

УДК 629.76(09)

О. М. Вельмогін

АНТАРЕС – ПРОЄКТ КБ «ПІВДЕННЕ» ХХІ СТОЛІТТЯ

Протягом другого десятиріччя ХХІ століття, коли ракета «Антарес» доставляла вантажі на Міжнародну космічну станцію (це був час насиченої та цікавої роботи для фахівців ДП «КБ «Південне»), учасники й очевидці подій цієї програми вже багато розповіли та написали. З величезною часткою впевненості можна сказати, що навряд чи знайдеться у КБ такий працівник, якого тим або іншим чином не торкнулася ця програма. І якщо спочатку вона, можливо, і перебувала в затінку «літаючих» на той час проєктів «Морський старт» і «Дніпро», але після їх закриття (а також гальмування в ті ж роки грандіозного україно-бразильського проєкту створення КРК «Циклон-4») РН «Антарес» стала предметом особливої уваги, оскільки залишилася єдиною, на досвіді створення якої можна було вчитися та розвивати наступні космічні проєкти ДП «КБ «Південне».



Рис. 1. РН «Антарес» готова до першого пуску 21 квітня 2013 р.

Так, ми створювали не ракетно-космічний комплекс, що завжди було основною роботою ДП «КБ «Південне», і навіть не ракету-носії. Це був тільки перший ступінь РН «Антарес». І навіть лише її частина – основна конструкція першого ступеня (ОКПС, як її офіційно називали), оскільки і двигун (спочатку AJ 26-62 компанії «Аероджет», а потім РД181 компанії «Енергомаш») інтегрувався в ступінь під час складання РН «Антарес» у монтажньо-випробувальному комплексі (МВК) на космодромі Замовника. Проте ОКПС містила в собі все, що дозволяло величезній ракеті стартувати й виконувати політ на відповідному відрізку протяжної траєкторії доставки корисного вантажу до Міжнародної космічної станції. Протягом розроблення, виготовлення, відпрацювання й експлуатування ОКПС і всієї РН «Антарес» було отримано такий досвід і знання, які дозволяли ДП «КБ «Південне» переходити до створення нового покоління ракет.

До точки початку реального втілення проєкту, за яку можна вважати випуск ескізного проєкту та практично відразу ж розпочатий випуск конструкторської документації (середина 2008 року), ДП «КБ «Південне» пройшло досить довгий, звивистий і тернистий шлях.

Перші розроблення в цьому напрямі виконували в далекому 2000 році у ході спільних робіт ще з компанією Aerojet. А контакти з Orbital Sciences Corporation і робота в напрямі створення нових зразків ракетно-космічної техніки розпочалися в 2002 році, коли було проведено роботи для участі в тендері зі створення ракет-мішеней. І лише в 2006 році, коли NASA оголосило про запуск програми з розроблення комерційної орбітальної транспортної системи (Commercial Orbital Transportation System, або скорочено COTS) для доставки вантажів на Міжнародну космічну станцію (МКС), у нас з'явився реальний шанс вийти на американський ринок пускових послуг

у співробітництві з компанією Orbital. На жаль, за результатами тендера нашому проєкту не вдалося увійти до числа переможців. І тут потрібно віддати належне керівництву компанії Orbital, яка не зупинилася, а ризикнула продовжити роботи зі створення нової РН. І в травні 2007 року було укладено контракт на ескізне проєктування нового РКК із РКП Taurus II середнього класу. Роботу було зроблено, і сталося так (наполегливих завжди супроводжує успіх, нехай це й просто щасливий випадок!), що компанія Rocketplane Kistler, яка була одним з переможців програми COTS, через фінансові проблеми не мала змоги далі реалізовувати свій проєкт. І після ще одного тендера, проведеного NASA, компанія Orbital Sciences Corporation із проєктом РН Taurus II нарешті отримала довгоочікуваний контракт.

Новизна робіт з проєкту всебічно охоплювала його розроблення: техніку й фінанси, організацію робіт і адміністративно-господарську діяльність, логістику. Імовірно, ми змогли б розробити більш досконалу ОКПС, проте в умовах найжорсткіших строків поставки готової матеріальної частини й обмежених можливостей виробника ОКПС (ДП «ВО Південний машинобудівний завод») доводилося багато новинок покласти подалі на полицю (хоча згодом під час реалізації конфігурацій РН «Антарес» 230 і 230+ вдалося таки дещо впровадити). ОКПС № 1 вже була виготовлена та відправлена компанії Orbital (жовтень 2010 р.), а експериментальне відпрацювання ще тривало, що може свідчити лише про високу якість, надійність і впевненість у правильності результатів проєктних робіт, розрахунків і конструктивного виконання.

Саме різні підходи компанії «Орбітал» і ДП «КБ «Південне» у проєктуванні, виготовленні, проведенні випробувань, створенні та супроводі експлуатаційної документації стали тим «спусковим гачком», завдяки якому вдалося в деяких випадках нарешті «з'їхати» з уторованої та перевіреної (але, найчастіше, вже застарілої) дороги створення ракетної техніки та перейти зовсім на новий рівень розроблень.

Цілком можна пишатися такими досягненнями, які знайшли своє втілення завдяки наполегливій праці проєктантів, розрахову-

вачів, конструкторів, випробувачів, фахівців з експлуатації, менеджерів:

- інтеграція безпосередньо на космодромі (а фактично – складання першого ступеня) системи маршових двигунів, бортової апаратури, кабельної мережі, компонентів ОКПС, які поставляють як американські підрядники, так і в складі комплексу поставки, з високою якістю складання і без зменшення показників надійності. Особливо це виявилось після аварії РН для п'ятої місії, і ОКПС № 6 у новій конфігурації збирали в жорстких «польових» умовах космодрому (а не в комфортному середовищі складального цеху заводу) після її конструкторського перероблення під інтеграцію нового двигуна;

- адаптація вимог стандартів США в проєктній, конструкторській, програмно-методичній і експлуатаційній документації, впровадження особливої системи електронного документообігу й організація єдиного інформаційного простору;

- створення тривимірної моделі ОКПС, що має повну деталізацію інтерфейсів, та розроблення методики проєктування РН у середовищі тривимірного моделювання та керування даними проєкту;

- створення унікального відсіку утримання з великою кількістю інтерфейсів, що забезпечують підготовку РН під час стоянки на стартовому столі, й унікальним механізмом утримання, який гарантував 100 % відділення РН від пускового пристрою в процесі зростання тяги системи маршових двигунів;

- застосування як льотної матчастини ОКПС після її використання для вогневих випробувань на пусковому столі. Причому вогневим випробуванням передувало трохи так званих «холодних» проливов, виконаних також на пусковому столі. І таких конструкцій було дві!!! ОКПС № 1 із двигунами AJ26-62 була використана для місії Orb1, а ОКПС № 6, але вже з новими двигунами RD181, забезпечила успішне виконання місії OA-9;

- використання паливних баків і відсіку утримання в льотній матчастині після проведення статичних випробувань;

- унікальні вібраційні випробування всієї конструкції ОКПС (верхня точка її після встановлення на спеціальний вібростенд ледве не впиралася в стелю приміщення) у найширшому діапазоні зовнішніх навантажень;

– розроблення та виготовлення тільки силами фахівців ДП «КБ «Південне» всієї наземної та контрольно-перевірної апаратури систем контролю заправлення та контролю температур. При цьому апаратура відпрацювала більше двох гарантійних термінів практично без зауважень;

– створення на ДП «КБ «Південне» центру підтримки передстартової підготовки та проведення пуску (приміщення 016). Фактично при забезпеченні 100 %-вого надійного зв'язку із центром керування пуском у Центрі космічних польотів на острові Воллопс (ЦКПВ) забезпечувала підтримку пуску за мінімальної кількості персоналу базового підприємства у ЦКПВ;

– створення системи керування проектом, без якої неможливо було б ефективно, вчасно та якісно виконувати всі роботи, підсумок яких втілювався у встановленій на пусковому столі ракеті-носії, на яку покладали завдання успішного виконання місії.

П'ятнадцятирічний (з 2008 по 2023 рр.) досвід спільної роботи дав стільки корисних надбань (або, як говорять американці, *lessons learned* – отриманий досвід), що їх, напевно, необхідно роздрукувати та давати кожному інженеру перед початком чергового проекту. Про це все докладно написано в книзі «Уроки проекту «Антарес», матеріали для якої були надані безпосередніми учасниками програми від усіх підрозділів ДП «КБ «Південне». Ось тільки деякі моменти набутого практичного досвіду:

1. Однозначний розподіл відповідальності між учасниками програми на кожному етапі реалізації проекту (проекткування, випуск КД, виготовлення й експлуатація), який повинен бути зафіксований документально (у технічному завданні, технічних вимогах, документі контролю інтерфейсів або іншому) і мати юридичну чинність (тобто бути додатком до контракту).

2. Відповідальність конкретного виконавця за певну ділянку роботи й ухвалення рішення з усіх питань замість залучення всього підрозділу (виняток становлять тільки ті результати, які призводять до збільшення строків і необхідності додаткового фінансування).

3. Широке застосування телеконференцій, які повинні бути тематичними (на прикладі програми «Антарес» – це телеконференції з

прогресу випуску КД, узгодження Документа контролю інтерфейсів і Технічних вимог, робіт у МВК, у ЦКПВ, логістиці тощо). При цьому технічних фахівців, що беруть участь у телеконференціях, необхідно наділяти правами ухвалення оперативного рішення.

4. Проектування та конструювання за принципом «просто–дешево–зручно в експлуатації». Приклад: рукава термостатування РН, застосовані «Орбітал», це прості труби загального застосування з тонкого полімерного матеріалу, які є у вільному продажі в магазинах (як наш «Епіцентр»); а в нас їх спеціально розробляють, ще й вимагають експериментального відпрацювання.

5. Ідеологія прийняття власної відповідальності (це завжди була компанія «Орбітал») за роботу, що за певних обставин повинна бути (або була) виконана з відхиленням від чинних стандартів. Практика показала виправданість ризиків, взятих на себе компанією «Орбітал», у порушенні прийнятих «традиційних» вимог КД або встановленої практики експлуатації, що в підсумку приводило до економії грошей і часу.

Робота зі створення ОКПС була відзначена у 2013 році премією Кабінету Міністрів України у сфері інноваційних проектів. Лауреатами тоді стали Дегтярев О. В., Кушнарєв О. П., Бондар М. А., Шевцов Є. І., Сіренко В. М., Федоров В. М., Давиденко С. О., а також Баулін С. А. (НКАУ), Щеголь В. А. та Денисов В. І. (ДП «ВО Південмаш»). Справді, у конструкції (як у початковій конфігурації, так і в наступних) удалося втілити ряд новинок, які дозволили підвищити енергетику РН «Антарес» у цілому. Так, наприклад, було оптимізовано систему наддування і виключено зайві балони з холодним гелієм. За результатами уточнених теплових розрахунків була виключена теплоізоляція в міжбаковому та міжступеновому відсіках, а на хвостовому відсіку зменшено товщину теплоізоляції. Хвостовий відсік було змінено, оскільки завдяки новому підходу до визначення поля навантажень і розрахунків на міцність вдалося значно зменшити його вагу. Чудово зарекомендували себе легкі вуглепластикові (замість важких алюмінієвих) компоненти кабельного жолоба та колектора термостатування. Причому деякі невдачі на першому етапі (спроба застосування термостійкого сполучного) не

зупинили роботи, а навпаки, стало зрозумілим, що композиційні матеріали необхідно все більше застосовувати в конструкції ракет-носіїв. Цікаві рішення були впроваджені також у систему телеметричних вимірювань і оброблення отриманої льотної інформації.

Незважаючи на те, що з кожним черговим успішним пуском РН «Антарес» здавалося, що всі проблеми вирішено, проте практично кожна місія підносила новий сюрприз, який у багатьох випадках був все-таки результатом чиєїсь недбалості, недогляду, прорахунку. Тому дуже важливо, щоб якою неприємною не була дійсна причина, її треба оприлюднити, аби вона не повторилася в майбутньому. Приховування причини помилки може надалі дати і гірший результат. Адже ні для кого не є секретом, що кожного разу, коли ми пишемо про ті або інші розробки, які стали досягненням, черговим етапом у просуванні до нового покоління ракетно-космічної техніки, ми ніколи не говоримо про помилки. Але ж, мабуть, це другий, і дуже важливий бік у реалізації будь-якої програми. Недарма кажуть, що на помилках вчаться. І якщо ми їх не виставляємо напоказ (соромимось чогось), то найчастіше вони повторюються, але тільки приносять ще більшого збитку. На одному прикладі (про який, до речі, можна розповісти як про подію, що заслуговує на особливу увагу в докладанні неймовірних зусиль для досягнення кінцевої мети, незважаючи на жодні перешкоди) хочу показати можливу ціну помилки.

Програма «Антарес» була надзвичайно важлива для компанії Northrop Grumman. По-перше, існували контрактні зобов'язання перед NASA щодо своєчасної доставки вантажів на МКС. По-друге, програма йшла дуже «гладко» (за винятком однієї аварії) та в зазначений термін. Репутація компанії була на високому рівні, тим більше що з боку NASA останнім часом виходило все більше й більше славословних відгуків про ракету «Антарес». І про те, що компанія Northrop Grumman готова була виконати для забезпечення своєчасного запуску неможливе (навіть зі значними фінансовими втратами для себе) свідчить такий факт.

Березень 2020 року. Початок всесвітньої пандемії COVID-19. Усі країни закривають кордони – припинено регулярне авіасполу-

чення, рух наземного транспорту. Підприємства йдуть у простій. Фахівців відправляють на дистанційну роботу. Припинено транспортні сполучення навіть всередині областей. Вакцин немає. І ось у таких умовах повальних заборон на будь-які переміщення або роботи, відсутності яких-небудь чітких інструкцій щодо можливих дозволів для подолання заборон необхідно відправити персонал ДП «КБ «Південне» для проведення електровипробувань ОКПС № 13, призначеної для польоту в місії NG-14 (успішний пуск відбувся 2 жовтня 2020 р.). Компанія Northrop Grumman ухвалила рішення про оренду приватного літака, який зміг би без дозаправлень перелетіти через океан. Такий літак знайшовся, але кількість персоналу обмежувалася 16 особами. Для розуміння того, наскільки високо була піднята планка для вирішення питання з нашого боку, варто сказати, що для вирішення проблеми виїзду фахівців ДП «КБ «Південне» направляло відповідні запити на ім'я перших осіб у МЗС, МВС, СБУ, Міністерство інфраструктури, Раду національної безпеки, Міністерство охорони здоров'я, Державну авіаційну службу, Державну прикордонну службу. Космічне агентство NASA також було стурбоване виконанням графіка поставок вантажу на МКС (який реалізовували не тільки «Антаресом», але й, в основному, вантажними кораблями «Прогрес» і Dragon) і підготувало відповідний лист-звернення про сприяння учасникам програми постачання МКС. У космічне агентство України було також направлено лист від NASA, уже більш конкретний, про сприяння українським підприємствам, які забезпечують місію NG-14. Вилітати необхідно було вже в середині квітня. Усі питання вирішили практично протягом двох надзвичайно напружених і нервових тижнів. При цьому остаточне рішення щодо оренди літака було прийнято першою особою компанії Northrop Grumman – Кеті Варден, яка обіймала пост Голови ради директорів, Генерального директора та Президента корпорації Northrop Grumman (вона й понині на цьому посту). Але все могло зійти нанівець через одну, начебто б, дрібницю. Усі пам'ятають, що в умовах карантину існувала жорстка ізоляція. Усі наші фахівці, які повинні були вилетіти, перебували в ізоляції у своїх квартирах.

Попередньо була домовленість про виїзд бригади лікарів персонально до кожного з наших фахівців для взяття аналізів на визначення можливого захворювання коронавірусом. Однак, як завжди, щось десь не спрацювало, і наших фахівців двома рейсами доправили в МСЧ-56 для перевірки наявності вірусу COVID-19. На щастя, результат у всіх виявився негативний. А тепер уявіть, що в одного з них був би позитивний результат, і тоді сімох людей, які перебували в контакті з такою особою в автобусі, автоматично відправляли на 14-денний карантин. І неймовірні зусилля в один момент розпалися б на порох. Може я занадто захопився описом подій давно минулих днів, але хотілося загострити увагу на ретельному опрацюванні питання та врахуванні будь-яких дрібниць. А ціна помилки становила б додаткові сотні тисяч доларів (за оцінками тільки чартер через океан обійшовся компанії Northrop Grumman у суму до 300 тис. дол.). І це ми ще не говоримо про втрати репутаційного характеру. Коли ми усвідомили такий прорахунок, реально стало не по собі, і з величезним полегшенням зітхнули (і відразу забули) після того, як усе обійшлося. Висновок: про помилки потрібно говорити вголос. І в критичних ситуаціях пропрацювати будь-яку дрібницю.

Протягом довгого часу ми ще будемо згадувати програму «Антарес» як гарний приклад колективної роботи (і яку в майбутньому – ми вже знаємо як – однозначно можна вдосконалити). На сьогоднішній день її без перебільшення можна назвати еталонною. Усі наступні космічні розроблення повинні базуватися на результатах і досвіді цього проєкту (зрозуміло, що конструктивно ракети повинні бути набагато ефективнішими «застарілої» ОКПС) – тут ми говоримо про загальний підхід до створення нового ракетно-космічного комплексу або нової ракети-носія.

Незважаючи на те, що пуск останньої місії NG-19 затримався практично на півроку, він відбувся настільки бездоганно (усі роботи на пусковому столі, передстартова підготовка та сам політ ракети – жодного зауваження!), що дійсно став еталоном і гарним завершенням великого для ДП «КБ «Південне» проєкту.

Усього ОКПС, створена ДП «КБ «Південне», забезпечила політ до МКС 17 РН «Антарес» (усього 18 місій, з яких перший політ було виконано з імітатором вантажного корабля, а місія OA-5 закінчилася аварією). Вантажний корабель «Сигнус» (Signus) у ході 16 місій доставив на МКС понад 49 т вантажу (наукове устаткування, предмети життєзабезпечення станції й екіпажу, і навіть живі організми (це були пацюки)).



Рис. 2. Старт РН «Антарес»

Реалізація проєкту «Антарес» дозволила частково заповнити втрати інтелектуального потенціалу підприємств ракетно-космічної галузі, забезпечити рівноправну участь у міжнародному розподілі праці, сприяла подальшому науково-технічному прогресу та розвитку матеріального виробництва в Україні.

Набутий у ході виконання програми досвід буде закладений під час реалізації майбутніх космічних програм нашої країни та програм міжнародного співробітництва з партнерами з різних країн

і отримає черговий виток розвитку у створюваних РКП «Циклон-4М», «Циклон-1М» та ін.

Після закінчення програми ракета «Антарес» не зникла назавжди. Ми з інтересом чекаємо появи її нового втілення – РКП

«Антарес», конфігурація 300. Так, це проект компанії Northrop Grumman уже з іншим підприємником, але ми будемо пишатися тим, що ДП «КБ «Південне» назавжди залишиться в історії освоєння космічного простору одним із творців РН «Антарес».