

УДК 520:52.14

PACS 95.85.Kr, 96.25.De, 96.25.Vt

DOI 10.24144/2415-8038.2018.43.54-62

В.П. Епишев¹, П.П. Сухов², И.И. Мотрунич¹, В.И. Кашуба²,
В.И. Кудак¹, В.М. Периг¹, К.П. Сухов², И.Ф. Найбауэр¹

¹Ужгородский национальный университет, Лаборатория космических исследований, ул. Далекая, 2а, Ужгород, 88000, Украина, e-mail: lab-space@uzhnu.edu.ua

²НИИ “Астрономическая обсерватория” Одесского национального университета им. И.И. Мечникова, парк Т. Шевченко, 14, Одесса, e-mail: psukhov@ukr.net

КОМПЛЕКСНЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ МАНЕВРИРУЮЩИХ ГЕОСИНХРОННЫХ ОБЪЕКТОВ УКРАИНСКИМИ НАЗЕМНЫМИ СРЕДСТВАМИ

В работе представлены результаты исследования маневрирования на ГСО российских ГСС “Луч-Олимп-К1” и “Электро-Л1” в 2016-2017 гг., видимых с территории Украины. Проведенный анализ показывает, что все перемещения ГСС “Луч-Олимп-К1” на орбите коррелируют с наземными событиями, к которым имели отношения вооруженные силы РФ. В процессе наблюдений и последующего анализа их результатов установлен характер дестабилизации ГСС “Электро-Л1”, вплоть до полного выхода из строя, после его прибытия в новое место стояния на орбите.

Ключевые слова: геосинхронные спутники, фотометрия, позиционные наблюдения, геостационарная орбита.

Введение

Всеохватывающий контроль своих, чужих, управляемых и неуправляемых космических объектов (КО) ведут лишь страны имеющие мощные радиолокаторы, размещенные на разных континентах и островах. Эти средства не удовлетворяют повышенным требованиям к точности определения положения КО, особенно геосинхронных спутников (ГСС), а также не решают задачу опознавания космических аппаратов (КА) в период их маневров на геосинхронной орбите (ГСО) и при оценке нештатной с ними ситуации. Эту информационную нишу заполняют, в основном, оптические наблюдения КА.

В работе представлено совместное изучение маневров на ГСО российских ГСС двойного назначения “Луч-Олимп-К1” и “Электро-Л1”, по результатам их наблюдений в ЛКИ УжНУ и НИИ “АО” ОНУ в 2016 – 2017 гг. Показаны возможности создаваемого в Украине канала по сбору и анализу информации о поведении разных ИСЗ на орбите.

В функционирование канала заложено комплексное решение такого ряда задач: проведение высокоточных позиционных, колориметрических и поляриметрических наблюдений высоко- и низкоорбитальных ИСЗ, создание современной базы данных и методов их анализа.

К примеру, наш анализ информации, взятой из различных источников, показал, что все перемещения ГСС “Луч-Олимп-К1” с одной точки стояния на орбите в другую – в западном или восточном направлении – коррелируют с разными наземными событиями, к которым имели отношения вооруженные силы РФ.

Так, в начале сентября 2016 года этот КА был переведен с последней его точки стояния на $\lambda = 1.28W$ в точку новой дислокации на $\lambda = 9.75E$ в связи с приходом в Средиземное море авианосца РФ “Адмирал Кузнецов” и активизацией военных действий России в Сирии.

А 27.07.2017 КА снова двинулся от этой точки стояния в сторону востока, с видимой скоростью ~ 1.45 °/сутки, и к началу широкомасштабных российско-

белорусских учений “Запад-2017” был остановлен на $\lambda = 32.^\circ 5E$.

После окончания учений его перевели в новую зону – на $\lambda = 38.^\circ 5E$, а в начале 2018 года – на $\lambda = 47.^\circ 5E$.

Характеристики исследуемых ГСС

КА “Луч-Олимп-К1”, международный номер 2014-058A (рис. 1), был выведен на ГСО 28.09.2014 в точку стояния $\lambda = 57^\circ E$.

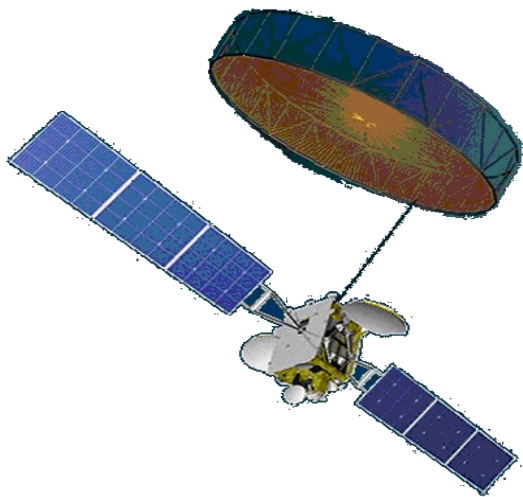


Рис.1. ГСС “Луч-Олимп-К1”.

Вскоре КА начал двигаться к востоку, а с 7.10.2014 уже к западу, и, достигнув позиции $\lambda = 52^\circ E$, “замер”, практически на три месяца, около американских ГСС стратегического назначения “USA-237” (система “Mentor”), “NROL-15” (№2012-034A) и “WGS-5” (USA-243) (№2013-024A).

На сегодня, кроме КА “Луч-Олимп-К1”, Россия имеет на орбите еще три ГСС системы “Луч”. Масса спутников 1148 – 1350 кг. Несущая платформа “Эксперсс-1000”. Основные орбитальные и аппаратурные параметры этих КА приведены в открытых источниках [1].

В отличие от них, о ГСС “Луч-Олимп-К1” в открытых источниках информации было больше путаницы, чем ясности. Сообщалось, что КА изготовлен на предприятии ОАО “Информационные спутниковые системы” им. М.Ф. Решетнева по заказу МО России. Изготовитель указывал, что КА размещен на платформе “Эксперсс-1000”. Но другие источники отмечали, что масса этого объекта больше 3000 кг и она не

соответствует возможностям несущей платформы “Эксперсс-1000”: платформа должна быть более мощная.

Заявочная рабочая орбитальная позиция для КА была на $\lambda = 167^\circ E$ [2], а вывели его в точку стояния $\lambda = 57^\circ E$. Были неточности о количестве радиоприемников и других составляющих аппарата [3].

В любом случае, информационный разбой только подтверждал, что речь идет о КА новой конструкции, с использованием новых технических и технологических разработок в области электронной радиоразведки и связи. А одна из антенн, скорее всего, предназначена для персональной связи особой важности [4]. Есть косвенные подтверждения о наличии на спутнике и лазерно-радиотехнических каналов связи с низкоорбитальными ИСЗ, ведущими разведку во время их нахождения вне зоны приема специальной информации наземными службами.

После 3-х месяцев пребывания на орбитальной позиции $\lambda = 52^\circ E$ “Луч-Олимп-К1” начал снова передвигаться на восток и в марте-апреле 2015 года остановился на $\lambda = 95^\circ E-96^\circ E$, в зоне активных маневров тихоокеанского флота РФ. Там же ($\lambda = 95.^\circ 4E$) находился американский ГСС радиоэлектронной разведки “Advanced Orion-S” (Mentor) (2010-063A), который обеспечивает данными ЦРУ, АНБ и НРУ США. С этой орбитальной позиции постоянно проводятся перехваты правительственной и дипломатической информации от китайских спецслужб.

В апреле 2015 года “Луч-Олимп-К1” начал медленно двигаться на запад, с остановкой летом над Атлантическим океаном ($\lambda = 18.^\circ 1W$). В то время флагман Черноморского Флота РФ, ракетный крейсер “Москва”, принимал активное участие в российско-египетских учениях. После учений, в июле этого года, “Луч-Олимп-К1” разместился между ГСС США “Intelsat-7” и “Intelsat 901”, чем вызвал обеспокоенность компании “Intelsat”. А Пентагон направил российской стороне официальную ноту [5].

Об осенних (2016 г.) маневрах “Луч-Олимп-К1” упоминалось выше. Понятно, что из Интернета и конфиденциальных источников информация такого характера становится известной только через довольно длительные промежутки времени и, естественно, носит уже устаревший характер. К тому же, как отмечалось выше, она часто бывает преднамеренно искажена.

С территории Украины мониторинг “Луч-Олимп-К1” велся национальными наблюдательными средствами, которые расположены в окрестностях Ужгорода и Одессы.

Вскоре было обращено внимание на маневрирование еще одного ГСС РФ, который был официально заявлен, как метеорологический, но явно вел себя, как объект двойного назначения. Идетя о КА “Электро-Л1”, который был выведен на ГСО 21.01.2011 в точку $\lambda = 54^\circ\text{E}$, а потом переведен на $\lambda = 76^\circ\text{E}$ (рис. 1).

В российских источниках сообщалось, что данный КА разработан для нужд метеорологов. В течение десятилетия “Электро-Л1” должен был обеспечивать локальное и глобальное прогнозирование погоды, анализ океанических условий, а также мониторинг солнечной радиации, свойств ионосферы Земли и ее магнитного поля [7].

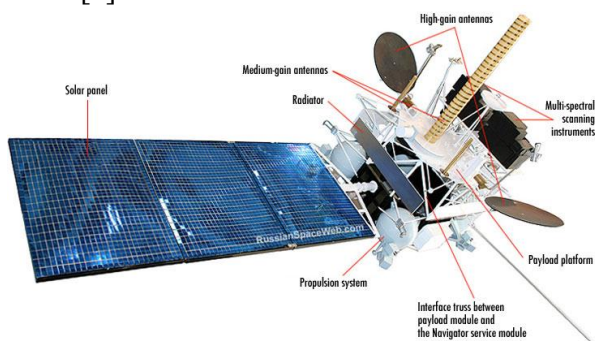


Рис.2. Метеорологический ГСС “Электро-Л1”.

13 июля 2016 года ГСС “Электро-Л1”, неожиданно для многих специалистов, начал движение с его долговременной позиции над Индийским океаном на $\lambda = 76^\circ\text{E}$ в западном направлении со скоростью 2.03 °/сутки. После ряда маневров он 3.10.2016 остановился на $\lambda = 14.5^\circ\text{W}$, вблизи от ГСС “Луч-5В” и

немного западнее от места, где ранее находился ГСС “Луч-Олимп-К1”.

Аппаратурное обеспечение комплексных наблюдений исследуемых ГСС

В данное время в Украине работает два наблюдательных пункта ГСС в зоне СКАКО – в Лаборатории космических исследований (ЛКИ) ГВУЗ УжНУ и в Астрономической обсерватории ОНУ.

В комплексе ЛКИ УжНУ 2 телескопа: ВРС-250М ($D = 250$ мм, $F = 1268$ мм) и ChV-400 ($D = 400$ мм, $F = 1750$ мм). Приемники – CCD-камеры [8].

В АО ОНУ тоже 2 телескопа: системы Кассегрена ($D = 50$ см, $F = 1200$ см) и Аргунова-Фашевского ($D = 80$ см, $F = 240$ см). Приемником излучения в первом служит ФЭУ-79 с мульти щелочным фотокатодом, на основе которого работает фотометр-колориметр в режиме счета импульсов, во втором – приемником использована CCD-камера “ML-9000” [9].

В этих же пунктах, с привлечением подразделений СКАКО, ведутся работы по усовершенствованию программного обеспечения, направленные на повышение точности наблюдений, автоматизацию процессов наблюдений и обработки полученных результатов, а также на поиск новых критериев идентификации КА.

Аппаратурные комплексы обоих пунктов позволяют проводить в оптическом диапазоне как регулярные позиционные наблюдения ГСС, так и колориметрию этих объектов (оценку их блеска) в трех спектральных полосах: В, V, R – международной широкополосной фотометрической системы Джонсона [9].

Угловая точность определения орбитального положения ГСС $\leq 1''$, что в линейном измерении ≤ 180 м. Отсчеты измерений интенсивности излучения, рассеянного деталями поверхности КА, фиксируются с ошибкой ≤ 0.1 сек (блеск объекта оценивается с ошибкой ≤ 0.005), что позволяет определять параметры периодичности в колебательных или вращательных движениях исследуемых объектов с точностью до ± 0.1 сек.

Результаты комплексных наблюдений ГСС “Луч-Олимп-К1”

Регулярный мониторинг ГСС “Луч-Олимп-К1” с территории Украины начался со второй половины 2016 года. Тогда КА находился в точке $\lambda = 1.^{\circ}28W$. Ряд сеансов позиционных наблюдений спутника, с точностью $\leq 1''$, подтвердил его устойчивое положение на орбите.

Позиционные наблюдения ГСС на обоих пунктах ведутся в экваториальной системе координат, результаты которых

пересчитываются в геоцентрическую и географическую системы координат с оценкой суточного дрейфа спутника на орбите и топоцентрического расстояния к нему. Для этого в ЛКИ разработано специальное программное обеспечение. В таблице 1 представлены результаты обработки наблюдений ГСС “Луч-Олимп-К1” в ночь с 13 на 14 сентября 2016 года, после его перемещения на новую орбитальную позицию $\lambda = 9.^{\circ}83E$.

Таблица 1.

Результаты вычислений координатной информации о ГСС на моменты времени UT

Пункт	Долгота	Широта	Высота, м	Год	Месяц	Число	JD	S0	Объектов
Деревовка	22.271350	48.334878	273	2016	9	13	2457645	23.294	2
Исходные данные				Результаты обработки					
Дата	UT, h m s	α , h m s	δ , o ''	UT, часы	Азимут, o	rтоп, км	α геоц, рад	δ геоц, рад	λ в.д., o
СИСТ 10092 040258									
130916	17471200	17533327	-7103552	17.78667	196.62905	38348.9	4.70855	-0.00076	9.83304
130916	17474200	17540345	-7103655	17.79500	196.62851	38348.9	4.71075	-0.00076	9.83340
130916	17481200	17543357	-7103686	17.80333	196.62831	38348.9	4.71294	-0.00077	9.83355
130916	17484200	17550362	-7103766	17.81167	196.62842	38348.9	4.71512	-0.00077	9.83343
130916	17491200	17553375	-7103879	17.82000	196.62811	38349.0	4.71731	-0.00077	9.83361
130916	17494200	17560365	-7103961	17.82833	196.62894	38349.0	4.71949	-0.00078	9.83292
130916	17501200	17563375	-7104057	17.83667	196.62880	38349.0	4.72168	-0.00078	9.83299
130916	17504200	17570384	-7104135	17.84500	196.62871	38349.0	4.72387	-0.00079	9.83302
130916	17511200	17573394	-7104231	17.85333	196.62856	38349.0	4.72606	-0.00079	9.83308
130916	17514200	17580410	-7104313	17.86167	196.62813	38349.1	4.72825	-0.00079	9.83338
130916	17520700	17582915	-7104388	17.86861	196.62817	38349.1	4.73007	-0.00080	9.83331
130916	17523700	17585924	-7104474	17.87694	196.62808	38349.1	4.73226	-0.00080	9.83334
130916	17530700	17592929	-7104531	17.88528	196.62820	38349.1	4.73444	-0.00080	9.83322
130916	17533700	17595939	-7104620	17.89361	196.62806	38349.1	4.73663	-0.00081	9.83328
130916	17540700	18002947	-7104704	17.90194	196.62802	38349.2	4.73882	-0.00081	9.83328
Дрейф по долготе (o/сутки): 0.04993									
СИСТ 10092 040258									
140916	2374700	2451374	-7105657	2.62972	196.73255	38350.9	0.74539	-0.00086	9.75145
140916	2385500	2462209	-7105472	2.64861	196.73188	38350.8	0.75036	-0.00085	9.75207
140916	2392500	2465195	-7105377	2.65694	196.73301	38350.8	0.75253	-0.00085	9.75123
140916	2395500	2472205	-7105305	2.66528	196.73297	38350.8	0.75472	-0.00084	9.75130
140916	2402500	2475208	-7105246	2.67361	196.73326	38350.8	0.75690	-0.00084	9.75110
140916	2405500	2482213	-7105192	2.68194	196.73345	38350.8	0.75909	-0.00084	9.75098
140916	2412500	2485215	-7105087	2.69028	196.73381	38350.7	0.76127	-0.00083	9.75075
140916	2415500	2492227	-7105005	2.69861	196.73368	38350.7	0.76346	-0.00083	9.75089
140916	2422500	2495235	-7104921	2.70694	196.73375	38350.7	0.76565	-0.00082	9.75088
140916	2425500	2502241	-7104820	2.71528	196.73392	38350.7	0.76784	-0.00082	9.75080
140916	2432500	2505239	-7104717	2.72361	196.73448	38350.7	0.77002	-0.00082	9.75042
140916	2435500	2512255	-7104648	2.73194	196.73414	38350.6	0.77221	-0.00081	9.75071
140916	2442500	2515259	-7104572	2.74028	196.73440	38350.6	0.77440	-0.00081	9.75055
140916	2445500	2522268	-7104470	2.74861	196.73442	38350.6	0.77658	-0.00080	9.75058
140916	2452500	2525275	-7104395	2.75694	196.73453	38350.6	0.77877	-0.00080	9.75053
140916	2455500	2532285	-7104298	2.76528	196.73451	38350.6	0.78096	-0.00080	9.75060
Дрейф по долготе (o/сутки): -0.15057									

Перевод объекта был начат 30.08.2016 – со средней угловой скоростью 0.98 o/сутки – и остановлен

рядом с ГСС межправительственной связи европейских государств “EUTE W2C” (Norad 34710). Достигнутая нами

точность наблюдений ГСС позволила во время прибытия КА в заданную точку стояния обнаружить, что он вел себя “неспокойно”, смещаясь, то влево, то вправо вдоль орбиты. Через несколько часов он приблизился к европейскому ГСС на $0.^\circ08$ (~ 51 км).

В ночь на 27.07.2017 года КА “Луч-Олимп-К1” начал перемещаться в восточном направлении со средней угловой скоростью 1.45 $^\circ$ /сутки. График передвижения КА приведен на рис. 3.

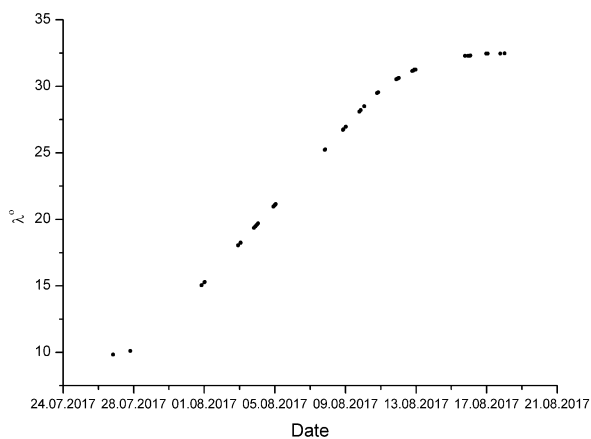


Рис. 3. Изменение долготы подспутниковой точки КА “Луч-Олимп-К1” с 27.07.2017 по 17.08.2017, по наблюдениям в Ужгороде и Одессе.

Анализ полученных данных показал, что “Луч-Олимп-К1” выводился на максимальную скорость перемещения постепенно, практически на протяжении трех суток. Аналогично происходило его торможение, при приближении к новой орбитальной позиции стояния на $\lambda = 32.^\circ47$, вблизи ГСС США “Intelsat NEWDOWN”. То есть, спутник все это время был управляем.

Фотометрические наблюдения КА “Луч-Олимп-К1” в зависимости от условий наблюдений проводились в трех, двух и одном фильтрах. На 27.09.2017 было записано 22 кривые изменения блеска. В качестве примера на рис. 4-5 приводим записи блеска “Луч-Олимп-К1”, полученные в разное время в Одессе и Ужгороде.

Практически на всех кривых изменения блеска КА “Луч-Олимп-К1” заметна слабо выявленная периодичность $P \sim 9.6$ минуты. А 5.08.2017, при

приближении КА к меридиану Ужгорода, в желтом цвете V появились слабые зеркальные вспышки, повторяющиеся тоже с $P = 9.6$ минуты. Такие изменения блеска объекта, на наш взгляд, вызваны сканирующим колебанием спутника вокруг оси, совпадающей с направлением вектора движения ГСС по орбите. Вследствие этого, радиоантенны КА имеют возможность осматривать более высокие широты в северном и южном направлениях от экватора.

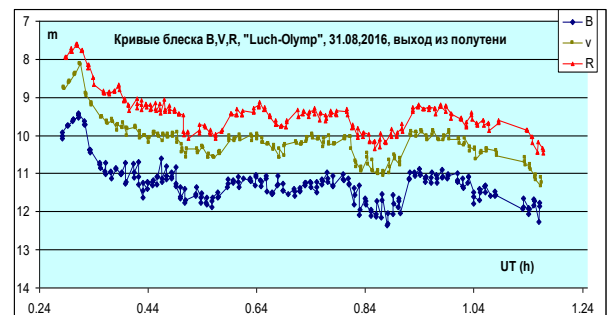


Рис.4. Кривые блеска в фильтрах: B, V, R 31.08.2016 (Одесса).

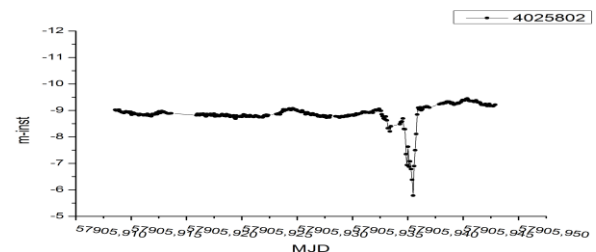


Рис.5. Кривая блеска ГСС “Луч-Олимп-К1” в фильтре R 01.06.2017 (Ужгород).

Резкое падение блеска КА на кривой вызвано техническим сбоем в работе аппаратуры.

Аналогично ведут себя ГСС США стратегического назначения [9].

При подходе “Луч-Олимп-К1” к западным меридианам Украины видимость внутренней поверхности чашеобразной радиоантенны для украинского наблюдателя начала увеличиваться, что и подтвердило возрастание блеска исследуемого ГСС в желтом цвете и уменьшение в красном. У многих современных спутниковых радиоантенн внутренняя поверхность имеет золотистый цвет, у внешней стороны он ближе к коричневому.

На долготе $\lambda = 32.^\circ3$ (центральный меридиан Украины) блеск КА в желтом

цвете V уже преобладал над блеском в других цветах (B, R) (рис. 6). То есть радиантенны этого ГСС во второй половине августа и в сентябре были развернуты в сторону северных широт, где проходили учения “Запад-2017”. После их окончания блеск ГСС в желтом цвете ослабел и сравнялся с коричневым. Антенны вернулись в исходное положение.

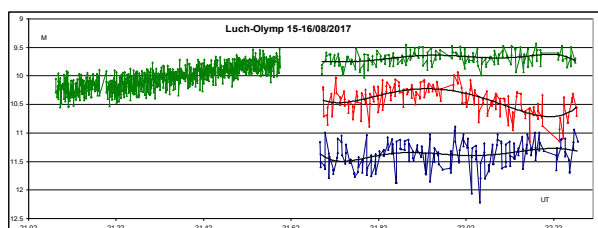


Рис.6. Кривые блеска в фильтрах: B, V, R за 15.08.2017.

Фотометрию КА в эту ночь начали в желтом фильтре V (левая часть рисунка). Когда блеск ГСС в этом фильтре достиг максимального значения, его наблюдения продолжились в трех фильтрах. Согласно полученным результатам наблюдений у ГСС “Луч-Олимп-К1” отражательная способность в оптическом диапазоне в целом невысокая. Коэффициенты отражения света от основных фрагментов поверхности КА во всех цветовых каналах являются одними из самых низких среди подобного класса аппаратов. Близкими к ним коэффициентами отражения обладают военные ГСС США класса “Ментор”.

Обычно основная доля отражения от конструктивных навесных элементов большинства ГСС приходится на панели солнечных батарей (ПСБ), которые изготавливались ранее на кремниевой основе. Максимум отражения света от них был в синей области спектра. В случае ГСС “Луч-Олимп-К1” блеск спутника в синем фильтре наиболее слабый, хотя размах панелей достигает ~ несколько десятков метров. Скорее всего, они изготовлены уже на основе арсенида галлия, которые хорошо поглощают и очень мало отражают солнечный свет, преимущественно в длинных волнах.

Результаты комплексных наблюдений ГСС “Электро-Л1”

Причины перевода ГСС “Электро-Л1” в район пребывания КА “Луч-5В” остались неизвестными, так как перевод в итоге оказался неудачным. Прибыв 3.10.2016 на $\lambda = 14.^\circ 5W$, КА неожиданно, через двое суток, начал вращаться вокруг собственной оси, направление которой совпадало с гравитационной штангой и спиральной антенной (рис. 2), а также передвигаться на запад, вначале с угловой скоростью 0.08 °/сутки, а позднее – 0.10 °/сутки. Результаты видимого движения ГСС “Электро-Л1” вдоль орбиты на запад, вплоть до выхода его из зоны досягаемости, представлены графически на рис. 7.

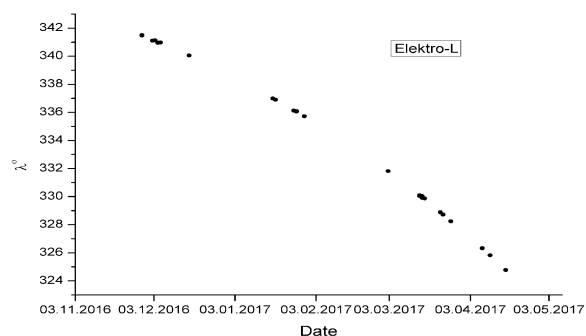


Рис. 7. Изменение долготы подспутниковой точки (λ) ГСС “Электро-Л1” с 22.11.2016 по 17.04.2017 по наблюдениям из Ужгорода.

Наблюдались попытки остановить вращение ГСС, но он продолжал свободно вращаться и дрейфовать. Его фотометрию удалось провести только в фильтре R 3-го и 6-го декабря 2016 года, а также 29.01.2017.

Результаты наблюдений за 6.12.2016 представлены на рис. 8, которые подтверждают, что КА “Электро-Л1” на момент наблюдений дестабилизирован, а его перемещение по орбите неуправляемо. Период его собственного вращения за 57 суток увеличился с 11.3 до 17.3 минуты. Ось вращения выполняла прецессионное движение вокруг направления “зенит-надыр” с периодом > 150 минут все больше и больше увеличивая угол прецессии, тем самым подтверждая факт полного перехода ГСС в неуправляемое состояние (кувыркание).

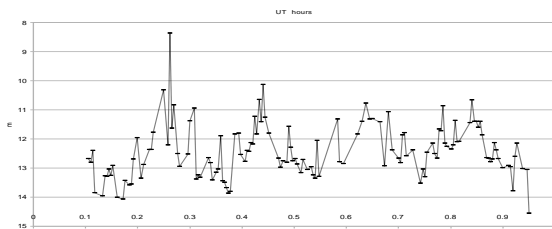


Рис. 8. Кривая блеска в фильтре R, за 6.12.2016.

12.04.2017 КА “Электро-Л1” достиг долготы $\lambda = 34.^\circ 18W$, практически восточного побережья Бразилии. Дальнейшее отслеживание этого ГСС было прекращено.

Заключение

Представлены новые результаты мониторинга передислокаций российских ГСС “Луч-Олимп-К1” и “Электро-Л1”, которые отображают возможности украинских наблюдательных и аналитических подразделений в области контроля ГСО.

Практически заложены основы функционирования национального информационного канала о процессах искусственного и естественного характера, происходящих с ГСС разного

назначения во время их пребывания на орбите.

Показано, что отсутствие средств радиотехнических контроля ГСО с территории Украины должным образом можно компенсировать средствами в оптическом диапазоне с более высокой точностью. И, в итоге, перейти от анализа устаревшей – по разным причинам – информации о состоянии ГСС на этой удаленной орбите, практически в online-режим, в том числе в интересах национальной безопасности и обороны.

Видимая с территории Украины зона ГСО в границах долгот от $90^\circ E$ до $36^\circ W$ позволяет взять под эффективный контроль и функционирование украинского ГСС “Лыбидь”, который планируют вывести на орбиту.

Охарактеризованные выше средства способны также отслеживать опасные сближения с Землей небольших астероидов, блеск которых порядка 17-18 звездной величины, что, в перспективе, позволяет участвовать в международных астрономических программах.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Available at: http://space.skyrocket.de/doc_sdat/luch-5b.htm
2. Available at: http://space.skyrocket.de/doc_sdat/olimp-k.htm
3. Available at: <http://www.thespacereview.com/article/2839/2>
4. Available at: <http://viu.tsu.ru/news/practices/1539/>
5. Available at: <http://spacenews.com/russian-satellite-maneuvers-silence-worry-intelsat/>
6. Available at: <http://expres.ua/news/2016/09/22/204023-rf-zminyt-lokaciyu-svogo-yedynogo-avianoscya>
7. Available at: <http://www.russian-spaceweb.com/elektro.html>
8. Kudak V.I., Perig V.M., Yepishev V.P., Najbauer I.F. Astronomical observations in Uzhhorod, Derenovka point. Ukraine. //International scientific and methodological conference KOLOS 2014. – 4.12-6.12. 2014. Organized by Vihorlat Observatory Humenne (Slovakia) in the frame of the project Space Emergency System
9. Сухов П.П., Епишев В.П., Сухов К.П., Карпенко Г.Ф., Мотрунич И.И. Результаты комплексных исследований функционирования на орбите геосинхронного спутника “Sbirs-Geo-2”//Космічна наука і технологія. Т.23 №1. 2017. С.63-70
10. Sukhov P.P, Karpenko G.F. Sukhov K.P. Epishev V.P. Motrunych I.I. Kudzej I. Dubovsky P.A. on the advantages of photometric observations of the geostationary satellites at small phase angles//Odessa Astronomical publications /Одесская астроном. обсерватория . – Одесса : Астропринт, 2014 . – Vol.27, I. 1, P. 149-153.

Стаття надійшла до редакції 12.05.2018.

В.П. Епішев¹, П.П. Сухов², І.І. Мотрунич¹, В.І. Кашуба², В.І. Кудак¹,
В.М. Периг¹, К.П. Сухов², І.Ф. Найбауэр¹

¹Ужгородський національний університет, Лабораторія космічних досліджень, вул. Далека, 2а, Ужгород, 88000, Україна, e-mail: lab-space@uzhnu.edu.ua

²НДІ “Астрономічна обсерваторія” Одеського національного університету ім. І.І. Мечникова, парк Т. Шевченко, 14, Одеса, Україна, e-mail: psukhov@ukr.net

КОМПЛЕКСНІ СПОСТЕРЕЖЕННЯ МАНЕВРУЮЧИХ ГЕОСИНХРОННИХ ОБ'ЄКТІВ УКРАЇНСЬКИМИ НАЗЕМНИМИ ЗАСОБАМИ

В роботі наведені результати дослідження маневрів на ГСО російських ГСС “Луч-Олімп-К1” і “Електро-Л1” в 2016-2017 рр., яких видно з території України. Проведений аналіз показав, що всі переміщення ГСС “Луч-Олімп-К1” на орбіті корелюють з наземними подіями, до яких мали відношення збройні сили РФ. В процесі спостережень та наступного аналізу їх результатів встановлено характер дестабілізації ГСС “Електро-Л1”, аж до повного виходу із ладу, після того як він прибув на нове місце стояння на орбіті.

Ключові слова: геосинхронні супутники, фотометрія, позиційні спостереження, геостационарна орбіта.

V.P. Epishev¹, P.P. Sukhov², I.I. Motrunych¹, V.I. Kashuba², V.I. Kudak¹,
V.M. Perig¹, K.P. Sukhov², I.F. Najbauer¹

¹Uzhgorod National University, Laboratory of Space Research, Daleka str., 2a, Uzhgorod, 88000, Ukraine, e-mail: lab-space@uzhnu.edu.ua

²Research Institute "Astronomical Observatory" Odessa National University. I.I. Mechnikova, the park T. Shevchenko, 14, Odessa, Ukraine, e-mail: psukhov@ukr.net

COMPLEX OBSERVATIONS OF GEOSYNCHRONOUS MANEUVERING OBJECTS BY UKRAINIAN TERRESTRIAL MEANS

Introduction. The monitoring of geosynchronous satellites (GSS) in Ukraine: opportunities, problems.

Purpose. Show ways to solve the problem of monitoring GSS using their optical observations.

Methods. An extensive analysis of the results of positional and photometric observations of the GSS makes it possible to study their behavior in orbit. An original analysis method is proposed.

Results. The maneuvers of two Russian GSS, “Luch-Olymp-K1” and “Electro-L1” in 2016-2017, were studied: their movements to new points of standing and their working state in orbit were described.

Conclusion. The absence of radiocontrol of the GSS in Ukraine can be compensated by optical means.

Keywords: geosynchronous satellites, photometry, position observations, geostationary orbit.

PACS 95.85.Kr, 96.25.De, 96.25.Vt

REFERENCES

1. Available at: http://space.skyrocket.de/doc_sdat/luch-5b.htm
2. Available at: http://space.skyrocket.de/doc_sdat/olimp-k.htm

3. Available at: <http://www.thespacereview.com/article/2839/2>
4. Available at: <http://viu.tsu.ru/news/practices/1539/>
5. Available at: <http://spacenews.com/russian-satellite-maneuvers-silence-worry-intel-sat/>
6. Available at: <http://expres.ua/news/2016/09/22/204023-rf-zminyt-lokaciyu-svogo-yedynogo-avianoscya>
7. Available at: <http://www.russian-spaceweb.com/elektro.html>
8. Kudak, V.I., Perig, V.M., Yepishev, V.P., Najbauer, I.F. (2014), Astronomical observations in Uzhhorod, Derenovka point. Ukraine. // International scientific and methodological conference KOLOS 2014. – 4.12-6.12. 2014. Organized by Vihorlat Observatory Humenne (Slovakia) in the frame of the project Space Emergency System
9. Sukhov, P.P., Epishev, V.P., Sukhov, K.P., Karpenko, G.F., Motrunych, I.I. (2017), The results of complex studies of the functioning of the geosynchronous satellite "Sbirs-Geo-2" [Rezultaty komplexnikh issledovanij funkcionirovanija na orbite geosinkhronnogo sputnika "Sbirs-Geo-2"], *Cosmichna nauka i tekhnologija*, Vol.23, No 1. pp.63-70.
10. Sukhov, P.P., Karpenko, G.F. Sukhov, K.P. Epishev, V.P. Motrunych, I.I. Kudzej, I. Dubovsky, P.A. (2014), on the advantages of photometric observations of the geostationary satellites at small phase angles//*Odessa Astronomical publications / Odessa Astronomical Observatory*. – Odessa: Astroprint, Vol.27, I. 1, pp. 149-153.

© Ужгородський національний університет