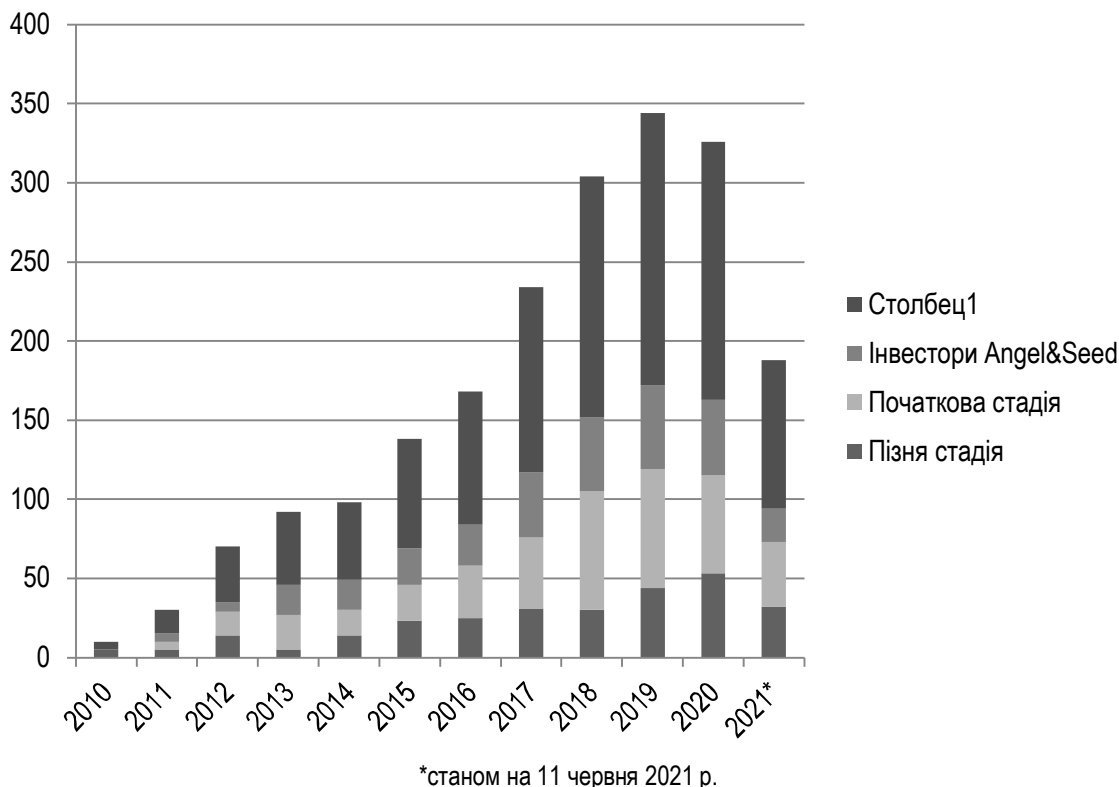
\*станом на 11 червня 2021 р.

Рис. 4. Угоди по спрямуванню венчурного капіталу в космічну сферу за стадіями реалізації (млрд.дол.)

Джерело: розроблено авторами на основі [8].

Згідно рис. 4 можемо побачити, що за останні 5 років обсяги венчурного капіталу, який спрямовується у космічну сферу стрімко зростали. Найбільший ріст відстежувався у 2020 р., де у проєкти на пізній стадії реалізації було спрямовано більше 4 млрд.дол. За 5 місяців 2021 р. обсяги фінансування космічної сфери вже перевищили рівень 2019 р., і якщо темпи спрямування ресурсів залишатимуться сталими, то за підсумками 2021 р. очікуємо значне перевищення і показників 2020 р. Кількість проєктів на початковій стадії була сталою протягом 2019–2020 рр., і за 5 місяців 2021 р. тенденції практично не змінилися. За незмінної тенденції обсяги фінансування за 12 місяців 2021 р. вирівнюються із показниками за 2020 р. або незначно відхиляться. Пік використання венчурного капіталу Інвесторів Angel&Seed припадає на 2018–2020 рр. У 2021 р. відстежуємо незначне зниження обсягів фінансування. Проте, на фоні загального зростання обсягів фінансування SpaceTech проєктів, таке зниження не матиме значного впливу на космічну сферу.

Для повноти відображення тенденцій по фінансуванню космічної сфери, розглянемо динаміку зміни кількості проєктів за 2010–2021 рр. залежно від стадії їх реалізації (рис.5).



\*станом на 11 червня 2021 р.  
Рис. 5. Кількість угод по спрямуванню венчурного капіталу в космічну сферу за стадіями реалізації

Джерело: розроблено авторами на основі [8].

У кількісному вираженні найбільша кількість проєктів припадає на 2019–2020 рр. За перші 5 місяців 2021 р. вже було проінвестовано близько 94 проєктів, що становить 57% від показників попереднього року. Таким чином, можемо стверджувати, що за підсумками 12 місяців 2021 р. кількість проінвестованих проєктів буде найвищою за весь досліджуваний період. Постійне зростання обсягів фінансових ресурсів у сфері Spacetech виступатиме основою для зростання ступеня використання інноваційних технологій в процесі реалізації проєктів.

**Висновки.** Підсумовуючи вищенаведене, можемо стверджувати, що використання інноваційних досягнень стало рушійною силою для активного розвитку космічної сфери за минулі декілька років і на найближчу перспективу. Статистичні дослідження у більшості країн, які активно розвивають космічну галузь, показують, що вона є однією із найбільш конкурентоздатних та провідних напрямків у економіці. З урахуванням цього, відбувається активний приріст інвестицій у розвиток космічних технологій. Так, очільником компанії SpaceX анонсовано колонізацію Марсу в найближчі десятиліття. Це стане можливим за рахунок використання багаторазових систем запуску для орбітальних транспортних засобів, які значно знизять вартість подорожей у космос. SpaceX є першою компанією, яка планує запустити в космос багаторазову ракету. Проте, технічна складність її розробки та складність процедури ліцензування, яка включає більше 70 вимог, є стримуючим фактором для запуску. Компанія наголосила, що всі перепони практично подолано і вже в цьому році запуск багаторазової ракети таки відбудеться.

Поруч із цим, останніми роками зростає зацікавленість відновлення подорожей на Місяць для тестування нових технологій, які в подальшому дозволять швидше дістатися Марсу.

Використання інноваційних технологій при будівництві супутників дозволило зробити їх легшими та меншими. Це впливає на зниження вартості запуску супутника і, як наслідок, активізацію їх запуску. Вже до 2030 р. планується, що активних супутників буде більше 75000.

Зростання кількості запусків у космос є каталізатором для виникнення масштабної проблеми його забруднення. Для вирішення проблеми планується здійснювати запуск місії ELSA-D, яка буде проводити очищення сміття після майбутніх місій шляхом його захоплення та підштовхування у напрямку до атмосфери Землі, в якій воно згоратиме.

У той же час, космічні технології є інструментом боротьби із глобальним потеплінням, так як вони дозволяють виявити джерела масштабних викидів метану, які на 50% є причиною температурних змін. Використання інновацій дозволило розробникам розробити механізм 3D друку необхідних інструментів та деталей безпосередньо в космосі, що стане важливим джерелом поповнення необхідними деталями без повернення на Землю. В подальшому, надруковані в космосі під впливом мікрогравітації деталі нестимуть користь і на Землі.

#### Список використаних джерел:

1. Bhavya L. Reshaping Space Policies to Meet Global Trends. *National Academies of Sciences, Engineering and Medicine, Arizona State University*. Vol. 32 № 4. 2016. URL: <https://issues.org/reshaping-space-policies-to-meet-global-trends/> (дата звернення: 20.12.2023).
2. Кошова С. Розвиток космічної галузі в Україні. *Державне управління. Інвестиції: практика та досвід*. 2022. № 3. С. 82–87.
3. Marr B. Trends for 2022. *Bernard Marr & Co. Future-Business-Success*. 2022. URL: <https://bernardmarr.com/the-five-biggest-space-technology-trends-for-2022/> (дата звернення: 20.12.2023).
4. Ракета Starship буде готова до першого запуску в липні. *Interfax-Україна*. 2022. URL: <https://ua.interfax.com.ua/news/general/839148.html> (дата звернення: 22.12.2023).
5. Lu M., Jamshed P. Three Emerging Trends in the Space Industry. *Visual Capitalist*. 2022. URL: <https://www.visualcapitalist.com/sp/three-emerging-trends-in-the-space-industry/> (дата звернення: 23.12.2023).
6. Guilfoil K. NASA prepares return to the moon with new mission set for August launch. *ABC News*. 2022. URL: <https://abcnews.go.com/Technology/nasa-prepares-return-moon-mission-set-august-launch/story?id=87181234> (дата звернення: 28.12.2023).
7. Martin M., Nixon, B., Roy S. 2022 Emerging Technology Trends. *Perkins coie*. 2022. URL: <https://www.perkinscoie.com/images/content/2/5/250570/10-ETT-Chapter-10-Spacetech.pdf> (дата звернення: 28.12.2023).
8. Russel L. Savills reveals rocketing 'Spacetech' VC investment follows life sciences real estate takeover. *Satellite Evolution Group*. 2022. URL: <https://www.satelliteevolution.com/post/savills-reveals-rocketing-spacetech-vc-investment-follows-life-sciences-real-estate-takeup> (дата звернення: 23.12.2023).

#### References:

1. Bhavya, L. (2016). Reshaping Space Policies to Meet Global Trends. *National Academies of Sciences, Engineering and Medicine, Arizona State University*, 32, 4. Retrieved from <https://issues.org/reshaping-space-policies-to-meet-global-trends/> [in English].
2. Koshova, S. (2022). Rozvytok kosmichnoi haluzi v Ukraini [Development of the space industry in Ukraine]. *Investytsii: praktyka ta dosvid Governance – Investments: practice and experience*, 3, 82–87 [in Ukrainian].

3. Marr, B. (2022). Trends for 2022. *Bernard Marr & Co. Future-Business-Success*. Retrieved from <https://bernardmarr.com/the-five-biggest-space-technology-trends-for-2022/> [in English].
4. Raketa Starship bude hotova do persoho zapusku v lypni [The Starship rocket will be ready for its first launch in July]. *Interfax-Ukraina – Interfax-Ukraine*, 2022. Retrieved from <https://ua.interfax.com.ua/news/general/839148.html> [in Ukrainian].
5. Lu, M. & Jamshed, P. (2022). Three Emerging Trends in the Space Industry. *Visual Capitalist*. Retrieved from <https://www.visualcapitalist.com/sp/three-emerging-trends-in-the-space-industry/> [in English].
6. Guilfoil, K. (2022). NASA prepares return to the moon with new mission set for August launch. *ABC News*. Retrieved from <https://abcnews.go.com/Technology/nasa-prepares-return-moon-mission-set-august-launch/story?id=87181234> [in English].
7. Martin, M. & Nixon, B. & Roy, S. (2022). Emerging Technology Trends. *Perkins coie*. Retrieved from <https://www.perkinscoie.com/images/content/2/5/250570/10-ETT-Chapter-10-Spacetech.pdf> [in English].
8. Russel, L. (2022). Savills reveals rocketing ‘Spacetech’ VC investment follows life sciences real estate takeup. *Satellite Evolution Group*. Retrieved from <https://www.satelliteevolution.com/post/savills-reveals-rocketing-spacetech-vc-investment-follows-life-sciences-real-estate-takeup> [in English].

*Подано до редакції 15.01.24 р.*

*Прийнято до друку 19.02.24р.*