

Методика позиционирования антенн радиотехнических средств НКУ системы ГЛОНАСС на основе технологии мобильной радиоинтерферометрии

К. К. Зубарев

Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского

Аннотация. В настоящее время наблюдается бурное внедрение технологий координатно-временного и навигационного обеспечения (КВНО) во все сферы жизнедеятельности, их интеграция с другими прорывными технологиями, в первую очередь, телекоммуникационными, что дает новый, синергетический эффект. Лидирующее положение глобальных навигационных спутниковых систем в этом процессе определяется рядом важных потребительских качеств, в том числе, высокими характеристиками глобальных спутниковых навигационных систем (СНС) по точности, доступности, непрерывности.

Ключевые слова: навигация, антенны, РСДБ, ГЛОНАСС

Текущая политика ведущих стран мира отражает глубокое понимание роли и места КВНО как средства укрепления национальной безопасности и как неотъемлемой части мировой экономической инфраструктуры.

Огромное значение КВНО играет и в народном хозяйстве, создавая условия и предпосылки для инновационного развития практически всех отраслей промышленности, транспорта, разведки полезных ископаемых, мониторинга плотин, зданий и крупных сооружений, предотвращения естественных и техногенных катастроф.

Основу КВНО составляют фундаментальные знания и прямой доступ к существующим координатно-временным системам отсчета (КВСО) наземного и космического базирования. КВСО космического базирования реализуется Глобальной Навигационной Спутниковой Системой (ГЛОНАСС), которая уже широко используется для морского, наземного и воздушного позиционирования разнообразных потребителей. КВСО наземного базирования реализуется в нашей стране на основе радиоинтерферометрического комплекса «Квазар-КВО», состоящего из трех РСДБ станций («Светлое», «Зеленчукская» и «Бадары»). Все три станции ведут регулярные РСДБ-наблюдения с целью оперативного определения координат земного полюса и всемирного времени для нужд КВНО страны.

Однако возможности комплекса этим не ограничиваются. Существует возможность прямых измерений координат и показаний часов любого потребителя на территории РФ и за ее пределами. Для этого предлагается использование мобильных (перебазированных) радиоинтерферометрических комплексов с длинной базой (МРСДБ). Зарубежный опыт выполнения таких измерений показывает, что они могут выполняться с точностью порядка 1 см по координатам и 0.1 нс по времени за сутки.

Лидирующей страной по разработке МРСДБ является Япония. Еще в 2009 году был запущен проект компактной РСДБ системы «MARBLE». [1, 2]

В рамках данного проекта была разработана компактная МРСДБ система с диаметром антенны 1,6 м и проведены эксперименты на базовой линии Касима-Цукуба (около 54 км) с помощью двух компактных радиотелескопов. В 2015 году были получены усредненные длины базовой линии с погрешностью $54184873,0 \pm 2.3$ мм.

В Российской Федерации исследования по данному направлению также активно проводятся. Так, в институте прикладной астрономии РАН разрабатываются компактные РСДБ антенны диаметром 1,5 м и 2,4 м. [3]

На основании экспериментов можно сделать вывод, что применение МРСДБ позволит успешно решать следующие актуальные задачи:

- создание национальной высокоточной геодезической сети и её привязка к глобальной геоцентрической системе координат ITRF;
- повышение точности геодезической привязки специальных комплексов вооружения Минобороны к национальной геодезической сети;
- повышение точности геодезической привязки ориентиров морских и континентальных ТВД к глобальной геодезической сети;
- повышение точности и оперативности определения параметров ориентации Земли (ПОЗ);

- повышение точности решения навигационных и баллистических задач;
- синхронизация атомных стандартов времени и частоты систем единого времени Минобороны и другие задачи.

Подход, предлагаемый авторами, ориентирован на нетрадиционное использование средств длиннотелескопической радиоинтерферометрии в целях прецизионного позиционирования удаленного радиотелескопа. При этом естественный характер фиксируемого излучения повышает устойчивость навигационных определений в классической задаче, а также предоставляет альтернативный вариант позиционирования потребителя. При суточном наблюдении по 1 квазару точность позиционирования достигается порядка 1–2 см.

Также возможны навигационные определения в режиме комплексирования независимых источников навигационной информации (малогабаритных радиоинтерферометрических комплексов с длинной базой и глобальной навигационной спутниковой системы).

Основные мероприятия предлагаемой автором методики заключаются в следующем:

1. В районе расположения антенны радиотехнического средства НКУ фиксируются места для привязки реперных точек, исходя из компромисса между технологическим удобством их размещения и достижением при этом геометрического фактора (при использовании выбранной процедуры планирования эксперимента), значение которого должно удовлетворять потребностям потребителя. Как показали исследования, близкий к единице геометрический фактор формируется при нахождении фазового центра антенны измерительного средства РФД системы ГЛОНАСС в центре равностороннего треугольника со стороной порядка сотен метров.

2. Для каждой из выбранных позиций подбираются точки установки мобильного радиотелескопа (МРТ)

радиоинтерферометрического комплекса с учетом требований, приведенных в п.1.

3. Определяем прецизионные координаты МРТ.

4. Устанавливается в центр треугольника, вершинами которого являются фазовые центры (ФЦ) МРТ, тахеометр.

5. С помощью тахеометра определяется расстояние от ФЦ антенн МРТ до реперных точек.

6. Определяем координаты реперных точек, образующих равносторонний треугольник, центром которого является ФЦ антенны радиотехнического средства НКУ системы ГЛОНАСС и уточняется шкала времени местного генератора.

7. При помощи тахеометра определяются расстояния от реперных точек до фазового центра антенны радиотехнического средства НКУ ГНСС ГЛОНАСС.

8. По аналогии с пп. 5, 6 определяются координаты ФЦ антенны радиотехнического средства НКУ системы ГЛОНАСС.

На основании полученных координат и поправок к шкале времени местного генератора появляется возможность калибровки радиотехнического средства НКУ системы ГЛОНАСС.

Список литературы

- [1] Ichikawa Ryuichi, Ishii Atsutoshi, Takiguchi Hiroshi and etc. Development of the Compact VLBI System for Calibrating GNSS and EDM Devices // Journal of the National Institute of Information and Communications Technology Vol.57 Nos.3/4 2010 p.241-256
- [2] National Institute of Information and Communications Technology. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.nict.go.jp/en/index.html> (дата обращения: 01.05.2017). 16. промежуточный отчет о НИР «Раунд-1516-ВКА» «Совершенствование научно-методического аппарата.....» ин.№ 347449 ВКА им. А.Ф.Можайского 2017 г. 157с., ил.
- [3] Иванов Д.В., Ипатов А.В., Гаязов И.С. и др. Оценка возможности использования малогабаритных РСДБ систем для решения задач КВНО // КВНО-2017, 17–21 апреля 2017, г.Санкт-Петербург. С.131-132