

7. Mashevitch A. G., Hamal K. Intercosmos Laser Ranging Stations.— In: COSPAR Space Research. XVII.— Praha, 1977.
8. Аксенов Е. П. Теория движения искусственных спутников Земли.— М.: Наука, 1977.
9. Изотов А. А. и др. Основы космической геодезии.— М.: Недра, 1974.
10. Татевян С. Р.— Наблюдения ИСЗ (Москва), 1974, № 13, с. 184.
11. Lerch F. J. et al.— Marine Geodesy, 1981, v. 5, No. 2.
12. Montag H., Gendt, Wehmann W. Polar Motion and Variation of Earth's Rotation Derived from MERIT Laser Data to Lageos.

522.6(048)

В. А. Алексеев, В. Н. Никонов, В. С. Троицкий. Радиоастрометрия: состояние и перспективы. Создание в 70-х годах широкополосных радиоинтерферометров со сверхдлинными базами (РСДБ) и методов их использования для определения координат космических радиоисточников и в их системе параметров земных хорд, закрепленных радиоинтерферометрическими пунктами, положило начало новому направлению — радиоастрометрии — с широким кругом решаемых фундаментальных и прикладных астрометрических задач в радиочастотном диапазоне¹. Причем точность этих решений более чем на порядок выше точности, достигаемой с помощью оптических средств, а всепогодность радиосредств и, главное, использование в качестве астрометрических реперов «сверхудаленных» компактных космических радиоисточников — квазаров и ядер радиогалактик — дает совершенно новое качество решения астрометрических задач и их приложений.

Для решения основной группы астрометрических задач (установления невращающейся системы небесных координат, системы земных координат и их взаимной связи) к настоящему времени предложен ряд методов: абсолютный² и дифференциальный³ методы и метод дуг⁴ с применением РСДБ с системами независимого приема, а также динамический и геометрический методы с применением РСДБ, пункты которого сфазированы методом двухсторонней связи через ИСЗ⁵. Применение последнего метода дает идеальное решение основной задачи астрометрии — установления небесной системы координат — ввиду простоты алгоритма и независимости результата геометрического решения от каких-либо геофизических и геодинамических теорий. Причем сама система небесных координат, закрепленная космическими радиоисточниками, будет иметь стабильность на уровне 10^{-3} угл. сек. в течение десятков лет и многовековую — на уровне 10^{-2} угл. сек.

Измерения взаимных положений и перемещений точек земной поверхности, основанные на измерениях параметров интерферометрических баз в системе координат, закрепленной космическими радиоисточниками, составляют предмет геодезических и геодинамических приложений радиоастрометрических РСДБ. Здесь привлекательно использование радиоизлучающих ИСЗ, заданных в системе координат космических радиоисточников, как средств отображения небесной системы координат, что позволит применять упрощенные средства радиоинтерферометрии этих ИСЗ для геодинамических исследований. К тому же радиоинтерферометрия ИСЗ может быть использована для привязки земной системы координат, построенной методами радиоастрометрии, к центру масс Земли и для привязки радиосистемы небесных координат к оптической⁶. В целом же применение РСДБ для определения координат естественных и искусственных космических радиоисточников, параметров вращения Земли и взаимной пространственно-временной привязки разнесенных интерферометрических пунктов составляет основу прецизионного координатно-временного обеспечения различных потребностей науки и практики.

Предельные возможности радиоастрометрии лимитируются ошибкой учета эквивалентной атмосферной рефракции, определенной как отношение неучитываемого набега пути интерферируемых сигналов в атмосфере Земли к длине базы интерферометра. Эффективным средством ее уменьшения является применение методов дифференциальной интерферометрии с текущим определением электрической толщи атмосферы по данным ее радиотеплолокации. Ошибка учета взаимного атмосферного набега пути интерферируемых сигналов на сантиметровых волнах оценивается при этом величиной $\sim 1,5-3$ см, что на базе ~ 6 тыс. км даст ошибку углового определения $\sim (0,5-1) \cdot 10^{-3}$ угл. сек в единичном сеансе измерений.

Достижения современной радиоастрометрии лучше всего иллюстрируются результатами первой наблюдательной кампании по изучению вращения Земли в рамках международного проекта МЕРИТ⁷. Применение радиоастрометрических РСДБ позволило получить координаты полюса с точностью $\sim 0,0013$ угл. сек или 5 см в линейной мере, всемирное время UT1 с точностью $\sim 0,07$ мс — все за суточный цикл измерений. За тот же интервал времени расстояние между интерферометрическими пунктами определено с погрешностью 2—3 см для баз длиной до 6000 км и 5—7 см для баз длиной до 8000 км. Координаты наблюдаемых радиоисточников определены с точностью до тысячных долей угл. сек.

В настоящее время радиоастрометрические эксперименты проводятся на существующих радиотелескопах, загруженных другими программами, и в силу этого носят эпизодический характер. К тому же информативность существующих РСДБ-средств с системами независимого приема ограничена емкостью памяти используемых систем регистрации интерферируемых сигналов, а их обработка происходит не только с запозданием, но и с существенным замедлением из-за постоянной неопределенности положения интерференционного отклика по частоте и задержке, создаваемой рассинхронизацией шкал времени и нестабильностью стандартов частоты в пунктах интерферометра. Все это вызывает невозможность организации непрерывного ряда наблюдений, требуемых для астрометрических исследований. Очевидно, что для реализации всех возможностей радиоастрометрии необходимо создание специализированных РСДБ-комплексов, содержащих в своем составе ИСЗ для синхронизации шкал времени в пунктах приема и передачи принятой информации в пункт обработки и работающих в реальном масштабе времени. Проект соответствующего инструмента разработан в СССР при участии представителей практически всех радиоастрономических и астрометрических организаций страны, а его реализация позволит получить уникальный физический инструмент широкого профиля⁸.

ЛИТЕРАТУРА

1. Троицкий В. С., Алексеев В. А., Никонов В. Н. УФН, 1975, т. 117, с. 363.
2. Cohen M., Shaffer D.—Astron. J., 1971, v. 76, p. 91.
3. Алексеев В. А., Липатов Б. Н., Щекотов Б. В.—Изв. вузов. Сер. «Радиофизика», 1976, т. 19, с. 1669.
4. Дравских А. Ф., Красинский Г. А., Финкельштейн А. М.—Письма Астрон. ж., 1975, № 5, с. 43.
5. Алексеев В. А., Антонец М. А.—Изв. вузов, Сер. «Радиофизика», 1982, т. 25, № 5.
6. Алексеев В. А., Липатов Б. Н.—В кн. Задачи современной астрометрии в создании инерциальной системы координат.—Ташкент: Фан, 1981.—С. 312.
7. Яцкив Я. С. Препринт ИТФ АН УССР 81—124Р.—Киев, 1981.
8. Алексеев В. А., Брауде С. Я., Брумберг В. А., Буланже Ю. Д., Гаталюк Э. Д., Гельфрейх Г. Б., Губанов В. С., Дравских А. Ф., Есепкина Н. А., Кардашов Н. С., Корольков Д. В., Котов Б. А., Котов Ю. А., Красинский Г. А., Манулин А. Б., Матвеевко Л. И., Мень А. В., Никонов В. Н., Парийский Н. Н., Парийский Ю. Н., Погребенко С. В., Попов Е. И., Разин В. А., Соломонович А. Е., Слыш В. И., Смоленцев С. Г., Сороченко Р. Л., Станкевич К. С., Стоцкий А. А., Троицкий В. С., Умарбаева Н. Д., Финкельштейн А. М., Фридман П. А., Херсонский В. К., Царевский Г. С., Цейтлин Н. М., Цымбал В. Н., Яцкив Я. С. Проект Полигам.—Сообщ. САО АН СССР, 1980, вып. 27—30.