

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ РАДИОИНТЕРФЕРОМЕТРИИ

МИЛЛИМЕТРОВОГО ДИАПАЗОНА ВОЛН

Литвиненко Л. Н., Шульга В. М.

Радиоастрономический институт НАН Украины

Методы радиоинтерферометрии со сверхдлинной базой в настоящее время обеспечивают угловое (пространственное) разрешение до тысячных долей секунды дуги. В области астрофизики они позволяют получать такие физические характеристики как яркость, поляризация, частотный спектр излучения, относящиеся к чрезвычайно компактным областям космического пространства. В области астрометрии возможно чрезвычайно точное измерение угловых положений звезд и других космических объектов. В связи с очевидной значимостью исследований с предельно возможным пространственным разрешением практически все радиотелескопы мира объединены в международные сети РСДБ (Европейская сеть РСДБ — EVN, в которой работают в основном радиотелескопы Европы, Глобальная сеть РСДБ — Global VLBI, в работе которой принимают участие радиотелескопы всех континентов, РСБД—система дальней космической связи США и др.

В настоящее время есть две тенденции в развитии РСДБ, которые позволяют существенно улучшить пространственное разрешение: повышение рабочих частот наблюдений и создание наземно-космических интерферометров. На самом деле обе эти тенденции практически реализуются одновременно, по мере развития техники, методики наблюдений и экономического потенциала стран—участников. Космическая РСДБ рассматривается как наиболее перспективное научное направление в исследованиях Вселенной, позволяющее создать радиоинтерферометр с базой, во много раз превышающей размеры Земли. Возможность практической реализации этой идеи была продемонстрирована в проекте VSOP. После запуска Японией космического аппарата с антенно-приемной аппаратурой на орбиту вокруг Земли были проведены успешные наблюдения на наземно-космическом интерферометре, в которых принимали участие наземные радиотелескопы многих стран.

Рабочие частоты, которые использовались в проекте VSOP, не превышали 22 ГГц. В настоящее время во всех проектах запусков космических аппаратов, которые разрабатываются на ближайшее будущее, на первое место выходит использование миллиметрового диапазона длин волн. Подготовка этих проектов находится на различных стадиях разработки, но, тем не менее, их осуществление предполагается в ближайшее десятилетие.

Проект VSOP–2 планируется в Японии после окончания срока действия миссии VSOP на 2007 г. Космический радиотелескоп с антенной диаметром 10 м будет запущен на орбиту с расстоянием от Земли 30000 км в апогее. Наивысшая рабочая частота будет составлять 43 ГГц.

Проект ARISE (Astronomical Radio Interferometry between Space and Earth), который обсуждается в США, предполагает запуск космического аппарата в 2002 году на орбиту с 50000 км в апогее с использованием 25–метровой антенны и приемных систем до 86 ГГц.

Европейское космическое агентство рассматривает возможность вывода на орбиту с апогеем 40000 км в 2010 году антенны с диаметром 30 м, которая обеспечит радиоинтерферометрические наблюдения на частотах до 86 ГГц.

Проект “Radioastron” в России является, по-видимому, наиболее технически подготовленным проектом, но запуск космического аппарата с 10–м антенной, к сожалению, уже несколько раз откладывался. Поскольку этот проект был начат в мире одним из первых, то в нем выбраны относительно низкие частоты до 22 ГГц.

Проект “Millimetron” рассматривается в России как следующий шаг в развитии РСДБ. Он предполагает работу именно в миллиметровом диапазоне с рекордным пространственно-угловым разрешением, которое может быть получено благодаря использованию миллиметровых волн и расстоянию между наземными и космическим радиотелескопами более 300000 км.

Все планируемые миссии предполагают работу космических радиотелескопов с максимально возможным числом наземных антенн, расположенных на всех континентах. К сожалению, Украина до настоящего времени не является участником проектов по наземно-космической РСДБ миллиметрового диапазона. Вместе с тем наша страна располагает научно-техническим потенциалом в этой области. В Украине находится лучший в бывшем Советском Союзе радиотелескоп РТ–22 (п. Симеиз, Крымская астрофизическая обсерватория). Точность изготовления антенны и системы наведения обеспечивают его работу до частоты 150 ГГц, что подтверждается успешными наблюдениями в миллиметровом диапазоне, которые в последние годы проводятся Радионастрономическим институтом НАН Украины совместно с КрАО. Это полностью удовлетворяет требованиям по частотному диапазону всех перечисленных выше проектов миллиметровой РСДБ.

Вторым не менее важным вопросом является оснащение как наземных, так и космических антенн необходимой приемной аппаратурой. К приемным системам РСДБ предъявляются чрезвычайно высокие, по сути предельно возможные по технической реализации требования к чувствительности и фазовой стабильности. Следует отметить, что в миллиметровом диапазоне эти вопросы еще не нашли окончательного решения. В планируемых миссиях для этого предполагается объединение усилий и научно-технического потенциала многих стран-участниц.

Украина имеет большой опыт разработки приемных систем для РСДБ сантиметрового диапазона. Разработанными приемниками оснащены радиотелескопы РТ–22 и РТ–70 (г. Евпатория), а также радиотелескопы России и Китая. В 2002 г. на радиотелескопе РТ–22 был успешно испытан РСДБ–приемник на частоту 22 ГГц (РИ НАНУ,

ОАО «НПК Сатурн», КрАО). В сантиметровом диапазоне наблюдения в международных наземных сетях РСДБ проводятся регулярно.

Из рассмотренного выше следует, что в развитии наземно-космической радиоинтерферометрии миллиметрового диапазона начался этап практической реализации, который предполагает создание постоянно действующих радиointерферометров с базой в десятки и сотни тысяч километров. Современные успехи в области разработок высокочувствительных приемных систем открывают возможности в недалеком будущем планировать создание наземно-космических радиointерферометров не только в миллиметровом, но и субмиллиметровом диапазоне.

Накопленный в Украине опыт РСДБ–наблюдений и возможности по созданию приемных систем, не уступающих по своим характеристикам лучшим мировым образцам, позволяет эффективное использование радиотелескопа РТ–22 для исследования космического пространства в международных сетях миллиметровых наземно-космических интерферометров. В перспективе развитие РСДБ миллиметрового диапазона может найти в создании уникального радиointерферометра с базой Земля–Луна при создании обсерватории на лунной поверхности или окололунных спутников [1]. Вместе с тем для создания полного цикла наблюдений с приемно-измерительным комплексом необходима специальная регистрирующая аппаратура, работающая в принятом в мировых сетях РСДБ формате записи данных. Оснащение ею РТ–22, а также реализация возможности увеличения объемов регистрации/приема радиотелескопом информации до десятков гигабайт могут быть осуществлены в Украине лишь в условиях финансовой поддержки со стороны государства, международной кооперации и заинтересованности в работе РТ–22 в мировых сетях РСДБ со стороны других стран-участников.

1. Архипов А. В., Коноваленко А. А., Литвиненко Л. Н. и др. К научной программе космических исследований с использованием окололунных космических аппаратов и обсерватории на Луне//Сб. тезисов Первой украинской конференции по перспективным космическим исследованиям, Киев, 2001, с. 27–28.