

<https://doi.org/10.15407/knit2023.02.097>
УДК 001.891+346.23+347.85

Я. С. ЯЦКІВ, акад. НАН України, д-р фіз.-мат. наук
Головна астрономічна обсерваторія Національної академії наук України
вул. Академіка Заболотного 27, Київ, Україна, 03143

3 ІСТОРІЇ КОСМІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ В УКРАЇНІ. 2. МІЖНАРОДНЕ СПІВРОБІТНИЦТВО ЩОДО МИРНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ Й ОСВОЄННЯ КОСМОСУ (1957—1987 рр.)

Стаття охоплює особливий період часу — від епохальної події 1957 року запуску в СРСР першого штучного супутника Землі до останнього найбільш успішного космічного проекту «Вега», здійсненого за програмою «Інтеркосмос» у 1986 році. Висвітлено проблеми міжнародного співробітництва при дослідженні та освоєнні космосу. Наведено відомості про інші космічні проекти цього періоду часу та спогади очевидців цих подій.

Ключові слова: космічні проекти, міжнародне співробітництво, проект «Вега», «Спутник-1».

1. ВСТУП

4 жовтня 1957 року весь світ вразили сигнали першого штучного супутника Землі. Наступила нова ера в житті нашої планети — і космос став невід’ємною частиною цього життя. Починаючи з того дня, докорінно змінилося наше розуміння світу як середовища проживання людської цивілізації і світу як форми співіснування різних держав, націй і народностей.

За тридцять минулих (з часу запуску супутника) років космічного літопису проблеми дослідження й освоєння космічного простору набули широкого розвитку й охопили майже всі сфери людської діяльності. Залежно від призначення космічні експерименти можна умовно розділити на такі три групи: наукові, прикладні та військові. У свою чергу кожна з цих груп охоплює бага-

то напрямів, серед яких дослідження Землі, Сонячної системи й інших астрономічних об’єктів космічними методами та засобами, які, на нашу думку, вписали найяскравіші сторінки в космічний літопис останніх десятиріч. Я сподіваюся, що читач пробачить мені, астроному, небажання блукати в тих царинах, які поза моєю компетентністю. До того ж саме в цій галузі науки можна навести безліч прикладів плідного міжнародного співробітництва і в минулому, і сьогодні.

Вигоди від наукового й технічного співробітництва, яке не знає ні національних, ні дисциплінарних меж, стають усе очевиднішими. З деякого часу більшість урядів, а також адміністрацій спеціалізованих космічних агентств і наукових інститутів, зайнятих космічними дослідженнями, розуміють, що спільні проекти їм вигідні. Багато цих проектів стали настільки вартісними,

Цитування: Яцків Я. С. З історії космічних досліджень в Україні. 2. Міжнародне співробітництво щодо мирного дослідження й освоєння космосу (1957—1987 рр.). *Космічна наука і технологія*. 2023. 29, № 2 (141). С. 97—111. <https://doi.org/10.15407/knit2023.02.097>

© Видавець ВД «Академперіодика» НАН України, 2023. Стаття опублікована за умовами відкритого доступу за ліцензією CC BY-NC-ND license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>)

що окремі держави стикаються тепер із труднощами погодження відповідних статей витрат зі своїм бюджетом. Людство з розумінням ставиться до позитивного досвіду співробітництва, яке мало і має місце серед учених багатьох країн у різних царинах науки, зокрема, у вивченні Антарктиди та змін клімату.

Міжнародне співробітництво у сфері космічних досліджень виникло одночасно із початком людської діяльності в цій галузі. Хоча воно і розвивалося нерівномірно в різний час, тепер є безприкладне зрушення у бік інтенсивніших консультацій і тіснішої кооперації. Ця тенденція, безсумнівно, має переважати у майбутньому (ці слова написані мною до віроломного розв'язання рф війни проти України. Ситуація зараз значно погіршилася. Нижче я спробую переконати читача у перевагах співпраці у космічній галузі на прикладах подій 1957—1987 років). Щоб краще розглянути перспективу й обговорення стану справ у космічній галузі, спочатку нагадаємо деякі основні моменти історії космічних досліджень напередодні 1957 р.

2. НАПЕРЕДОДНІ КОСМІЧНОЇ ЕРИ

Ми належимо до того покоління, яке стало свідком епохи драматичних змін в еволюції людства. Наше дитинство минало під час найжорстокішої війни, яка закінчилася лише тоді, коли забрала десятки мільйонів життів і зумовила дикі руйнування незліченних цінностей. Ця катастрофа дала поштовх спробам установити глобальне міжнаціональне людське взаєморозуміння, що знайшло своє відображення в історичних документах післявоєнних років, таких як Хартія ООН. Через ці й інші причини нашому поколінню випало щастя жити за часів відносного потепління міжнародного клімату. У цьому контексті важливу роль відіграло міжнародне спілкування і ще більшою мірою усвідомлення спільної долі в цьому світі, де зменшуються відстані та є обмеження в ресурсах. За цей час умови життя людей у всіх частинах світу значно поліпшилися, і ми, як ніколи раніше, потрапили в залежність від різних негуманних технічних винаходів людини. Подобається нам це чи ні, але ми не можемо поки що їх позбутися. Нашу епоху називають

по-різному: «атомний вік», «комп'ютерна ера», «інформаційна ера» або, що ще більше підходить, «космічна ера» [11].

Надто легко забувають той факт, що численні технологічні успіхи стали наслідком військових досліджень Другої світової війни. Атомна техніка та ЕОМ, наддалекі ракети доводяться рідними дітьми тих жажливих років. Звичайно, невеликі ракети були відомі давним-давно, проте кардинальне рішення, яким чином запускати важкі ракети на відстані у сотні кілометрів, були отримані лише наприкінці війни. Як і більшість винаходів людини, ракети мають як позитивне, так і негативне застосування. Можна забарвити небо дивовижними вогнями салюту у свята, але можна, послуговуючись ракетами, відкрити вогонь по мирних містах. Можна організувати службу розшуку суден, що перебувають у скрутному становищі, але можна також пробивати стіни фортифікаційних споруд. Можна запускати супутники зв'язку й дослідницькі супутники за допомогою тих же ракет, які здатні переносити за лічені хвилини ядерні боеголовки на міжконтинентальні відстані.

Коли в середині 1957 року за сприяння Міжнародної ради наукових спілок (МРНС) розпочався Міжнародний геофізичний рік (МГР), космічний політ усе ще був тільки теоретичною можливістю. І лише через три місяці весь світ був буквально розбуджений сигналами першого штучного супутника Землі. Як і багато мільйонів людей, ми уважно спостерігали за світлою точкою, яка рухалася в нічному небі і за якою невдовзі рушили ще більш яскраві.

Нижче наведено уривки зі спогадів очевидців [23]:

Р. Вест: *Мої однолітки і я були свідками завоювання неба, нам вселяли страх і шанобливість безпосередні вимірювання екстремальних умов ближнього космосу, відкриття поясів заряджених частинок та перші спроби потрапити на Місяць і передати на Землю фотознімки його невидимого боку. Коли одна з газет Копенгагена організувала перше пробне змагання на тему: «Навіщо Ви хочете полетіти в космос?», я відповів, можливо, занадто просто: «З цікавості». Моя відповідь не була відзначена головним призом, але принаймні була опублікована, і я*

досі думаю, що ця відповідь була чеснішою, ніж інші, які закликали до різних високих ідеалів.

Я. Яцків: Будучи студентами астрономо-геодезичної спеціальності, мої однокурсники і я не відразу усвідомили, який потужний засіб глобальних досліджень Землі народжується на наших очах. Нас більше хвилювали проблеми невагомості, надзвукових швидкостей та інших аспектів космічного польоту. І тільки наприкінці 1950-х років я зрозумів, які небачені перспективи дає людині можливість подивитися на Землю з боку, охопивши єдиним поглядом її простори, які ще недавно здавалися величезними. А що далі? Інші планети й світи... Цікаво!

Мабуть, ця «цікавість» очевидців відображала те постійне прагнення до пізнання, що спонукає людину задумуватися, як виник і став таким, яким ми його спостерігаємо, навколишній світ і що трапиться з ним у майбутньому? Це основні проблеми сучасного природознавства, у вирішення яких вагомий унесок роблять космічні дослідження.

3. ОСНОВНІ ВІХИ КОСМІЧНОЇ ЕРИ 1957—1987 РОКІВ

4.10.1957—1960 pp. У перші ж дні космічної ери понад 200 станцій оптичних спостережень штучних супутників Землі (ШСЗ) у 20 країнах розпочали свою нелегку, але захопливу роботу. Основною метою цих спостережень було не втратити у безкрайньому просторі перших космічних посланців Землі. На відміну від звичайних небесних тіл, доступних для спостережень упродовж тривалого часу вдень (Сонце) або вночі (зорі, планети), ШСЗ можна спостерігати тільки в ранкові або вечірні години, коли поверхня Землі занурена в темряву, а сам супутник, перебуваючи на великій висоті, ще освітлений Сонцем. Такі спостереження, виконані в різних місцях земної кулі, дають змогу обчислити ефемериду супутника, тобто його положення на небесній сфері для кожного заданого моменту часу.

З метою координації цих робіт 1958 року, відповідно до програми МГР, була створена спеціальна «Служба супутників».

Виявилось, що вивчення руху супутників та еволюції їхніх орбіт дозволяють вирішувати низку важливих завдань геодезії і геофізики зі встановлення систем координат, вивчення гравітаційно-

го поля Землі і т. п. На зміну візуальним і фотографічним спостереженням ШСЗ із часом прийшли високоточні лазерні вимірювання відстаней до ШСЗ [12, 17, 22], а також радіоінтерферометричні спостереження цих об'єктів [7, 8, 18, 21].

Відображаючи глобальний характер проблеми, всі ці роки більш-менш успішно розвивалося міжнародне співробітництво в рамках Міжнародного астрономічного союзу (МАС), Міжнародної геодезичної асоціації (МГА) і Міжнародного комітету з мирного використання та дослідження космічного простору (КОСПАР) [19].

Четвертий за рахунком космічний апарат, виведений у космос в СРСР, призначався вже для дослідження Місяця з пролітної траєкторії. Автоматична міжпланетна станція (АМС) «Луна-1», уперше досягнувши другої космічної швидкості, 1959 року вийшла на траєкторію польоту до Місяця. За рік до цього програму вивчення Місяця за допомогою космічної техніки було викладено в доповіді С. П. Корольова в Академії наук СРСР. Першу частину цієї програми реалізовано у процесі польотів АМС «Луна-1» та «Луна-2». 4 жовтня 1959 року на траєкторію польоту до Місяця була виведена АМС «Луна-3». Під час зближення станції з Місяцем та його об'єкту були отримані знімки невидимого зі Землі боку Місяця. У програмі польоту вперше виконано фотознімання в космосі, оброблення плівки на борту і передавання зображень на Землю за допомогою телевізійної системи. Так було започатковано розроблення нових проєктів у вивченні тіл Сонячної системи за допомогою космічних апаратів.

У наступні роки численну серію знімків поверхні Місяця, призначену для її досліджень, а також для вивчення фізичних характеристик нашого природного супутника, отримано з борту радянських станцій «Зонд» та американськими штучними супутниками Місяця «Лунар орбітер», а також космічними кораблями «Аполлон» (див. хроніку цих подій зокрема в роботі [11]).

Програми зйомок поверхні Місяця багато в чому доповнювали одна одну, що дало змогу охопити близько 99.6 % усієї місячної поверхні (невелика територія в районі південного полюса залишається поки що незафіксованою на кос-

мічних знімках) та налагодити корисний обмін науковою інформацією. Так, при складанні в СРСР «Атласу зворотного боку Місяця» [1], крім знімків АМС «Зонд», використано матеріали зйомок з американських апаратів.

Разом з тим наприкінці 1950-х років розпочалася «космічна гонка». З огляду національного престижу та військових інтересів особливої співпраці двох великих космічних держав не було, принаймні у сфері виведення корисного навантаження на орбіту. Тим не менше, результати багатьох вимірювань у космосі, як уже зазначено вище, незабаром стали загальновідомими, зокрема завдяки регулярним контактам через КОСПАР, створений 1958 року, Міжнародну федерацію астронавтики (МАФ) та інші наукові спілки. Слід, однак, вказати, що згадане суперництво в космосі стимулювало приплив людських і матеріальних ресурсів для національних космічних програм СРСР і США. Тому навіть західноєвропейські країни відчували необхідність почати підготовку власних незалежних космічних проєктів.

1961—1984 рр. А потім голос першого космонавта СРСР Ю. О. Гагаріна, почутий нами по радіо 12 квітня 1961 року, сповістив про початок пілотованого дослідження космосу. Він облетів земну кулю менш ніж за дві години й успішно приземлився на території своєї країни.

Нижче наведено дещо зі спогадів очевидців [23]:

Я. Яцків: *Такого загального тріумфування мені більше не доводилося бачити в житті. Чарівна гагаринська усмішка, його слова на старті «Ну, поїхали!», його думки про те, що Земля така навдивовижку красива й крихітна і що її потрібно берегти, стали символами нашої країни 1960-х років.*

Р. Вест: *Через рік під час відвідування Ю. О. Гагаріним м. Копенгагена моєму вчителю небесної механіки була надана честь взяти інтерв'ю у знаменитого космічного мандрівника. Я пригадую одне із запитань: «Чи було Вам страшно через ризик приземлитися на дах будинку?». На це була дотепна відповідь: «Моя країна настільки велика і відстані між будівлями настільки значні, що я й гадки не мав про такий ризик!».*

Негайним результатом першого пілотованого польоту стало рішення США в 1961 році розпочати одну з найчестотливіших науково-техніч-

них програм, які коли-небудь запроваджувалися. Американський президент заявив, що «ми полетимо на Місяць у цьому десятилітті», і задіяв величезні національні ресурси, сумірні тільки із витратами на Манхеттенський проєкт. Були сконструйовані поліпшені космічні «капсули»; за одномісними КА «Меркурій» з'явилися КА «Джеміні» та «Аполлон», розраховані, відповідно, на двох і трьох астронавтів. Удосконалювалася методика керування польотами. За ці роки в СРСР встановлено нові рекорди тривалості польоту і здійснено перший вихід космонавта СРСР О. А. Леонова у відкритий космос.

І ось у ранні ранкові години 21 липня 1969 року у Європі голос першої людини, що ступила на інше небесне тіло — Місяць, подолавши майже 400 тис. км, долинув до Землі. Цей голос належав громадянину США астронавтові Нілу Армстронгу. Це був новий велетенський стрибок в освоєнні космосу [4].

Зі спогадів Р. Веста: *Тієї незабутньої ночі я сидів у студії Данської радіомовної корпорації і спостерігав за фантастичними кадрами на телеекранах, слухаючи голоси астронавтів через лівий навушник і голос програми «Радіо Москва» через правий. Разом з колегами інших галузей науки я коментував цей історичний момент під акомпанемент щирих і відвертих оплесків у моєму правому навушнику.*

У результаті космічних польотів КА «Аполлон» численні лабораторії всього світу отримали багатий матеріал та можливість безпосереднього вивчення зразків місячних порід. А коли СРСР дещо пізніше здійснив посадку трьох автоматичних станцій на наш природний супутник і доставив на Землю ще трохи дрібніших зразків, відбувся обмін місячним матеріалом, який дав змогу провести докладний порівняльний аналіз порід з великої території Місяця ([5]; див. хроніку подій [11] та пропозиції України щодо перспективної місії до Місяця [15]).

Водночас тривала інтенсивна робота космонавтів та астронавтів на земних орбітальних трасах. І нарешті, у липні 1975 року американський і радянський екіпажі зустрілися на орбіті у спільному польоті «Союз — Аполлон». Крім збору наукової інформації, політ продемонстрував сумісність рятувального космічного устаткування

ня. Така діяльність стала практичним втіленням Угоди ООН стосовно розшуку астронавтів, поверненню як людей, так і космічних об'єктів, що вступила в дію 1968 року. Ця важлива Угода стала послідовним виконанням Договору ООН щодо Відкритого Космосу від 1967 року — першого головного міжнародного документа, що регулює використання космічного простору.

Тим часом дослідження Сонячної системи безпілотними апаратами досягло великих разючих успіхів. Наступною після Місяця мішенню космічних досліджень стала Венера, яку іноді на Заході називають «російською», маючи на увазі той факт, що СРСР відправив у космос для вивчення «ранкової» планети 19 автоматичних станцій. У 1967 році КА «Венера-4» започаткував прямі дослідження планети Венера. Першу порцію вимірювань з поверхні негостинної планети передала 1970 року «Венера-7», а наступні за нею «Венера-9» та «Венера-10» передали фотографії у 1975 році. У СРСР дослідження Венери за допомогою КА серії «Венера» тривали до 1965 року. Крім того, апарат, що розділювався на чотири зонди, які досліджували тільки атмосферу, був запущений у США 1978 року («Піонер-Венера»). КА серії «Венера», що передавали телевізійні знімки, показали помаранчеве небо, постійно затягнуте хмарами, та дуже темний ґрунт вулканічного походження. На висоті близько 48 км над поверхнею планети міститься нижня межа 20-км шару сірчанокислого туману — хмар планети. При основі щільної і гарячої вуглекислої атмосфери, на поверхні планети, тиск досягає 92 бар, а температура становить близько 400 градусів Цельсія.

Широкомасштабні дослідження тіл Сонячної системи виконали американські КА серії «Маринер». У 1962 році «Маринер-2» здійснив проліт поблизу Венери, а 1965 року за допомогою КА «Маринер-4» були отримані перші фотографії Марса. У 1974—1975 рр. КА цієї серії тричі відвідували Меркурій, після чого з'явилася твердження про велику його схожість із Місяцем.

У СРСР услід за першим вдалим запуском 1962 року на міжпланетну орбіту автоматичної станції «Марс-1», у 1971 році були здійснені запуски АМС «Марс-2» та «Марс-3» до одно-

йменної планети. Остання здійснила посадку на поверхню планети, через хвилину надійшла команда щодо передавання зображень, але ... через 20 секунд передавання припинилося (можливо через збій апаратури чи пилову бурю).

Повномасштабне дослідження Марса відбулося в 1976 році, коли американські орбітальні апарати «Вікінг-1» та «Вікінг-2» вивчили всю поверхню, а посадкові модулі докладно дослідили ґрунт. Ознак життя знайдено не було, але з'явилася впевненість у тому, що рідка вода мала бути на планеті у більш ранню епоху. Декілька років вивчалася атмосфера Марса. У США продовжилося успішне дослідження тіл Сонячної системи.

Юпітер і його супутники вперше відвідав КА «Піонер-10» у 1973 році, а КА «Піонер-11» 1979 року наблизився до Сатурна. Усе ж обидві планети-гіганти були всебічно вивчені КА «Вояджер» у 1979—1981 рр., а КА «Вояджер-2» в січні 1986 року досяг Урана. Зараз ця станція перебуває на своєму шляху до Нептуна, зустріч з яким запланована на серпень 1989 року. Станції типу «Піонер» і «Вояджер», що з ними, як і раніше, підтримується радіозв'язок, будуть першими рукотворними об'єктами, які покидають Сонячну систему, і тому вони мають на своєму борту таблички із закодованою інформацією про нашу земну цивілізацію.

Величезна за обсягом наукова інформація, здобута під час згаданих вище експериментів, дала змогу поставити на якісно новий рівень дослідження щодо походження й еволюції Сонячної системи, зумовила появу нової галузі науки — порівняльної планетології. Ця інформація завдяки міжнародній співпраці вчених була предметом взаємного обміну й обговорення на різних форумах.

1985—1986 рр. Що ж особливого трапилося упродовж цих років, на основі чого можна виділити їх на тлі десятиліть копіткої праці в галузі космічних досліджень? Як ніколи раніше, прозвучали в ці роки заклики глав урядів, діячів науки й культури і всіх розсудливих людей за мирний космос. Завдяки унікальній співпраці з дослідження знаменитої комети Галлея ці заклики дістали яскраве втілення в життя, а ідея мирних

космічних досліджень зараз, безсумнівно, домінує над різноманітними хитрощами типу «зоряних воєн».

Для того щоб найповніше оцінити важливість спостережень комети Галлея, слід розпочати оповідь здалеку. Одним з найзахопливіших предметів сучасних астрофізичних досліджень є вивчення еволюції зір. Ці величезні небесні тіла, найближчими з яких є наше Сонце, не існують вічно: вони народжуються і вмирають. Зорі народжуються в щільних хмарах міжзоряного пилу й газу, що розміщені у нашій Галактиці — Молочному Шляху та інших галактиках. Є багато таких районів, де саме зараз зароджуються зорі. Сонце і його планети теж виникли з такої хмари близько 4.7 млрд років тому. Ми поки що не знаємо досконало, як це трапилося, але цілком можливо, що різке стиснення протопланетної хмари стало результатом сильного вибуху старої зорі, яка була поблизу. Таким чином, вмираюча зоря, можливо, дає життя новій зорі. Коли хмара стала стискатися, то вона незабаром стала дуже компактною в ядрі, і при достатньо високих тисках й температурі розпочалися ядерні процеси. Трохи пізніше спрямований назовні тиск, породжений процесом синтезу, зміг компенсувати гравітаційне стиснення, в результаті чого наступив стан рівноваги. Можна вважати, що так народилося Сонце.

Частина матеріалу, який залишився навколо молодого Сонця, пішла на утворення найбільших планет, але ще більша частина була викинута вибухом у навколишній простір. Важкі елементи перемістилися в напрямку до Сонця; ось чому середня щільність чотирьох внутрішніх планет набагато більша, ніж у велетенських зовнішніх. Ще далі, біля межі Сонячної системи, відклався легкий снігоподібний матеріал, частина якого збереглася до наших днів на деяких супутниках зовнішніх планет і, зокрема, в речовині комет. Ядрами комет є невеликі тіла діаметром всього кілька кілометрів, що складаються головним чином із замерзлих води і двооксиду вуглецю, перемішаних з частинками пилу. Вважається, що близько 10^{12} комет повільно рухаються на величезних орбітах у так званій хмарі Оорта — велетенській хмарі, яка оточує Сонячну систему

на великій відстані, що в 50 тис. разів перевищує відстань від Землі до Сонця. Іноді комета відхиляється, можливо, через гравітаційний поштовх від зорі, яка зустрічається на шляху при русі Сонячної системи через Молочний Шлях. Якщо після цього комета підходить близько до однієї зі зовнішніх планет, остання може перевести її за короткий час на невелику еліптичну орбіту, що зумовить регулярну появу цієї комети біля Землі й Сонця.

Тільки в цьому випадку комету можна відкрити й спостерігати.

Коли вона проходить поблизу Сонця, льоди, з яких складається ядро комети, починають інтенсивно випаровуватися — і незабаром утворюється газо-пилова оболонка, видима у відбитих променях Сонця. Довгі хвости комет утворюються внаслідок впливу сонячного вітру на частинки газу та пилу. Усього до 1986 року спостерігали 750 комет, а найбільш знаменитою є комета Галлея, орбітальний період якої 76 років. Причина підвищеного інтересу до неї очевидна: вона містить у собі первинний зразок матеріалу, з якого сформувалася Сонячна система. Вивчаючи комету, ми можемо озирнутися на наше минуле і, ймовірно, зрозуміти, що ж насправді сталося у момент формування нашої системи.

Комету Галлея названо так на честь англійського астронома Едмонда Галлея (1656—1742), який першим обчислив її орбіту і передбачив її появу в 1759 році. Одне з перших відомих спостережень цієї комети було проведене поблизу міста Ксіан у Китаї 240 року до н. е., але є і припущення, що китайські записи 613 року до н. е. також стосуються комети Галлея. Століттями її сприймали за небесний знак від Бога. У 684 році чернець Баварського монастиря зафіксував її на своєму малюнку: відоме також її зображення на гобелені, що показує навалу норманів на Англію 1066 року. Джотто ді Бондоне змалював її в Падуді 1301 року. Дуже докладні замальовки комети отримано в 1835 році, а в 1910 році вже зроблено безліч фотографій. Грунтуючись на точних вимірах, було передбачено, що комета Галлея знову повернеться до Землі й Сонця в 1985—1986 рр. Найближчого її проходження від Сонця (перигелій) очікували 9 лютого 1986 року.

Хоча 1910 року і були спроби скоординувати всі спостереження комети, вони виявилися безуспішними, бо багато астрономічних обсерваторій не мали змоги узгодити питання про права на отримані дані і не було відповідних Рад чи Спілок. Для того щоб уникнути таких непорозумінь цього разу, ще наприкінці 1970-х років почалися дебати щодо заснування міжнародного органу, який би координував спостереження нового проходження комети Галлея. В результаті було створено організацію «Міжнародна вахта комети Галлея» (ІНВ), яку схвалив Міжнародний астрономічний союз (МАС) у серпні 1982 року [12]. ІНВ організували на базі двох керівних центрів — у Пасадині (США) і Бамберзі (ФРН). Регіональною частиною ІНВ була радянська програма наземних спостережень комети Галлея (СОПРОГ). В ІНВ взяли участь більше ніж 1000 астрономів — професіоналів і любителів — із 54 країн світу. Комету знову було виявлено за допомогою 5-м Паломарського телескопа 16 жовтня 1982 року, далеко за межами орбіти Сатурна. Потім спостереження проводились у Південноєвропейській обсерваторії та інших провідних обсерваторіях світу. До того часу комета була дуже слабка і мала величину 24.5, що майже у 25 млн разів слабше від об'єкта, видимого неозброєним оком.

У 1983—1986 рр. комету вже регулярно спостерігали із Землі, за винятком, правда, того часу, коли вона була прихована від нас Сонцем. У міру наближення її до Сонця та збільшення її яскравості долучалося до роботи все більше і більше телескопів та іншої техніки. Жодну іншу комету ще не вивчали так досконально.

З настанням космічного століття і після перших успішних польотів до інших планет ідеї 1960-х років про майбутні польоти до комет стали, як щось саме собою зрозуміле. Головною проблемою був і є той факт, що нові комети зазвичай відкривають, коли вони мають велику яскравість, тобто перебувають поблизу Сонця, і тому не вистачає часу для підготовки запуску супутника до того, як вона відлетить. Тільки періодичні комети з добре відомими орбітами могли б стати можливими кандидатами для досліджень, але, на жаль, більшість із них або малі, або не-

цікаві. Увагою вчених незабаром заволоділа найяскравіша з усіх періодичних комет — комета Галлея, що за прогнозами має високу активність. Почалася підготовка космічних програм стосовно прямої зустрічі комети, а також її спостережень із космосу за допомогою апаратів на орбітах Землі й Венери. Відомості про ці проекти наведено в таблицях.

Із самого початку стало зрозуміло, що було б добре скоординувати космічні дослідження таким чином, як ІНВ зробила це з роботою наземних спостерігачів, і що потрібне тісне співробітництво між цими двома напрямками досліджень небесного об'єкта. Чотири агенції, які запланували польоти космічних апаратів, вирішили створити Консультативну групу космічних агентств (ІАСГ), що складається з адміністративних і наукових представників. Таким чином, у 1981 році вперше було встановлено пряме співробітництво між Європейським космічним агентством (ЕКА), Інтеркосмосом (СРСР), Японським інститутом космосу та астронавтики (ІКАН) і НАСА (США).

Перші установчі збори ІАСГ відбулися у місті Падуї, де можна і зараз побачити малюнок комети Галлея, зроблений Джотто близько 700 років тому.

Першим апаратом, що досяг комети, був «Міжнародний кометний зонд» (МКЗ), який належить НАСА; він спочатку пролетів крізь хвіст періодичної комети Джакобіні — Циннера 11 вересня 1985 року. Цей апарат використовувався раніше для дослідження стану плазми у магнітосфері Землі, а потім був спрямований на зустріч з кометою Галлея. Була проведена серія дотепних маневрів, що охоплювала проліт усього в кількох кілометрах від поверхні Місяця. Апарат МКЗ, надіславши на Землю дані вимірювань, продовжив свій шлях далі в космос, де і пройшов 25 березня 1986 року на відстані 28 млн кілометрів від комети Галлея. Японські апарати «Суйсей» («Комета») та «Сакігаке» («Піонер») пролетіли вздовж комети Галлея 8 та 11 березня відповідно та виміряли взаємодію з нею сонячного вітру. Через жорсткі вагові обмеження вони не були обладнані захисними покриттями від руйнівного впливу космічного пилу, як у «Веги»

і «Джотто», та вивчали комету з великої відстані. Нетривіальним і складним був проєкт «Венера — комета Галлея», або скорочено «Вега», в якому, крім СРСР, взяла участь низка зарубіжних країн.

Відповідно до цього проєкту два космічних апарати один за одним услід полетіли спочатку до Венери, залишили в її атмосфері аеростатні зонди, а на поверхні — спускні модулі, і, пройшовши шлях завдовжки близько одного мільярда кілометрів, зустрілися з кометою Галлея. За технічним завданням ця зустріч мала відбутися на відстані 150 млн км від Землі і близько 10 тис. км від ядра комети при відносній швидкості зустрічі близько 80 км за секунду. Щоб виконати це завдання, знадобилося об'єднати зусилля багатьох обсерваторій світу щодо визначення координат комети Галлея та обчислення її ефемериди. В СРСР у цій роботі взяло участь понад 30 спостережних станцій під керівництвом Головної астрономічної обсерваторії АН УРСР у рамках програми СОПРОГ. Завдання було виконане: «Вега-1» та «Вега-2» пролетіли поблизу

ядра комети на відстанях 9 і 8 тис. км відповідно. Отримана за допомогою КА «Вега» інформація про положення комети (точність близько ± 50 км) разом з даними вимірювань положень самих космічних апаратів, виконаних станціями далекого космічного зв'язку США з рекордною точністю ± 40 км, стала основою ще одного унікального проєкту «Лоцман». Його теоретичне обґрунтування було виконано в рамках ІАСГ, а сам проєкт реалізовано в ЄКА при управлінні КА «Джотто».

У результаті тісної взаємодії в дні, коли обидві «Веги» перебували біля комети, фахівці ЄКА дістали можливість націлити «Джотто» з небуваюлою до того точністю ± 50 км, тобто в 10 разів вищою, ніж якщо б навігація ґрунтувалася тільки на наземних спостереженнях. Справді, «Джотто» пройшов усього в межах ± 15 км від розрахункової точки, тобто на відстані всього 605 км від ядра комети. Цей чудовий подвиг був би неможливий, якби не було співпраці в рамках проєкту «Лоцман» між НАСА, Інтеркосмосом і ЄКА. На

Таблиця 1. Основні відомості про космічні місії до комети Галлея

Назва місії	Агентство	Дата запуску КА	Дата польоту КА поблизу комети, березень 1986 р.	Час польоту КА поблизу комети	Геліоцентрична відстань	Мінімальна відстань КА і комети, км	Відносна швидкість прольоту КА поблизу комети, км/с	Фазовий кут, град
«Вега-1»	«Інтеркосмос»	15.12.1984	6	7.20	0.79	8890	79.2	111.2
«Вега-2»	«Інтеркосмос»	21.12.1984	9	7.20	0.83	8030	76.8	113.4
«Сакігаке»	ІКАН	08.01.1985	11	4.18	0.86	$6.99 \cdot 10^6$	75.3	109.4
«Джотто»	ЄКА	02.07.1985	14	0.03	0.89	600	68.4	107.2
«Суїсей»	ІКАН	19.08.1985	8	13.06	0.82	$151 \cdot 10^3$	73.0	104.2

Примітки. 1. Час прольоту — всесвітній (UT). 2. Фазовий кут — це кут між напрямом руху КА та напрямом від комети до Сонця

Таблиця 2. Спостереження комети Галлея з космосу

Назва проєкту	Країна	Експерименти	Дата спостережень
«Астрон»	СРСР	UV-спектроскопія	грудень 1985 р.
«Піонер-7»	США	Сонячна плазма	20 березня 1986 р.
«Піонер-Венера»	США	UV-спектроскопія Поляриметрія і зображення у видимій ділянці спектру	4 лютого 1986 р. епізодично

Примітка. Заплановані в США проєкти «Астро-1» та «Спартан» не відбулися через катастрофу КА «Челленджер» у січні 1986 р.

борту космічних апаратів «Вега» та «Джотто», які вивчали комету Галлея з близької відстані, була апаратура для отримання зображень ядра комети, досліджень її іонного і пилового компонентів, вимірювання плазми та ін. [6, 9, 14, 16].

Які ж нові знання здобуто в результаті виконання згаданих експериментів?

Нижче про це — словами очевидців.

Я. Яцків: Мені пощастило бути свідком унікальної зустрічі «Веги-1» з кометою Галлея. Цими історичними днями в Інституті космічних досліджень АН СРСР зібралися відомі вчені з багатьох країн. Серед них такі добре відомі астрономи, як Ф. Уїпл — найвідоміший кометолог, творець крижаної моделі кометного ядра, дослідники планет К. Саган, В. І. Мороз, М. Я. Маров та ін., керівники ІНВ Юрген Рас, Дж. Брандт та ін.

Коментує подію А. А. Галєєв:

4 березня почалися перші прямі телепередачі з космосу, коли «Вега-1» перебувала на відстані 14 млн км від ядра комети — передалися зображення голови комети з розподілом яскравості в ній в умовних кольорах, передавалася інформація про обстановку у міжпланетному просторі й сонячному вітрі. 5 березня телепередача велася вже з відстані 7 млн км. Але до ядра ще було досить далеко, щоб можна було розглянути його контури. Було тільки видно, що центральна частина голови комети, де міститься ядро комети, була найяскравішою. Ці передачі показали дієздатність усієї апаратури і дали змогу вибрати найоптимальніший режим роботи всієї апаратури.

Але ось настав вирішальний момент, коли космічний апарат-періонопрохідник увійшов усередину голови комети Галлея, і його прилади вступили у безпосередній контакт з кометною речовиною, а основна астрокамера з фокусною відстанню 120 см почала фотографувати внутрішні частини голови комети, перебуваючи безпосередньо в самій газо-пиловій атмосфері комети.

Р. Вест: Зустріч «Джотто» з кометою транслувалася по телебаченню на величезну аудиторію, яка налічувала за приблизними оцінками 500 млн чоловік, що буває вкрай рідко, навіть якщо брати до уваги найважливіші спортивні або політичні події. Дуже рідко можна знайти настільки широку увагу товариства до сучасної науки. Як тільки

на телеекранах спалахнули зображення комети, мільйони телеглядачів нарівні з розробниками проекту мали можливість спостерігати це видовище. Адже ставилося завдання, еквівалентне можливості отримати виразні знімки обличчя пілота літака «Конкорд», що мчить зі надзвуковою швидкістю на висоті 30 метрів! Зображення комети надходили й оброблялися потужним комп'ютером. Незабаром стало можливим спостереження темного ядра на яскравому тлі навколишнього газу й пилу. Пил сконцентрувався у вузьких джетах (струменях), що виривалися з певних точок поверхні ядра. За даними наземних спостережень у дні перед зустріччю апарата з кометою було висловлене припущення про помірну активність ядра. І все ж весь світ став свідком того, як «Джотто» увійшов прямо в струмінь частинок пилу за 15 с до свого мінімального зближення з ядром. Апарат отримав удар великою частинкою і почав коливатися. Хоча радіоконтакт був на короткий час утрачений, і камера припинила функціонувати, прийом незабаром був відновлений. Велика частина експериментального матеріалу завершальної фази польоту до комети була збережена завдяки ефективним діям фахівців з управління КА.

Насамперед той факт, що ядро є суцільним тілом неправильної форми (раніше припускали, що воно приблизно сферично-симетричне) розмірами близько 14×8 км, схоже на картоплину. Ядро виявилось темнішим, ніж передбачалося. Його альbedo становить усього близько 5 відсотків. Температура ядра, виміряна за інфрачервоним випромінюванням, становить 300...400 К, що перевищує температуру сублімації водяного льоду (близько 200 К). Звідси випливає висновок, що поверхня ядра вкрита тонким ізолювальним шаром темної, пористої, тугоплавкої речовини, над яким є суміш водяного льоду (близько 80 %), пилу й різних батьківських молекул (CO_2 , NH_3 та CH_4). Визначено період обертання ядра комети, що дорівнює 52,9 години. Несподіваним було виявлення великої кількості іонів вуглецю і відсутність іонів азоту. Частинки пилу вагою від 10^{-17} грамів до часток грама складаються з багатьох елементів і реєструються на відстанях 300 тис. км від ядра. Визначено швидкості продукування газу й пилу, рівні, відповідно, близько 15 тонн за секунду та 3—5 тонн за секунду, що

дало змогу оцінити час життя комети, який залишився, — близько 150 тис. років. Велика частина пилу й газу виділяється з дискретних джерел на поверхні ядра.

Вивчено взаємодію плазми сонячного вітру з іоносферою комети і виявлено фронт ударної хвилі на відстані близько 1 млн км від ядра комети, а також контактну поверхню на відстані близько 4 тис. км, де температура іонів знижується від 2600 до 340 К.

Було виміряно магнітне поле комети, що дорівнює 5...8 нанотесла (за межами фронту ударної хвилі) та 75...80 нанотесла при найбільшому зближенні з кометою.

Уся ця багата інформація зараз обробляється та вивчається з тим, щоб здати її у своєрідний архів, а КА «Вега» та «Джотто», продовжуючи свій політ, чекають дальших команд зі Землі.

У наш час, через рік після зустрічі з кометою, коли вона швидко відлітає в далекий простір, усі без сумніву згодні, що міжнародне співробітництво мало величезний успіх. Тісні контакти на зустрічах і спеціально розроблені канали зв'язку дозволили швидко обмінюватися інформацією з користю для загальної справи. З'явилася можливість збільшити наукову віддачу кількох експериментів завдяки знанням, отриманим іншими дослідниками з іншого апарата кількома днями раніше. Міжнародне співробітництво надало можливість ученим і спеціалістам краще взнати одне одного і, що не менш важливо, сторони, які співпрацюють, повинні були згладити «гострі кути» для досягнення ефективного результату.

4. ПЕРСПЕКТИВИ МІЖНАРОДНОЇ СПІВПРАЦІ В ГАЛУЗІ КОСМІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

На навколоземних орбітах тепер виконує різноманітні завдання величезна кількість супутників, пілотованих та автоматичних станцій. Супутники зв'язку забезпечують роботу тисяч телефонних і телевізійних каналів; метеосупутники передають нескінченний потік докладних знімків, що дають змогу передбачати погоду точніше, ніж раніше. Інші супутники вивчають океани і континенти, забезпечуючи при цьому приголомшливу кількість потрібної інформації від карт геологічних ресурсів до карт агрокультур, від

карт зростаючих міст до карт океанських течій і зосереджень льодів у морях. Деякі супутники служать навігаційним цілям і дозволяють визначити розміщення об'єктів з точністю до кількох метрів у будь-який час, у будь-якій точці поверхні Землі. Одна з таких навігаційних систем вже допомогла врятувати кілька людських життів, уловлюючи і ретранслюючи сигнали лиха з кораблів, літаків і навіть невдалої експедиції з льодового щита Гренландії. Також є астрофізичні супутники, які допомагають вивчити різноманітні об'єкти Всесвіту. З кінця 1960-х років почали розвиватися дослідження з космічного матеріалознавства, що дали змогу зробити висновки про можливості та переваги виконання в космосі технологічних робіт як безпосередньо людиною, так і за допомогою автоматів.

Ясно, що було би неможливо побудувати, вивести на орбіту всі ці супутники та керувати ними без широкої міжнародної співпраці й координації дій. Хоча багато з них були відносно недовговічними, стали потрібними міжнародні угоди про використання каналів зв'язку в окремих діапазонах електромагнітного діапазону й регулювання загрозливого скупчення супутників на геосинхронних орбітах.

Зі збільшенням кількості країн, які розпочинають космічні дослідження і розгортають свої власні програми, досвід у космічній технології вже не є привілеєм кількох народів. Деякі країни, на доповнення до двох перших космічних держав, тепер мають у своєму розпорядженні обладнання для запуску ракет, а ЄКА розробило досить велику космічну програму. Космонавти та астронавти багатьох національностей здійснили польоти або на борту станцій «Салют», або на космічних кораблях «Спейс Шаттл». Збори КОСПАР зросли за своїми масштабами так, що вони відбуваються через рік і тривають по два тижні. Навряд чи знайдеться галузь науки, на яку б тим чи іншим чином не вплинули космічні дослідження. Крім того, швидко зростає комерційна зацікавленість щодо космосу.

Усе це накладає свій відбиток на прогнозування майбутньої мирної співпраці в космосі, яка вступить у свою вищу фазу, якщо, звичайно, припустити, що не трапиться ніяких глобальних

катастроф. З цього погляду важливе місце посідає політичний клімат на планеті і прагнення людей не допустити поширення гонки озброєнь на космос.

Члени ІАСГ, усвідомивши переваги, що виникають у результаті тісної співпраці й ефективного обміну інформацією, висловили згоду продовжити спільну роботу і після 1986 року. На 6-х зборах ІАСГ, що відбулися в листопаді 1986 року в м. Падуї (Італія), були організовані три робочі групи (зі сонячно-земної фізики, планет і малих тіл Сонячної системи та радіоастрономії) з метою підготовки майбутніх спільних програм. Дослідження зі сонячно-земної фізики, що їх ведуть чотири космічні агентства, стають предметом найтісніших взаємних угод і домовленостей: було заплановано до 1995 року здійснити понад 10 запусків КА з метою всебічного вивчення Сонця, сонячного вітру і його впливу на навколосезонний космічний простір. Орієнтовний перелік цих проєктів наведено в табл. 3.

Збираючи матеріали наприкінці 1980-х років, я писав: «На жаль, на кількість запланованих космічних проєктів, у яких важливу роль відведено міжнародній співпраці, серйозно вплинуть затримки, пов'язані зі сучасним станом справ щодо запуску ракет-носіїв (РН). За трагічною втратою американського корабля багаторазового користування «Челленджер» 28 січня 1986 року були невдалі запуски ракет, спочатку «Титана», а потім «Дельти». У липні 1986 року вирішили, що з огляду на безпеку «Шаттла» не повинні мати на борту РН «Центавр», потрібну для запуску важких космічних апаратів на міжпланетні траєкторії. Хоча згодом успішно був здійснений запуск ракети «Дельта», ясно, що реалізацію кількох космічних програм, уже готових або майже готових, доведеться відкласти на два роки.

Зокрема, Космічний телескоп ім. Габбла, 2.4-м дифракційний телескоп, побудований НАСА, за 15 % участі ЄКА, не буде запущений до 1988 року. Перебуваючи на орбіті, такий телескоп дасть змогу спостерігати віддаленіші об'єкти Всесвіту, як порівняти з наявними наземними телескопами, а також буде здатний вести пошук планет поблизу найближчих зір. Затримка зі запуском створює проблеми стосовно обслуговування дуже

складної апаратури, а також утримання всього персоналу разом, не кажучи вже про додаткові асигнування. Іншу спільну НАСА / ЄКА програму «Улісс», за якою зустріч з Юпітером буде використана як гравітаційна праця для польоту над полюсами Сонця, тимчасово законсервовано. Коли цей апарат нарешті полетить, то забезпечить нас важливою інформацією про високоширотні явища сонячної атмосфери, а також про властивості корональної плазми. Перед західнонімецьким супутником ROSAT постають такі ж проблеми. Цей велетенський супутник, призначений для вивчення X-випромінювання, планувалося запустити у квітні 1988 року на борту «Шаттла» для отримання карти неба в X-діапазоні з досі не досягнутою роздільною здатністю. А місія НАСА до Юпітера під назвою «Галілей» має тепер чекати до 1991 року або навіть до 1993 року, коли відкриється нова можливість запуску. Цей космічний корабель вийде на орбіту велетенської планети і докладно вивчить супутники Юпітера. Особливо цікавим є Іо зі своїми діючими вулканами і загадковою Європа, можливо, покрита замерзлим океаном.

Не порушуються терміни проведення спільної ЄКА/НАСА програми польоту до Сатурна «Кассіні» з датою пробного запуску близько 1994 року і досягнення околиць планети через 6-7 років. Один з її експериментів передбачає відокремлення невеликого зонда і спуск його крізь щільні хмари атмосфери на поверхню найбільшого супутника планети — Титана, на якому можуть бути океани рідкого метану або етану.

ЄКА також має багато проблем після двох невдалих запусків ракет-носіїв «Аріан» у 1986 році. Вважається, що через це виникне затримка запуску кількох космічних кораблів» [23].

У той час оперативними можливостями запуску наукових супутників володіли СРСР, США, КНР, Індія та Японія. Ракети-носії КНР тільки з'явилися на світовому комерційному ринку.

Цей тимчасовий спад не вплинув на планування майбутньої космічної діяльності в Західній Європі і США. ЄКА завершило довготривале дослідження, відоме під назвою «Горизонт 2000 р.», в якому передбачалися чотири головних космічних проєкти, так звані «наріжні камені космічної діяльності» Західної Європи. Вже тоді ЄКА вва-

Таблиця 3. Космічні проєкти і програми зі сонячно-земної фізики, заплановані на 1989—1994 рр.

Назва проєкту	Агентство	Запланований рік запуску КА
«Улісс» (ULYSSES)	ЕКА, НАСА	1989
«ЕхoД» (Exos D)	ІКАН	1989
«Інтербол» (INTERBOL)	Інтеркосмос	1990
«Юарс» (UARS)	НАСА	1991
«Соляр А» (SOLAR A)	ІКАЇ	1991
«Кррес» (CRRES)	НАСА	1992
«Геотейл» (GEOTAIL)	ІКАН	1992
«Вінд» (WIND)	НАСА	1992
«Поляр» (POLAR)	НАСА	1993
«Релікт» (RELICT2)	Інтеркосмос	1994
«Кластер» (CLUSTER)	ЄКА, Інтеркосмос, НАСА	1994

жало, що «хоча чотири наріжних камені будуть збудовані в Європі, своєчасна координація зусиль з іншими агентствами буде дуже корисною». Це, зокрема, стосувалося згаданої вище програми зі сонячно-земних зв'язків, а також до проєкту з гетеродинної спектроскопії високої пропускної роздільності, який може стати попередником великих орбітальних рефлекторів для їхнього використання у космічних радіодослідженнях (предмет обговорень НАСА й Інтеркосмосу).

У своїх архівних матеріалах я знайшов такі записи: «Найцікавіші плани намітилися у співпраці ЕКА і НАСА в рамках проєкту щодо зустрічі з однією із комет, який, скоріш за все, буде логічним продовженням успішної програми досліджень комети Галлея. Передбачається запустити дуже складний КА у 1995—1997 рр. до періодичної комети, поки що ще конкретно не обраної. Зустріч з кометою відбудеться на великій віддалі її від Сонця, тобто коли вона буде пасивною, що потрібно для зменшення небезпеки дії на КА навколишніх часток пилу. Після зависання над кометним ядром, за допомогою дистанційного керування із Землі буде вибрано зручний майданчик, і посадковий ступінь м'яко опуститься на неї. Яким чином апарат зробить посадку на ймовірно покритий льодом або снігом поверхневий шар ядра за відсутності гравітації — це ще питання. Перебуваючи вже на поверхні комети, апарат візьме зразки як безпосередньо з

поверхні, так і з 1-3-метрової глибини ядра. Зразки будуть герметично запечатані при низькій температурі і покладені у верхній ступінь посадкового модуля. Цей модуль стартує з комети і досягне Землі через два роки, де під час гальмування в атмосфері буде перехоплений екіпажем «Шаттла». Нарешті контейнер з кометною речовиною, все ще в замороженому стані, буде доставлений у земні лабораторії і вперше справжній міжзоряний матеріал стане можливим вивчати безпосередньо на Землі. Можна тільки мріяти про захоплені результати досліджень, які будуть отримані в перші роки наступного тисячоліття».

Як відомо, такий проєкт було здійснено! Космічний апарат «Розетта», запущений ЄКА 2 березня 2004 року, дослідив комету Чурюмова — Герасименко, яку було відкрито 23 жовтня 1969 року відомими астрономами Климом Чурюмовим і Світланою Герасименко. Космічний апарат складався з двох частин: зонда «Розетта» для виходу на орбіту комети та спускного модуля «Філі», який 12 листопада 2014 р. здійснив м'яку посадку на поверхню її ядра [2, 3, 13]. Ця космічна місія завершилася 30 вересня 2016 р.

Повертаючись до обговорення міжнародної співпраці в галузі пілотованих космічних польотів у ті роки, слід відзначити, що було висунуто кілька найцікавіших ідей. Донедавна США й СРСР йшли різними шляхами розвитку своїх пілотованих космічних програм. Тоді як США витрачали багато сил на створення транспортної системи, кульмінацією якої став корабель багаторазового користування «Спейс Шаттл», СРСР просунувся вперед у галузі конструювання довготривалих космічних станцій. Франція запланувала побудувати невеликий човниковий корабель «Гермес», який буде виводитися на орбіту ракетою «Аріан». ЄКА і деякі країни Західної Європи домовилися про підтримку проєкту, який уперше дасть їм можливість здійснювати свої власні пілотовані польоти. Від 1971 по 1986 рр. СРСР випробував нові технологічні можливості у розбудові та функціонуванні ОКС «Салют». США не мали такого досвіду і приєдналися до фінансування нової довгострокової ОКС «Мир». Запущена в лютому 1986 року, ОКС «Мир» стала останнім масштабним космічним проєктом

тодішнього СРСР. Маючи шість стикувальних вузлів, вона стала центральною частиною стаціонарного комплексу зі спеціалізованими модулями наукового й народногосподарського призначення, а США здійснили 11 польотів «Спейс Шаттлів» до «Миру» вже у 1994—1996 р. Фактично це стало прототипом майбутнього довготривалого співробітництва між США, ЄКА, Канадою, Японією, Росією і Бразилією з будівництва на орбіті у 1998 р. та подальшого функціонування Міжнародної космічної станції, у проведенні наукових та науково-технологічних експериментів, на якій також планувала брати участь Україна [10, 20]. Планувалось, що важливою метою МКС є забезпечення транспортування, обслуговування і використання як проміжної орбітальної бази землян для можливих майбутніх польотів на Місяць, Марс та астероїди.

У опублікованій наприкінці 1980-х років доповіді Національного комітету США з космосу було наведено перспективи досліджень людиною Місяця й Марса, згідно з якою постійні населені бази могли би функціонувати до 2017 року на Місяці і до 2027 року на Марсі. Є однастайна думка, що експедиції людини на Місяць і Марс будуть настільки складними й дорогими, що міжнародне співробітництво стане необхідністю, хоча і не обов'язковою умовою їхньої реалізації. Вважається, що техніка, потрібна для створення заселеної бази на Місяці, не потребує розроблення якихось важливих нових концепцій, а проблема головним чином полягає у тривалому забезпеченні людськими і фінансовими ресурсами. І якщо зазирнути трохи вперед, то можна впевнено сказати, що польоти космонавтів на Місяць і Марс будуть здійсненні, хоча досвід тривалого перебування людей на орбіті Землі показав, що слід ретельно стежити за впливом космічних факторів на здоров'я екіпажів. Дворічний політ на Марс і назад піддасть їх впливу високих доз радіації, що приходить разом зі сонячним вітром і з глибокого космосу. Цей ризик може всерйоз збільшуватися у періоди високої сонячної активності. Тому цілком імовірно, що пілотованим польотам на Марс будуть передувати польоти автоматичних станцій із всюдиходами і роботами на борту. Обго-

ворюючи міжнародне співробітництво в галузі космічних досліджень, не слід забувати про одну їхню особливість. Як і в інших галузях науки, космічні дослідження насамперед вигідні тим державам, які вже досягли вагомих результатів у цій галузі. Через дуже велику їхню складність та ресурсоемність вони не можуть впевнено плануватися багатьма менш економічно розвиненими країнами. Таке становище ретельно вивчалось і обговорювалось у 1982 році на конференції ООН «Юніспейс» та пізніше у 1984 та 1986 роках на пленарних засіданнях КОСПАР. Зазначалось, що найкращий шлях лежить через інтенсифікацію обміну окремими вченими і науковою інформацією. Важливо усвідомити, що участь у космічних дослідженнях може принести вигоду кожній країні. Поліпшений радіозв'язок або складання карт сільськогосподарських і мінеральних ресурсів є прикладами безпосередніх вигод. Водночас космічні дослідження є важливим стимулом розвитку науково-технічного потенціалу загалом, зокрема в таких галузях, як електроніка та обчислювальна техніка.

Дослідження космосу є, звичайно, тільки частиною науки, і ми абсолютно впевнені, що такою ж мірою дружне і взаємовигідне співробітництво, яке не знає кордонів, можна знайти і в інших царинах природознавства. *«Як показав недавній досвід з кометою Галлея, — писав я у 1987 році, — тепер небагато інших галузей науки мають такий прямий вплив на уяву всіх людей. І якщо Ви є свідками плідної, істинно міжнародної співпраці там, нагорі, в космосі, хіба Ви не відчуваєте в собі бажання знайти спільну мову і тут, на Землі?»*. На жаль, «не так сталося, як гадалося». Агресивна політика Російської Федерації у 2014 р. з окупації Криму та окремих територій на сході України, розв'язання повномасштабної війни проти нашої держави 24 лютого 2022 року значно змінили перспективу мирного освоєння космосу. Україна повністю припинила співпрацю з РФ у цій галузі, а США та країни Заходу внесли суттєві зміни щодо можливості такої співпраці, зокрема функціонування Міжнародної космічної станції та виконання запланованих раніше спільних проєктів з дослідження Всесвіту. А на звернення Національного комітету України в КОСПАР

у 2022 році ця організація фактично припинила співпрацю з російськими урядовими установами. Усе, що сталося, важко повірити у XXI столітті, а передбачити наслідки ще важче.

Автор висловлює щирі подяки к. ф.-м. н. Л. М. Свачій за редакторську допомогу у підготовці статті до друку та д. ф.-м. н. І. Б. Вавиловій за корисні поради з її наповнення.

REFERENCES

1. Barabashov N. P., Mikhailov A. A., Lipskii Iu. N. (1960). *An Atlas of the Moon's Far Side*. Moscow: AS USSR.
2. Capaccioni F., Coradini A., Filacchione G., et al. (2015). The organic-rich surface of comet 67P/Churyumov-Gerasimenko as seen by VIRTIS/Rosetta. *Science*, **347** (6220), aaa0628. <https://doi.org/10.1126/science.aaa0628>
3. Churyumov K. I. (2014). Approach of spacecraft Rosetta with comet 67P/Churyumov-Gerasimenko nucleus — the first scientific results. *Astron. School's Report*, **10**(1), 31—36.
4. Hansen J. R. (2012). *First man: The life of Neil A. Armstrong*. New York: Simon & Schuster. ISBN 978-1-4767-2781-3
5. Harland D. (1999). *Exploring the Moon: The Apollo Expeditions*. London; New York: Springer. ISBN 978-1-85233-099-6.
6. Kochan H. W., Huebner W. F., Sears Derek W. G. (1998). Simulation experiments with cometary analogous material. *Earth, Moon, and Planets*, **80**(1/3), 369—411. <https://doi.org/10.1023/A:1006342602452>
7. Kur'yanova A. N., Yatskiv Ya. S. (1993). A compiled catalogue of positions of extragalactic radio sources RSC(GAO UA) 91 C 01. *Kinematika i Fizika Nebesnykh Tel*, **9**(2), 15—25.
8. Massonnet D., Feigl K. (1998). Radar Interferometry and its Application to Changes in the Earth's Surface. *Revs Geophys.*, **36**(4), 441—500.
9. Moroz V. (2001). *VEGA space mission*. Encyclopedia of Astronomy and Astrophysics. Ed. Paul Murdin, article id. 2202. Bristol: Institute of Physics Publishing. <https://doi.org/10.1888/0333750888/2202>
10. Paton B. E., Negoda A. A., Yatskiv Ya. S., et al. (2000). Ukrainian scientific research and technological experiments proposed for the International Space Station. *Kosm. Nauka Tehnol.*, **6**(4), 1—152. <https://doi.org/10.15407/knit2000.04.001>
11. Paton B. E., Vavilova I. B., Negoda A. A., Yatskiv Ya. S. (2001). Important cornerstones in the cosmic era. *Kosm. Nauka Tehnol.*, **7**(1), 3—92. <https://doi.org/10.15407/knit2001.01.002>
12. Pearlman M. R., Noll C. E., Pavlis E. C., Lemoine F. G., Combrink L., Degnan J. J., Kirchner G., Schreiber U. (2019). The ILRS: approaching 20 years and planning for the future. *J. Geodesy*, **93** (11), 2161—2180. <https://doi.org/10.1007/s00190-019-01241-1>. S2CID 127335882.
13. Rosenbauer H., Fuselier S. A., Ghielmetti A., et al. (1999). The COSAC experiment on the Lander of the mission ROSETTA. *Adv. Space Res.* **23** (2), 333—340. [https://doi.org/10.1016/S0273-1177\(99\)00054-X](https://doi.org/10.1016/S0273-1177(99)00054-X).
14. Sagdeev R. Z., Kerzhanovich V. V., Kogan L. R. et al. (1990). Measurements of the dynamics of air mass motion in the Venus atmosphere with balloon probes — VEGA project. *Sov. Astron. Letters*, **16**(5), 357.
15. Shkuratov Y. G., Konovalenko A. A., Zakharenko V. V., Stanislavsky A. A., Bannikova E. Y., Kaydash V. G., Stankevich D. G., Korokhin V. V., Vavriv D. M., Galushko V. G., Yerin S. N., Bubnov I. N., Tokarsky P. L., Ulyanov O. M., Stepkin S. V., Lytvynenko L. N., Yatskiv Y. S., Videen G., Zarka P., Rucker H. O. (2019). A twofold mission to the Moon: Objectives and payloads. *Acta Astronautica*, **154**, 214—226. <https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2018.03.038>
16. Siddiqi Asif A. (2018). *Beyond Earth. A chronicle of deep space exploration, 1958—2016*. Washington, DC: National Aeronautics and Space Administration, Office of Communications, NASA History Division. ISBN 978-1-62683-043-1. <https://www.nasa.gov/sites/default/files/atoms/files/beyond-earth-tagged.pdf>
17. Sosnica Krz. (2015). *Determination of precise satellite orbits and geodetic parameters using satellite laser ranging*. Zürich: Schweizerische Geodätische Kommission, 236 p.
18. Yatskiv Ya. S. (1985). Report of IAU Commission 19: Rotation of the earth (Rotation de la terre). *Trans. Int. Astron. Union (Reports on Astronomy)*, **19A**, 193—205.
19. Yatskiv Ya. S. (2007). The first steps of international cooperation in the exploration and development of outer space (1957—1987). *Kosm. Nauka Tehnol.*, **13**(5), 21—27. <https://doi.org/10.15407/knit2007.05.021>
20. Yatskiv Ya. S. (2022). From the history of space research in Ukraine. 1. The performance of space research as of 1991. *Space Sci. & Technol.*, **28**(4), 78—88. <https://doi.org/10.15407/knit2022.04.078>
21. Yatskiv Ya. S., Finkel'shtein A. M. (1990). Radio interferometric complex «Kvazar» — a concept, tasks and basic parameters. *Kinematika i Fizika Nebesnykh Tel*, **6**(3), 61—67.
22. Yatskiv Ya. S., Khoda O. O., Ishchenko M. V., Zhalilo O. O. (2021). The research activities of the Main Astronomical Observatory of the National Academy of Sciences of Ukraine on the use of GNSS technology. *Kinematika i Fizika Nebesnykh Tel*, **37**(2), 75—88. <https://doi.org/10.3103/S0884591321020069>

23. Yatskiv Ya. S., West R. (1987). Milestones of the space age (to the 30th anniversary of the launch of the First artificial satellite of the Earth). *Essays on the history of natural science and technology*, **33**, 30—42.

Стаття надійшла до редакції 20.10.2022

Після доопрацювання 13.01.2023

Прийнято до друку 24.03.2023

Received 20.10.2022

Revised 13.01.2023

Accepted 24.03.2023

Ya. S. Yatskiv, Member of the National Academy of Sciences of Ukraine, Dr. Sci. in Phys. & Math.

Main Astronomical Observatory of the National Academy of Sciences of Ukraine

27, Acad. Zabolotny Str., Kyiv, 03143 Ukraine

FROM THE HISTORY OF SPACE RESEARCH IN UKRAINE.

2. INTERNATIONAL COOPERATION IN PEACEFUL SPACE RESEARCH AND EXPLORATION (1957—1987)

The article covers a special period of time, from the epochal event of 1957, the launch of the first artificial Earth satellite in the USSR, to the last most successful space project «Vega», carried out under the «Intercosmos» program in 1986. The problems of international cooperation in space exploration and development are highlighted. Information about other space projects of this period and the memories of eyewitnesses of these events are given.

Keywords: space projects, international cooperation, «Vega» project, «Sputnik-1».