

УКРАЇНСЬКО-КАНАДСЬКИЙ РАКЕТНО-КОСМІЧНИЙ КОМПЛЕКС «ЦИКЛОН-4М»: ШЛЯХИ СТВОРЕННЯ ТА ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ

Горбулін Володимир Павлович,
доктор технічних наук, професор, академік НАН України

Шеховцов Володимир Степанович,
доктор технічних наук, старший науковий співробітник

Шевцов Анатолій Іванович,
доктор технічних наук, професор

Розглянуто основні складники бізнес-плану проекту створення українсько-канадського ракетно-космічного комплексу (РКК) «Циклон-4М». Зазначено, що метою проекту є створення приватного ракетно-космічного комплексу без державного фінансування його реалізації Україною та Канадою. Проект фінансуватиметься власними коштами приватної американської компанії *Maritime Launch Services Ltd. (MLS)* із використанням фінансових інвестицій, отриманих із комерційних джерел. Наведено результати аналізу попиту на комерційному світовому ринку пускових послуг у сегменті запуску космічних апаратів (КА) на сонячно-синхронні (ССО) та навколоземні низькоорбітальні орбіти (ННО). Відзначено зростаючий попит на пускові послуги в цьому сегменті. За оцінками компанії *MLS*, рентабельність проекту може бути забезпечена при проведенні не менше восьми успішних комерційних запусків КА щорічно. Схарактеризовано відмінність ракети-носія (РН) комплексу від існуючих. Зокрема, РН «Циклон-4М» створюватиметься із використанням раніше відпрацьованих основних систем ракет-носіїв «Зеніт», «Циклон» та «Днепр», у які свого часу вкладено десятки мільярдів доларів, інноваційний потенціал вітчизняної ракетно-космічної галузі та інших країн. Кожна із систем, що використовуватиметься, пройшла повний цикл наземного та льотного відпрацювання. Такий підхід сприятиме значному скороченню витрат на створення РН та підвищенню її польотної надійності. Зазначено, що РН «Циклон-4М» матиме спроможність забезпечувати кластерне виведення КА одним запуском на кілька орбіт призначення. Передбачено перехід ракети-носія на повністю екологічно чисті компоненти палива. Наведено результати робіт компанії *MLS* з підготовки до будівництва космодрому. Показано, що найбільш раціональним місцем його розташування є місцевість неподалік від містечка Кансо (територія графства Гайсборо) у провінції Нова Шотландія, що в Канаді. Розташування космодрому в цій місцевості дасть змогу транспортувати до космодрому ракети-носії та космічні апарати з незначними витратами й забезпечити мінімальні наслідки у разі

можливих аварійних запусків. Місце розташування космодрому попередньо узгоджено з муніципальними та федеральними органами влади Канади. Зазначено, що початок робіт із будівництва космодрому попередньо заплановано на I півріччя 2018 р.

Ключові слова: ракетно-космічний комплекс, гібридна ракета-носіє «Цилон-4М», космодром, космічний ринок пускових послуг, бізнес-проект.

Horbulin Volodymyr, Shekhovtsov Volodymyr, Shevtsov Anatolii

UKRAINIAN-CANADIAN CYCLONE-4M SPACE LAUNCH SYSTEM: WAYS OF PRODUCTION AND EXPECTED RESULTS

The basic business plan components for the project of creating Ukrainian-Canadian Cyclone-4M SLS were studied. It was noted that the goal of the project is to create a private space launch system without governmental funding from Ukraine and Canada. The American company Maritime Launch Services Ltd. (MLS) is to provide its own funds as well as financial investments from commercial sources for the project. The results of analyzing the demand in the world market of launch services in the segment of injection of spacecraft into sun-synchronous orbits (SSO) and low-earth orbits (LEO) were given. The increased demand for launch services in this segment was mentioned. According to assessment carried out by MLS, the profitability of the project can be achieved if no less than eight successful commercial launches of spacecraft are to be performed annually. The launch vehicle was distinguished from the other existing systems: Cyclone-4M LV is to be made on the basis of the main launch vehicles Zenith, Cyclone, and Dnepr previously developed. Millions of dollars were spent to develop these LV and innovative capabilities of the native and foreign space industries were invested in them. Each of these systems underwent the entire cycle of ground and flight testing. This approach will facilitate the significant reduction of expenses for LV development and increase its flight reliability. It was noted that Cyclone-4M LV is capable of performing cluster injection of spacecraft into several destination orbits by one launch. The entirely environmentally friendly fuel components are expected to be used with the LV. The results of MLS preparation activities for the launch site construction were presented. It was shown that the most reasonable placement of a launch site is an area near Canso city (Guysborough County) in the Nova Scotia, is one of Canada's provinces. This location of the launch site will permit to transport launch vehicles and spacecraft to the launch site at small expenses as well as to suffer minimal consequences in the event of possible launch accidents. The launch site location was preliminarily agreed with the municipal and federal authorities of Canada. It was noted that the construction of the launch site was planned to start in the first half of 2018.

Keywords: space launch system, Cyclone-4M hybrid launch vehicle, launch site, space launch service market, business plan.

З огляду на прийнятий стратегічний курс переорієнтації діяльності космічної галузі України, її підприємства нарощують обсяги співпраці з іноземними країнами [1–4]. Так, у 2017 р. ДП «КБ «Південне» та ДП «ВО «Південмашзавод» відновлено участь в експлуатації відомого міжнародного ракетно-космічного комплексу «Морський старт». У тому ж році підписано контракт на виробництво та постачання 12 ракет-носіїв серії «Зеніт» для використання у програмах «Морський старт» та «Наземний старт» (сьогодні дві перші РН «Зеніт» перебувають на стадії виготовлення). Продовжено співпрацю з американською ком-

панією *Orbital ATK*. На 2018 р. заплановано виготовлення чотирьох основних конструкцій першого ступеня (ОКПС) ракети-носія «Антарес»¹. Опрацьовано плани нового контракту на виготовлення ще 12 ОКПС. Продовжено постачання маршових двигунів четвертого ступеня для європейської ракети-носія «Вега». Укладено контракт із європейською стороною на постачання ще 20 таких двигунів до 2020 р. Протягом 2017 р. здійснено п'ять успішних запусків

¹ В рамках укладеного в 2008 р. контракту на постачання 14 основних конструкцій першого ступеня для ракети-носія «Антарес». Десять із них відвантажено.

ракет-носіїв, у створенні яких активну участь брали ДП «КБ «Південне»² та ДП «ВО «Південмаш».

Розгорнуто роботи з розробки проекту зі створення українсько-канадського ракетно-космічного комплексу «Циклон-4М». На протвугу іншим, проект зі створення комплексу «Циклон-4М» має відмінності принципового характеру, серед яких: ракета-носієв «Циклон-М», що створюватиметься виключно вітчизняними організаціями та підприємствами; забезпечення мінімальної вартості й високої польотної надійності носія за рахунок використання у його складі відпрацьованих основних систем попередніх версій вітчизняних ракет-носіїв; використання РН «Циклон-4М» для надання пускових послуг на світовому комерційному ринку в конкретному сегменті навколоземних орбіт та ін.

Складники бізнес-плану проекту. Метою проекту є створення приватного українсько-канадського комерційного РКК «Циклон-4М» без державного фінансування його реалізації Україною та Канадою. Основні учасники проекту: з боку України – ДП «КБ «Південне», ДП «ВО «Південмаш», ПАТ «Хартрон»; з боку Канади – приватна американська компанія *Maritime Launch Services Ltd. (MLS)*. Проект фінансуватиметься компанією *MLS* власними коштами із використанням фінансових інвестицій, отриманих із комерційних джерел. Організаційно-технічна та фінансова схеми забезпечення проведення робіт мають відповідати схемам створення та експлуатації американо-українського ракетно-космічного комплексу «Антарес». Рентабельність проекту забезпечуватиметься за рахунок не менше восьми успішних комерційних запусків КА на сонячно-синхронні та навколоземні й низькоорбітальні орбіти щорічно, а мінімальна вартість і висока вірогідність польотної надійності ракети-носія – за рахунок використання при створенні РН «Циклон-4М» відпрацьованих основних систем попередніх версій ракети-носія. При визначенні місця роз-

ташування космодрому враховуватимуться вигоди із забезпечення транспортування до нього ракет-носіїв та космічних апаратів, а також щодо мінімізації наслідків у разі аварійних запусків.

Організаційно-технічні заходи. У серпні 2016 р. за ініціативою ДП «КБ «Південне» Державне космічне агентство України (ДКАУ) затвердило «Рішення про порядок подальших робіт з пошуку нових місць базування ракетно-космічного комплексу типу «Циклон-4». На виконання цього рішення КБ «Південне» було визначено обрис гібридної РН «Циклон-4М», яка відповідає потребам сучасного світового комерційного ринку в сегменті запусків космічних апаратів на сонячно-синхронні³ та навколоземні низькоорбітальні орбіти і забезпечує запуск КА як на одну, так і на кілька базових орбіт. Передбачено повний перехід носія на екологічно чисті компоненти палива, а також його виробництво підприємствами та організаціями виключно української кооперації. За результатами робіт ДП «КБ «Південне» та ДП «ВО «Південмашзавод» запропонувало американській компанії *MLS* створити в Канаді космодром для запуску космічних апаратів на сонячно-синхронні та навколоземні низькоорбітальні орбіти з використанням РН «Циклон-4М».

У листопаді 2017 р. Державним космічним агентством України та Канадським космічним агентством у рамках роботи канадсько-українського «круглого столу» обговорено питання українсько-канадського співробітництва в авіаційній⁴ і космічній сферах. За результатами засідання підписано Меморандум про взаєморозуміння у сфері досліджень і використання космічного простору в мирних цілях, який визначив нові перспективи у взаємовигідній співпраці, насамперед у сфері спільного створення ракетно-космічного комплексу «Циклон-4М».

Основні тенденції і попит на світовому ринку пускових послуг. Домінуючою тенденцією, як і в попереднє десятиліття, є зменшення габаритів і маси електронної апаратури КА, що зумовило значне (у багатьох випадках – в рази) зниження їхніх габаритів і маси. У той же час

² За оцінкою Міністерства економічного розвитку і торгівлі України, ДП «КБ «Південне» визнано в 2017 р. одним із п'яти найкращих державних підприємств за рівнем прибутковості (порівняно із 2016 р. збільшено обсяг укладених договорів на проведення науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт (НДДКР) на 25,6 %; обсяг реалізованої продукції збільшився на 23,1 %; загальний обсяг виконаних робіт зріс на 30 %). У цьому ж році НДДКР профінансовано за контрактами з іноземними компаніями на 97,7 %, із держбюджету – 2,3 %. У державний бюджет і цільові фонди ДП «КБ «Південне» перерахувало близько 484 млн грн, а з державного бюджету отримало 43,7 млн грн. Тобто до бюджету перераховано в 11 разів більше, ніж отримано від держави на проведення робіт. ДП «КБ «Південне» профінансувало підприємства української кооперації на суму 950 млн грн.

³ Сонячно-синхронна орбіта – геоцентрична орбіта з параметрами, за яких КА, що перебуває на ній, проходить над будь-якою точкою земної поверхні приблизно в один і той же її сонячний час. Такі орбіти є найбільш сприятливими для супутників дистанційного зондування Землі та метеоспостереження.

⁴ Зокрема, йшлося про питання будівництва літака Ан-132, який комплектується двигунами компанії *Pratt & Whitney Canada*.

темпи створення легких РН та ракет-носіїв середнього класу, призначених для запуску КА на ССО і ННО, поки-що не відповідають попиту комерційного ринку пускових послуг. Як наслідок, у період 2000–2010 рр. для запуску космічних апаратів легкого і середнього класу використовувалися потужні ракети-носії, такі як «Протон-М», «Союз-У» і «Союз-ФГ», «Союз-2», *Ariane 5 ECA*, *Atlas V*, *Delta IV*, «Днепр» та інші (більше 20 типів РН). Аналіз статистичних даних щодо запусків КА в цей період засвідчує, що більшість космічних апаратів (80 %) було виведено в режимі групового запуску; частка запусків РН з одним КА становить лише 20 %. Тобто групове виведення космічних апаратів у район однієї базової орбіти вже у той час стало масовим явищем. Черговим кроком у вдосконаленні ракет-носіїв, який підвищить їхню конкурентоспроможність, є надання РН змоги виведення одним запуском угруповань КА на кілька базових орбіт.

Другою, не менш важливою тенденцією, є активізація досліджень і робіт із підвищення якості й надійності ракет-носіїв. Поки що забезпечення цих характеристик далеко не найкраще. Так, у 2016 р. не було встановлено причини вибуху РН *Falcon 9* та позаштатної ситуації російського транспортного КА «Прогресс МС-24». Аварійні запуски китайських ракет-носіїв навіть призвели до переносу строків реалізації місячних і пілотованих програм КНР. У подальшому якість і надійність РН значно впливатиме як на їхню конкурентоспроможність, так і на вартість страхування запусків: відповідно до оприлюднених статистичних даних, вартість страхування запусків РН «Протон», *Ariane 5 ECA* та *Falcon 9* становить 12 %, 3–4 % і 4,5 % відповідно.

За прогнозними оцінками, в період 2018–2027 рр. світовий ринок надання пускових послуг у сегменті запусків КА на ССО і ННО має всі ознаки подальшого нарощування попиту. Так, у наступні роки компаніями США, Європи, Росії, Китаю, Індії, Японії та іншими планується створення низькоорбітальних космічних угруповань із загальною кількістю більше 1400 космічних апаратів, у т. ч. КА компаній *One Web Extrema* – 882 од., *Skybox* – 24 од., *Iridium Nest* – 72 од., *Satellgie* – 300 од., *BlackSky* – 60 од.⁵ Окрему увагу слід звернути на плани американської компанії *SpaceX* із виведення 12 тис. космічних апаратів на орбіти призначення для

⁵ Розподіл КА здійснено завдяки матеріалам консалтингової компанії *Euroconsult* (Франція), базі даних *Space Trak* компанії *Seradata* (Велика Британія) та базі даних ДП «КБ «Південне».

створення системи швидкісного низькоорбітального інтернету⁶.

Значна частина цих КА – комерційні, що створює сприятливі умови для експлуатації РКК «Циклон-4М» у ринковому середовищі. Проте конкуренція в сегменті ринку запуску КА на ССО і ННО зростатиме. Уже сьогодні певну загрозу для РН «Циклон-4М» становлять ракети-носії *Falcon 9*, «Союз СТ», *Ariane 62*, *H-IIA*, «Ангара-1.2», *PSLA*, *Long March 6* та ін. У той же час результати аналізу наявних індикативних планів щодо запуску КА на ССО і ННО, а також незаконтрагованих і вільних від конкуренції космічних апаратів показують, що в цьому сегменті ринку в найближчій і середньостроковій перспективі РКК «Циклон-4М» може претендувати на проведення 10–12 комерційних запусків космічних апаратів щорічно.

Вплив діяльності компанії SpaceX. Найбільш серйозним конкурентом є американська РН *Falcon 9*, яка спроможна запускати ракету-носій з поверненням першого ступеня на Землю. Однак компанія *SpaceX* виконує в основному замовлення *NASA* та ВПС США. Крім того, вона планує використовувати РН *Falcon 9* для створення власного космічного угруповання зі значною кількістю низькоорбітальних космічних апаратів. Створення такого угруповання потребуватиме тривалого часу. В таких умовах навряд чи *SpaceX* зробить ставку на виконання комерційних запусків інших КА. Якщо ж усе-таки це відбудеться, основним питанням стане економічна доцільність використання РН із поверненням першого ступеня на Землю.

Заявлене компанією зниження вартості кожного запуску КА в 30 % при використанні такої ракети-носія поки що викликає сумніви. Повернення першого ступеня має свою ціну, адже РН необхідно оснащувати додатковим обладнанням, вводити зміни в систему управління та заправляти носій більшими обсягами палива, що знижує корисне навантаження. Ступінь, який планують до чергового використання, необхідно відремонтувати та надати відповідний сертифікат придатності до польоту.

⁶ Система швидкісного низькоорбітального інтернету створюється компанією *SpaceX* у рамках проекту *Starlink*. Вартість проекту складає близько 50 млрд дол. США. Система має налічувати 12 тис. супутників, за допомогою яких інтернетом буде забезпечено будь-яку точку Землі. На висотах 1,1–1,3 тис. км працюватиме 4 тис. супутників. Ще 7 тис. апаратів будуть виведені на орбіту висотою не менше 346 км. Система забезпечуватиме сигнал з мінімальною затримкою 25–35 мс замість існуючих 600 мс, а також підтримуватиме стабільну швидкість з'єднання ~ 1 Гбіт/сек.

Однак нині ясної відповіді немає, скільки перезапусків буде витримувати такий ступінь і який термін для його обслуговування знадобиться щоразу.

Показово, що після аналізу обсягів робіт над першими ступенями, що повернулися на Землю, компанія *SpaceX* заявила про перевищення економічності їх повторних запусків. У 2016 р. було заявлено, що запуск РН *Falcon 9* з поверненням першого ступеня буде дешевше лише на 10 % від оригінальної вартості, а не на 30 %, як планувалося раніше. За оцінками вітчизняних експертів, економічна доцільність запусків космічних апаратів з поверненням першого ступеня може бути забезпечена при проведенні не менш як 50 запусків, наприклад, при створенні *SpaceX* швидкісного низькоорбітального інтернету.

Незважаючи на наведене, компанія *SpaceX*, з огляду на нарощування обсягів її діяльності, залишатиметься серйозним конкурентом. Так, *SpaceX* планує вже у 2018 р. здійснити 30 космічних запусків РН, через рік-другий кількість запусків з використанням ракет-носіїв *Falcon 9* та потужних носіїв *Falcon Heavy* має зрости вдвічі. У разі реалізації планів економічні характеристики запусків КА з поверненням першого ступеня РН можуть покращитися. Однак слід зазначити, що виконання таких масштабних планів потребує створення потужної високовартісної інфраструктури⁷ та часу, які на сьогодні не визначено.

Гібридна ракета-носій «Циклон-4М». На відміну від інших ракет-носіїв, «Циклон-4М» створюється з використанням відпрацьованих свого часу основних систем РН «Зеніт», «Циклон», «Днепр». Це конструкції першого ступеня РН «Зеніт», маршового двигуна другого ступеня цієї РН, третього ступеня РН «Циклон»⁸. Саме в цьому сенс гібридності носія.

⁷ Компанія *SpaceX* має намір створити власну інфраструктуру на площі 27 га недалеко від діючого на мисі Канаверал туристичного центру. Тут планується побудова, зокрема, башти для управління та ангару, в якому буде провадитися робота з відновлення перших ступенів РН для повторного їх використання, збірка та підготовка РН до запусків. Заявка щодо створення такої інфраструктури надіслана компанією до *NASA*. Поки що передбачено лише публічне обговорення цього масштабного проекту.

⁸ Третій ступінь РН «Циклон-4» було створено в рамках українсько-бразильського проекту відповідно до Договору про довгострокове співробітництво з використання РН «Циклон-4» на пусковому центрі «Алкантара». У 2015 р. Бразилія з економічно-політичних причин (у т. ч. через вплив Росії) в односторонньому порядку денонсувала цей договір. Ступінь готовності третього ступеня РН «Циклон-4» на момент денонсації договору перевищував 80 %.

У створення перелічених РН вкладено мільярди доларів, інноваційний потенціал вітчизняної ракетно-космічної галузі та галузей інших країн. Кожна із РН пройшла цикл наземного та льотно-конструкторського відпрацювання, підготовку до серійного виробництва та ін. З використанням цих ракет-носіїв проведено чисельні запуски космічних апаратів. Тільки за період 1991–2017 рр. було проведено 145 запусків, включно за допомогою ракет-носіїв типу «Зеніт» – 69, «Циклон» – 47, «Днепр» – 22. Надійність РН «Днепр» підтверджено 160 запусками її аналогів (міжконтинентальних ракет). Можна стверджувати, що створена таким чином гібридна РН «Циклон-4М» матиме високу надійність, що сприятиме підвищенню її конкурентоспроможності на комерційному ринку пускових послуг (з урахуванням очікуваної надійності перший запуск РН «Циклон-4М» з канадського космодрому планується проводити з комерційним космічним апаратом на борту).

На першому ступені РН «Циклон-4М» використовуватиметься екологічно чиста паливна пара – гас + зріджений кисень, на другому – несиметричний диметилгідрозин + азотний тетроксид (як у попередніх модифікаціях РН «Циклон»).

Двигун другого ступеня РД-861К РН «Циклон-4М» спроможний вмикатися п'ять разів, що створює можливість кластерного виведення КА одним запуском носія на кілька орбіт призначення. Для забезпечення підвищеної надійності роботи двигун РД-861К пройшов додаткове наземне випробування: було відпрацьовано більш ніж потрібний ресурс за тривалості роботи та за кількістю вмикань (1362 с та 11 вмикань).

ДП «КБ «Південне» та ВО «Південмаш» мають забезпечити серійне виробництво двигуна РД-870 першого ступеня РН «Циклон-4М» з використанням базової конструкції двигуна другого ступеня РН «Зеніт». За оцінками фахівців, при такому підході серійне виробництво двигуна РД-870 може бути забезпечено із витратами утричі меншими, ніж за розробки та серійного виробництва нового. Одночасно розпочато роботи зі створення більш потужного двигуна РД-809 для другого ступеня РН «Циклон-4М» з використанням паливної пари – гас + зріджений кисень [5–6]. Оснащення РН таким двигуном дасть змогу створити повністю екологічно чистий носій і підвищити

його енергетичні можливості (до 4 т корисного вантажу на навколосезонну орбіту)⁹.

Ракета-носій «Циклон-4М» дозволяє виводити на сонячно-синхронні орбіти 3500–3000 кг корисних вантажів на висоту 450–1000 км; на навколосезонні орбіти – 3700–3000 кг на висоту 400–1200 км при нахилі орбіт 87,4–87,9°; на орбіту Міжнародної космічної станції (висота 415 км) – 3700 кг.

Підготовка до будівництва космодрому. Компанією *Maritime Launch Services Ltd.* проведено вибір місця розташування космодрому, яке відповідає зазначеним вище вимогам. Попередньо розглядалися 14 варіантів місцерозташування: у Канаді, США та Мексиці. Визначено, що найбільш раціональним є спорудження космодрому недалеко від містечка Кансо на території графства Гайсборо у канадській провінції Нова Шотландія¹⁰ [7]. Таке розташування дозволить із незначними витратами транспортувати до космодрому ракети-носії та космічні апарати й забезпечить мінімальні наслідки у разі можливих аварійних запусків (космодром розташовуватиметься у малонаселеній провінції та відносно далеко від крупних населених пунктів). Усі питання щодо розташування космодрому попередньо узгоджені з муніципальними та федеральними органами влади Канади. Вартість будівництва об'єкта прогнозується в обсязі ~150 млн дол. США.

Слід зазначити, що пропозиція *MLS* щодо розташування космодрому у Новій Шотландії не була єдиною. Свого часу канадсько-американський консорціум *PlanetSpace* також мав наміри побудувати стартовий майданчик у цій місцевості, проте не отримав інвестиції від *NASA* на його будівництво. Єдиний космодром

⁹ Створення повністю екологічно чистої ракети-носія сформує умови для підготовки нових пропозицій із розробки ракетно-космічних комплексів в інших країнах світу, наприклад, в Австралії. До речі, ДКАУ в березні поточного року запропонувало відповідним структурам Австралії розробити проект будівництва космодрому на її території, недалеко від авіабази Кертін в окрузі Кімберлі (Західна Австралія). Реалізація проекту потребуватиме виділення земельної ділянки площею 5–7 тис. кв. км. Обсяг первинних інвестицій для проведення досліджень щодо будівництва космодрому – 500 тис. дол. США. Космодром може стати основним пусковим майданчиком Азії, який обслуговуватиме комерційні запуски для регіональних партнерів Австралії – Японії, Сінгапуру, Південної Кореї та Індонезії.

¹⁰ Графство Гайсборо з півдня омивається Атлантичним океаном, а з північного сходу – водами затоки Чедобакта і протоки Кансо, яка відділяє територію півострова від острова Кейп-Бретон. Для потреб статистичної служби Канади прийнято статус Кансо як містечка з оригінальною назвою *Canso*.

Форт Черчілль, що існував у Канаді, з якого було здійснено більш ніж 3500 суборбітальних запусків, було закрито в 1985 р.

Будівництво космодрому поблизу Кансо планується доручити потужній канадській будівельній компанії *Lindsay Konstruktion*.

За попередніми оцінками, українські підприємства можуть постачати до Канади РН «Циклон-4М» приблизно через кожні 29 днів. Тобто потенційно з космодрому може здійснюватися 11–12 запусків космічних апаратів щорічно. За оцінками експертів *MLS*, для забезпечення прийняттого рівня рентабельності проекту поки що достатньо 8 успішних комерційних запусків ракети-носія.

Як зазначив керівник *MLS*, на поточний час є попередня домовленість із потенційними замовниками про оплату 400 млн канадських доларів за майбутні пускові послуги. Інтерес до проекту проявляють кілька крупних гравців. Також є інтерес державних організацій Канади щодо закупівлі пускових послуг для реалізації власних місій.

Ризики на шляху реалізації проекту. Поки що спільна розробка проекту із створення комплексу проводиться підвищеними темпами. Так, за заявою керівництва *MLS*, компанія планує у першому кварталі 2018 р. завершити роботи з розвідки місцевості, відведеної під космодром. На будівництво космодрому планується витратити 18 місяців і 6 місяців – на створення відповідної інфраструктури та введення космодрому в експлуатацію (у межах строків травень 2018 – травень 2020 рр.). У ті ж строки ДП «КБ «Південне», ДП «ВО «Південмашзавод» та ПАТ «Хартрон» мають розробити і постачити в Канаду ракету-носій для забезпечення першого комерційного запуску КА. Масштабному розгортанню робіт зі створення РКК «Циклон-4М» передуватиме прийняття базового рішення щодо його створення та укладення відповідних контрактів із ДП «КБ «Південне» та ДП «ВО «Південмаш».

На порядку денному – отримання дозволу від місцевих канадських органів влади на будівництво космодрому. Незважаючи на те, що проект будівництва космодрому попередньо узгоджено з муніципальними та федеральними органами влади Канади, керівництво *MLS* має узгодити це рішення з місцевими органами влади, передавши їм результати розвідки та надавши відповідний запит керівництву.

Наразі *MLS* на свій запит очікує три можливих варіанти відповіді: дозвіл на будівництво космодрому; дозвіл на будівництво об'єкта за умови дотримання певних вимог; заборону будівництва. Ураховуючи заінтересованість основних компаній регіону з розробки космічних апаратів та їх запуску на ССО і ННО за комерційно вигідними цінами (вартість запуску КА за допомогою РН «Циклон-4М» складатиме ~45 млн дол. США), навряд чи буде отримано третій варіант відповіді. Прийняття другого варіанту потребуватиме певного часу для реалізації поставлених вимог і, як наслідок, може призвести до зміщення строків початку будівництва. У разі суттєвого зміщення строків вправо інші приватні американські компанії можуть претендувати на визначене місце розташування космодрому, оскільки воно з економічної та безпекової точок зору є одним із найбільш привабливих. Останнє потребує концентрації зусиль ДП «КБ «Південне», ДП «ВО «Південмашзавод», ПАТ «Хартрон» та компанії *MLS* щодо додержання заявлених строків.

ВИСНОВКИ

1. Проект створення українсько-канадської ракети-носія «Циклон-4М» є черговим кроком космічної галузі України у вирішенні важливої державної проблеми переорієнтації діяльності галузі на міжнародне співробітництво з компаніями країн НАТО та ЄС і країн, що входять до інших союзів. Метою проекту є створення приватного ракетно-космічного комплексу, без державного фінансування його реалізації Україною та Канадою. Основне завдання комплексу «Циклон-4М» – забезпечення комерційних запусків космічних апаратів на сонячно-синхронні та низькоорбітальні орбіти.

2. За прогнозними оцінками в період 2018–2027 рр. світовий комерційний ринок у сегменті запусків КА на ССО і ННО має всі ознаки подальшого нарощування попиту на надання пускових послуг. Аналіз індикативних планів запусків на зазначені орбіти компаніями США, країн Європи, Китаю, Індії, Японії та інших країн, також незаконтрагованих і вільних від конкуренції КА показує, що в сегменті ринку, котрий розглядається, у найближчій і середньостроковій перспективах РКК «Циклон-4М» може претендувати на проведення 10–12 комерційних запусків КА щорічно.

3. На відміну від інших ракет-носіїв, гібридна РН «Циклон-4М» створюється з використанням відпрацьованих свого часу основних систем ракет-носіїв «Зеніт», «Циклон», «Днепр». У створення останніх вкладено десятки мільярдів доларів, інноваційний потенціал вітчизняної ракетно-космічної галузі та потенціали галузей інших країн. Кожна з перелічених РН пройшла повний цикл наземного і льотного відпрацювання. Такий підхід сприятиме значному скороченню витрат на створення РН «Циклон-4М» і підвищенню її польотної надійності.

4. Двигун другого ступеня РД-861К ракети-носія «Циклон-4М» спроможний вмикатися п'ять разів, що створює можливість кластерного виведення КА одним запуском носія на одну чи кілька орбіт призначення. Для забезпечення підвищеної надійності роботи двигуна останній пройшов додаткове наземне випробування: було відпрацьовано більш ніж потрібний ресурс за тривалості роботи та за кількістю вмикань (відповідно 1362 с та 11 вмикань).

5. Найбільш раціональне місцерозташування космодрому – недалеко від містечка Кансо, на північному сході канадської провінції Нова Шотландія. Таке розташування дозволить з незначними витратами транспортувати до космодрому ракети-носії та космічні апарати й забезпечить мінімальні наслідки у разі можливих аварійних запусків (місце знаходиться поблизу малонаселеної провінції та відносно далеко від крупних населених пунктів).

6. Побудувати космодром планується в 2018–2020 рр. (будівництво космодрому – 18 місяців, підготовка відповідної інфраструктури та введення космодрому в експлуатацію – ще 6 місяців). У цей період ДП «КБ «Південне», ДП «ВО «Південмашзавод» та ПАТ «Хартрон» мають постачити на космодром першу ракету-носіє і забезпечити запуск з комерційним КА на борту.

7. Реалізація проекту та експлуатація РКК «Циклон-4М» стане черговим кроком у підвищенні завантаження системоутворювальних та інших підприємств вітчизняної галузі, сприятиме їхньому розвитку, а виробництво повністю екологічно чистої ракети-носія «Циклон-4М» створить умови для формування нових пропозицій щодо її розташування на стартових майданчиках інших країн світу.

Список використаних джерел

1. Горбулін В.П., Шеховцов В.С., Шевцов А.І. Ризики і можливі здобутки відновлення експлуатації міжнародного ракетно-космічного комплексу Sea Launch // Стратегічні пріоритети. – 2017. – № 3 (44). – С. 5–11.
2. Горбулін В.П., Шеховцов В.С., Шевцов А.І. Космічна галузь України: пріоритетні напрямки діяльності в нових умовах // Стратегічні пріоритети. – 2016. – № 1 (38). – С. 5–9.
3. Горбулін В.П., Шеховцов В.С., Шевцов А.І. Пріоритетні напрями розвитку системоутворюючих підприємств космічної галузі України в умовах ресурсних обмежень // Стратегічні пріоритети. – 2016. – № 2 (39). – С. 5–12.
4. Дегтярев А.В. Актуальные вопросы развития ракетно-космической деятельности в Украине // Космічна наука і технологія. – Т. 19. – 2013. – № 2. – С. 43–52.
5. Дегтярев А.В. Создание в КБ «Южное» ЖРД для перспективных ракет-носителей // Ракетная техника. Проблемы и перспективы. – Днепропетровск : АРТ-ПРЕСС, 2014. – С. 108–116.
6. Дегтярев А.В. Маршевый двигатель РД-809К. Эскизный проект. Выбор параметров, конструкции двигателей и основных агрегатов, надежность, экономические показатели. Пояснительная записка, часть 1 / [А.В. Дегтярев, В.А. Шульга, Л.Н. Усатюк, А.В. Добрынин и др.]. – Днепропетровск : ГП КБ «Южное», 2012. – 179 с.
7. В Канаде строят частный космодром под украинскую ракету от «Южмаша» [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://tehnot.com/v-kanade-stroyat-chastnyj-kosmodrom-pod-ukrainskuyu-raketu-ot-yuzhmasha/>

References

1. Horbulin, V.P., Shehovtsov, V.S., & Shevtsov, A.I. (2017). Ryzyky i mozhlyvi zdotuky vidnovlennia ekspluatatsii mizhnarodnoho raketno-kosmichnoho kompleksu Sea Launch [Risks and possible achievements of the renewal of the operation of the international missile-space complex Sea Launch]. *Stratehichni priorytety – Strategic Priorities*, 3 (44), 5–11 [in Ukrainian].
2. Horbulin, V.P., Shehovtsov, V.S., & Shevtsov, A.I. (2016). Kosmichna haluz Ukrainy: priorytetni napriamky diialnosti v novykh umovakh [Space industry of Ukraine: priority directions of activity in new conditions]. *Stratehichni priorytety – Strategic Priorities*, 1 (38), 5–9 [in Ukrainian].
3. Horbulin, V.P., Shehovtsov, V.S., & Shevtsov, A.I. (2016). Priorytetni napriamy rozvytku systemoutvoriuiuchykh pidpriemstv kosmichnoi haluzi Ukrainy v umovakh resursnykh obmezhen [Priority directions of development of system-forming enterprises of the space industry of Ukraine in conditions of resource constraints]. *Stratehichni priorytety – Strategic Priorities*, 2 (39), 5–12 [in Ukrainian].
4. Degtiarev, A.V. (2013). Aktualnye voprosy razvitiia raketno-kosmicheskoi deiatelnosti v Ukraine [Actual issues of the development of rocket and space activities in Ukraine]. *Kosmichna nauka i tekhnologia – Space Science and Technology*, vol. 19, 2, 43–52 [in Russian].
5. Degtiarev, A.V. (2014). Sozdanie v KB «Yuzhnoye» ZhRD dlia perspektivnykh raket-nositelei [Creation in the Design Bureau “Yuzhnoye” ZhRD for the long-range carrier rockets]. *Raketaia tekhnika. Problemy i perspektivy – Rocket Technology. Problems and Prospects*. Dnipropetrovsk: ART-PRESS, pp. 108–116 [in Russian].
6. Degtiarev, A.V., Shulha, V.A., Usatiuk, L.N., & Dobrynyi, A.V. et al. (2012). *Marshevyi dvigatel RD-809K. Eskiznyi proekt. Vybor parametrov, konstruktсии dvigatelei v osnovnykh agregatov, nadezhnost, ekonomicheskie pokazately. Poiasnitelnaia zapiska, chast 1 [Marching engine RD-809K. Preliminary design. Selection of parameters, design of engines and basic units, reliability, economic indicators. Explanatory note, part 1]*. Dnipropetrovsk: HP KB «Yuzhnoye» [in Russian].
7. V Kanade stroiat chastnyi kosmodrom pod ukrainskuiu raketu ot «Yuzhmasha» [In Canada, a private spaceport is being built for a Ukrainian rocket from “Yuzhmash”]. (n.d.). *tehnot.com*. Retrieved from <https://tehnot.com/v-kanade-stroyat-chastnyj-kosmodrom-pod-ukrainskuyu-raketu-ot-yuzhmasha/> [in Russian].