

## Я. С. Яцків

Рада з космічних досліджень Національної академії наук України, Київ

### Наукові космічні проекти України\*

Передбачається, що початок ХХІ ст. ознаменується видатними досягненнями у галузі біології, інформаційних технологій і космічних досліджень.

Уже сьогодні ми стаємо очевидцями геніального пророцтва великого вченого, основоположника космонавтики, Костянтина Ціолковського: «Людство не залишиться довечно на Землі, але в гонитві за світлом і простором спочатку несміливо проникне за межі атмосфери, а після цього завойє собі весь навколосонячний простір».

Україна, як і Росія і Казахстан, стала правонаступницею розвинутої науково-технічної і промислової інфраструктури космічної галузі колишнього СРСР.

Десять років історії України як незалежної держави показали, що ця необхідна складова космічної діяльності і великий інтелектуальний потенціал України збережені, і після кількох років помітного застою почали розвиватися. Очевидно, що істотним гальмом подальшого прогресу України у проведенні космічних досліджень були і ще залишаються проблеми перехідного періоду розвитку її економіки.

З одного боку, Україна не в змозі профінансувати повний цикл підготовки і здійснення космічних проектів — від наукової ідеї і нових технологій до їхнього втілення в конструкції космічних апаратів з наступним запуском на власному космодромі (всім, крім останнього, як відомо, Україна володіє).

З іншого боку, ці десять років дозволили Україні, її вченим, конструкторам і технологам набути незмірно більшого, ніж раніше, досвіду міжнародного поділу праці при здійсненні космічних проектів, без якого майбутні наукові успіхи України в космічній галузі важко собі уявити.

Про досягнення і проблеми ракетно-космічної галузі України розповіли в своїх доповідях мої колеги з Національного космічного агентства і ДКБ «Південне» ім. М. К. Янгеля.

Я зупинюся на наукових космічних проектах України, що або зараз реалізуються, або заплановані на найближчі роки.

Ці проекти, що є вкладом України в світову скарбницю знань про людину, середовище її існування, включаючи навколосонячний космічний простір, а також про об'єкти далекого космосу (Всесвіту), здійснюються в рамках великих міжнародних програм, таких як:

- створення і функціонування Міжнародної космічної станції (МКС);
- підготовка і проведення космічних експериментів серій «Коронас» і «Інтербол» з метою вивчення коливань Сонця, сонячної активності і сонячно-земних зв'язків;
- підготовка космічних проектів серії «Спектр» з метою дослідження Всесвіту в різних діапазонах довжин хвиль випромінювання.

Помимо участі в цих великих міжнародних проектах, Україна на національному рівні чи на основі двостороннього співробітництва з іншими країнами веде:

- дослідження проблем дистанційного зондування Землі (проекти «Океан-О», «Січ-ІМ»);
- вивчення іоносфери і пошуків літосферно-іоносферних зв'язків (проекти «Попередження», «Варіант»).

\*Доповідь прочитана на Міжнародній конференції «Космічна діяльність Росії та України на світанку ХХІ ст.» (Париж, 1—4 грудня 2001 р.)

Практично всі космічні проекти в Україні супроводжуються виконанням відповідних досліджень в земних лабораторіях, спостережень в астрономічних обсерваторіях, Центрі випробувань і управління космічними засобами (м. Євпаторія), на каліброчних полігонах і мережі перманентних GPS-станцій та ін.

#### НАУКОВІ ЕКСПЕРИМЕНТИ, ЩО ПРОПОНУЮТЬСЯ УКРАЇНСЬКИМИ ВЧЕНИМИ ДЛЯ РЕАЛІЗАЦІЇ НА БОРТУ МІЖНАРОДНОЇ КОСМІЧНОЇ СТАНЦІЇ

Програма наукових досліджень на МКС є найважливішою кооперативною науковою програмою багатьох країн світу в новому сторіччі. Не маючи в цей час можливості безпосередньої реалізації свого дослідного модуля на борті МКС, Україна прагне до плідного співробітництва в цій області з іншими країнами світу, в першу чергу з США і Росією.

У 1998—2000 рр. Координаційний комітет з наукових досліджень та технологічних експериментів на орбітальних космічних станціях (ККОКС), створений керівниками Національної академії наук і Національного космічного агентства України, провів конкурс наукових проектів і експериментів, що пропонуються українськими вченими для реалізації на борту МКС, і відібрав найперспективніші з них. Ці пропозиції охоплюють широке коло проблем матеріалознавства, фізики мікрогравітації, космічної біології та ін. Вони опубліковані в спеціальному випуску журналу «Космічна наука і технологія», (2000, том 6, № 4).

З числа експериментів, запропонованих українськими вченими, були відібрані ті, що представляють інтерес для спільної реалізації НКАУ з НАСА (майже 30 проектів) і Росавіакосмосом (майже 10 проектів першої черги).

Зараз ці експерименти включені в Національну космічну програму України, а їхня реалізація перебуває на стадії узгодження з партнерами з США і Російської Федерації.

З метою фінансової підтримки деяких експериментів США надало цільове фінансування в рамках партнерської програми Науково-технологічного центру України.

Наведу приклади з області космічної біології. Українські вчені мають визнані в світі результати вивчення змін (на клітинному і молекулярному рівні), що відбуваються в біологічних об'єктах в умовах мікрогравітації, а також пропонують нові підходи до вивчення механізмів регулювання диференціальної експресії білків, до проведення хро-

нобіологічних досліджень з використанням культури лімфоцитів на борті МКС.

#### КОСМІЧНІ ЕКСПЕРИМЕНТИ СЕРІЇ «КОРОНАС» ТА «ІНТЕРБОЛ» ТРИВАЮТЬ

Перший з серії космічних апаратів АУОС-СМ-КІ (проект «Коронас-І»), спроектований і виготовлений у м. Дніпропетровську, був запущений ще в 1994 року. На борту цього КА було встановлено телескоп-фотометр ДИФОС, виготовлений в Головній астрономічній обсерваторії (ГАО) НАН України та ІЗМІРАН (РФ) і призначений для досліджень глобальних коливань Сонця, в тому числі 160-хвилинних коливань. За допомогою цього телескопа вдалося докладно вивчити динаміку 5-хвилинних коливань Сонця. Виявилось, що потужність окремих мод цих коливань змінюється з часом і залежить від висоти в атмосфері Сонця. Це новий спостережний факт у фізиці коливань Сонця, що вимагає теоретичного пояснення. Недавно аналіз спостережень, виконаних КА «СОНО», підтвердив ці результати.

На жаль, тривалість роботи КА «Коронас-І» виявилася недостатньою для остаточного висновку про реальність 160-хвилинних коливань.

31 липня 2001 р. був запущений другий КА АУОС-СМ-КФ (проект «Коронас-Ф») з метою вивчення сонячної активності, спокійної корони і внутрішньої будови Сонця. Наукові експерименти цього проекту були підготовлені в РФ, ФРН, Польщі та Україні. В цей час КА експлуатується в штатному режимі. Наукова інформація приймається наземними засобами ІЗМІРАН (м. Троїцьк, РФ) і в м. Нойштреліце (ФРН).

Триває робота з третього проекту цієї серії (проект «Коронас-Фотон»), в рамках якого харківські вчені планують дослідження високоенергетичних заряджених часток на розробленому ними приладі «Степ-Ф».

Тут я зупинюся тільки на новій версії телескопа-фотометра ДИФОС. Спектрофотометр ДИФОС призначено для неперервних і високостабільних вимірювань варіацій інтенсивності сонячного випромінювання з метою вивчення р- і s-мод власних коливань Сонця. Спектрофотометр за методом спостережень і технічними характеристиками найкраще відповідає сонячним фотометрам SPM проекту СОНО. Не поступаючись SPM (СОНО) метрологічними параметрами, ДИФОС має удвічі більше спектральних діапазонів спостереження (6) і охоплює удвічі ширшу смугу спектру від ближньої УФ-до ІЧ-ділянки (350—1500 нм). Ця перевага дозво-

ляє дослідити проблеми, не передбачені у проекті SOHO, зокрема:

- залежність відносної потужності сонячних коливань від довжини хвилі. Є теоретичні розрахунки, що передбачають чимале збільшення потужності коливань в УФ-частині спектру;
- взаємодія акустичних і теплових хвиль, що має місце у верхніх шарах конвективної зони. Великий інтерес представляють спостереження в діапазоні 1500 нм. Відомо, що на цій довжині хвилі випромінювання виходить з найглибших шарів фотосфери;
- асиметрія профілю спектральних ліній для різних довжин хвиль спостереження (ефект виявлений в експерименті SPM (Virgo) на SOHO).

Вимірювання інтенсивності провадяться одночасно в шести оптичних спектральних діапазонах:  $\lambda\lambda = 350, 500, 650, 850, 1100$  і  $1500$  нм з шириною спектральної смуги, що складає 10 % від значення центральної довжини хвилі. Відносна роздільна здатність по інтенсивності складає  $10^{-6}$  від повної інтенсивності випромінювання Сонця. Часова дискретність відліків інтенсивності — 16 с. Просторове розділення не передбачено.

В цей час багато космічних апаратів різних країн світу, доповнюючи один одного в рамках «Міжнародного поділу праці», досліджують навколосезний космічний простір. Зважаючи на успішне завершення в 2000 р. проекту «Інтербол», учені Російської Федерації запропонували новий проект серії «Інтербол» (проект «Інтербол-Прогноз» чи «Інтербол-3» — остаточну назву ще не вибрано).

Основним завданням проекту є розроблення засобів прогнозу стану навколосезного космосу і впливу неоднорідностей сонячного вітру на магнітосферу Землі. У проекті передбачається таке космічне угруповання: один КА серії «Прогноз» (РФ) буде виведено на високу орбіту в точку лібрації  $L1$ , два-три низькоорбітальних апарати (Україна) призначаються для вивчення відгуку системи «іоносфера—магнітосфера» на збурення з боку сонячного вітру. Наявність таких КА дозволить поділити просторові і тимчасові варіації вимірюваних параметрів магнітосфери. У разі включення цього проекту в космічні програми РФ і України планується залучення широкої кооперації для підготовки наукових експериментів. Уже зараз вчені Кримської астрофізичної обсерваторії (Україна) пропонують оригінальний експеримент «Фотобол» — вимірювання світлового потоку Сонця в ультрафіолетовій (250—300 нм) і видимій (500—600 нм) областях спектру з борту високоорбітального КА.

До цього напрямку досліджень відноситься міжнародний експеримент «Варіант», що планується здійснити на борту українського супутника дистанційного зондування Землі «Січ-1М». Запуск цього КА заплановано на 2003 р. на колову полярну орбіту з нахилом  $83^\circ$  і висотою майже 700 км.

Докладніше про експеримент «Варіант» розповість в своїй доповіді на конференції В. Корепанов.

#### УЧАСТЬ УКРАЇНСЬКИХ ВЧЕНИХ В МІЖНАРОДНИХ АСТРОФІЗИЧНИХ МІСІЯХ

Останні десятиріччя ХХ сторіччя ознаменувались видатними досягненнями учених США, Європи, Японії та інших країн світу у позаатмосферній астрономії завдяки доставці на навколосезні орбіти великих телескопів, призначених для спостережень в різних діапазонах довжин хвиль випромінювання. Потенціалу України недостатньо для створення власних КА астрофізичного призначення. У той же час, маючи великий досвід виконання наземних астрономічних спостережень (в Україні функціонують три великих астрономічних інститути і кілька університетських обсерваторій), українські астрономи прагнуть до участі в міжнародних космічних проектах з вивчення далекого космосу.

Прикладом може служити участь українських вчених в спостереженнях на HST (астрономи ГАО НАНУ і Астрономічної обсерваторії Київського національного університету), в обробці даних планетарних місій «Magellan» і «Clementine» (астрономи Астрономічної обсерваторії Харківського національного університету) та ін.

#### «СПЕКТРИ» В СУЗІР'І ВИДАТНИХ КОСМІЧНИХ МІСІЙ ПРОВІДНИХ КРАЇН СВІТУ

Триває участь України у підготовці запланованих ще в часи Радянського Союзу трьох проектів серії «Спектр», хоч їхня доля остаточно не вирішена. У проекті «Спектр-УФ» (запуск 2006 р.), призначеному для досліджень об'єктів Всесвіту в ультрафіолетовому діапазоні довжин хвиль, Кримська астрофізична обсерваторія (КраО) спільно з НПО ім. С. Лавочкина (РФ) розробляє основний телескоп діаметром 170 см і виготовляє його оптику.

В ГАО НАН України спільно з КраО підготовлено пропозиції про включення в комплекс наукової апаратури проекту «Спектр-УФ» спектрополяриметра.

В основу запропонованої оптичної схеми спектрополяриметра низького розділення покладено ори-

гінальну розробку співробітників ГАО НАН України. Її ефективність досягається використанням, окрім фазової пластинки, всього одного елемента — деформованої призми Волластона, що дозволяє скоректувати аберації при мінімальній кількості оптичних елементів, а отже, і втрат світлового пучка. При такому підході кожна поверхня призми максимально навантажена, виконуючи силові і корекційні функції, а також беручи участь в розділенні променів за довжиною хвилі і площиною поляризації. На підставі виконаних розрахунків можна стверджувати, що:

- прилад буде придатним для вимірювання всіх типів поляризації у всьому УФ-діпазоні — від вакуумного до ближнього;
- прилад може забезпечити унікальну проникну здатність космічного телескопа Т-170, кращу, ніж аналогічні показники телескопа Габбла.

В рамках проекту «Спектр-Радіоастрон» українські радіоастрономи (Радіоастрономічний інститут НАНУ) у співробітництві з фахівцями РФ ведуть модернізацію великого радіотелескопа РТ-70 (м. Євпаторія) і його підготовку для роботи в режимі наземно-космічного радіоінтерферометра.

Незважаючи на деякі зрушення, що намітилися в останні роки у підготовці проектів «Спектр», їхня подальша доля багато в чому залежить від участі в них зацікавлених країн західного світу і рішення Росавіакосмосу про черговість запусків.

## ВИСНОВКИ

В Україні завершується робота над проектами другої національної космічної програми і ведеться підготовка третьої космічної програми на 2003—2007 рр. Реалії останнього десятиріччя свідчать про те, що Україна входить до когорти космічних держав світу. На урядовому рівні прийняті важливі рішення, що регламентують космічну діяльність, створені нові виробничі і науково-дослідні заклади космічної галузі, видаються монографії і журнали, проводяться наукові конференції. На міжнародному рівні Україна прагне бути надійним партнером у здійсненні спільної космічної діяльності з багатьма країнами світу.

Ця доповідь підготовлена за матеріалами, що їх надали члени Ради з космічних досліджень НАН України (РКД НАНУ): В. Єременко, В. Кунцевич, В. Івченко, В. Лялько, Л. Лобанов, М. Стешенко, Є. Кордюм, В. Корепанов і М. Ільченко, а також головний конструктор ДКБ «Південне» ім. М. К. Янгеля В. Драновський і заступник директора Міжнародного центру космічного права Н. Малишева. У підготовці доповіді авторів допомагала вчений секретар РКД НАНУ І. Вавілова.

Всім їм автор висловлює щире подяку.

---

## SCIENTIFIC SPACE PROJECTS IN UKRAINE

Ya. S. Yatskiv