

РАДИОСТРУКТУРА ИСТОЧНИКА 1803+784

А.А.Чуприков

Астрокосмический Центр Физического Института им. П.Н. Лебедева
Российской Академии Наук

Москва, Россия
achupr@asc.rssi.ru

ABSTRACT. Results of processing of data of ground-space VLBI experiment titled V053 are presented. These observations were made in 1997 October with 10 antennas of American interferometer VLBA and with Japan space telescope VSOP (VLBI Space Orbit Program). Data were transferred from the NRAO archive and processed with the software “Astro Space Locator” (ASL for Windows). The main result is radio image of the known quasar 1803+784. Properties of the ground-space VLBI data processing are discussed.

Рассматриваются вопросы обработки данных наблюдения на радиointерферометре, включающем антенну, установленную на искусственном спутнике Земли. Это стало актуально в связи с успешным запуском 18 июля 2011 года космического аппарата “Спектр-Р” с десятиметровой антенной проекта “РАДИОАСТРОН” на борту (<http://www.asc.rssi.ru/radioastron/index.html>). Аналогичный спутник был выведен на орбиту в Японии в 1996 году (<http://www.vsop.isas.jp/NewOrbit.html>) и успешно работал вплоть до 2003 года в рамках проекта VSOP (VLBI Space Orbit Program) (см. [3], [4]). В таблице 1 для сравнения приведены параметры орбит двух этих спутников.

На данный момент орбиту спутника “Спектр-Р” нельзя считать установившейся, и в таблице 1 приведено приближенное значение ее эксцентриситета, а значения долготы восходящего узла и долготы перигея отсутствуют. Видно, что максимальная длина базы в проекте “РАДИОАСТРОН” в десять с лишним раз превосходит таковую в проекте VSOP, а за счет большого эксцентриситета орбиты спутника “Спектр-Р” и ее эволюции во времени можно получить лучшее покрытие (u, v)-плоскости. Значит, требования к технологии обработки РСДБ-данных проекта “РАДИОАСТРОН” представляются более серьезными, чем в проекте VSOP. В настоящей работе демон-

стрируется применение компьютерных технологий программного комплекса “Астрокосмический Локатор” (ASL for Windows) (см. [2]) для обработки данных VSOP из архива Национальной Радиоастрономической Обсерватории США (NRAO). Были обработаны данные сеанса V053, проведенного 17 октября 1997 года. В эксперименте участвовали 10 антенн наземной сети VLBA (Very Long Baseline Array), (<http://www.vlba.nrao.edu/>) а также 8-метровая космическая антенна проекта VSOP. Наблюдался известный квазар 1803+784, который имеет достаточно большое красное смещение ($z = 0.68$, оценка расстояния 3000 Мпк) и отличается компактной радиоструктурой и ее переменностью в различных диапазонах длин волн (см. [1], [3]). Длительность наблюдения составила 4.5 часа, что позволило получить приемлемое покрытие (u, v)-плоскости. В качестве станции слежения была использована 70- метровая антенна DSN (Deep Space Network) под Мадридом. На нее поступали данные со спутника и записывались в двух частотных полосах по 16 МГц (4962 МГц – 4978 МГц и 4978 МГц – 4994 МГц). При этом каждая полоса имеет 256 частотных каналов. Корреляция была проведена на корреляторе NRAO, полученный FITS-файл с наземно-космическими РСДБ-данными позже был помещен в архив этой обсерватории. Автором настоящей работы была проведена вторичная обработка этого массива данных. Обработка состояла из следующих этапов:

1. Амплитудная калибровка функции видности по файлу, содержащему значения системной температуры и эффективной площади каждой антенны. Антенна на спутнике имеет эффективную площадь 17 квадратных метров, что соответствует чувствительности 0.0062 [K/Jy], а системная температура равна 92 – 102 К для нижней полосы и 102 – 106 К для верхней (<http://www.vsop.isas.ac.jp/obs/HALCAcal.html>)

2. Редактирование полученного массива функции видности

Таблица 1. Параметры орбиты спутника в проектах VSOP и "РАДИОАСТРОН"

Параметр	VSOP	"РАДИОАСТРОН"
Большая полуось [км]	17342.353	189000
Период	6.3 часа	7 - 10 дней
Эксцентриситет	0.603	> 0.8
Наклонение [град.]	31.45	51.6
Долгота восходящего узла	185.1264	?
Долгота перигея	238.6360	?

3. Самокалибровка данных. Был выбран оптимальный интервал времени, на котором искомые параметры (остаточная задержка, остаточная частота интерференции и начальная фаза) можно считать постоянными. Было установлено, что он равен 1 минуте 14 секундам. При этом отношение сигнала к шуму после осреднения по частоте и времени становится максимальным

4. Осреднение всего массива данных по частоте и времени и вторичное редактирование функции видности

5. Фазовая и амплитудная самокалибровка на интервале времени в 5 минут

На рисунке 1 показана амплитуда и фаза видности перед редактированием данных.

Ключевым этапом обработки является операция самокалибровки, после выполнения которой массив данных может быть когерентно осреднен по частоте и времени. На рисунке 2 показана амплитуда и фаза видности после такого осреднения.

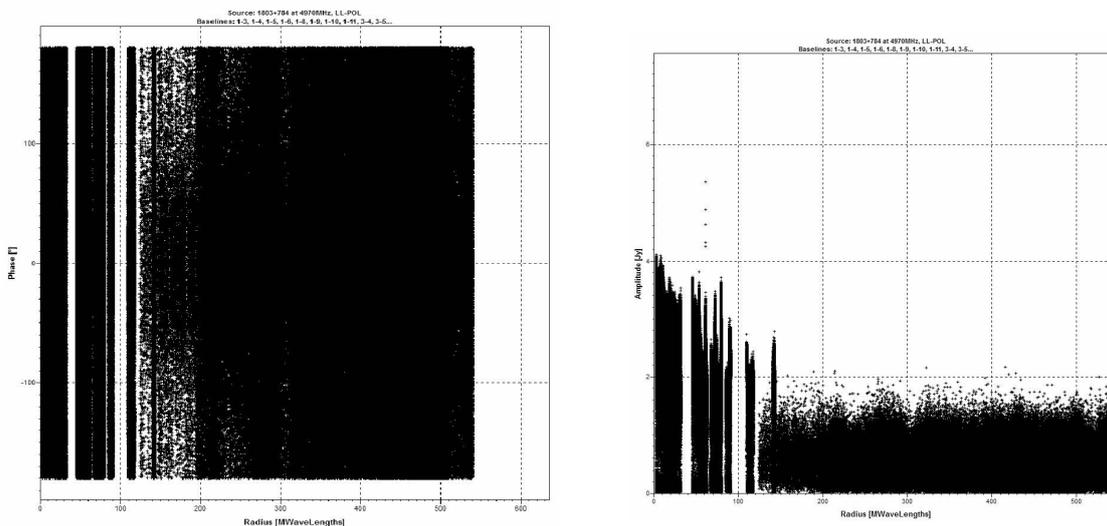


Рисунок 1. Фаза (слева) и амплитуда видности (справа) после выполнения предварительной калибровки

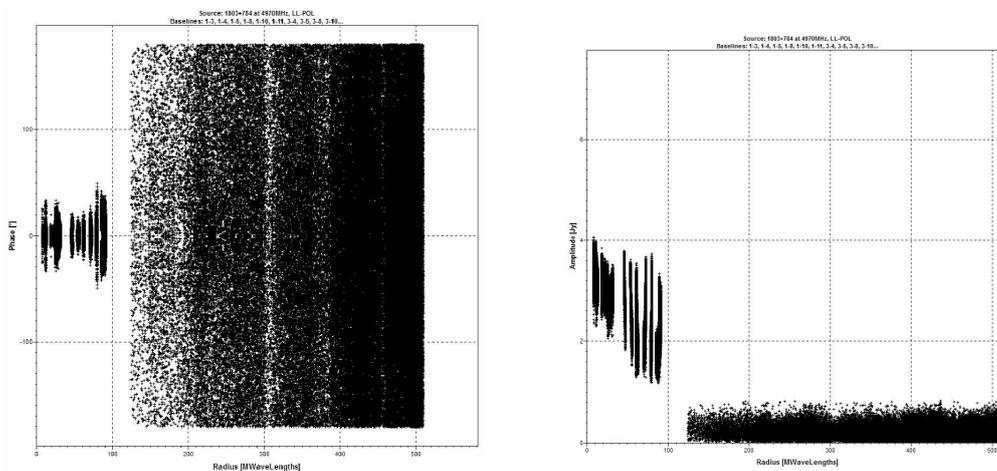


Рисунок 2. Амплитуда (слева) и фаза видности (справа) после выполнения окончательной калибровки

Таблица 2. Список компонент источника 1803+784

Номер компоненты	Прямое восхождение [миллисекунды дуги]	Склонение [миллисекунды дуги]	Поток [Ян.]
1	0	0	3.49
2	-1.50	-0.70	0.22
3	-1.42	-1.38	0.08

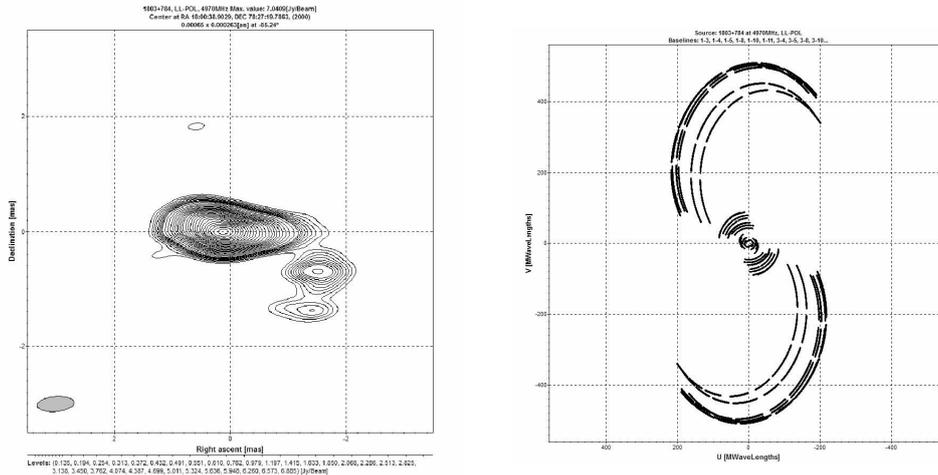


Рисунок 3. Изображение 1803+784 (слева) и соответствующее покрытие (u, v)-плоскости (справа). Использованы все базы

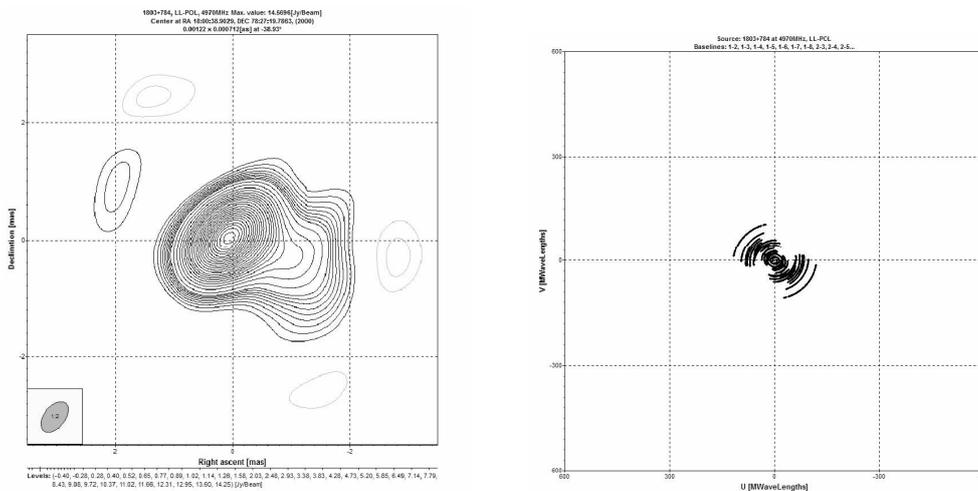


Рисунок 4.

На рисунке 3 показано восстановленное изображение 1803+784 и покрытие (u, v)-плоскости. Изображение состоит из трех компонент, потоки и относительные координаты которых приведены в таблице 2.

Для сравнения на рисунке 4 показано восстановленное изображение данного объекта и (u, v)-плоскость для того случая, когда рассматриваются только наземные базы.

Таким образом, обработка архивных данных наземно-космической интерферометрии продемонстрировала, что необходимо тщательно определить интервал времени, на котором остаточная задержка, остаточная частота интерференции и начальная фаза считаются постоянными и выполнить когерентное осреднение

функции видности. Кроме того, необходимо тщательное редактирование данных с удалением бракованных отсчетов.

В данном сеансе наблюдений использование наземно-космических баз позволило улучшить разрешение более чем в 5 раз

Ядро объекта 1803+784 остается неразрешенным даже при использовании спутниковой антенны проекта VSOP. Это означает, что данный источник представляет интерес для программы “РАДИОАСТРОН”.

Литература

1. S.Britzen, A.Witzel, T.P.Krichbaum, T.W.B.Muxlow: 1999, *NewAR*, 43, p. 751—755
2. A.Chuprikov: 2002, Proc. of the 6th European VLBI Network Symposium, Bonn, Germany, June 25th-28th, 2002, Max-Planck-Institut fuer Radioastronomie, p. 27—30
3. D.C.Gabuzda: 2000, Proc. of the VSOP Symposium, 19-21 January 2000, Institute of Space and Astronautical Science, Kanagawa, Japan, p. 121—128
4. H.Hirabayashi: 2000, Proc. of the VSOP Symposium, 19-21 January 2000, Institute of Space and Astronautical Science, Kanagawa, Japan, p. 3—8