

**B. I. Demchenko, A. A. Komarov, M.A. Krugov,
I.V. Reva, A.V. Serebryansky, L. A. Usoltseva**

Fesenkov Astrophysical Institute, Almaty, Kazakhstan
E-mail: demchenko@aphi.kz, komarov@aphi.kz, mkrugov@aphi.kz,
reva@aphi.kz, alex@aphi.kz, usoltseva@aphi.kz

RESULTS OF OBSERVATIONS OF GEOSTATIONARY SATELLITES AT TIEN SHAN AND ASSY- TURGEN ASTRONOMICAL OBSERVATORY IN 2016

Abstract. A brief description of the equipment, methods of obtaining and processing of geostationary satellites observations used in two observatories of Fesenkov Astrophysical Institute is given. In 2016 we held the support of Kazakhstan communication satellites KazSat-2 and KazSat-3, as well as objects potentially dangerous for them and the GSS, information about which is outdated in our catalogue. The results of the work are provided.

Key words: Geostationary satellite, methods of observations, CCD camera.

УДК 520.88 +523.4 4 + 629.78

**Б.И. Демченко, А. А. Комаров, М. А. Кругов,
И. В. Рева, А. В. Серебрянский, Л. А. Усольцева**

Астрофизический институт им. В.Г. Фесенкова, Алматы, Казахстан

РЕЗУЛЬТАТЫ НАБЛЮДЕНИЙ ГЕОСТАЦИОНАРНЫХ СПУТНИКОВ В ТЯНЬ-ШАНСКОЙ И АССЫ-ТУРГЕНЬСКОЙ ОБСЕРВАТОРИЯХ В 2016 г.

Аннотация. Дано краткое описание используемой аппаратуры и методик получения и обработки наблюдений геостационарных спутников на двух обсерваториях Астрофизического института. В 2016г. Проводилось сопровождение казахстанских спутников связи Казсат-2 и Казсат-3, объектов, потенциально опасных для них, и тех ГСС, информация о которых в нашем каталоге устарела. Приведены результаты работ.

Ключевые слова: геостационарный спутник, методика наблюдений, ПЗС-матрица.

Проведенные исследования являются продолжением наших работ, связанных с сопровождением активных и пассивных геостационарных спутников (ГСС), созданием программных комплексов для разной комплектации автоматизированных систем по приему и обработке координатной и фотометрической информации. В настоящее время оптические наблюдения ГСС проводятся в Тянь-Шаньской и Ассы-Тургенской обсерваториях Астрофизического института им. В.Г. Фесенкова.

1. Результаты наблюдений ГСС в Тянь-Шаньской астрономической обсерватории (ТШАО)

С 2012 г. наблюдения ГСС проводятся на телескопе «Цейсс-1000» с ПЗС-камерой Apogee Alta U9000D9, [1]. Основные параметры системы: диаметр главного зеркала телескопа $D = 1000$ мм, относительное фокусное расстояние $F = 6580$ мм, поле зрения $19'.5 \times 19'.5$, масштаб $0''.38/\text{пиксель}$. Набор светофильтров реализует систему, близкую к стандартной фотометрической системе BVR, [2]. При проведении наблюдений ГСС используется режим с выключенным часовым механизмом

телескопа (определение координат и оценка звездных величин) и с включенным часовым ведением (оценка периодов изменения яркости).

Подробные сведения о пункте наблюдений (ПН) в ТШАО (геодезические и геоцентрические координаты, диаграмма закрытости горизонта, условия наблюдений геостационарных спутников и др.) приведены в нашей работе [3]. Там же показано, что в любой момент времени общее количество каталогизированных ГСС, попадающих в зону обзора ПН, превышает 600. Качественные наблюдения всех этих объектов с одного пункта нереальны, поэтому программа работ 2016 г. предусматривала сопровождение отечественных спутников KazSat-2, KazSat-3 и тех ГСС, которые с большой вероятностью способны приближаться к ним на опасное расстояние. В этот список из текущего каталога были включены 9 отождествленных неуправляемых либрационных спутников класса L1, и два объекта, которые в настоящее время неопознаны, но информация о них есть в нашем каталоге. Все эти ГСС представляют собой космический мусор, имеют малый дрейф по долготе, небольшие наклоны, эксцентриситеты и движутся практически по орбите корректируемых аппаратов, что повышает вероятность опасных сближений. При планировании наблюдений учитывались условия видимости и необходимость регулярного обновления текущего каталога ГСС.

Получаемая информация включает в себя экваториальные координаты, текущие параметры орбит, средние звездные величины и периоды изменения блеска сопровождаемых объектов.

Предварительная обработка CCD-изображений проводилась программами специализированного пакета для анализа астрономических данных IRAF (Image Reduction and Analysis Facility). Координатная информация получена с применением методики, разработанной в нашем институте [4], и специализированного пакета «Апекс-2» [5], (http://lfnv.astronomer.ru/instr/apex_2_2/). Для определения параметров связи между наблюдаемыми прямоугольными координатами в CCD-кадре (x, y) и угловыми экваториальными координатами на небе (α, δ) использовался устойчивый вариант 6-параметрического метода Тернера [6]. В качестве звездного каталога – созданный у нас компактный вариант каталога ГУСНО-2 объемом 25 мбайт. Средняя квадратическая ошибка определения экваториальных координат не превышает 2" по прямому восхождению и 1" – по склонению.

При вычислении параметров орбит применялся устойчивый алгоритм, ориентированный на наблюдения именно геостационарных спутников, его основы изложены в работе [7].

В течение 2016 г. проведены три цикла наблюдений, выполнена обработка и анализ полученных сведений. Параметры орбит сопровождаемых ГСС, их звездные величины и периоды изменения блеска приведены в Таблицах 1-3 для каждого из сеансов. Используемые обозначения: e, i – эксцентриситет и наклон плоскости орбиты к плоскости экватора; Корр. – корректируемый (управляемый) ГСС; Дрейф. – дрейфующий ГСС; $P_{\text{либр}}$, $A_{\text{либр}}$ – период и амплитуда либрации (только для либрационных ГСС); ДВУ – долгота восходящего узла; АРГП – аргумент перигея; m – звездная величина; P_m – основной период изменения блеска. Объекты с условными номерами NORAD более 60000 неотожествлены, но их орбитальная информация есть в нашем Каталоге.

Таблица 1 - Результаты анализа сеанса наблюдений в феврале 2016 г.

номер NORA D	Название	e	i	$P_{\text{либр}}$ (сутки)	$A_{\text{либр}}$ (град)	Полуось (км)	ДВУ (град.)	АРГП (град.)	m	P_m (сек)
20836	Blok DM	0,00200	10°00'	913,9	45,4	42155,97	312,88	165,0	13,7	17,0
8357	Kosmos-775	0,00101	10°55'	868,7	39,5	42171,59	316,06	0,9	12,8	1,5
11648	Gorizont	0,00128	13°36'	830,3	33,3	42146,26	330,02	139,7	13	12
37749	Kazsat-2	0,00013	0°08'	Корр.	---	42162,80	214,76	249,2	11,9	---
28139	Blok DM-2M	0,00175	9°59'	796,5	26,2	42147,96	42,57	198,3	13,0	11,0
12309	Comstar D-4	0,00040	14°31'	746,6	6,2	42166,51	346,50	274,1	11,1	23,9
9416	Raduga	0,00289	11°53'	752,7	10,9	42163,66	319,80	280,65	13,5	13,0
10365	Ekran	0,00375	12°30'	799,8	27,0	42178,11	322,64	266,8	12,2	31,0
39728	Kazsat-3	0,00004	0°02'	Корр.	---	42164,11	81,41	233,6	10,2	---
65245	Неизвестный	0,00039	4°54'	Дрейф.	---	42404,72	329,06	154,2	8,7	---

Цель февральского сеанса – обновление текущего каталога ГСС и определение основного периода изменения блеска некоторых спутников. При проведении наблюдений был обнаружен объект (условный номер 65245). Расчеты показали, что скорость его дрейфа – 3.1 °/сутки на запад (класс D1), положение плоскости орбиты нетипичное. Он имеет большую яркость $M=8^m.7$ (следовательно, большую энергетику). По совокупности характеристик, исходя из предшествующего опыта наблюдений, можно предположить, что это разведывательный спутник США, находящийся на переходной орбите и в ближайшее время должен быть остановлен на некоторой долготе.

В следующем, июньском, сеансе 65245 – корректируемый объект класса C1 с точкой стояния $\lambda = 75^\circ$. Расчеты показывают, что он был остановлен 26-27 февраля 2016г. Еще один сопровождаемый ГСС (условный номер 65210) имел постоянную яркость, $m \approx 12^m$. Но в самом конце наблюдений были зарегистрированы резкие вспышки с периодом более 40 сек. Скорее всего, это эффект зеркального отражения от панелей солнечных батарей при вращении спутника.

Таблица 2 - Результаты обработки наблюдений, проведенных в июне 2016 г.

номер NORAD	Название	<i>e</i>	<i>i</i>	$R_{\text{либр}}$	$A_{\text{либ}}$	Полуось	ДВУ	АРП	<i>m</i>
37749	Kazsat-2	0,00006	0°02'	Корр.	---	42164,75	271,90	73,1	11,7
65210	Неизвестный	0,00025	3°18'	1234,1	68,5	42154,50	75,51	116,7	12,3
27554	Eutelsat-W5	0,00094	0°36'	1033,0	56,7	42145,45	88,30	230,7	12,8
28094	Yamal-201	0,00019	1°31'	767,7	17,8	42164,67	80,76	214,6	12,7
65245	Неизвестный	0,00544	4°47'	Корр.	---	42164,68	329,35	3,5	9,0
39728	Kazsat-3	0,00001	0°02'	Корр.	---	42165,37	36,25	285,1	11,7
26638	Astra-2D	0,00022	2°56'	768,0	17,9	42165,54	71,30	24,9	13,8
24957	NSS-5	0,00036	3°07'	790,2	24,6	42164,99	70,80	4,3	11,3
33463	Feng Yun 2E	0,00029	1°30'	757,6	13,6	42165,32	61,78	187,7	12,9

В конце июля 2016 г. проведены наблюдения 20 ГСС и получено более 300 ПЗС-изображений в режиме выключенного часового ведения телескопа. Цель наблюдений – обновление орбитальных параметров по некоторым приоритетным объектам, а также по тем ГСС, информация для которых в текущем каталоге устарела. Из 20-ти наблюдавшихся объектов 13.– космический мусор.

Таблица 3 - Результаты анализа сеанса наблюдений в июле 2016 г.

Номер NORAD	Название	<i>e</i>	<i>i</i>	$R_{\text{либр}}$	$A_{\text{либр}}$	Полуось	ДВУ	АРП	<i>m</i>
24957	NSS 5	0.00038	3°13'	790.2	24.6	42163.36	71.00	58.1	11.3
25404	SINOSAT 1	0.00122	3°48'	Дрейф.	---	42474.78	67.71	135.3	12.4
25558	SATMEX 5	0.00034	2°32'	Дрейф.	---	42606.00	75.35	28.8	12.1
25922	GALAXY 27)	0.00054	2°33'	Дрейф.	---	42164.78	73.38	90.6	10.9
26369	EUTE 36A	0.00014	0°21'	Корр.	---	42115.81	78.42	82.8	11.3
26638	ASTRA 2D	0.00022	3°02'	768.0	17.9	42164.98	71.56	72.6	13.8
27554	EUTE 25C	0.00080	0°43'	1033.0	56.7	42165.57	89.17	217.9	12.7
27632	NIMIQ 2	0.00085	1°20'	Дрейф.	---	42382.80	83.61	321.6	10.3
28094	YAMAL 201	0.00024	1°38'	767.7	17.8	42168.07	81.25	157.5	12.7
30323	BEIDOU 1D	0.00602	1°41'	Дрейф.	---	42482.82	89.09	175.7	13.0
33463	FENGYUN 2E	0.00040	1°35'	757.6	13.6	42163.08	63.50	188.4	12.9
36032	NSS-12	0.00025	0°02'	Корр.	---	42165.88	351.48	121.8	11.2
37344	ELEKTRO-L 1	0.00349	1°48'	Дрейф.	---	42323.13	79.16	80.6	12.0
37749	Kazsat-2	0.00008	0°02'	Корр.	---	42164.89	214,76	249,2	11,7
37950	AMOS-5	0.00040	0°31'	Корр.	---	42135.65	90.44	12.8	12.7
39728	Kazsat-3	0.00007	0°02'	Корр.	---	42166.07	81,41	233,6	10,2
40896	BLOCK DM SL R/B	0.00998	0°41'	Дрейф.	---	42626.25	85.62	53.6	11.4
65245	Неизвестный	0.00527	4°43'	Корр.	---	42165.82	329.62	2.5	9.1
65241	Неизвестный	0.00154	0°06'	Корр.	---	42170.65	36.94	340.7	10.4
61025	Неизвестный	0.03967	0°59'	Дрейф.	---	41635.52	61.17	58.8	16.2

В этом сеансе 65245 по-прежнему ведет себя как корректируемый ГСС класса C1 на долготе 75° . Ниже на рисунке 1 показано положение плоскости орбиты этого объекта на фоне эволюционной диаграммы «наклон-узел». Короткая дуга, соединенная с плоскостью Лапласа прямой линией, показывает эволюцию плоскости орбиты для ГСС 65245 за небольшой промежуток времени наших наблюдений (около полугода, или менее 1% от полного оборота).

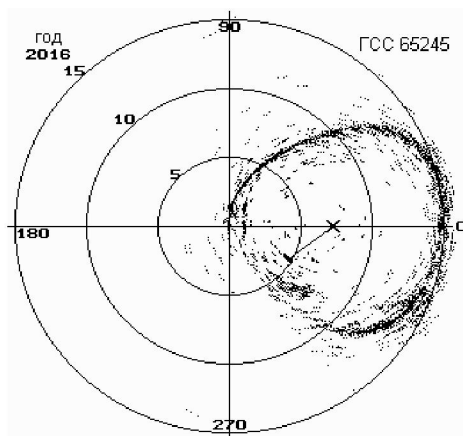


Рисунок 1 - Эволюционная диаграмма «наклон-узел» за 2016 г. положение на ее фоне плоскости орбиты для ГСС 65245

Из рисунка можно понять, что плоскость орбиты ГСС 65245 никогда не совпадет с плоскостью экватора. Наклон его орбиты к экватору будет меняться примерно от 4° до 11° , а долгота восходящего узла не выйдет за границы $\pm 45^\circ$. Второй характерный либрационный объект 65210 имеет амплитуду либрации более 60° (см. таблицу 2), и в июльском сеансе находился вне зоны видимости ПН.

Полученные данные внесены в Зональный каталог ГСС. На середину 2016 г. каталог содержал орбитальную и иную информацию для 1782 объектов. При дополнении и обновлении каталога ГСС использовались собственные наблюдения, а также данные из внешних источников: [<http://spacedata.vimpel.ru/ru/>]; [<http://www.planet4589.org/space/log/geo.log>]; [<http://celestrak.com/NORAD/elements/geo.txt>].

В таблице 4 показана статистика заполнения геостационарной зоны на основе указанных каталогов ГСС на разные даты в интервале 2011-2016гг.

Обозначения, используемые в Таблице 4: Date – средняя дата каталога (year = год, mm = месяц, dd = день); Nsum – общее количество геостационарных объектов в каталоге; Corr – кол-во корректируемых ГСС (C0 – коррекция в экваторе, C1 – коррекция в орбите); Libr – кол-во либрационных ГСС (L1 – в точке 75° , L2 – в точке 255°); Drift – кол-во дрейфующих ГСС (D1 – дрейф с востока на запад, D2 – дрейф с запада на восток).

Таблица 4- Некоторые статистические параметры каталогов ГСС на разные даты

Date year mm dd	Nsum	Corr		Libr		Drift	
		C0	C1	L1	L2	D1	D2
2011 01 24	1395	270	124	140	48	523	290
2012 03 11	1520	283	121	150	58	578	330
2013 01 29	1600	285	132	160	55	609	359
2014 01 20	1562	292	136	157	57	582	338
2015 02 25	1621	306	138	150	51	618	358
2016 01 24	1726	320	140	158	58	660	390
2016 05 03	1762	323	144	160	59	670	406
2016 07 21	1782	331	142	159	50	676	424

При интерпретации данных таблицы 4 надо иметь в виду, что орбита любого активного ГСС может быть скорректирована. Типичный пример – объект 65245, переведенный из дрейфующего

класса D1 в корректируемый C1. Кроме того, в каталоги ГСС иногда включаются объекты, которые не относятся к стационарам, но способны проходить вблизи геостационарной области. Из таблицы 4 видно, что суммарное количество объектов в Каталоге постоянно возрастает. Для сравнения, в конце 2000 г. наш Каталог содержал информацию о 831 объекте, за 16 лет их количество возросло более чем в 2 раза. В 2016 г. за первые полгода количество каталогизированных ГСС увеличилось на 56 объектов, из них 13 - новые корректируемые ГСС, 43 объекта - это космический мусор (новые либрационные и дрейфующие).

2. Результаты наблюдения ГСС в обсерватории Ассы-Тургень

Оптический комплекс для поиска и сопровождения ГСС в Ассы-Тургеньской обсерватории базируется на телескопе ASTROSIB RC500 с высокочувствительной инновационной ПЗС-камерой EMCCD iXon Ultra-888 компании Andor. Важные преимущества данной камеры перед Alta U9000D9 Тянь-Шаньской обсерватории – высокая чувствительность (до одного фотона), т.е. возможность обнаруживать слабые объекты; высокая скорость считывания изображений (26 изображений в секунду при размере кадра 1024×1024 пикселей); высокая квантовая эффективность в широком диапазоне длин волн; охлаждение до -95°C .

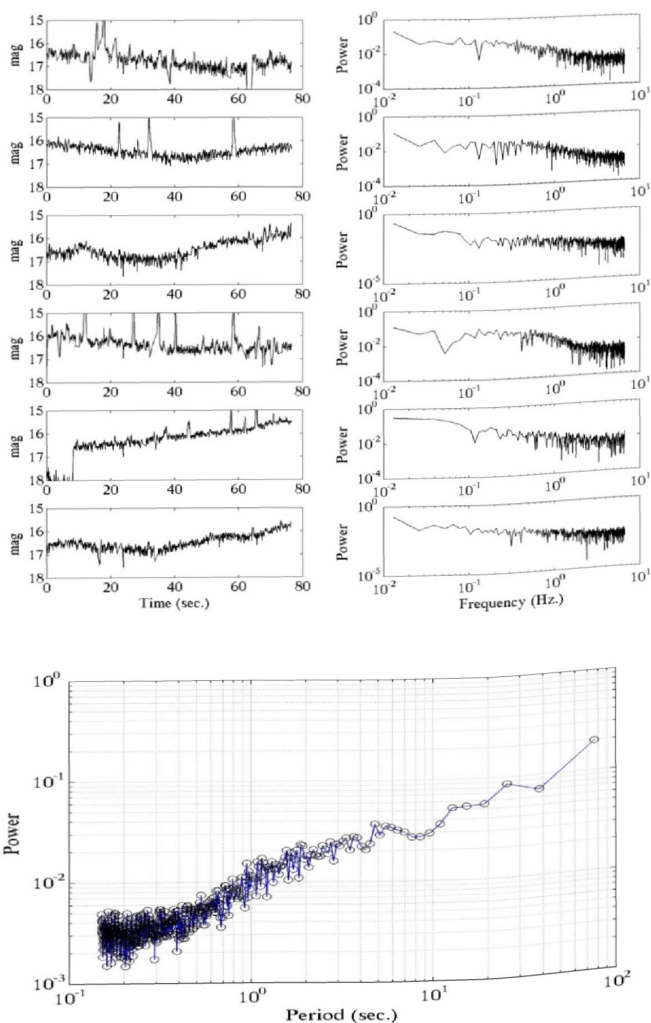


Рисунок 2 - Кривые блеска (вверху) и усредненный спектр мощности ГСС 10365

Подробное описание всей системы и ее отдельных блоков дано в статье [8] настоящего сборника. Для поиска и сопровождения объектов, как и в ТШАО, здесь используются две основные методики. Первая – с выключенным часовым ведением телескопа для накопления фотонов от слабых ГСС, при этом звезды растягиваются в треки. Вторая – с включенным часовым ведением, при этом изображение ГСС растягивается в трек по полю.

Предварительная обработка ПЗС-изображений может осуществляться в двух режимах: в среде IRAF и/или в пакете Апекс-2. Последующая фотометрическая и астрометрическая обработка осуществляется в среде IRAF с использованием разработанного у нас ПО, которое было адаптировано под операционные системы Windows-7 и Linux.

Тестовые наблюдения рассеянных звездных скоплений и нескольких ГСС, показали, что установленная система достаточно эффективна при получении информации для слабых и быстро меняющих свой блеск объектов, [8]. Скорость считывания может быть доведена до 700 кадров в секунду при размерах участка в ПЗС-кадре 128×128 пикселей. При высокой чувствительности системы и быстром считывании можно получать изображения ГСС с малыми экспозициями. Адаптированная методика проведения и анализа трековых наблюдений позволяет, в частности, оценить вариации блеска объекта, определить их период и амплитуду непосредственно из одиночных кадров, то есть получить динамические характеристики ГСС. Такой режим обработки значительно упрощает процедуру получения информации.

В 2016 г. на Ассы-Тургеньской обсерватории проводились наблюдения ГСС (номера по Norad): 10365, 11648, 12309, 28139, 37749, 39728, 8357, 9416. Для всех объектов получены кривые блеска, на их основе построены спектры мощности и проведена оценка периодов и амплитуды изменения блеска. В качестве примера на рисунке 2 показаны кривые блеска и усредненный спектр мощности для ГСС 10365.

Работа выполнена в рамках проектов №0069/ГФ4 и №003-1/ПЦФ-15-АКМИР Республики Казахстан.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Диденко А.В., Демченко Б.И., Комаров А.А., Нифонтова М.В., Усольцева Л.А. Предварительные результаты наблюдений ГСС на 1-м телескопе с ПЗС-матрицей // Известия НАН РК. Серия физ.-мат. – 2013. – №5. – С.117-121. 2013. № 4. 7 стр.
- [2] Диденко А.В., Усольцева Л.А. Список фотометрических стандартов для наблюдений малоразмерных фрагментов космического мусора и фотометрическая система 1-м телескопа с ПЗС-матрицей // Известия НАН РК. – 2015. – № 5. – С.109-115.
- [3] Демченко Б.И., Комаров А.А., Кругов М. А., Рева И. В., Серебрянский А. В., Усольцева Л.А. Условия наблюдений геостационарных спутников на пункте Тянь-Шаньская астрономическая обсерватория // Известия НАН РК. – 2016. №4. – С.64-75.
- [4] Диденко А.В., Демченко Б.И., Нифонтов С.Г., Нифонтова М.В., Усольцева Л.А. Программный комплекс обработки и анализа координатной и фотометрической информации о ГСС, используемый в АФИФ РК // V Международная научная конференция «Наблюдения околоземных космических объектов», 10-12 ноября 2011. – Звенигород, РФ. – <http://astronomer.ru/data/0054/didenko.pdf>.
- [5] Vladimir Kouprianov Distinguishing features of CCD astrometry of faint GEO objects // Advances in Space Research. – 2008. – V.41. – P. 1029-1038.
- [6] Демченко Б.И., Комаров А.А., Усольцева Л.А. Сравнительный анализ различных методов астрометрической обработки наблюдений ГСС на CCD-матрице с малым полем зрения // Известия НАН РК. – 2016. – №4. – С.129-134.
- [7] Демченко Б.И., Комаров А.А., Усольцева Л.А. Устойчивый метод определения орбит ГСС при недостатке данных // Вестник КазНУ им. Аль-Фараби. – 2016. – №3(58). – С. 121-124.
- [8] Серебрянский А. В., Кругов М.А., Валиуллин Р.Р., Комаров А.А., Демченко Б.И., Усольцева Л.А., Акниязов Ч.Б. Новый оптический комплекс на обсерватории Ассы-Тургень в Казахстане, настоящий сборник.

REFERENCES

- [1] Didenko A. V., Demchenko B. I., et al. The preliminary results of GSS' observations with 1-telescope and CCD camera // Proceedings of Kazakhstan National Academy of Sciences, series of phys- math. **2013**. №5. P.117-121. (in Russ).
- [2] Didenko A. V., Usoltzeva L. A. List of photometric standards for observing of optically faint GEO debris and photometric system of 1-m telescope with the CCD // Proceedings of Kazakhstan National Academy of Sciences, series of phys-math. **2015**. № 5. P.109-115.
- [3] Demchenko B. I., Komarov A. A., et al. Condition of observations of geostationary satellites at Tien Shan astronomical observatory // Proceedings of Kazakhstan National Academy of Sciences, series of phys- math. **2016**. №4. P.64-75.

[4] Didenko A.V., Demchenko B.I., Nifontov S.G., Nifontova M.V., Usoltseva L.A. The program complex of processing and analyzing of GSS's coordinate and photometric information used in V.G. Fessenkov Astrophysical Institute, RK // V International Scientific Conference "Observations of Near-Earth Space Objects", November 10-12, **2011**

[5] Vladimir Koupryanov Distinguishing features of CCD astrometry of faint GEO objects // Advances in Space Research. **2008**. V.41. P. 1029-1038.

[6] Demchenko B. I., Komarov A. A., et.al. Comparative analysis of several methods of astrometric processing of the GSS's observations using CCD-cameras with narrow field of view

// Proceedings of Kazakhstan National Academy of Sciences, series of phys- math. **2016**. №4. P.129-134.

[7] Demchenko B. I., Komarov A. A., Usoltseva L.A The robust method for determining of GSS' orbits with a lack of data // Vestnik of Al-Farabi KazNU. **2016**. №3(58). P. 121-124.

[8] Serebryanskiy A., Krugov M., Valiullin R., Komarov A., Demchenko B., Usoltseva L., Akniyazov Ch. The new optical complex at Assy-Turgen observatory in Kazakhstan, present volume.

ӘОЖ: 520.88 + 523.44 + 629.78

Б.И. Демченко, А. А. Комаров, М.А. Кругов, И.В. Рева, А.В. Серебрянский, Л. А. Усольцева

В.Г. Фесенков атындағы Астрофизика институты, Алматы қ., Қазақстан

2016 ЖЫЛЫ ТЯНЬ-ШАНЬ ЖӘНЕ АССЫ-ТҮРГЕН ОБСЕРВАТОРИЯЛАРЫНДА ГЕОСТАЦИОНАР СЕРІКТЕРДІ БАҚЫЛАУ НӘТИЖЕЛЕРІ

Аннотация. Астрофизика институтының екі обсерваторияларындағы пайдаланылған аппаратураның және геостационар серіктер бақылауларының алу әдістерінің және өңдеулерінің қысқаша сипаттамасы берілді. 2016 жылы Казсат-2 және Казсат-3 қазақстандық байланыс серіктерінің олар үшін қауіпті, ГТС біздің каталогымызда олар жөніндегі апараттар ескірген объектілердің сүйемелдеулері жүргізілді. Жұмыстардың нәтижелері келтірілген.

Түйін сөздер: геостационар серік, бақылау әдістері, ЗБА-матрица.

Сведения об авторах:

Демченко Борис Иванович - СНС сектора наблюдений ИСЗ и ИС ДТОО «Астрофизический институт им. В.Г.Фесенкова». Адрес: 050020, Алматы, Обсерватория, д.23., т. 260 86 93, факс. 260 75 90, demchenko@aphi.kz;

Комаров Андрей Анатольевич - СНС сектора наблюдений ИСЗ и ИС, ДТОО «Астрофизический институт им. В.Г.Фесенкова», адрес: 050020, Алматы, Обсерватория, д.23, факс. 260 75 90, komarov@aphi.kz;

Кругов Максим Анатольевич - инженер сектора наблюдений ИСЗ и ИС ДТОО «Астрофизический институт им. В.Г.Фесенкова», адрес: 050020, Алматы, Обсерватория, д.23, mkrugov@aphi.kz;

Рева Инна Владимировна - инженер сектора наблюдений ИСЗ и ИС, ДТОО «Астрофизический институт им. В.Г.Фесенкова», адрес: 050020, Алматы, Обсерватория, д.23, факс. 260 75 90, reva@aphi.kz;

Серебрянский Александр Владимирович - зав. сектором наблюдений ИСЗ и ИС ДТОО «Астрофизический институт им. В.Г.Фесенкова», адрес: 050020, Алматы, Обсерватория, д.23., т. 383 49 52, alex@aphi.kz;

Усольцева Любовь Александровна - ВНС сектора наблюдений ИСЗ и ИС ДТОО «Астрофизический институт им. В.Г.Фесенкова». Адрес: 050020, Алматы, Обсерватория, д.23., т. 260 87 95, факс. 260 75 90, usoltseva@aphi.kz