

Опыт эксплуатации новой лазерной станции в Иркутске

В. А. ЕМЕЛЬЯНОВ¹, Г. И. МОДЕСТОВА¹, В. В. КАПЛЕНКО¹, И. Ю. ИГНАТЕНКО²

¹ Восточно-Сибирский филиал Всероссийского научно-технического института физико-технических и радиотехнических измерений, Иркутск, Россия, e-mail: mod@niiftri.irk.ru

² Всероссийский научно-технический институт физико-технических и радиотехнических измерений, г. п. Менделеево, Московская обл., Россия

Приведены основные характеристики лазерной станции в Иркутске. Представлены первые результаты наблюдений на малогабаритной модульной квантово-оптической системе «Сажень-ТМ».

Ключевые слова: квантово-оптическая система, параметры вращения Земли, лоцирование спутников.

The main characteristics of a new Irkutsk-based laser station are described. The first results obtained during observation on a small-size modular quantum-optical system called Sazhen-TM are presented.

Key words: quantum-optical system, Earth rotation parameters, satellites observation.

В июле 2013 г. на территории астрогодинамического полигона Восточно-Сибирского филиала ВНИИФТРИ (г. Иркутск) была введена в эксплуатацию малогабаритная модульная квантово-оптическая система (ММОС) «Сажень-ТМ» (разработка Научно-производственной корпорации «Системы прецизионного приборостроения»). Систему используют для определения параметров вращения Земли, и в дальнейшем она станет средством измерений относительных координат опорного базисного пункта [1, 2].

Опорно-поворотное устройство «Сажень-ТМ» смонтировано на специальном высокостабильном пилоне и находится под защитой укрытия; пульт управления устройством расположен в аппаратной на расстоянии 25 м от пилона. На общем с лазерным спутниковым дальномером фундаменте установлен бетонный пилон для размещения антенны 216-канального GPS/ГЛОНАСС-приемника Sigma фирмы Javad GNSS, работающего в непрерывном режиме как беззапросная станция, и отражателя, предназначенного для внешней калибровки дальномера. Фундамент заложен в 1974 г. под фотоэлектрический пассажный инструмент ФПИ-1Ф и около 40 лет с его помощью Службы определения параметров вращения Земли выполняли астрометрические наблюдения. Глубина фундамента ниже промерзания грунта (3,5 м) до коренных пород выбрана в соответствии с правилами грунтовой развязки под астрономические инструменты.

Приёмник Sigma эксплуатируют с января 2012 г., он сохраняет данные измерений с дискретностью 30 с в виде часовых файлов в формате jrs во внутренней памяти с последующим переносом в автоматическом режиме на компьютер сбора и архивирования данных, входящий в состав локальной сети астрополígона [3]. Данные измерений приёмника предполагается использовать для мониторинга стабильности государственного первичного специального эталона длины, в состав аппаратуры обслуживания которого входит приёмник.

С августа 2013 г. по результатам локации спутников LAGEOS в центре обработки лазерных наблюдений (Ин-

формационно-аналитический центр координатно-временного и навигационного обеспечения (ИАЦ КВНО) ЦНИИмаш) определены координаты станции:

$X = -968340,3245$ м; $Y = 3794415,0978$ м; $Z = 5018178,1013$ м.

Особенности исполнения системы при ведении спутников в дневное время не позволяют использовать исключительно данные предварительно вычисленных целеуказаний. Существует рассогласование между этими данными и реальным местоположением точки прицеливания, которое зависит от угла возвышения, азимута и условий наблюдения. Стабильное значение рассогласования на интервалах времени, сравнимых с длительностью лоцирования спутника, позволяет применять изображения звезд для определения корректирующих поправок. Поправки на указанное рассогласование вычисляют в результате наведения системы на опорные звезды ярче звездной величины 4^m , расположенные вблизи траектории прохождения спутника. Это относится к спутникам LAGEOS-1 и LAGEOS-2, пролетающим на высотах 6000—7000 км. Окончательную корректировку выполняет оператор.

Основной объём спутниковых наблюдений приходится на ночное время суток. В это время можно наблюдать, кроме спутников LAGEOS-1 и LAGEOS-2, низколетящие спутники с характерной дистанцией 900—1500 км (AJISAI, JASON, ENVISAT), а также спутники, расположенные на высоких орбитах: космические аппараты серии ГЛОНАСС и ETALON (высоты порядка 19000 км), GALILEO (23000 км). При прозрачности атмосферы, когда на экране ночной камеры видны спутники, имеющие видимую звёздную величину от 8^m до 12^m , возможно визуальное лоцирование наблюдаемых спутников. Если же прозрачность недостаточно высока и изображение спутника неразличимо на фоне ночного неба, применяется метод определения поправок рассогласования с помощью звезд, используемый при дневных наблюдениях.

Статистика наблюдений спутников

Космический аппарат	Количество		Среднее квадратическое отклонение измерений псевдодальностей, см
	наблюдений	измерений	
Ajisai	9	186920	3,8
Envisat	1	13513	12,6
Galileo104	1	822	3,4
Glonoass103	1	917	3,2
Glonoass105	2	683	3,2
Glonoass109	1	396	3,7
Glonoass111	2	1362	3,2
Glonoass117	1	231	3,3
Glonoass118	1	560	3,2
Glonoass120	1	561	3,3
Glonoass126	2	2330	3,2
Glonoass127	3	12102	3,0
Glonoass128	5	10746	3,3
Glonoass129	4	8883	3,3
Glonoass130	3	8681	3,6
Glonoass131	6	13546	3,3
Hy2a	1	2045	3,1
Jason2	7	44140	2,5
Lageos1	87	384409	3,2
Lageos2	14	30984	3,2
Lares	1	1394	2,3
Larets	2	1048	2,5
Starlette	4	23737	2,5
Итого	159	750010	3,2

Наиболее стабильно наблюдаются космические аппараты, проходящие на углах возвышения 40—75°, на более низких углах сказывается сильное поглощение сигнала при прохождении в большей толщине атмосферного слоя. В близлежащих областях неба возможна потеря спутника из-за быстрого изменения поправок рассогласования. На качестве наблюдений также сказывается прозрачность атмосферы и влажность, увеличение которой вызывает запотевание или обмерзание оптической части установки. Работы на установке проводят в соответствии с руководством по эксплуатации и инструкциями к комплексу программ, разработанными Научно-производственной корпорацией «Системы прецизионного приборостроения».

С момента запуска установки в эксплуатацию были выполнены две серии наблюдений: август—октябрь 2013 г. и апрель 2014 г. В таблице приведена статистика наблюдений спутников за это время. Файлы наблюдений в оперативном режиме попадают на FTP-серверы ВНИИФТРИ и ИАЦ КВНО ЦНИИмаш. По результатам обработки наблюдений в ИАЦ на рис. 1 показаны погрешности (среднее квадратическое отклонение — СКО) усреднённых измерений псевдодальностей по наблюдениям космических аппаратов LAGEOS

(после уточнения координат станции в октябре 2013 г.); на рис. 2 — количество спутников, по которым выполнены измерения.

По оценке ИАЦ наблюдения спутников с применением ММОС «Сажень-ТМ» выполнены в соответствии с заявленными точностными характеристиками.

Литература

1. Кауфман М. Б., Цыба Е. Н. Вычисление параметров вращения Земли в ГМЦ ГСВЧ по данным спутниковой лазерной дальнометрии // Метрология времени и пространства: Материалы симпозиума. Менделеево, 2012. С. 407.

2. Игнатенко И. Ю., Жестков А. Г. Метрологическое обеспечение лазерно-локационных измерений // Метрология времени и пространства: Материалы симпозиума. Менделеево, 2012. С. 402—403.

3. Модестова Г. И., Мясникова Е. Н., Расчетин С. И., Емельянов В. А., Гладкевич Е. П., Бобрик И. Н., Капленко В. В. Метрологические характеристики опорного базисного пункта ГПСЭД в Иркутске // Труды ИПА РАН. 2013. Вып. 27. С. 496—498.

Дата принятия 09.06.2015 г.

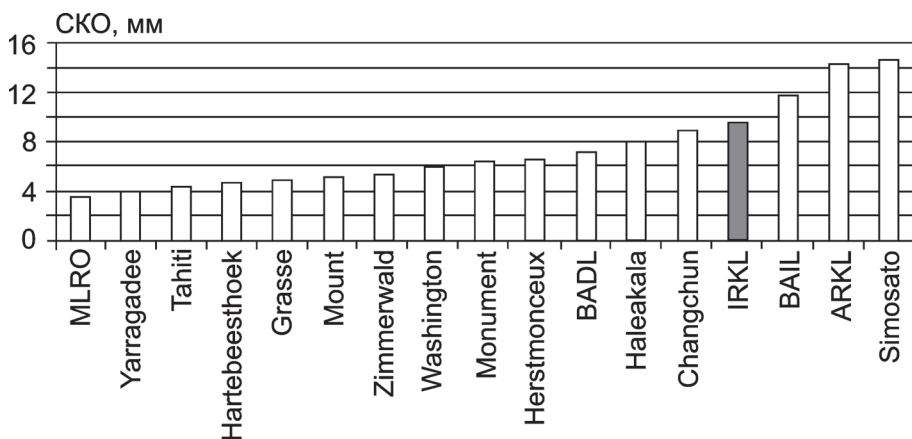


Рис. 1. Погрешности усредненных измерений псевдодальностей (СКО) по наблюдениям космических аппаратов LAGEOS за периоды 11.11.2013—05.12.2013 и 11.04.2014—28.04.2014 для станций IRKL (Иркутск) и других станций ILRS

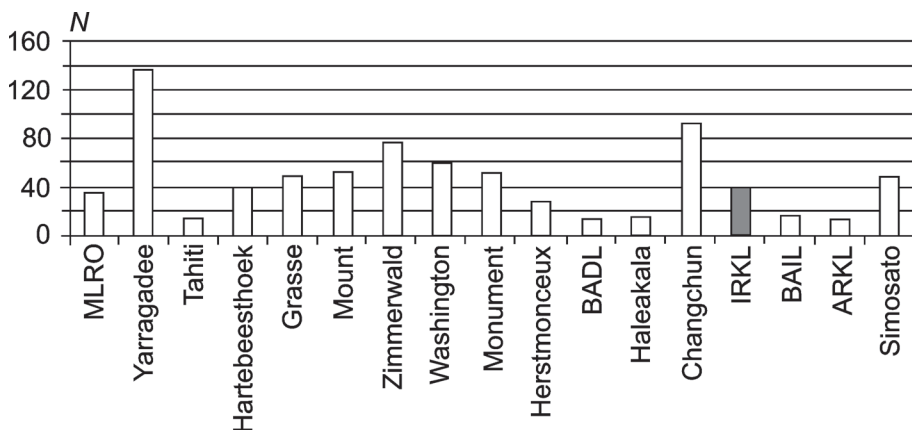


Рис. 2. Количество наблюдений N космического аппарата LAGEOS на станции IRKL (Иркутск) и других станциях ILRS