

УДК 520.8

**РЕЗУЛЬТАТЫ НАБЛЮДЕНИЙ КА «СПЕКТР-Р»
В АСТРОФИЗИЧЕСКОЙ ОПТИЧЕСКОЙ ОБСЕРВАТОРИИ
КУБАНСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА**

*Иванов А. Л.¹, Иванов В. А.², Лысенко В. Е.³, Степаньянц В. А.⁴,
Захваткин М. В.⁵*

RESULTS OF OBSERVATIONS OF THE SPACECRAFT SPEKTR-R IN ASTROPHYSICAL OPTICAL
OBSERVATORY OF KUBAN STATE UNIVERSITY

Ivanov A. L., Ivanov V. A., Lysenko V. E., Stepanyants V. A., Zahvatkin M. V.

The article discusses optical-electronic positional observations of the spacecraft SPEKTR-R in the period 2012–2013 years in the Astrophysical optical Observatory of Kuban state University.

Keywords: positional observation of the spacecraft, SPEKTR-R, astrophysical complex.

В январе 2012 г. Астрофизическая оптическая обсерватория Кубанского государственного университета (КубГУ) включилась в работу по наблюдению космического аппарата (КА) «СПЕКТР-Р». Для наблюдений использовался оптико-электронный астрофизический комплекс в составе телескопа Астросиб диаметром 510 мм системы Ричи-Кретьена на экваториальной монтировке PARAMOUNT-ME с ПЗС-камерой CCD-FLI 8300, а с августа 2012 г. она была заменена приемником с более высокой квантовой чувствительностью CCD-FLI 1001E, любезно переданным сетью ИСОН. Для синхронизации времени применялся модуль сигналов точного времени TSP-901. Модуль предназначен для поддержания точного астрономического времени на персональных компьютерах, серверах АСУ ТП. Модуль содержит восьми-канальный приемник, принимающий информацию об абсолютном мировом времени со спутников системы GPS. Точность сигнала PPS — 100 нс, а точность синхронизации часов для ОС Windows — 0,010 с.

Инициативные наблюдения осуществлялись по целеуказаниям, которые один раз в неделю передавались из Баллистического центра Института прикладной математики им. В. М. Келдыша РАН в виде таблицы (табл. 1).

Обработка наблюдений выполнялась в астрометрической программе IZMCCD с опорным каталогом UCAC3 [1].

Были опробованы два метода наблюдений КА: с отключением привода телескопа в момент съемки и метод ведения телескопа со звездной скоростью (рис. 1). В последнем варианте экспозиция подбиралась исходя из угловой скорости объекта наблюдений. Этот вариант был выбран в качестве основного и применялся на протяжении всего периода наблюдений [2].

Результаты наблюдений выполненных в астрофизической оптической обсерватории КубГУ опубликованы в ряде электронных циркуляров Центра Малых Планет [3, 4].

КА «СПЕКТР-Р» стартовал с очень низким перигеумом, до середины 2013 г. высота

¹Иванов Александр Леонидович, заведующий Астрофизической оптической обсерваторией Кубанского государственного университета; e-mail: ial63@yandex.ru.

²Иванов Виктор Александрович, магистрант кафедры оптоэлектроники Кубанского государственного университета; e-mail: ial63@yandex.ru.

³Лысенко Вадим Евгеньевич, преподаватель кафедры оптоэлектроники Кубанского государственного университета; e-mail: lysenko-work-4@yandex.ru.

⁴Степаньянц Виктор Аркадьевич, ведущий научный сотрудник Института прикладной математики им. М. В. Келдыша РАН; e-mail: vic-stepan@rambler.ru.

⁵Захваткин Михаил Витальевич, младший научный сотрудник Института прикладной математики им. М. В. Келдыша РАН; e-mail: akhvatkin@kiam1.rssi.ru.

Таблица 1. Пример целеуказаний для наблюдений КА «СПЕКТР-Р»

Date	Time, UTC	Res	RA 2000			DEC				Mag
13-10-16	15:31	120,3	22	00	08,89	+	21	02	39,9	+06,7
13-10-16	15:32	117,0	22	07	19,61	+	22	20	56,9	+06,7
13-10-16	15:33	113,8	22	14	28,37	+	23	35	45,1	+06,7
13-10-16	15:34	110,8	22	21	34,78	+	24	47	03,5	+06,7



Рис. 1. Методы наблюдения КА «СПЕКТР-Р». Слева — привод выключен. Справа — ведение телескопа со звездной скоростью

перигея росла и достигла почти 70 тыс. км. Перигея действием Луны и Солнца понижался. В феврале–марте 2012 г. был проведен маневр, вследствие которого КА прошел на расстоянии 1 тыс. км от Земли. Сильным световым давлением и периодически включающимися двигателями стабилизации обусловлено довольно сложное его движение. Так как КА «СПЕКТР-Р» не пассивный и обладает сложным движением, баллистикам ИПМ пришлось построить его модель. Астрометрические наблюдения, выполненные в оптическом диапазоне, явились важным средством проверки построенной модели.

В табл. 2 приведены данные участников наблюдений КА «СПЕКТР-Р» с указанием проводок, количества полученных измерений и общей дуги, охваченной наблюдением на пункте, из которой видно, что в КубГУ получен большой объем позиционных данных, использованных для точного определения параметров орбиты КА «СПЕКТР-Р».

На рис. 2 приведены данные рассогласований в наблюдениях за первую половину 2013 г.

Среднеквадратичные ошибки наблюдений выполненных в период с марта 2012 г. по октябрь 2013 г. в обсерватории КубГУ по расчетам отдела баллистики ИПМ им. В. М. Келдыша РАН составили:

- по RA $\sim 0,536$ arcsec;
- по Dec $\sim 0,523$ arcsec.

Таким образом, оптико-электронный астрофизический комплекс КубГУ является эффективным средством наблюдения высокоорбитальных космических аппаратов.

Литература

1. *Izmailov I. S., Khovricheva M. L., Khovrichev M. Yu., et al.* Astrometric CCD observations of visual double stars at the Pulkovo Observatory // *Astronomy Letters*. 2010. Vol. 36. Iss. 5. P. 349–354.
2. *Иванов А. Л., Левченко А. С., Яковенко Н. А., Лысенко В. Е., Коваль И. А.* Наблюдения космических объектов на оптико-электронном роботизированном астрофизическом комплексе // *Вестник СибГАУ*. Вып. 6 (39). 2011. С. 134–136.
3. *Ivanov A., Ivanov V., Lysenko V.* Astrometry submissions // *DASO Circ.*, 2012. № 465.
4. *Ivanov A., Ivanov V., Lysenko V.* Astrometry submissions // *DASO Circ.*, 2012. № 466.

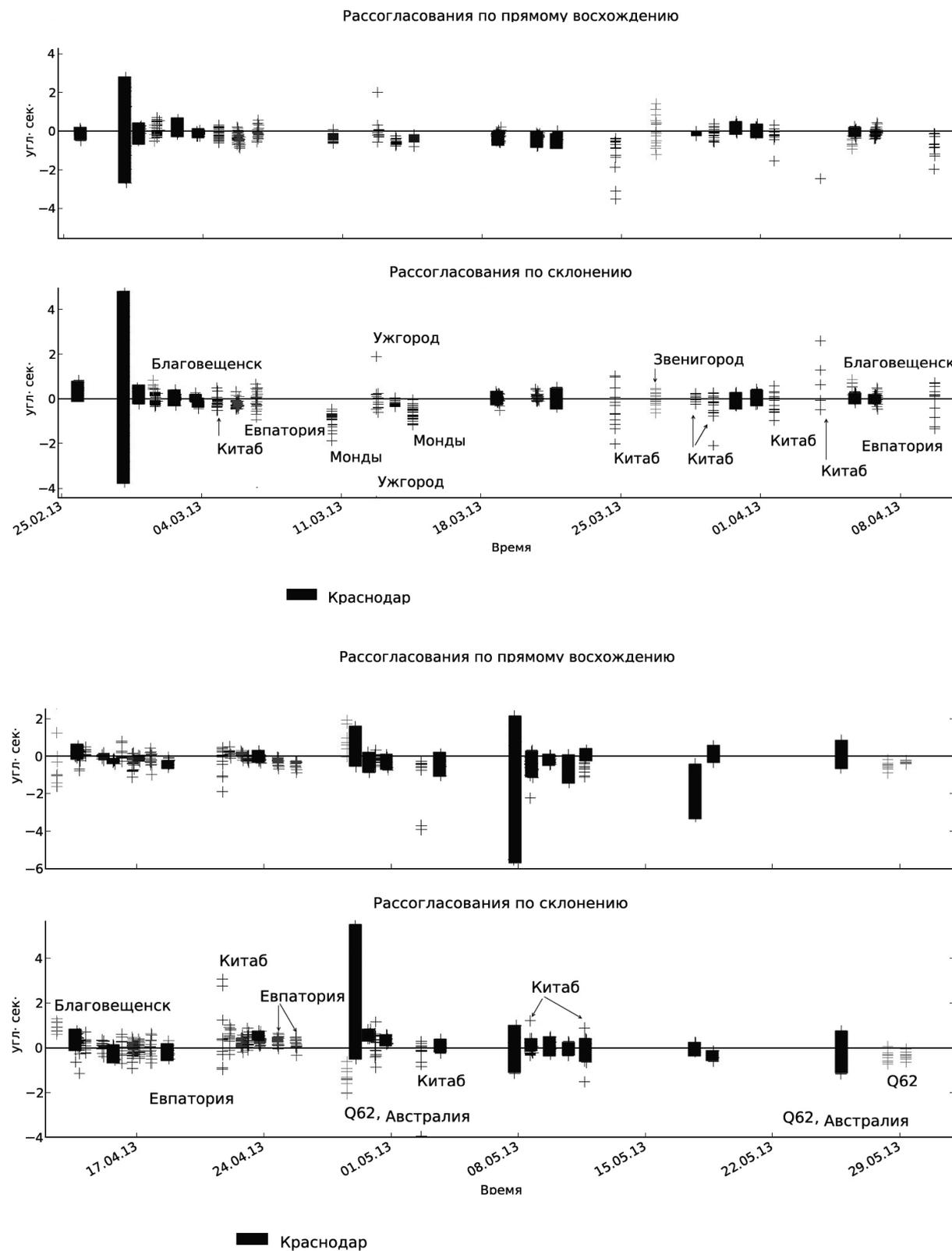


Рис. 2. Рассогласования за первую половину 2013 г.

Таблица 2. Общая таблица участников наблюдений КА «СПЕКТР-Р» с указанием проводок, количества полученных измерений и общей дуги, охваченной наблюдением на пункте

Station	Tracks	Measures	Length
Китаб	147	1964	2 days, 6:29:14
Монды (АЗТ-33)	10	294	7:08:07.650001
Н06, Мейхилл	53	1450	3 days, 3:50:29.184000
КрАО ЗТШ	2	225	0:44:11.510000
Монды	17	568	6:04:44.480000
Краснодар	138	7163	12 days, 21:25:46.560000
КрАО	1	78	2:20:01.370000
Кисловодск, 25см	1	26	2:19:42
Кисловодск, 40см	2	32	1:05:43
Мильково	3	104	9:39:07
Ужгород	34	839	1 day, 14:50:31.500000
Q62, Австралия	12	144	6:59:53.376000
Благовещенск	64	704	1 day, 9:00:36
Звенигород	1	14	0:05:22.500000
Евпатория	37	1752	4 days, 4:18:59

Ключевые слова: позиционные наблюдения космического аппарата, СПЕКТР-Р, астрофизический комплекс.

Статья поступила 28 ноября 2013 г.

Кубанский государственный университет, г. Краснодар

Институт прикладной математики им. М. В. Келдыша РАН, г. Москва

© Иванов А. Л., Иванов В. А., Лысенко В. Е., Степаньянц В. А., Захваткин М. В., 2013