

ЗАТВЕРДЖЕНО
постановою Президії НАН України
від 27.12.2017 № 358

К О Н Ц Е П Ц І Я
цільової комплексної програми НАН України
«Розвиток вітчизняної радіоастрономії та її інтеграція
у сучасні світові мережі радіодосліджень Всесвіту»
на 2018–2022 роки

Цільова комплексна програма наукових досліджень НАН України «Розвиток вітчизняної радіоастрономії та її інтеграція у сучасні світові мережі радіодосліджень Всесвіту» на 2018–2022 роки (далі – Програма), що присвячена створенню нових і розвитку існуючих унікальних радіоастрономічних засобів України та їх використанню у вітчизняних і міжнародних дослідженнях за найбільш актуальними і перспективними напрямками фундаментальної і прикладної астрономічної науки, відповідає:

– пріоритетним напрямкам розвитку науки і техніки на період до 2020 р. відповідно до Закону України «Про пріоритетні напрями розвитку науки та техніки» (редакція від 16.01.2016), а саме: статті 3, п.1 «Фундаментальні наукові дослідження з найбільш важливих проблем розвитку науково-технічного, соціально-економічного, суспільно-політичного, людського потенціалу для забезпечення конкурентоспроможності України у світі та сталого розвитку суспільства і держави»;

– основним науковим напрямкам та найважливішим проблемам фундаментальних досліджень у галузі природничих, технічних і гуманітарних наук Національної академії наук України на 2014–2018 рр. (постанова Президії НАН України від 20.12.2013 № 179);

– Положенню про цільові програми наукових досліджень НАН України і цільові наукові (науково-технічні) проекти НАН України (постанова Президії НАН України від 07.10.2015 № 236).

**Визначення проблеми,
на розв'язання якої спрямована Програма, аналіз причин її
виникнення та обґрунтування необхідності її розв'язання
програмним методом**

У сучасній всехвильовій астрономії низькочастотна радіоастрономія займає особливе місце. Це зумовлено не лише тим, що радіоастрономія як наука з'явилася близько 80 років тому саме на низьких частотах – у діапазоні декаметрових хвиль, а й головним чином тим, що цей діапазон відкриває нове «вікно» у Всесвіт, тобто дає інформацію про навколишній світ, яка недоступна другим діапазоном астрофізичних досліджень.

Першим, хто оцінив унікальні можливості низькочастотної радіоастрономії, був видатний український учений академік С.Я.Брауде. За його ініціативою при підтримці президента НАН України Б.Є.Патона і керівництва Академії майже 50 років тому під Харковом була створена унікальна наукова установка – найбільший у світі радіотелескоп УТР-2, а за ним ще чотири радіотелескопа системи УРАН, що розміщені на території всієї України на відстанях до 1000 км. Ці інструменти включені до реєстру наукових об'єктів, що становлять національне надбання. Радіотелескопи в Україні належать трьом установам Академії: УТР-2, УРАН-1, УРАН-4 та ГУРТ – Радіоастрономічному інституту НАН України, УРАН-2 – Полтавській гравіметричній обсерваторії Інституту геофізики ім.С.І.Субботіна НАН України, УРАН-3 – Фізико-механічному інституту ім.Г.В.Карпенка НАН України.

Вже протягом півстоліття вітчизняні радіотелескопи дають унікальну інформацію про низькочастотне радіовипромінювання Всесвіту. Отримана велика кількість пріоритетних фундаментальних і прикладних наукових результатів, що визнаються в усьому світі і забезпечують провідну роль України у цій актуальній галузі науки. Доведена висока астрофізична значущість низькочастотної радіоастрономії. Зокрема, виявлені нові типи і тонкі частотно-часові особливості сонячних радіосплесків, що важливо як для вивчення корони Сонця, так і для вирішення проблем космічної погоди. За допомогою радіотелескопа УТР-2 відкриті космічні атоми в станах з головними квантовими числами, більшими за 1000, коли сам атом сягає розмірів, які можуть фіксуватися навіть неозброєним оком. Відповідні спектральні лінії стали новим засобом діагностики холодної космічної плазми, дозволили побудувати нову модель міжзоряного середовища, що є цінним як для астрофізики, так і для фізичної науки в цілому. Отримані результати опубліковані у понад 1000 статей у найавторитетніших наукових виданнях.

Особливо активною і плідною відповідна діяльність була протягом останніх років у ході виконання попередньої Цільової комплексної

програми НАН України «Розвиток, створення та використання найбільших у світі українських низькочастотних радіоастрономічних елементів і систем» у галузі низькочастотної радіоастрономії. Були зроблені важливі астрофізичні відкриття, значно покращені параметри апаратури і методів спостережень, створені і впроваджені елементи радіотелескопа нового покоління ГУРТ. Останній суттєво розширює смугу частот в експериментах, підвищує чутливість і функціональні можливості досліджень. Принципи його побудови і технічні параметри враховуються при створенні нових радіотелескопів за кордоном, у чому активно беруть участь українські науковці.

Зараз відбувається бурхливий прогрес у розвитку світової низькочастотної радіоастрономії, включаючи створення радіотелескопів нового покоління. Україна залишається світовим лідером у цій галузі, вітчизняні інструменти є незамінними, всебічно затребуваними і офіційно залученими до міжнародних досліджень і проектів у світових мережах наземно-космічної (космічні місії WIND, STEREO, Cassini, Juno, Solar Orbiter) і багатоантенної (радіотелескопи NDA, LOFAR, LWA) радіоастрономії. Існує активна і плідна співпраця з провідними радіоастрономічними установами Франції, Австрії, Німеччини, Нідерландів, Великої Британії, Бельгії, Швеції, Ірландії, Японії, Індії, США.

Протягом наступних років для збереження вітчизняного пріоритету є вкрай необхідним, доцільним і можливим суттєве покращення параметрів радіотелескопів – чутливості, роздільної здатності та ефективності досліджень шляхом створення і впровадження додаткових елементів радіотелескопа нового покоління ГУРТ, сучасної надчутливої цифрової приймально-реєструючої апаратури, інноваційних інформаційних технологій, завадостійких методів радіоастрономічних спостережень. Це забезпечить максимальну інтеграцію унікальної вітчизняної експериментальної бази до європейських і світових мереж багатоантенної і наземно-космічної радіоастрономії та дозволить отримати нові фундаментальні знання про Всесвіт і вирішити важливі прикладні проблеми, включаючи прогнозування космічної погоди.

Це неможливо буде виконати без започаткування Програми.

Мета Програми

Метою Програми є формулювання найактуальніших завдань у галузі низькочастотної радіоастрономії (декаметровий-метровий діапазони хвиль), створення високоефективної універсальної експериментальної бази, проведення нових спостережень і астрофізичних досліджень як на вітчизняних інструментах, так і шляхом інтеграції унікальних українських радіотелескопів до європейських і світових мереж багатоантенної і наземно-космічної радіоастрономії.

Наукова і практична значимість Програми

Дослідження, що пропонується в Програмі, а також очікувані результати мають, безумовно, велике світоглядницьке значення. Сама астрономія і особливо радіоастрономія дають найкраще розуміння того, що являє собою оточуючий нас Всесвіт, як він виник і як розвивається у часі і просторі. Подібні дослідження дозволяють вивчити речовини, фізичні та хімічні процеси в умовах так званої космічної лабораторії, тобто в екстремальних умовах, які поки що важко реалізувати у земних лабораторіях. Нові знання про Всесвіт є важливими для фізичної науки загалом, для розвитку новітніх технологій і навіть у майбутньому для створення нової техніки і організації різних виробництв.

Низькочастотна радіоастрономія дає також новий погляд на вирішення проблем сонячно-земних і зоряно-планетних зв'язків, що має очевидне практичне значення для прогнозування «космічної» і навіть «галактичної» погоди, включаючи вивчення походження і розповсюдженості життя у Всесвіті. Апаратно-методичні розробки, що пропонуються у Програмі, можуть бути корисними для багатьох прикладних досліджень, наприклад, для методології прийняття надслабких радіосигналів у КХ і УКХ діапазонах хвиль, створення надпотужних засобів цифрової реєстрації і обробки складних сигналів, архівації і передачі надвеликих обсягів інформації з використанням ідеології розпізнавання образів.

Неможливо перебільшити значення міжнародної співпраці у цьому найактуальнішому напрямі фундаментальної і прикладної науки. Це важливо не тільки для отримання великої кількості принципово нових знань про Всесвіт і прикладних результатів, й для збереження і розвитку півстолітнього пріоритету України в галузі низькочастотної радіоастрономії.

Структура (основні розділи) Програми

Основні розділи:

1. Створення нових апаратно-програмних засобів і методів реєстрації для низькочастотної радіоастрономії, багатоантенні спостереження на радіотелескопах.
2. Створення і впровадження засобів та методів спостережень для радіотелескопа нового покоління ГУРТ.
3. Розвиток систем реєстрації сигналів, автоматизації спостережень, обробки і обміну даними у вітчизняних і міжнародних дослідженнях низькочастотного радіовипромінювання об'єктів Сонячної системи.

4. Теорія і техніка низькочастотних ширококутових антен-решіток з активними елементами для радіоінтерферометричних і багатоантенних досліджень.

5. Створення високочутливих завадостійких ширококутових систем цифрової реєстрації космічних радіосигналів.

Очікувані результати виконання Програми

Очікувані результати:

– створення і впровадження на радіотелескопах УТР-2 і УРАН нових програмно-апаратних засобів з використанням новітніх елементної бази, інформаційних і телекомунікаційних технологій;

– створення і впровадження додаткових елементів радіотелескопа нового покоління ГУРТ, що забезпечить покращення чутливості, смуги реєстрації космічних радіосигналів, завадостійкості, якості систем автоматизації і реєстрації інформації;

– розробка і впровадження нових систем архівації, обробки, передачі та обміну даних з можливостями використання ГРІД-технологій, оптимізації форматів даних у міжнародних експериментах, дистанційного керування і отримання результатів спостережень, а також ідеології розпізнавання образів;

– впровадження і розвиток нової ідеології багатоантенної синергії як у вітчизняній мережі низькочастотних радіотелескопів, так і світових мережах наземних і наземно-космічних досліджень;

– збільшення об'єктів дослідження з вибірки Сонячної системи (Сонце, міжпланетне середовище, космічна погода, Юпітер, Сатурн, інші планети), Галактики (міжзоряне середовище, галактичне тло, залишки наднових, емісійні туманності, пульсари, активні зірки, екзопланети, джерела спорадичного радіовипромінювання) і Метагалактики (радіогалактики, квазари, скупчення галактик, позагалактичне тло, космологічні явища) шляхом комплексних високочутливих ширококутових довготривалих спостережень;

– розвиток теорії космічного радіовипромінювання і принципів функціонування засобів низькочастотної радіоастрономії.

Виконання Програми забезпечить реалізацію широкомасштабних міждисциплінарних досліджень, розвиток унікальної наукової експериментальної бази України у співпраці установ НАН України, університетів, підприємств радіотехнічного профілю та закордонних організацій, а також завдяки залученню молодих учених до виконання Програми.

**Строк виконання Програми
та орієнтовні обсяги її щорічного фінансування**

Строк виконання Програми: 2018–2022 роки.

Орієнтовне фінансування на виконання Програми становить 3 млн. грн. на рік.