

**Українсько-канадський ракетно-космічний комплекс
«Циклон-4М»: шляхи створення та очікувані результати**
Аналітична записка

Виходячи з прийнятого стратегічного курсу переорієнтації діяльності космічної галузі України, її підприємства нарощують обсяги співпраці з іноземними країнами. Так, у 2017 році 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 і поставку 12 ракет-носіїв серії «Зеніт» для використання у програмах «Морський старт» та «Наземний старт» (сьогодні в стадії виготовлення знаходяться дві перші РН «Зеніт»). Продовжено співпрацю з американською компанією Orbital ATK. На 2018 рік заплановано виготовлення чотирьох основних конструкцій першого ступеня (ОКПС) ракети-носія «Антарес»¹. Опрацьовано плани нового контракту на виготовлення ще 12 ОКПС. Продовжено поставки маршових двигунів четвертого ступеня для європейської ракети-носія «Вега». Укладено контракт з європейською стороною на поставку ще 20 таких двигунів впродовж до 2020 року. На протязі 2017 року здійснено п'ять успішних пусків ракет-носіїв, у створенні яких приймали активну участь ДП «КБ «Південне»² та ДП «ВО «Південмаш».

Розгорнуто роботи з розробки проекту щодо створення українсько-канадського ракетно-космічного комплексу «Циклон – 4М».

Складові 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 (MLS). Про-

¹ В рамках укладеного у 2008 році контракту на поставку 14 основних конструкцій першого ступеня для ракети-носія «Антарес». Десять з них відвантажено.

² За оцінкою Міністерства економічного розвитку і торгівлі України ДП «КБ «Південне» визнано у 2017 році одним з п'яти найкращих державних підприємств за рівнем прибутковості (у порівнянні з 2016 роком збільшено обсяг укладених договорів на проведення НДДКР на 25,6%; обсяг реалізованої продукції збільшився на 23,1%; загальний обсяг виконаних робіт на 30%). НДДКР у минулому році профінансовано по контрактам з іноземними компаніями на 97,7%, із держбюджету – 2,3%. В державний бюджет і цільові фонди ДП «КБ «Південне» перерахувало близько 484 млн грн., а з державного бюджету отримало 43,7 млн грн.. Тобто, в бюджет перераховано в 11 раз більше ніж отримано від держави на проведення робіт. Підприємства української кооперації профінансовано ДП «КБ «Південне» на суму 950 млн грн.

ект фінансуватиметься компанією MLS власними коштами та з використанням фінансових інвестицій, отриманих з комерційних джерел. Організаційно-технічна і фінансова схеми забезпечення проведення робіт мають відповідати схемам створення і експлуатації американо – українського ракетно-космічного комплексу «Антарес». Рентабельність проекту забезпечуватиметься за рахунок не менше восьми успішних запусків КА на сонячно-синхронні (ССО) та низькоорбітальні (ННО) орбіти щорічно, а мінімальна вартість і висока вірогідність польотної надійності РН – за рахунок використання при створенні РН «Циклон – 4М» відпрацьованих основних систем попередніх версій РН. При визначенні місця розташування космодрому враховуватимуться вимоги з забезпечення транспортування до нього ракет-носіїв і КА та мінімізації наслідків у разі аварійних пусків.

Організаційно-технічні заходи. У серпні 2016 року за ініціативою ДП «КБ «Південне» ДКАУ затверджено «Рішення про порядок подальших робіт з пошуку нових місць базування ракетно-космічного комплексу «Циклон – 4». На виконання Рішення КБ визначено обрис гібридної РН «Циклон – 4М», яка відповідає потребам сучасного світового комерційного ринку в сегменті запусків КА на ССО³ і ННО та забезпечує запуск КА як на одну, так і на декілька базових орбіт. Передбачено повний перехід носія на екологічно чисті компоненти палива, а також його виробництво підприємствами і організаціями виключно української кооперації. За результатами робіт ДП «КБ «Південне» та ДП «ВО «Південмашзавод» запропонувало американській компанії MLS створити в Канаді космодром для запуску КА на сонячно-синхронні та низькоорбітальні орбіти з використанням РН «Циклон – 4М».

У листопаді 2017 року Державним космічним агенством України та Канадським космічним агенством, в рамках роботи канадсько-українського круглого столу, обговорено питання українсько-канадського співробітництва в авіаційній⁴ і космічній сферах. За результатами засідання підписано Меморандум про взаєморозуміння в сфері досліджень і використання космічного простору в мирних ці-

³ Сонячно-синхронні орбіти – геоцентричні орбіти з параметрами, за яких КА, які знаходяться 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 з питань будівництва літака Ан-132, який комплектується двигунами компанії Pratt & Whitney Canada.

лях, 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 у попереднє десятиліття, є зменшення габаритів і маси електронної апаратури КА, яка призвела до значного, у багатьох випадках в рази, зниження їх габаритів і маси. В той же час 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, в період 2000-2010 років для запуску КА легкого і середнього класу використовувалися потужні ракети-носії, такі як «Протон-М», «Союз – У і ФГ», «Союз – 2», Ariane – 5 ECA, Atlas – 5, Delta – 4, «Днепр» та інші (більше 20 типів РН). Аналіз статистичних даних щодо запусків КА в цей період показує, що більшість КА (80%) було виведено в режимі групового запуску; на долю запусків РН з одним КА прийшлося тільки 20%. Тобто групове виведення КА в район однієї базової орбіти уже в той час стало масовим явищем.

Черговим кроком в удосконаленні ракет-носіїв, який підвищить їх конкурентоздатність є надання РН спроможності виведення одним запуском угруповань КА на декілька базових орбіт.

Другою, не менш важливою тенденцією є активізація досліджень і робіт з підвищення якості і надійності ракет – носіїв. Поки що забезпечення цих характеристик бажає бути кращим. Так у 2016 році не було визначено причини вибуху РН Falcon-9 та причини позаштатної ситуації російського «Прогресу – МС-24». Аварійні пуски китайських ракет-носіїв навіть призвели до переносу строків реалізації місячних і пілотованих програм Китаю. У подальшому якість і надійність РН значно впливатиме як на їх конкурентоздатність, так і на вартість страхування пусків: на сьогодні, відповідно до оприлюднених статистичних даних, вартість страхування пусків РН «Протон», «Аріан – 5-ECA» та Falcon-9 складає, 12%, 3-4% і 4,5%, відповідно.

За прогнозними оцінками в період 2018-2027 років 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 з загальною кількістю більше 1300 КА, у тому числі космічні апарати компаній One Web Extrema – 882, Skybox – 24, Iridium Nest – 72, Satellogie – 300, BlackSky – 60 одиниць⁵. Окремо слід відзначити плани американської компанії Space X з виведення 12000 КА на орбіти призначення для створення системи швидкісного низькоорбітального інтернету⁶.

Значна частина цих КА – комерційні, що створює сприятливі умови експлуатації РКК «Циклон – 4М» в ринковому середовищі. Проте, конкуренція в сегменті ринку запуску КА на ССО і ННО зростатиме. Вже сьогодні певну загрозу для РН «Циклон – 4М» становлять ракети-носії Falcon-9, «Союз СТ», Ariane -62, Н-ПА, «Ангара -1.2», PSLA, Long March 6 та інші. В той же час результати аналізу наявних індикативних планів щодо запуску КА на ССО і ННО, а також незаключених 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 КА щорічно.

Вплив діяльності компанії Space X. Найбільш серйозним конкурентом є американська РН Falcon – 9, яка спроможна запускати ракету-носії з поверненням першого ступеню на Землю. Однак компанія Space X виконує в основному замовлення NASA та ВПС США. Крім того вона планує використовувати РН Falcon – 9 для створення власного космічного угруповування з чисельною кількістю низькоорбітальних КА. Створення такого угруповування потребуватиме 10 і більше років. В таких умовах навряд чи Space X зробить ставку на виконання комерційних запусків інших КА. Якщо ж все-таки така ставка буде зроблена, основним пи-

⁵ Розподіл КА отримано з використанням матеріалів консалтингової компанії Euroconsult (Франція), бази даних Space Trak компанії Seradata (Велика Британія) та бази даних ДП «КБ «Південне».

⁶ Система швидкісного низькоорбітального інтернету створюється компанією Space X у рамках проекту Starlink. Вартість проекту складає близько \$50 млрд. Система має налічувати 12 тисяч супутників, за допомогою яких буде забезпечено інтернетом будь-яку точку Землі. На висотах 1,1 ÷ 1,3 тис кілометрів 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 підтримувати стабільну швидкість з'єднання ~1 Гбіт/сек.

танням стане економічна доцільність використання РН з поверненням першого ступеню на Землю.

Задеклароване компанією зниження вартості кожного запуску КА у 30% при використанні такої РН поки що викликає питання. Повернення першого ступеню має свою ціну. РН необхідно оснащувати додатковим обладнанням, вводити зміни в систему управління та заправляти носій більшими обсягами палива, що знижує корисне навантаження. Ступінь, яку планують до чергового використання, необхідно відремонтувати та надати відповідний сертифікат придатності до польоту. Скільки перезапусків буде витримувати така ступінь і який термін для її обслуговування кожного разу – поки що ясної відповіді на ці питання немає. Показово, що після аналізу обсягів робіт над першими поверненими ступенями компанія Space X заявила про перевищення економічності повторних запусків першого ступеня. У 2016 році було заявлено, що запуск РН Falcon 9 з поверненням першого ступеня буде дешевше лише на 10% від її оригінальної вартості, а не 30%, як планувалося раніше. За оцінками відчизняних експертів економічна доцільність запусків космічних апаратів з поверненням першого ступеня може бути забезпечена при проведенні не менш 50 запусків, наприклад, при створенні Space X швидкісного низькоорбітального інтернету.

Гібридна ракета – носій «Циклон – 4 М». На відміну від інших РН «Циклон – 4М» створюється з використанням відпрацьованих свого часу основних систем ракет – носіїв «Зеніт», «Циклон», «Днепр» – конструкції першого ступеню РН «Зеніт», маршового двигуна другого ступеня цієї РН, третього ступеню РН «Циклон»⁷. Саме в цьому сенс гібридності носія.

Для створення перелічених РН вкладено десятки мільярдів доларів, інноваційний потенціал вітчизняної ракетно-космічної галузі та потенціали галузей інших країн. Кожна з РН пройшла цикл наземного і льотно-конструкторського відпрацювання, підготовку до серійного виробництва та інш. З їх використанням

⁷ Третю 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 році Бразилія з економічно-політичних причин (у тому числі через вплив Росії) в односторонньому порядку денонсувала Договір. Ступінь готовності третього ступеню РН «Циклон-4» на момент денонсації Договору складала більше 80%.

проведено чисельні запуски космічних апаратів. Тільки за період 1991 – 2017 років було проведено 145 запусків, у тому числі за допомогою РН 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 конкурентноспроможності на комерційному ринку пускових послуг (з урахуванням очікуваної надійності перший запуск РН «Циклон – 4М» з канадського космодрому планується проводити з комерційним КА на борту).

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

Двигун другого ступеня РД-861К РН «Циклон – 4М» спроможний вмикатися 5 разів, що створює можливість кластерного виведення КА одним запуском носія на декілька орбіт призначення. Для забезпечення підвищеної надійності роботи РД-861К останній пройшов додаткове наземне випробування: було відпрацьовано більш ніж потрібний ресурс за тривалості роботи та за кількістю вмикань (1362с і 11 вмикань).

ДП «КБ «Південне» та ВО «Південмаш» мають забезпечити серійне виробництво двигуна РД-870 першого ступеню 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 з витратами у три рази меншими ніж у разі розробки і серійного виробництва нового. Одночасно розпочато роботи з створення більш потужного двигуна РД-809 для другого ступеня РН «Циклон – 4М» з використанням паливної пари «гас + рідкий кисень». Оснащення РН таким двигуном дозволить створити повністю екологічно чистий носій і підвищити його енергетичні можливості (до 4 тонн корисного вантажу на навколосезонну орбіту)⁸.

⁸ Створення повністю екологічно чистої ракети-носія сформує умови для підготовки нових пропозицій з розробки ракетно-космічних комплексів в інших країнах світу, наприклад в Австралії. До речі, ДКАУ у березні поточного року запропонувало відповідним структурам Австралії розробити проект будівництва космодрому на її території, недалеко від авіабази Кертін в окрузі Західної Австралії Кімберлі. Реалізація проекту потребуватиме виділення

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

Підготовка до будівництва космодрому. Компанією Maritime Launch Services проведено вибір місця розташування космодрому, яке відповідає зазначеним вище вимогам. Було попередньо розглянуто 14 варіантів розташування: в Канаді, США та Мексиці. Визначено, що найбільш раціональним місцем є розташування космодрому недалеко від провінції Кансо, на північному Сході Нової Шотландії Канади. Таке розташування дозволить з незначними витратами транспортувати до космодрому ракети-носії і КА та забезпечить мінімальні наслідки у разі можливих аварійних пусків (місце знаходиться у малонаселеній провінції та відносно далеко від крупних населених пунктів). Розташування космодрому попередньо узгоджено з муніципальними та федеральними органами влади Канади. Вартість будівництва космодрому прогнозується в обсязі ~\$150 млн.

Слід зазначити, що пропозиція MLS щодо розташування космодрому у Новій Шотландії не була єдиною. В свій час Канадсько-американський консорціум Planet Space також планував побудувати стартову площадку у цій місцевості. Проте він не отримав інвестиції від NASA на її будівництво. Єдиний раніше існуючий в Канаді космодром Форт Черчїлл, з якого було здійснено більш ніж 3500 суборбітальних пусків, було закрито у 1985 році.

Будівництво космодрому планується доручити потужній канадській будівничій компанії Lindsay Gonstruktion.

За попередніми оцінками українські підприємства можуть поставляти до Канади РН «Циклон – 4М» приблизно через кожні 29 днів. Тобто потенційно з космодрому може здійснюватися 11 ÷ 12 запусків КА щорічно. За оцінками експертів

земельної ділянки у обсязі 5–7 тис. квадратних кілометрів. Обсяг первинних інвестицій для проведення досліджень щодо будівництва космодрому – \$500 тисяч. Космодром може стати основним пусковим майданчиком Азії, який обслуговуватиме комерційні запуски для регіональних партнерів Австралії — Японії, Сінгапуру, Південної Кореї і Індонезії.

MLS для забезпечення прийняттого рівня рентабельності проекту поки що достатньо 8 успішних комерційних запусків РН.

Керівником MLS заявлено, що на поточний час є попередня домовленість з потенційними замовниками про оплату 400 млн канадських доларів за майбутні пускові послуги. Інтерес до проекту проявляють декілька 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 з створення комплексу проводиться підвищеними темпами. Так, за заявою керівництва MLS компанія планує у першому кварталі 2018 року завершити роботи з розвідки місцевості, відведеної під космодром. На будівництво космодрому планується відвести 18 місяців та 6 місяців на створення відповідної інфраструктури та введення космодрому в експлуатацію (у межах строків травень 2018 – травень 2020 року). У ті ж строки ДП «КБ «Південне», ДП «ВО «Південмашзавод» та ПАТ «Хартрон» мають розробити і поставити в Канаду ракету-носій для забезпечення першого комерційного запуску КА. Масштабному розгортанню робіт з створення РКК «Циклон – 4М» передуватиме прийняття базового рішення щодо його створення та укладення відповідних контрактів з 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 на адресу його керівництва. На сьогодні MLS на свій запит очікує три можливих варіанти відповіді: дозволу на будівництво космодрому, дозволу за умови дотримання певних вимог, або заборону його будівництва. Враховуючи зацікавленість основних компаній регіону з розробки КА і їх запуску на ССО і ННО за комерційно вигідними цінами (вартість запуску КА за допомогою РН «Циклон – 4М» складатиме ~\$45 млн), 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 з найбільш привабливих. Останнє потребує концентрації зусиль ДП «КБ «Південне», ДП «ВО «Південмашзавод», ПАТ «Хар-трон» 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 та країн, що входять до інших союзів. Метою проекту є створення приватного РКК, без державного фінансування його реалізації Україною і Канадою. Основне завдання комплексу «Циклон – 4М» – забезпечення комерційних запусків КА на сонячно-синхронні і низькоорбітальні орбіти.

2. За прогнозними оцінками в період 2018-2027 років 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 КА на зазначені орбіти компаніями США, країн Європи, Китаю, Індії, Японії, та інших країн також незаконтракованих і вільних від конкуренції КА показує, що в сегменті ринку, що розглядається, в найближчій і середньостроковій перспективі РКК «Циклон – 4М» може претендувати на проведення 10-12 комерційних КА щорічно.

3. На відміну від інших ракет-носіїв, гібридна РН «Циклон-4М» створюється з використанням відпрацьованих свого часу основних систем РН «Зеніт», «Циклон», «Днепр». В 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 РН «Циклон – 4М» спроможний вмикатися 5 разів, що створює можливість кластерного виведення КА одним запуском носія на одну чи декілька 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: 1362с і 11 вмикань.

5. Найбільш раціональним місцем є розташування космодрому недалеко від провінції Кансо, на північному Сході Нової Шотландії Канади. Таке розташування дозволить з незначними витратами транспортувати до космодрому ракети-носії і КА та забезпечить мінімальні наслідки у разі можливих аварійних пусків (місце знаходиться поблизу малонаселеної провінції та відносно далеко від крупних населених пунктів).

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

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

Аналітичну записку розроблено Шевцовим А.І. , Шеховцовим В.С.