

Затверджено
постановою Президії НАН України
від «23».12.2011 № 353

КОНЦЕПЦІЯ
Цільової комплексної програми НАН України
з наукових космічних досліджень
на 2012-2016 роки

1. Концепція програми

Традиційно наукові установи Національної академії наук України беруть активну участь у проведенні наукових космічних досліджень в Україні і світі. Зокрема, за активної участі установ НАН України у співпраці з установами інших відомств України і зарубіжжя реалізовано наукові проекти на космічних апаратах (КА) серій «Січ», «Океан», «Коронас», на орбітальній космічній станції «Мир» та БКК «Колумбія», що стали видатними досягненнями космічної галузі України в 1991-2011 роках. Вагомим є внесок установ НАН України у розвиток ракетно-космічного потенціалу України в рамках спільних досліджень та розробок із підприємствами Державного космічного агентства України та промислового сектору України. Установи НАН України беруть участь у виконанні прикладних космічних програм з дистанційного зондування Землі (GEOS), навігації (EGNOS, GLONASS), контролю космічного простору (NASA) та ін. Розвиток існуючих та створення перспективних космічних технологій, участь України у міжнародних наукових космічних дослідженнях є важливим фактором, який визначає місце України у спільноті космічних держав світу.

Це потребує участі НАН України у розробці та реалізації Загальнодержавних цільових науково-технічних космічних програм України, у т.ч. на 2008-20012 роки. Їх виконання дає можливість підтримувати розвиток космічної галузі України, зберегти та розвинути науковий потенціал космічних досліджень. Загалом понад 30 наукових установ НАН України сьогодні здійснюють цілеспрямовані космічні дослідження.

Зокрема, у 2011 р. в НАН України успішно виконувалися цільові комплексні програми фундаментальних досліджень «Дослідження сонячно-земних зв'язків та їх впливу на функціонування геосистем (ГЕОКОСМОС)» та «Астрофізичні і космологічні проблеми прихованої маси і темної енергії (Космомікрофізика-2)», а також науковий проект «Фізичні основи, методи та інформаційні технології створення нового покоління приладів та систем для космічних досліджень».

У 2010-2011 роках Інститутом космічних досліджень НАН України та НКА України в кооперації з іншими установами реалізовано проект «Потенціал» на борту супутника «Січ-2», запуск якого успішно відбувся у 2011 році. Центр аерокосмічних досліджень Землі Інституту геологічних наук НАН України разом з іншими установами здійснює дослідження Землі за допомогою інформації, отриманої з космічних апаратів. Радіоастрономічним інститутом НАН України спільно з Національним центром управління та випробування космічних засобів ДКА України виконано дооснащення радіотелескопа РТ-70 приймальною апаратурою з метою проведення досліджень за допомогою космічної обсерваторії «Спектр-Радіоастрон». Зараз вчені

Радіоастрономічного інституту (PI) НАН України, Головної астрономічної обсерваторії (ГАО) НАН України, Науково-дослідного інституту «Кримська астрофізична обсерваторія» (НДІ КрАО) МОНМС України беруть участь у відповідній програмі досліджень. Установи Секції фізико-технічних і математичних наук та Секції хімічних і біологічних наук НАН України беруть участь у підготовці та реалізації спільних українсько-російських експериментів на борту Російського сегмента Міжнародної космічної станції (РС МКС). Так, із семи спільних експериментів першої черги виконання на РС МКС («Планетний моніторинг», «Біосорбент», «Обстановка», «Трубка», «Морфос-В», «Біолабораторія-М» та «Біополімер») проекти «Обстановка» та «Біополімер» заплановано для реалізації вже у 2012 році.

Разом з тим, обмежене фінансування наукових космічних досліджень в рамках Загальнодержавної цільової науково-технічної космічної програми України на 2008-2012 роки призвело до затримки термінів виконання окремих проектів, у т.ч. міжнародних, та до фактичного припинення перспективних космічних досліджень і розробок.

За таких умов НАН України вважає доцільним консолідувати зусилля вчених та інженерів-конструкторів на визначення та реалізацію існуючих та перспективних космічних проектів України. Першим кроком у цьому напрямі є започаткування та виконання у 2012-2016 роках Цільової комплексної програми НАН України з наукових космічних досліджень (далі – Програма).

1.1. Мета Програми та терміни її виконання

Мета Програми полягає в інтенсифікації участі установ НАН України та консолідації співпраці з організаціями інших відомств України у підготовці та проведенні наукових космічних досліджень з метою розвитку космічного потенціалу, його сприяння розвитку економіки України, а також у підвищенні престижу України в реалізації міжнародних космічних проектів.

На першому етапі реалізації Програми (у 2012 році) будуть завершені роботи в рамках раніше затверджених програм наукових космічних та астрофізичних досліджень НАН України, а саме «Розробка принципів та створення перспективних вимірювальних та інформаційних засобів для експериментальних досліджень параметрів ближнього космосу», «Дослідження сонячно-земних зв'язків та їх впливу на функціонування геосистем (ГЕОКОСМОС)» та «Астрофізичні і космологічні проблеми прихованої маси і темної енергії Всесвіту» (шифр «Космомікрофізика-2»). Також у 2012 році заплановано виконати першочергові зобов'язання установ НАН України в реалізації міжнародних

космічних проектів, у тому числі, наукових та технологічних експериментів першої і другої черги на Російському сегменті Міжнародної космічної станції.

На другому етапі реалізації Програми (у 2013-2016 роках) заплановано провести наукові космічні дослідження за такими пріоритетними напрямками:

- дослідження з проблем динаміки космічних апаратів, астродинаміки та механіки космічних польотів;
- дослідження з актуальних проблем природничих наук з використанням космічних засобів і технологій;
- розробка нових матеріалів, конструкцій та технологій космічної галузі;
- космічне приладобудування;
- використання космічних засобів та технологій для вирішення науково-практичних задач, зокрема дистанційного зондування Землі (ДЗЗ), навігації, контролю космічного простору тощо;
- науково-правовий, економічний та соціальні аспекти космічних досліджень.

Виконання Програми передбачає проведення комплексних міждисциплінарних досліджень та впровадження отриманих результатів, співпрацю установ НАН України з установами інших відомств України та закордонними організаціями.

Виконання програми розраховано на 5 років (2012-2016 рр.).

1.2. Наукова і практична значимість програми

Програма у своїй основній частині узгоджується з завданнями Загальнодержавних цільових науково-технічних космічних програм України на 2008-2012 роки і 2013-2017 роки та доповнює їхню наукову спрямованість і визначає перспективу розвитку наукових космічних досліджень в Україні.

Першочергову увагу в Програмі буде надано проектам, що виконуються у тісній міжнародній співпраці та сприяють піднесенню престижу розробок, виконаних в Україні. Зокрема, спільна діяльність із закордонними вченими забезпечить додаткову зовнішню експертизу доцільності проектів і розробок в космічній науці України, а також, у разі підтримки експериментів українських вчених на КА інших агентств світу, підтримати такі розробки в рамках Програми.

Експертиза проектів, поданих до Програми, дозволить виявити саме ті дослідження, що дійсно є пріоритетними і можуть бути реалізованими в сучасних економічних умовах України в конкретних космічних експериментах, у підготовці технічних пропозицій та аван-проектів перспективних експериментів. Результати

Програми обговорюватимуться на всеукраїнських та міжнародних конференціях і форумах з космічних досліджень.

Результати виконання Програми будуть корисними та можуть бути впровадженими в установах таких міністерств і відомств України:

- Міністерстві промислової політики України;
- Міністерстві інфраструктури України;
- Міністерстві аграрної політики України;
- Українському гідрометеорологічному центрі;
- Державному космічному агентстві України;
- Міністерстві охорони навколишнього природного середовища України;
- Міністерстві освіти, науки, молоді та спорту України;
- Міністерстві закордонних справ України;
- Міністерстві оборони України;
- Міністерстві надзвичайних ситуацій України.

Вони слугуватимуть основою для прийняття оперативних та довгострокових рішень, зокрема щодо:

- глобальних і регіональних сценаріїв кліматичних, екологічних і соціо-економічних змін, тенденцій розвитку природних надзвичайних ситуацій та параметрів космічної погоди;
- аналізу і прогнозу змін параметрів довкілля та навколоземного простору в умовах росту антропогенних навантажень;
- вдосконалення системи заходів раціонального природокористування;
- оцінки небезпеки виникнення надзвичайних ситуацій, в тому числі спричинених процесами на Сонці та в навколоземному просторі.

1.3. Обґрунтування необхідності виконання програми

Сталий розвиток сучасного суспільства неможливий без активного використання космічних засобів та технологій для спостережень навколоземного та далекого космічного простору, зокрема Землі з космосу, з метою забезпечення життєво важливих потреб людства: зменшення збитків від природних і техногенних катастроф, охорони навколишнього середовища, поліпшення якості життя громадян на основі впровадження нових космічних технологій у повсякденне життя, використання космічних систем в інтересах різних галузей економіки України.

Сучасний розвиток науки повною мірою передбачає виконання наукових космічних досліджень міждисциплінарного характеру.

Розвиток таких досліджень та використання їх результатів передбачені в цій Програмі, реалізація якої відбуватиметься в два етапи.

Перший етап реалізації Програми (2012 р.).

А. Науковий проект «Фізичні основи, методи та інформаційні технології створення нового покоління приладів та систем для космічних досліджень»

На сьогодні в Україні дослідженнями у галузі розробки та створення нових інформаційно-вимірювальних засобів для наукових космічних досліджень займаються нечисленні установи, серед яких більш-менш вагомі результати отримано в ГАО НАН України та НДІ КрАО МОНМС України, Харківському національному університеті ім. В.Н. Каразіна, Інституті технічної механіки НАН України і ДКА України та у Львівському центрі Інституту космічних досліджень (ЛЦ ІКД) НАН України та НКА України. В ЛЦ ІКД за причини недостатнього фінансування нових розробок, в основному, проводиться виготовлення приладів, що були створені ще за часів Радянського Союзу з незначними модифікаціями. Тільки в останній рік, завдяки підтримці Президії НАН України в рамках тем «Створення нового типу магнітометрів з часовим відбором інформації», започаткованої відповідно до відомчої «Програми наукового приладобудування НАН України», затвердженої розпорядженням Президії НАН України від 03.02.2011 р. № 65 та проекту «Фізичні основи, методи та інформаційні технології створення нового покоління приладів та систем для космічних досліджень», затвердженого розпорядженням Президії НАН України від 01.03.2011 № 141, намітився серйозний прогрес у напрямі розробки нових технологій виробництва та принципів побудови сучасних давачів магнітного поля, очікувані параметри яких перевищують рівень параметрів кращих закордонних зразків в цій галузі.

Отже, найважливішою проблемою є створення належних умов для стимулювання розробки нових сучасних приладів та систем космічного базування, що дозволило б і Україні ввійти у міжнародні спілки з пропозиціями власних наукових досліджень, підкріплених запропонованими сучасними приладами для їх реалізації. Це потребує організації, продовження і розширення досліджень, які можуть бути виконані саме українськими науковцями. Актуальною залишається проблема вивчення складу іоносферної плазми з аналізом спектру заряджених і нейтральних часток, проведення досліджень у високочастотній ділянці спектру електромагнітних випромінювань, включаючи оптичні, рентгенівські та гама-промені. Слід наголосити, що потребують подальшого розвитку роботи, які б стимулювали, передусім, розвиток сучасних технологій виробництва. Зокрема, в цьому напрямі було б доцільно започаткувати роботи зі створення у провідних організаціях «чистих кімнат», необхідних для виробництва і, головне, збирання в комплект і тестування космічної апаратури. Крім того, настала

потреба ширшого застосування в українських дослідженнях значного доробку світової наукової спільноти в галузі комп'ютерного моделювання функціональних схем апаратури, що розробляється, що значно скоротить терміни і вартість робіт.

Б. Цільова комплексна програма фундаментальних досліджень НАН України «Дослідження сонячно-земних зв'язків та їх впливу на функціонування геосистем (ГЕОКОСМОС)»

На сьогодні є остаточно виявленим факт визначального впливу сонячної активності на стан міжпланетного та навколоземного космічного середовища і динаміку низки глобальних процесів у геосистемі. Одержання та вдосконалення знань про механізми такого впливу є ключовим для здійснення моніторингу і прогнозування змін у наймасштабніших екосистемах існування людства, які визначають умови його життєдіяльності.

Проблема космічної погоди, тобто зв'язків між станом радіаційної та електромагнітної обстановки у навколоземному просторі з фізичними процесами в іоносфері, магнітосфері і сонячному вітрі під дією активних процесів на Сонці, акумулює в собі «земний бік» сонячно-земних зв'язків. Вона зі всією гостротою постала перед людством із впровадженням глобальних наземно-космічних систем навігації і комунікацій, космічного моніторингу ресурсів і екологічного стану Землі, зі зростанням вимог до безпеки транспортних зв'язків і систем енергопостачання. Потоки сонячних енергетичних частинок та електромагнітної енергії модифікують форму атмосфери Землі і відповідно збурюють супутникові орбіти, змінюють характер розповсюдження радіосигналів систем зв'язку та координатної прив'язки, значно підвищують дози опромінення пасажирів міжконтинентальних авіарейсів, не кажучи вже про прямий ризик для екіпажів орбітальних космічних станцій. Ті ж дози радіації виводять з ладу напівпровідникові прилади в системах керування авіаційними та космічними засобами. Значні варіації геомагнітного поля, потоки енергетичних частинок викликають не тільки потужні індукційні явища в промислових конструкціях, а й призводять до тонких відхилень у хімічних реакціях в розчинах, зокрема в біологічних тканинах людини, що має наслідки у змінах стану центральної нервової системи.

Мета цієї Програми полягає в одержанні нових фундаментальних знань про механізми та явища сонячно-земних зв'язків, сонячної активності і їх впливу на функціонування геосистем для прогнозування можливих несприятливих або шкідливих впливів космічної погоди на різні прояви земного життя. Для досягнення результатів будуть отримані та застосовані дані комплексних спостережень Сонця, міжпланетного та

навколоземного простору, визначені основні показники стану геосистем у теоретичних і експериментальних дослідженнях, будуть розроблені нові наукові методи, створені інформаційні системи визначення стану та прогнозу космічної погоди.

У 2012 р. буде виконано низку дослідних проектів, визначених проведеним конкурсом. Вони спрямовані на вирішення конкретних наукових задач за наступними програмними напрямками: сонячно-земна еволюція; геліосферно-іоносферний зв'язок; геосфера: вивчення Землі з космосу; вплив космічних факторів на функціонування геосистем; взаємодія атмосферної та космічної погодних систем; розробка та вдосконалення методів контактного та дистанційного зондування геокосмосу.

За досить короткий період виконання цієї програми та істотно обмежені обсяги фінансування не вдалося прийняти до виконання всі проекти, що мали системно покривати визначену в програмі сукупність задач. Актуальність же визначених в ній напрямів підтверджена інтересом до вже отриманих результатів на міжнародних форумах. Адже кінцеві результати за визначеними напрямками спрямовані на застосування в моніторингу стану екологічних систем та управлінні ними, а розроблені методики прогнозу космічної погоди дозволять зменшити негативний вплив її потужних збурень на технологічні комплекси, інформувати населення України щодо геомагнітних та радіаційних умов та їх можливих загроз, коректно оцінювати комплекс ризиків для космічних, авіаційних та наземних транспортних засобів. Тому необхідно розвинути дослідження в цьому напрямі на основі комплексного підходу.

В. Цільова комплексна програма фундаментальних досліджень НАН України «Астрофізичні і космологічні проблеми прихованої маси і темної енергії Всесвіту» (Космомікрофізика-2)

Метою цієї програми є вирішення актуальних завдань дослідження прихованої маси і темної енергії Всесвіту, пов'язаних з його еволюцією та спостережуваною великомасштабною структурою. Це потребує комплексного й міждисциплінарного підходу та об'єднання зусиль наукових груп експериментаторів і теоретиків, які працюють в установах різних відділень НАН України, університетах МОНМС України. Основні наукові проблеми, на вирішення яких спрямована Програма, є такі: експериментальні прояви прихованої маси і темної енергії у макро- і мікрокосмосі; теоретичні моделі еволюції Всесвіту; баріонні і небаріонні складові прихованої маси і темної енергії на різних масштабах Всесвіту; методи детектування прихованої маси і темної енергії. Ці проблеми, з урахуванням науково-технічного потенціалу українських дослідників, напрацьованого у попередні роки при виконанні цільової комплексної

програми «Космомікрофізика» у міжнародній співпраці з науковими установами країн СНД, Європи і США, конкретизуються у таких головних завданнях: розробка квантово-польової вакуумної моделі темної енергії; дослідження можливого зв'язку вакуумної темної матерії з вакуумною темною енергією; пошук лінії розпаду стерильного нейтрино, що є кандидатом на компонент прихованої маси, за даними комічних місій XMM-Newton і INTEGRAL з використанням кластерів GRID мережі; дослідження статистичної анізотропії великомасштабної структури і реліктового випромінювання як наслідку інфляційної стадії еволюції Всесвіту; вивчення природи багатовимірної гравітації і ефектів багатовимірності в сильних гравітаційних полях поблизу нейтронних зірок і чорних дір; дослідження еволюції збурень густини темної енергії у багатокомпонентній моделі Всесвіту (темна енергія, прихована маса, баріонна речовина, реліктове теплове випромінювання та космологічні нейтрино) з темною енергією у формі скалярного поля з різними лагранжіанами; групова класифікація рівнянь узагальненої електродинаміки, яка включає додаткове поле аксонів як одного з кандидатів на роль темної матерії; вивчення механізмів прискорення ультрарелятивістських елементарних частинок і пов'язаних з ними характеристик міжгалактичного середовища; дослідження методом сильного гравітаційного лінзування позагалактичних джерел та визначення розподілу мас у них; вивчення ефекту слабого гравітаційного лінзування на скупченнях галактик з використанням наземних телескопів; вимірювання потоків сонячних нейтрино в міжнародному експерименті Borexino; розробка низькофонових матеріалів для високочутливих датчиків реєстрації елементарних частинок нового покоління; дослідження космологічних моделей, що базуються на теорії суперструн; дослідження астрофізичних складових прихованої маси і темної енергії (гало галактик і скупчень галактик, чорних дір зоряних і галактичних мас, невидимих карликових галактик низької поверхневої яскравості, холодних зір у тісних подвійних системах тощо).

Розвиток задач з цієї проблематики позатмосферної астрономії спільно з міждисциплінарними теоретичними дослідженнями та з ядерної фізики визначає основні напрями досліджень у природознавстві в першій половині XXI століття. Для вирішення їхніх основних завдань започаткована і розвивається низка нових фундаментальних напрямів у фізиці й астрономії, дослідження з яких виконуються науковою спільнотою всіх країн з високим науково-технічним рівнем. Про це свідчать перші результати експериментів на Великому Адронному Колайдері та орбітальних космічних обсерваторіях. Так, НАСА і ЄКА планують до 2015 року запуск декількох космічних місій з дослідження темної матерії і енергії Всесвіту, зокрема, LISA, Pathfinder та ін.

Г. Пріоритетні космічні проекти та російсько-українські наукові експерименти на Російському сегменті Міжнародної космічної станції

В рамках цього напрямку Програми у 2012 р. будуть реалізовані міжнародні зобов'язання з космічних експериментів за участі українських вчених на Російському сегменті Міжнародної космічної станції. Зокрема, з семи експериментів першої черги виконання («Планетний моніторинг», «Біосорбент», «Обстановка», «Трубка», «Морфос-В», «Біолабораторія-М» та «Біополімер») два проекти «Обстановка» та «Біополімер» заплановано для реалізації на РС МКС у 2012 році. Передбачається проведення експериментів «Мембрана», «Цитоскелет» і «Област», які пропонуються для постановки на РС МКС спільно з Державним науковим центром (ДНЦ) РФ «Інститут медико-біологічних проблем» РАН, в умовах модельованої мікрогравітації для відпрацювання методів аналізу експериментального матеріалу і корекції завдань космічних експериментів за одержаними результатами, створення біоконтейнерів нового типу для установки «Біолабораторія-М», а також дослідних зразків бортового термостата і технологічної підставки цієї установки за розробленими ескізними проектами; проведення досліджень впливу модельованої мікрогравітації на різних рівнях організації живих систем з метою визначення обсягу, завдань і можливостей виконання наступних космічних експериментів в установці «Біолабораторія-М». Розробка пропозицій з космічної біології на Біон-М № 2 спільно з ДНЦ РФ «Інститут медико-біологічних проблем» РАН та Інститутом фізіології рослин РАН.

В рамках цього напрямку досліджень Програми у 2012 році передбачено фінансування робіт пріоритетного пілотного проекту з обґрунтуванням науково-технічних засад і економічних витрат здійснення найважливішої перспективної космічної місії України щодо дослідження Сонячної системи у 2013-2017 роках.

Участь України у вивченні Місяця слід розглядати як перспективну наукову ціль. Але вже зараз Україна має засоби доставки, здатні доставити на місячну орбіту близько 300 кг корисного навантаження, з яких близько 30 кг може бути використано для наукової апаратури, має напрацювання з розробки наукових приладів для виконання місячних досліджень, зокрема для з'ясування особливостей біології живих систем в незвичних для них умовах Місяця та можливостей їх адаптації до цих умов, що необхідно для розробки прийомів агротехніки на Місяці. Слід відзначити, що зараз розширюється коло країн, що здійснюють або планують дослідження Місяця за допомогою засобів ракетно-космічної техніки. Крім США, це країни Євросоюзу, Японія, Китай, Росія, Індія. І якщо Україна не використає свої науково-технічні можливості в цьому напрямі, то вона ризикує опинитися в довгій черзі на допуск до вивчення та освоєння Місяця.

Другий етап реалізації Програми (2013-2016 рр.)

Дослідження будуть виконуватися за такими пріоритетними напрямками:

А. Дослідження з проблем динаміки космічних апаратів, астродинаміки та механіки космічних польотів

З метою планування та здійснення перспективних космічних експериментів актуальними залишаються проблеми динаміки та астроорієнтації КА, ефемеридного та координатно-часового їх забезпечення.

У вказаний період ДКА України планує створити українське орбітальне угруповання космічних апаратів ДЗЗ, до складу якого ввійдуть, окрім наявного на орбіті космічного апарата "Січ-2", ще 2 космічні апарати: "Січ-2У" та "Січ-2М", які забезпечать глобальний огляд поверхні Землі в оптичному діапазоні. ДКА України, крім того, передбачає виконання ескізного проекту космічної системи "Січ-3Р", обладнаної сучасним радіолокатором з антеною із синтезованою апертурою, який повинен забезпечити моніторинг поверхні Землі незалежно від погодних умов. Оптимальна експлуатація таких, а також перспективних космічних угруповань, має привести до формування комплексних польотних завдань зі складними координованими маневрами апаратів та програмними змінами орієнтації. Це виводить на перший план задачі управління динамікою космічних угруповань, що потребує розвитку застосувань створених в Україні методів управління.

Особливо важливим напрямом є вивчення аерогазодинаміки ракет-носіїв, двигунів і космічних апаратів, взаємодії космічних апаратів з оточуючим середовищем в іоносфері та магнітосфері Землі, вивчення стаціонарних та нестаціонарних коливань космічних апаратів на різних етапах польоту, розробка нових засобів і алгоритмів їх стабілізації та управління рухом, в тому числі орбітальним.

Б. Дослідження з актуальних проблем природничих наук з використанням космічних засобів і технологій

Науки про життя в космосі (біосфера)

Пріоритетні напрями космічної біології та медицини в Україні визначені на основі аналізу стану та тенденцій розвитку цих наук у світі на найближчі 10-15 років, надбань українських вчених, нових методологічних підходів та моделей для підготовки та проведення наземних і космічних експериментів, виконання яких забезпечене наявним в Україні науково-технічним потенціалом. Стратегія розвитку космічної біології та медицини в Україні полягає у проведенні подальших фундаментальних досліджень

впливу факторів космічного польоту, в першу чергу, мікрогравітації, та відкритого космосу на живі істоти на різних рівнях їх організації як основи для вирішення загальнобіологічної проблеми – пізнання ролі гравітації у функціонуванні біосфери та прикладних завдань біомедичного забезпечення пілотованих космічних польотів, в тому числі розробки технологій автотрофної та гетеротрофної ланок систем життєзабезпечення та прогнозу надійності їх функціонування у тривалих космічних польотах в далекий космос, створення нового покоління космічного обладнання, а також пошуку нових експрес-методів моніторингу оточуючого середовища в інтересах охорони здоров'я людини та національної економіки.

На порядку денному стоїть експериментальна перевірка висунутих українськими вченими оригінальних концепцій та гіпотез у галузі космічної та гравітаційної біології в експериментах з наступних напрямів: 1) біологія клітини в умовах зміненої гравітації, 2) біологія розвитку й тривалість життя в умовах зміненої гравітації, 3) взаємовідносини патогенних організмів та вірусів з рослинами, тваринами та людиною в умовах зміненої гравітації, 5) біотехнологія, 6) астробіологія, 7) дослідження та оцінка адаптаційних можливостей живих систем до комплексу факторів (низький рівень гравітації, космічне випромінювання та ін.) в умовах поверхні Місяця з використанням методу мікрокосмів. Для проведення спільних з Росією космічних біологічних експериментів на борту РС МКС створюється установка «Біолабораторія-М» для експериментів з культурами клітин, тканин та органів рослин, тварин і людини, бактеріями, проростками рослин, найпростішими та комахами.

Майбутнє космонавтики, відповідно до її завдань у XXI столітті, неможливе без подальшого розвитку наук про життя в космосі, оскільки фундаментальні надбання цих наук не тільки мають науково-пізнавальне значення, а є також основою вирішення практичних завдань космонавтики, пов'язаних з діяльністю людини в умовах тривалих космічних польотів та планетарних місій. Є всі підстави сподіватися, що істотний внесок буде зроблений українськими вченими, що сприятиме піднесенню міжнародного іміджу України як космічної держави за належної уваги Уряду до розвитку цієї галузі науки.

Космічні аспекти наук про Землю (геосфера)

Зміст робіт за напрямом полягає у розвитку та вдосконаленні методів дослідження наземних геосистем за допомогою космічних засобів (дистанційного зондування Землі), що створить методичну та технічну (приладову) основу для цільового моніторингу геосистем, а також досліджень впливу космічних факторів на їх функціонування.

Роботи в цьому напрямі уможливають системне управління екологічними системами різного рівня на основі використання знайдених закономірностей змін зазначених систем та визначення провідних чинників цих змін. Першими складовими досліджень є вивчення закономірностей відображення значущих характеристик наземних об'єктів (сільгоспугіддя, лісові масиви, масштабні пожежі, засушливі або підтоплені ділянки, паводки, зсуви, стан Чорного та Азовського морів, стан забруднення повітря, суші та водойм та інше) доступними бортовими приладами космічних апаратів або розробка вимог до перспективних приладів, розробка математичних алгоритмів для достовірного виділення корисної інформації з отриманих даних, розробка інформаційного забезпечення широкого доступу користувачів до оброблених даних на визначених умовах.

Науки про навколоземний космічний простір (іоносфера, магнітосфера)

Навколоземний космічний простір виконує, можливо, найважливіші функції щодо захисту Землі від зовнішніх космічних впливів, в першу чергу, від потоків енергетичних частинок сонячного або галактичного походження та електромагнітного випромінювання Сонця. Саме тут має місце перетворення сонячної енергії, що живить більшість процесів на поверхні Землі. Техногенні навантаження, що зростають рік від року, спотворюють навколоземне космічне середовище, модифікуючи і важливі атмосферні процеси. Іоносфера є середовищем, де нейтральні течії перетинаються з електричними токовими системами і хвилями електромагнітної природи. В результаті виникають різні види комбінованих (гідродинамічних і електромагнітних) процесів, з яких найменш вивченими є іоносферні вихорі.

З іншого боку, сонячний вітер впливає на магнітосферно-іоносферну систему, зумовлюючи різкі зміни структури навколоземного простору. Впливають варіації усіх параметрів сонячного вітру – швидкості, щільності та вмороженого у нього магнітного поля. Енергія сонячного вітру надходить в іоносферу Землі через різні канали шляхом потоків прискорених частинок, хвильових збурень різних типів, електричних полів та струмів. Внаслідок цього відгук іоносфери на вплив сонячного вітру має дуже складний характер, багато аспектів якого до дійсного часу вивчені слабо, незважаючи на велику кількість досліджень. Сонячний вітер контролює стан магнітосферно-іоносферної системи і в спокійний час, але найбільш сильно його вплив відчутно під час інтенсивних магнітних бур.

Тому найбільший інтерес та увагу цього напрямку Програми буде приділено дослідженню реакції іоносфери та магнітосфери на потужні магнітні бурі, що спричинюються варіаціями параметрів сонячного вітру. Експериментальною базою

дослідження є дані супутників (Інтеркосмос-19, Космос-1809, Космос-900, Болгарія-Інтеркосмос-1300, DMSP, АЕ-С, ІSS-b, Інтербол, Geotail, GOES, ІRM та інші), дані глобальної мережі магнітних станцій, а також станцій наземного зондування і дані радарів некогерентного розсіювання, доступні з Інтернет.

Науки про Сонце та сонячно-земні зв'язки (геліосфера)

Сучасне людство дуже занепокоєне проблемою еволюції атмосфери Землі та оточуючого її ближнього космосу. Ця проблема відображена в декількох міжнародних програмах, які направлені на вивчення багатокомпонентної і взаємодіючої сонячно-земної системи, що охоплює сонячні надра, фотосферу, хромосферу, корону, сонячний вітер, магнітосферу Землі, її верхню атмосферу, біосферу. Такі програми мають прогнозувати тенденції очікуваних кліматичних та екологічних змін.

Вкрай важливо відділити антропогенні впливи на оточуюче середовище від природних і, в першу чергу, зумовлених діяльністю Сонця.

На основі досліджень, які були проведені в другій половині минулого століття, вдалося встановити, що в генерації процесів сонячної активності бере участь вся зоря – від ядра до корони, різноманітні та взаємопов'язані характеристики якої зазнають як монотонних, так і циклічних змін, причому на різних часових шкалах, однак природа сонячної активності ще не розгадана.

За цим напрямом Програми буде вирішено низку важливих наукових проблем, що стосуються природи сонячної активності. Наприклад, досліджено характер розповсюдження акустичних хвиль в надрах та атмосфері Сонця і їх зміни на коротких та довгих проміжках часу, отримано інформацію про динамічні зміни в дрібномасштабних структурах фотосфери та хромосфери Сонця, досліджено довгострокові зміни фізичних параметрів сонячної атмосфери та інше.

Предметом досліджень цього напрямку є також корона Сонця, сонячний вітер, магнітосфера та іоносфера Землі. Ці космічні об'єкти зв'язані між собою сукупністю фізичних процесів, що забезпечують передачу електромагнітної і кінетичної енергії від Сонця до Землі. На даний час в області сонячно-земної фізики йде накопичення матеріалу зі спостережень, які отримуються як за допомогою космічних апаратів, так і мережею наземних обсерваторій. Певні успіхи досягнуті в аналізі цього матеріалу та в теоретичних дослідженнях колективних процесів у космічній плазмі. Існують досягнення в області математичного моделювання геліо- і геофізичних процесів. Проте багато проблем є ще невирішеними. Актуальною залишається проблема вивчення характеристик сонячного вітру і їхнього зв'язку з подіями, що відбуваються на Сонці. Подальшого вивчення

потребує проблема впливу сонячного вітру на магнітосферу Землі. Прогноз земних проявів впливу сонячних подій далекий від практичного застосування. Комплексний підхід до вирішення задач сонячно-земної фізики і дотепер слабо розвинутий. Немає робіт, що описують у єдиному ключі ланцюжок «сонячна атмосфера – сонячний вітер – магнітосфера – іоносфера Землі». Дуже мало робіт, що ґрунтуються на одночасних (синхронних) спостереженнях, які отримуються за допомогою космічних апаратів і наземних телескопів. З урахуванням вищевикладеного комплексування досліджень фізичних процесів у ланцюжку «сонячна корона – сонячний вітер – магнітосфера та іоносфера Землі» в рамках єдиного методологічного підходу, вбачається необхідним об'єднання зусиль учених, які зможуть розробити методи та інформаційні технології комплексного вивчення сонячно-земних зв'язків та прогнозування «космічної погоди», що дозволить почасти вирішити поставлені наукові проблеми.

Дослідження будуть виконані на основі комплексних спостережень з Землі та з космосу. Для їх реалізації будуть розроблені науково-інструментальні методи та використані дані, отримані за допомогою сонячного телескопа, створюваного в рамках міжнародної програми «Життя з зіркою», та інших джерел наукових даних. Наземні спостереження проводитимуться оптичними і радіотелескопами НАН України.

Науки про Всесвіт (позаатмосферна астрономія)

Цим напрямом передбачається участь України у реалізації космічних проектів серії «Спектр» (РФ), «Мілімітрон» (РФ) з дослідження Місяця, Марса та інших тіл Сонячної системи (США та країни ЄКА) та інші, а також розвиток перспективних робіт з дослідження космічного простору з використанням наукового потенціалу НАН України у міжнародній співпраці.

В рамках цього напрямку планується підтримка розвитку наземної експериментальної бази для досліджень космічних джерел далекого Всесвіту, а також досліджень в галузі фундаментальної фізики й астрофізики, направлених на вивчення основних закономірностей будови і еволюції Всесвіту та її складових частин. Зокрема, в рамках цього напрямку Програми будуть запропоновані дослідження, що є продовженням розробок, виконаних у 2009-2011 роках в рамках цільової комплексної програми наукових досліджень НАН України «Астрофізичні і космологічні проблеми прихованої маси і темної енергії Всесвіту (Космомікрофізика-2)». Ці дослідження передбачають теоретичні роботи, використання баз даних космічних обсерваторій ЄКА і НАСА, так і участь у постановці нових експериментів на КА космічних агентств світу.

В. Нові матеріали, конструкції та технології космічної галузі

Розвиток ракетно-космічної техніки вимагає серйозної уваги до проблеми розробки нових матеріалів і покриттів, здатних витримувати екстремальні умови експлуатації як на орбіті, так і при вході в атмосферу планет сонячної системи. У першому випадку особливе місце займає таке:

- матеріали і покриття для фотоелектричного перетворення сонячної енергії в електричну;
- матеріали для термоємісного перетворення концентрованої сонячної енергії в електричну;
- антифрикційні, зносостійкі матеріали для вузлів тертя КА;
- тришарові (стільникові) конструкції для сонячних батарей і теплоізоляції;
- матеріали для систем термостабілізації КА, у тому числі на базі композиційних капілярних структур;
- конструкційні титанові сплави;
- конструкційні алюмінієві сплави, леговані скандієм.

Для теплового захисту соплових насадків ракетних двигунів і конструкцій КА від аеродинамічного нагріву:

- вуглець-вуглецеві матеріали;
- композиційні матеріали на основі вуглепластиків і склопластиків з доданням наноструктур для підвищення термоерозійної стійкості;
- ніхромові і ніобієві сплави для металевого теплового захисту багаторазових КА;
- керамічні теплозахисні матеріали і покриття на основі діборида цирконію для роботи в окислювальних середовищах при температурах 1600-1700°С;

Зважаючи на значний доробок установ НАН України з космічних технологій, будуть продовжені розробки зі створення складних космічних конструкцій та прогресивних космічних технологій. З цих розробок найбільш актуальними в світовому науковому співтоваристві вважаються такі:

- конструкції перетворюваного об'єму з одно і двошаровою оболонкою;
- дослідження впливу факторів космічного простору на службові характеристики конструкції в процесі тривалого орбітального польоту;
- апаратура для виконання зварювання, різання, паяння, нанесення покриттів при проведенні монтажних і ремонтних робіт в умовах мікрогравітації;
- технологія паяння кварцових ілюмінаторів космічних апаратів;
- технологія високошвидкісного газотермічного напилення зносостійких і теплозахисних покриттів на елементи космічної техніки;

— устаткування для визначення характеристик теплозахисних і антифрикційних матеріалів при моделюванні аеродинамічного нагріву і факторів космічного простору.

Необхідно відзначити, що окремі розробки можливо виконати тільки в умовах космічного польоту. Так, запропоновано космічний експеримент, призначений для розробки науково-технологічних основ одержання досконалих напівпровідникових і композиційних матеріалів в умовах мікрогравітації методом електронно-променевої зонної плавки.

Г. Космічне приладобудування

Здійснення в Україні оригінальних досліджень в галузі наукового приладобудування, що б суттєво доповнили світові розробки у цьому напрямі, дозволять у майбутньому втримати авторитетні позиції в галузі освоєння космічного простору та підвищити науковий імідж нашої держави. Важливість зазначеної проблеми посилюється за рахунок недосконалості та низької ефективності наявних технологій як розробки, так і виробництва приладів та систем космічного призначення – на сьогодні лише в галузі створення приладів для дослідження електромагнітних полів наша держава має результати, конкурентоспроможні зі світовим рівнем.

Метою цього напрямку Програми є вдосконалення космічної техніки та технологій її створення з акцентом на забезпечення комерціалізації отриманих результатів, а також поглиблення міжнародного співробітництва у сфері космічної діяльності. Це буде досягнуто шляхом залучення до виконання робіт провідних установ України на конкурсній основі, проведення комплексних теоретичних і експериментальних досліджень в галузі теорії та практики побудови нових інформаційно-вимірювальних засобів космічного призначення та розробки нових і вдосконалення існуючих технологій створення бортових систем.

Засоби дослідження космічного простору, які створюються в Україні, не повною мірою відповідають сьгоднішньому науково-технічному рівню та сучасним технологічним досягненням. Вони мають досить низьку швидкодію та достатньо громіздкі, багато споживають електроенергії, вносять значні спотворення в природне космічне середовище, дорого коштують і характеризуються тривалим циклом виготовлення. Світові тенденції в дослідженні космічного простору спрямовані на створення надмалих супутників, які позбавлені вищевказаних недоліків, що й дозволяє отримувати більш достовірні результати досліджень. Підвищення ефективності наукових

досліджень в космосі вимагає відповідного покращення характеристик бортової наукової апаратури.

Для розв'язання зазначеної задачі необхідно створити апаратуру, яка б мала високу надійність і швидкодію, малі масогабаритні характеристики та низьке енергоспоживання. В забезпеченні таких показників бортового наукового комплексу важлива роль відводиться апаратурі для збору даних з приладів, їх обробки, управління роботою бортових приладів та передачі даних через радіолінію на Землю. Роботи над створенням такої апаратури в Україні розпочалися лише останнім часом, незважаючи на те, що саме така апаратура значною мірою визначає успіх експерименту. Якщо відмова окремого вимірювального приладу може призвести до часткового зриву експерименту, то збої в роботі системи, призначеної для збору інформації з приладів, призведуть до зриву всього експерименту. В рамках Програми пропонується, використовуючи набутий досвід роботи зі створення бортових космічних систем збору і обробки даних вимірювань наукових приладів та управління космічними експериментами, виконати такі роботи:

- провести аналіз світових досягнень в космічному приладобудуванні, зокрема в мікроелектроніці, з урахуванням тенденцій подальшого їх розвитку;

- розробити принципи побудови системи, яка б складалася з окремих уніфікованих модулів і її можна було б реконфігурувати під конкретні задачі експериментів, і яка б забезпечувала високу надійність та швидкодію, малі масогабаритні характеристики та низьке енергоспоживання.

Д. Використання космічних засобів та технологій для вирішення науково-практичних задач

Розробки цього напрямку Програми будуть використані для практичних потреб сільського господарства, контролю космічного простору, координатно-часового та навігаційного забезпечення різних потреб держави.

Україна має суттєвий досвід досліджень геосистем за допомогою засобів космічного базування. За результатами проведеного аналізу стану та шляхів розвитку космічної діяльності в Україні напрям ДЗЗ є на даний час одним із головних напрямів розвитку інформаційних технологій. Враховуючи необхідність подальшого розвитку інформаційних технологій в Україні, доцільним є подальший розвиток та розробка нових методів і технологій ДЗЗ, які мають на меті більш повно відобразити засобами космічного базування поточний стан геосистем та дозволять налагодити більш ефективно використання даних з космічних апаратів у межах забезпечення та наповнення інформацією створюваної в Україні постійно діючої Міжвідомчої системи космічного

геоінформаційного забезпечення «GEO-UA» (для інформаційної підтримки управлінських рішень та забезпечення сталого розвитку країни), сприятимуть кооперації з іншими космічними державами в міжнародних проектах.

Першочерговими завданнями в цьому напрямі є:

- створення та розгортання в Україні системи мереж експериментальних калібрувальних-тестових полігонів ДЗЗ;
- розроблення, калібрування спеціальних технічних засобів та обладнання створюваних полігонів відповідно до вимог Європейського космічного агентства;
- розроблення методик для наземної валідації супутникових даних;
- визначення місць розташування полігонів відповідно до основних ландшафтно-кліматичних зон України (полісся, лісостеп, степ, гірські райони Карпат і Крим).

Є. Науково-правовий, економічний та соціальні аспекти космічних досліджень.

Доробок установ НАН України в області нормативно-методичного забезпечення космічної галузі широко відомий у світі. Так, протягом останніх років за підтримки Національного космічного агентства України в контексті розвитку галузевої системи забезпечення користувачів даними спостереження Землі розроблено нормативну базу та створено низку методик розв'язання прикладних задач на основі обробки супутникових даних. Певні методики впроваджено в зацікавлених міністерствах та установах, зокрема в Міністерстві сільського господарства та Академії сільськогосподарських наук України. Інститутом держави і права ім. В.М. Корецького НАН України розроблено низку міжнародних нормативно-правових договорів у галузі космічної діяльності. Цим напрямом програми будуть підтримані роботи з подальшого розвитку науково-правового, економічного та соціального (у т.ч. популяризації космічної діяльності) аспектів космічних досліджень.

1.4. Оцінка очікуваних результатів виконання програми (економічних, соціальних, екологічних) та визначення її ефективності

Основним результатом виконання Програми буде досягнення нового рівня наукових знань і технологічних розробок в галузі космічних досліджень, що надасть істотного імпульсу розвитку науково-технічного потенціалу України. Одержані результати можуть бути застосовані в управлінні екологічними системами в Україні і світі, а розвинені методи спостережень – у моніторингу їх стану. Розроблені методики прогнозу космічної погоди дозволять зменшити негативний вплив її потужних збурень на технологічні комплекси, інформувати населення України щодо геомагнітних та радіаційних умов та їх можливих

загроз, коректно оцінювати комплекс ризиків для космічних, авіаційних та наземних транспортних засобів. Виконання проектів Програми сприятиме роботам з виконання Загальнодержавної цільової науково-технічної космічної програми України на 2013-2017 роки, особливо в частині підтримки майбутніх космічних місій. Як і у всьому світі, тематика дослідження матиме значний гуманітарний і просвітницький вплив на суспільство. Програма сприятиме розвитку міжнародної кооперації та інтеграції організацій-учасників в іноземні і світові проекти з відповідної тематики. В цілому реалізація програми підвищить рейтинг України серед космічних держав, що сприятиме зміцненню економіки і престижу країни.

1.5. Механізм реалізації Програми

Організація та координація робіт за Програмою здійснюватиметься Науковою радою програми, яка оголошує конкурс науково-технічних проектів і у встановлений Президією НАН України термін здійснює їх відбір проектів та комплексну експертизу за участю провідних фахівців відповідних галузей знань. Для вироблення загальних підходів, уточнення постановок задач і обміну отриманими результатами в рамках Програми будуть проводитимуться щорічні наради учасників Програми. Хід виконання Програми буде обговорюватись також на постійно діючих семінарах, робочих зустрічах з представлених в програмі напрямів.

Реалізація Програми у 2012 році зумовлена завданнями, зазначеними у п. 1.3, а у 2013-2016 рр. спрямована на вирішення таких завдань:

- розробка нових теоретичних основ наукових досліджень широкого кола об'єктів за даними наземних і космічних спостережень та підготовка на їх основі перспективних космічних проектів;
- підготовка та проведення космічних досліджень за окремими проектами Загальнодержавної цільової науково-технічної космічної програми України;
- підготовка технічних пропозицій на проведення перспективних космічних експериментів, їх захист у встановленому порядку та розробка макетів необхідного наукового обладнання;
- розробка нової правової основи здійснення космічної діяльності та її інформаційне забезпечення.

Основні етапи виконання Програми формуються на основі наукових проектів, що пройшли експертизу Наукової ради Програми. Підготовка звітних матеріалів щодо кожної задачі виконуватиметься за результатами щорічної наради з виконання Програми, і звітні матеріали подаватимуться до Національної академії наук України.

**1.7. Оцінка фінансових, матеріально-технічних, трудових ресурсів,
необхідних для виконання програми**

Програма буде виконуватись за рахунок коштів Національної академії наук України. Передбачається також додаткове залучення коштів поза Програмою, які спрямовуватимуться на окремі цільові проекти.

2. Структура програми

№	Назва тематичного напрямку	Базові установи НАН України	Строки виконання
Перший етап реалізації Програми (2012 р.)			
1.	Розробка принципів та створення перспективних вимірювальних та інформаційних засобів для експериментальних досліджень параметрів ближнього космосу	Інститут космічних досліджень	2012
2.	Астрофізичні і космологічні проблеми прихованої маси і темної енергії Всесвіту	Радіоастрономічний інститут	2012
3.	Дослідження сонячно-земних зв'язків та їх впливу на функціонування геосистем	Головна астрономічна обсерваторія, Інститут космічних досліджень	2012
4.	Пріоритетні міжнародні космічні проекти та російсько-українські наукові експерименти на Російському сегменті Міжнародної космічної станції	Інститут космічних досліджень, Головна астрономічна обсерваторія	2012
Другий етап реалізації Програми (2013 -2016 рр.)			
1.	Дослідження з проблем динаміки космічних апаратів, астродинаміки та механіки космічних польотів	Інститут технічної механіки Головна астрономічна обсерваторія	2013-2016
2.	Дослідження з актуальних проблем природничих наук з використанням космічних засобів і технологій за такими напрямками:		2013-2016
	Науки про життя в космосі (біосфера)	Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного, Інститут фізіології рослин і генетики, Інститут біохімії ім. О.В. Палладіна, Інститут фізіології ім. О.О. Богомольця,	2013-2016

		Інститут гідробіології, Інститут клітинної біології та генетичної інженерії, Інститут зоології ім. І.І. Шмаль-гаузена, Інститут екології Карпат, Інститут молекулярної біології та генетики, Інститут мікробіології та вірусології ім. Д.К. Заболотного, Інститут колоїдної хімії та хімії води ім. А.В. Думанського, Інститут біоорганічної хімії та нафто хімії, Інститут хімії поверхні ім. О.О. Чуйка, Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка, Інститут харчової біотехнології та геноміки	
	Космічні аспекти наук про Землю (геосфера)	Інститут геологічних наук, Морський гідрофізичний інститут, Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка, Інститут геофізики ім. С.І. Субботіна	2013-2016
	Науки про навколосезонний космічний простір (іоносфера, магнітосфера)	Інститут космічних досліджень НАН України та ДКА України, Радіоастрономічний інститут, Головна астрономічна обсерваторія, Інститут іоносфери	2013-2016
	Науки про Сонце та сонячно-земні зв'язки (геліосфера)	Головна астрономічна обсерваторія, Інститут космічних досліджень НАН України та ДКА України	2013-2016
	Науки про Всесвіт (позаатмосферна астрономія)	Радіоастрономічний інститут, Головна астрономічна обсерваторія, Інститут теоретичної фізики ім. М.М. Боголюбова, Інститут прикладних проблем механіки і математики ім. Я.С. Підстригача, Інститут ядерних досліджень	2013-2016
	Космічне матеріалознавство	Інститут металофізики м. Г.В. Курдюмова, Інститут проблем матеріалознавства ім. І.М. Францевича, Інститут космічних досліджень	2013-2016
3.	Нові матеріали, конструкції та технології космічної галузі	Інститут електрозварювання ім. Є.О. Патона	2013-2016
4.	Космічне приладобудування та системи збору інформації	Інститут космічних досліджень НАН України та НКА України, Інститут технічної механіки, Інститут	2013-2016

		термоелектрики	
5.	Використання космічних засобів та технологій для вирішення науково-практичних задач, зокрема дистанційного зондування Землі, моніторингу надзвичайних ситуацій, телекомунікації, навігації та контролю космічного простору	Науковий центр аерокосмічного зондування Землі Інституту геологічних наук, Інститут космічних досліджень НАН України та НКА України, Головна астрономічна обсерваторія	2013-2016
6.	Науково-правовий, економічний та соціальні аспекти космічної діяльності	Інститут держави і права ім. В.М. Корецького	2013-2016