

**Многоканальный мониторинговый телескоп ММТ.
Результаты анализа фотометрической информации по
космическим объектам на околоземных орбитах.
Ноябрь 2016 года.**

Информационно-аналитический отчет.



Список сокращений

AMSR	Advanced Microwave Scanning Radiometer
CZ	Chang Zheng
DMSP	Defense Meteorological Satellite Program
GCOM	Global Change Observation Mission
GMI	GPM Microwave Imager
GPM	Global Precipitation Measurement
MWRI	Microwave Radiation Imager
NOSS	Naval Ocean Surveillance System
SMAP	Soil Moisture Active Passive
SSM/I	Special Sensor Microwave Imager
SSMIS	Special Sensor Microwave Imager Sounder
TLE	Two Line Element
UTC	Coordinated Universal Time
БД ММТ	база данных многоканального мониторингового телескопа
ДВУ	долгота восходящего узла
ДЗЗ	дистанционное зондирование Земли
КА	космический аппарат
КК ВВС	Космическое командование Военно-воздушных сил
КО	космический объект
ММТ	многоканальный мониторинговый телескоп
НССС	низкоорбитальная система спутниковой связи
ОКП	околоземное космическое пространство
ПКК	пилотируемый космический корабль
РАН	Российская Академия наук
РБ	разгонный блок
РН	ракета-носитель
САО	Специальная астрофизическая обсерватория
СМИ	средства массовой информации
СНС	спутниковая навигационная система
ЭПР	эквивалентная площадь рассеяния

СОДЕРЖАНИЕ

<i>1. Многоканальный мониторинговый телескоп ММТ и база данных БД ММТ.....</i>	<i>7</i>
<i>2. Наблюдения системой ММТ космических объектов на околоземных орбитах в ноябре 2016 года.</i>	<i>8</i>
<i>3. КО, внесенные в БД ММТ в ноябре 2016 года.....</i>	<i>9</i>
<i>4. Результаты работы системы ММТ по наблюдению иностранных КО в ноябре 2016 года. Анализ полученной измерительной информации.</i>	<i>13</i>
4.1 Получены измерения по КО запуска 2016-068	13
4.2 Получены измерения по КА Vanxing-2 (2016-057H, 41834)	15
4.2 Получены измерения по КА Beidou-2M4 (2012-018B, 38251)	16
4.4 Получены измерения по 2-й ступени РН Chang Zheng-5 (2016-065B, 41839)	18
4.5 Получены измерения по КО запуска 2016-066	20
4.6 Оценка фотометрических характеристик 3-й ступени РН Chang Zheng-6 (2015-049Q, 40913)	23
<i>5. Оценка состояния КА с быстровращающимися внешними антеннами.....</i>	<i>26</i>
5.1 КА типа NOSS-3 (Intruder).....	26
5.2 КА типа DMSP-5D.....	28
5.3 КА типа Fengyun-3	30
5.4 КА Coriolis (2003-001A, 27640)	31
5.5 КА GCOM W1 (Shizuku) (2012-025A, 38337)	32
5.6 КА GPM (2014-009C, 39574)	33
5.7 КА Haiyang-2A (2011-043A, 37781).....	34
5.8 КА SMAP (2015-003A, 40376)	35
5.9 КА Yunhai-1-01 (2016-068A, 41857).....	36
<i>6. Оперативная оценка состояния многоспутниковых группировок.</i>	<i>38</i>
6.1 HCCC Iridium	38
6.2 HCCC Globalstar.....	42
6.3 HCCC Orbcomm	49
<i>7. Непривязанные измерения системы ММТ, полученные в ноябре 2016 года.....</i>	<i>53</i>
<i>Заключение.....</i>	<i>57</i>

СПИСОК ИЛЛЮСТРАЦИЙ

Рисунок 1. Нарботка системы ММТ в ноябре 2016 года.....	8
Рисунок 2. Приведенный блеск КА Yunhai-1-01 в проводке 21 ноября 2016 года.....	14
Рисунок 3. Форма паттерна фотометрической кривой КА Yunhai-1-01 в проводке 21 ноября 2016 года.....	14
Рисунок 4. Общий вид КА типа Vanxing-2.....	15
Рисунок 5. Измеренный блеск КА Vanxing-2 в проводке ММТ 8 ноября 2016 г.....	16
Рисунок 6. Приведенный блеск КА Vanxing-2 в проводке ММТ 8 ноября 2016 г.....	16
Рисунок 7. Общий вид КА типа Beidou 2-го поколения.....	17
Рисунок 8. Измеренный блеск КА Beidou-2M4 в проводке системы ММТ 24 ноября 2016 г.....	17
Рисунок 9. Приведенный блеск КА Beidou-2M4 в проводке системы ММТ 24 ноября 2016 г.....	17
Рисунок 10. Внешний вид 2-й ступени РН CZ-5.....	19
Рисунок 11. Приведенный блеск второй ступени РН CZ-5 запуска 2016-065 в проводке ММТ 26 ноября 2016 года.....	19
Рисунок 12. Форма паттерна фотометрической кривой второй ступени РН CZ-5 запуска 2016-065 в проводке ММТ 26 ноября 2016 года.....	20
Рисунок 13. Приведенный блеск КО 2016-066Е в проводке 26 октября 2015 года.....	22
Рисунок 14. Форма паттерна фотометрической кривой КО 2016-066Е в проводке 26 октября 2015 года.....	22
Рисунок 15. Внешний вид 3-й ступени РН Chang Zheng-6 (CZ-6) с установленной на ней полезной нагрузкой.....	23
Рисунок 16. Высота орбиты, значения и вариация среднего приведенного 3-й ступени РН CZ-6 запуска 2015-049 по данным БД ММТ (на 1.12.2016).....	24
Рисунок 17. Динамика периода изменения блеска 3-й ступени РН CZ-6 запуска 2015-049 по данным БД ММТ на 1.12.2016.....	24
Рисунок 18. Приведенный блеск 3-й ступени РН CZ-6 запуска 2015-049 в проводке 2 ноября 2015 года.....	25
Рисунок 19. Форма паттерна фотометрической кривой 3-й ступени РН CZ-6 запуска 2015-049 в проводке ММТ 2 ноября 2015 года.....	25
Рисунок 20. Орбитальное построение двух КА типа NOSS-3, работающих в составе пары.....	26
Рисунок 21. Внешний вид КА типа DMSP-5D.....	28
Рисунок 22. Внешний вид КА типа Fengyun-3.....	30
Рисунок 23. Внешний вид КА Coriolis.....	31
Рисунок 24. Общий вид КА GCOM W1 (Shizuku), видна антенна радиометра AMSR-2.....	32
Рисунок 25. Общий вид КА GPM.....	33
Рисунок 26. Общий вид КА Haiyang-2A.....	34
Рисунок 27. Общий вид КА SMAP.....	35
Рисунок 28. Распределение КА типа Iridium по давности последней полученной системой ММТ проводки (по состоянию на 1.12.2016).....	42
Рисунок 29. Распределение КА типа Globalstar по давности последней полученной системой ММТ проводки (по состоянию на 1.12.2016).....	46
Рисунок 30. Кривая приведенного блеска КА Globalstar M027 в проводке ММТ 9 ноября 2016 года.....	47
Рисунок 31. Кривая приведенного блеска КА Globalstar M027 в проводке ММТ 19 ноября 2016 года.....	47
Рисунок 32. Форма паттерна кривой блеска КА Globalstar M027 в проводке ММТ 19 ноября 2016 года.....	48

Рисунок 33. Форма паттерна кривой блеска КА Globalstar M027 в проводке ММТ 23 ноября 2016 года	48
Рисунок 34. Динамика периодического изменения блеска и история маневров КА Globalstar M027	49
Рисунок 35. Распределение КА Orbscomm по давности последней полученной системой ММТ проводки (по состоянию на 1.12.2016)	52

СПИСОК ТАБЛИЦ

Таблица 1. Космические объекты, ранее не измерявшиеся системой ММТ и внесенные в открытую часть БД ММТ в течение ноября 2016 года	10
Таблица 2. Фотометрическая информация из БД ММТ по КА Yunhai-1-01 по состоянию на 1.12.2016	13
Таблица 3. Фотометрическая информация из БД ММТ по второй ступени РН CZ-2D запуска 2016-068 по состоянию на 1.12.2016	13
Таблица 4. Информация из БД ММТ по КА Vanxing-2 по состоянию на 1.12.2016.....	15
Таблица 5. Информация из БД ММТ по КА Weidou-2M4 по состоянию на 1.12.2016.....	16
Таблица 6. Информация из БД ММТ по КА китайской СНС Weidou (на 1.12.2016)	18
Таблица 7. Фотометрическая информация из БД ММТ по второй ступени РН CZ-5 запуска 2016-065 по состоянию на 1.12.2016	18
Таблица 8. Фотометрическая информация из БД ММТ по КО 2016-066С по состоянию на 1.12.2016	20
Таблица 9. Фотометрическая информация из БД ММТ по КО 2016-066D по состоянию на 1.12.2016	20
Таблица 10. Фотометрическая информация из БД ММТ по КО 2016-066Е по состоянию на 1.12.2016	20
Таблица 11. Орбитальная и некоординатная информация по КО запуска 2016-066 (по состоянию на 1.12.2016)	21
Таблица 12. Фотометрическая информация из БД ММТ по 3-й ступени РН CZ-6 запуска 2015-049.....	23
Таблица 13. Информация из БД ММТ по КА типа NOSS-3 (на 1.12.2016).....	27
Таблица 14. Информация из БД ММТ по КА типа DMSP-5D (на 1.12.2016)	29
Таблица 15. Информация из БД ММТ по КА типа Fengyun-3 (на 1.12.2016)	31
Таблица 16. Информация из БД ММТ по КА Coriolis (на 1.12.2016).....	32
Таблица 17. Информация из БД ММТ по КА GCOM-W1 (на 1.12.2016).....	33
Таблица 18. Информация из БД ММТ по КА GPM (на 1.12.2016).....	34
Таблица 19. Информация из БД ММТ по КА Haiyang-2A (на 1.12.2016)	35
Таблица 20. Информация из БД ММТ по КА SMAP (на 1.12.2016).....	36
Таблица 21. Информация из БД ММТ по КА Yunhai-1-01 (на 1.12.2016).....	37
Таблица 22. Информация из БД ММТ по КА типа Iridium (на 1.12.2016)	38
Таблица 23. Информация из БД ММТ по КА Globalstar 1-го поколения (на 1.12.2016) ..	42
Таблица 24. Информация из БД ММТ по КА Globalstar 2-го поколения (на 1.12.2016) ..	45
Таблица 25. Информация из БД ММТ по КА Orbcomm 1-го поколения (на 1.12.2016)..	49
Таблица 26. Информация из БД ММТ по КА Orbcomm-QL (на 1.12.2016)	51
Таблица 27. Информация из БД ММТ по КА Orbcomm 2-го поколения (на 1.12.2016)..	51
Таблица 28. Непривязанные проводки системы ММТ, полученные в ноябре 2016 года	54

1. Многоканальный мониторинговый телескоп ММТ и база данных БД ММТ

В ноябре 2016 года продолжены наблюдения на многоканальном мониторинговом телескопе ММТ. Работы выполнялись Казанским (Приволжским) Федеральным Университетом, совместно с САО РАН и АО «НПК СПП».

Система ММТ предназначена для широкоугольного мониторинга небесной сферы с целью обнаружения, классификации и исследования переменных в пространстве и во времени источников оптического излучения.

Основная целевая функция системы ММТ – астрофизические наблюдения в интересах изучения оптических послесвечений, сопровождающих космические гамма-всплески. С этой целью производится мониторинг определенных участков небесной сферы по целеуказаниям, выдаваемым низкоорбитальными астрофизическими КА Swift и Fermi. Часть наблюдательного времени система ММТ использует для обзоров всей видимой части небесной сферы в интересах задачи фотометрирования звездных полей.

В качестве дополнительного результата своей работы система ММТ получает большие объемы оптической измерительной информации по объектам искусственного происхождения на околоземных орбитах (космические аппараты, ступени РН и РБ, фрагменты).

Место дислокации системы ММТ – Северный Кавказ, поселок Нижний Архыз. Географические координаты пункта $43^{\circ}38'59.5''$ с.ш. $41^{\circ}25'53.3''$ в.д., высота над уровнем моря 2030 метров.

Поле зрения одного оптического канала 80 кв. градусов ($10^{\circ} \times 8^{\circ}$), общее поле зрения системы ММТ – 700 кв. градусов. Разрешение системы по времени – 0.1 с (10 кадров в секунду), при этом минимальный блеск обнаруживаемого объекта – 12-я звездная величина. Предел проникания по быстро движущимся объектам составляет порядка 9.5...10.0 зв. вел.

В течение наблюдательной ночи в поле зрения системы ММТ попадают от 100 до 400 КО, находящиеся на околоземных орбитах. По полученным кадрам определяются угловые координаты и блеск этих объектов. Угловые координаты КО идентифицируются по открытым источникам орбитальной информации. В качестве источников орбитальных данных используются двустрочные элементы TLE, выдаваемые Космическим командованием ВВС США, и орбитальная информация независимых наблюдателей (для КО, по которым КК ВВС США не выдает элементы орбит).

По результатам наблюдений системы ММТ формируется и оперативно пополняется база данных фотометрии КО на околоземных орбитах.

Для каждого КО по всем полученным измерениям (исключая полутеневые засечки) вычисляется средний приведенный (к дальности 1000 километров и фазовому углу 90°) блеск. При режиме работы с фотометрическими фильтрами BVR вычисляется приведенный блеск в конкретном фильтре. Для КО, имеющих явную периодичность блеска, определяется период изменения блеска (в секундах).

Помимо измеренного и приведенного блеска объектов, в БД заносятся данные о дальности и фазовом угле во время наблюдений, а также кривые изменения блеска.

Часть фотометрической информации, относящаяся к иностранным КО, предоставляется в открытый публичный доступ. Данные доступны на интернет-сайте <http://astroguard.ru/satellites>. Через веб-интерфейс БД ММТ доступны как усредненные данные по каждому занесенному в базу КО, так и сведения по каждой идентифицированной проводке.

Приведенные в БД ММТ данные по периодам вращения КО являются достоверными и подтверждаются другими источниками информации о состоянии КО на момент получения измерений.

2. Наблюдения системой ММТ космических объектов на околоземных орбитах в ноябре 2016 года.

По состоянию на 1 декабря 2016 года, в базе данных многоканального мониторингового телескопа (БД ММТ) содержится фотометрическая информация о 4940 КО на околоземных орбитах, измеренных в 101643 проводках. Информация по 2357 иностранным КО (45414 проводок) находится в открытой публичной части БД ММТ.

В течение ноября 2016 года системой ММТ отработано (полностью или частично) 20 ночей (рис. 1), получены измерения по 1620 КО на околоземных орбитах. Информация по 696 иностранным КО, измеренным в течение ноября, представлена в открытой публичной части БД ММТ.

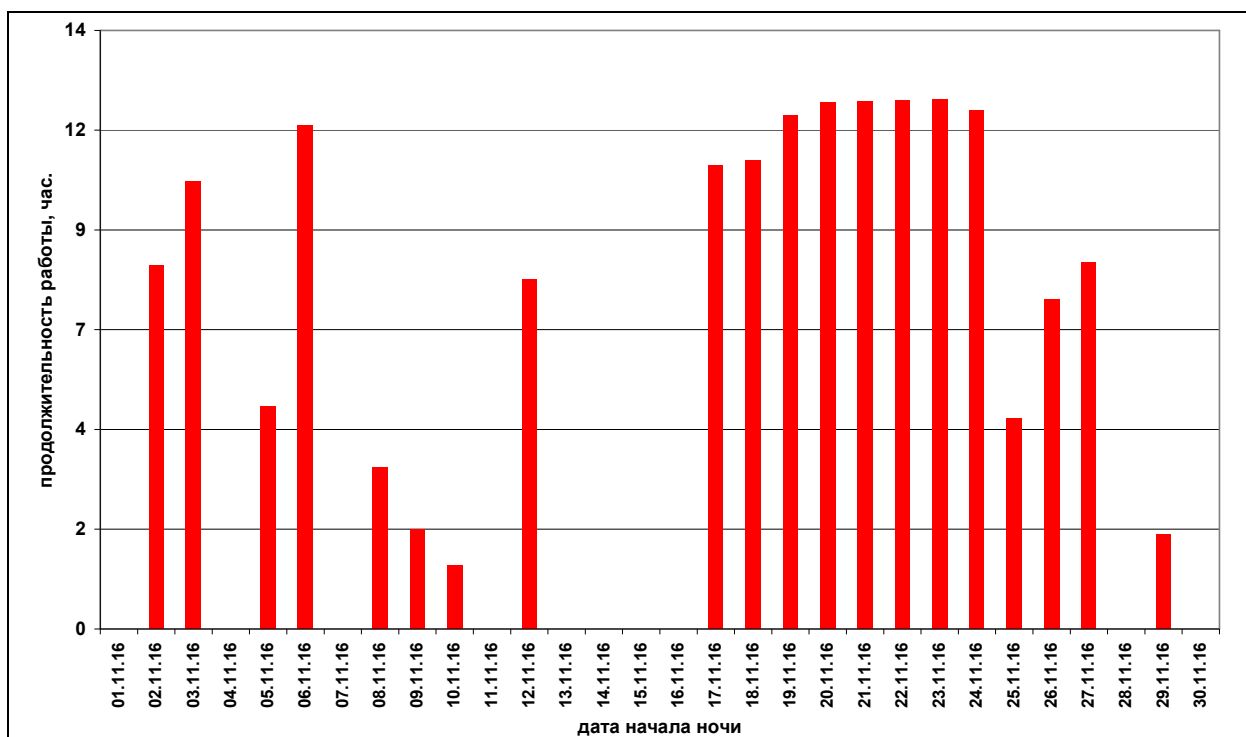


Рисунок 1. Нарботка системы ММТ в ноябре 2016 года.

В ноябре 2016 года в БД ММТ внесены 67 новых (ранее не измерявшихся системой ММТ) космических объектов. Из этого количества новых КО, внесенных в БД ММТ в ноябре 2016 года, 44 объекта являются иностранными КО; информация по ним представлена в открытой публичной части БД ММТ.

Основные сведения об иностранных КО, внесенных в БД ММТ в течение ноября 2016 года, приводятся в разделе 3 данного отчета.

Детальный анализ фотометрической информации, полученной системой ММТ в ноябре 2016 года по иностранным КО различных классов, приводится в разделе 4 данного отчета.

Разделы 5 и 6 отчета посвящены вкладу системы ММТ в решение частных задач оценки обстановки в околоземном космическом пространстве (ОКП). В разделе 5 описано использование измерительной информации ММТ для оценки состояния космических аппаратов с внешними быстровращающимися антеннами; в разделе 6 – для оперативной оценки состояния многоспутниковых группировок.

В разделе 7 приводятся данные о проводках, для которых не удалось выполнить привязку к известным КО на основе имеющихся источников орбитальных данных.

Отчет составлен на основе публичных открытых источников информации.

3. КО, внесенные в БД ММТ в ноябре 2016 года

В ноябре 2016 года в открытую часть базы фотометрической информации системы ММТ (БД ММТ) внесены 44 новых (ранее не измерявшихся системой ММТ) иностранных КО.

Вновь внесенные в БД ММТ объекты распределяются по типам КО следующим образом:

- 13 КО – космические аппараты;
- 11 КО – ступени РН и разгонные блоки;
- 17 КО – фрагменты;
- 3 КО – нераспознанные КО неизвестного типа.

Распределение вновь внесенные в БД ММТ объектов по типам орбит:

- 5 КО геостационарной области;
- 16 КО на высокоэллиптических орбитах;
- 1 КО на средневысокой орбите;
- 22 КО на низких орбитах.

Для 16-ти объектов из 44-х иностранных КО, внесенных в БД ММТ в течение ноября, по результатам выполненных измерений определены величины фотометрических периодов.

Информация по 44-м иностранным КО, ранее не измерявшимся системой ММТ и внесенным в открытую часть БД ММТ в течение ноября 2016 года, приведена в табл. 1. В дополнение к фотометрической информации из БД ММТ, в таблице приводится орбитальная информация, а также данные по величинам ЭПР объектов (по информации интернет-сайта *celestrak.com*).

В табл. 1 в графе «Тип КО» используются условные обозначения:

- «АСТ» – активный КА;
- «ИНАСТ» – нефункционирующий КА;
- «U/SAT» – КА без уточнения функционального состояния;
- «R/B» – ступень РН или РБ;
- «M/DEB» – операционный (технологический) фрагмент запуска;
- «F/DEB» – фрагмент разрушения;
- «DEB» – фрагмент без уточнения способа образования;
- «UNID» – КО неизвестного типа.

Привязка измерений системы ММТ к космическим объектам произведена на основе орбитальной информации Космического командования ВВС США. Для КО, по которым КК ВВС США не выдает в открытый публичный доступ оперативную орбитальную информацию, для привязки измерений системы ММТ использованы орбитальные данные независимых наблюдателей.

Таблица 1. Космические объекты, ранее не измерявшиеся системой ММТ и внесенные в открытую часть БД ММТ в течение ноября 2016 года

КО	Междунар. обознач. / № КК ВВС США	Тип КО	По информации БД ММТ			Элементы орбиты (по данным КК ВВС США или по данным независимых наблюдателей)				ЭПР, м ²
			Кол. проводок в БД ММТ	Средний приведенный блеск	Периодичность изменения блеска	Период, мин.	Наклонение, °	Выс. апогея, км	Выс. перигея, км	
фрагмент РБ Agena-D	1969-082CD / 4214	F/DEB	1	9.7 ± 0.5		100.00	70.05	805	712	0.07
фрагмент РБ Agena-D	1970-025Q / 4612	F/DEB	5	9.1 ± 0.6	период 2.08 с	102.98	99.76	965	834	0.09
фрагмент РБ Agena-D	1970-025Y / 4640	F/DEB	2	7.9 ± 0.8		107.71	99.72	1212	1030	0.08
фрагмент РБ Agena-D	1970-025FL / 4914	F/DEB	2	9.8 ± 0.5		106.07	99.38	1108	981	0.06
РБ Centaur PH Atlas-Centaur	1973-058B / 6797	R/B	1	5.2 ± 1.1	период 7.30 с	649.76	27.64	36404	540	13.66
фрагмент ступени PH Delta-1	1973-086M / 7021	F/DEB	4	8.0 ± 0.6	период 18.94 с	117.10	101.63	1699	1403	0.17
фрагмент ступени PH Delta-1	1974-089AJ / 8168	F/DEB	1	9.2 ± 0.9	период 3.15 с	114.96	101.45	1470	1438	0.25
фрагмент ступени PH Scout G-1	1985-066D / 15950	DEB	1	8.6 ± 0.7		103.75	89.93	1021	850	0.01
фрагмент ступени PH Delta-1	1976-077EY / 18232	F/DEB	1	9.5 ± 0.5		107.12	102.89	1159	1028	0.01
фрагмент ступени PH Delta-1	1975-052N / 21277	F/DEB	1	9.6 ± 0.5		109.21	99.68	1292	1089	0.22
КА HGS 4 (Galaxy-4)	1993-039A / 22694	U/SAT	1	1.7 ± 0.4		1436.00	14.00	35857	35713	4.69
3 ст. PH Ariane 44L+	1993-048C / 22725	R/B	1	4.8 ± 0.4	период 149.47 с	549.23	6.93	31345	331	26.56
КА TDRS-7	1995-035B / 23613	ACT	1	1.8 ± 0.5		1436.06	14.90	35864	35708	22.39
КА Nahuel-1A	1997-002B / 24714	INACT	1	2.2 ± 0.3		1448.85	7.44	36067	36005	18.62
фрагмент 3 ступени PH Ariane-1	1984-023J / 26924	DEB	1	3.5 ± 0.3		571.71	8.45	31815	1065	0.22

КО	Междунар. обознач. / № КК ВВС США	Тип КО	По информации БД ММТ			Элементы орбиты (по данным КК ВВС США или по данным независимых наблюдателей)				ЭПР, м ²
			Кол. проводок в БД ММТ	Средний приведенный блеск	Периодичность изменения блеска	Период, мин.	Наклонение, °	Выс. апогея, км	Выс. перигея, км	
3 ст. PH Ariane 44L	2002-057B / 27604	R/B	1	4.6 ± 0.3		609.07	7.69	34565	282	19.27
КА Inmarsat 4-F2	2005-044A / 28899	ACT	1	2.5 ± 0.2		1436.10	2.54	35801	35772	4.47
переходник SYLDA PH Ariane-5	2006-033C / 29274	M/DEB	1	5.1 ± 0.3		390.27	5.85	22299	326	11.30
переходник SYLDA PH Ariane-5	2007-016D / 31309	M/DEB	3	5.2 ± 0.3	период 146.71 с	200.66	5.78	9749	202	14.11
2 ст. PH Ariane-5	2008-038C / 33276	R/B	1	4.0 ± 0.4		596.70	2.07	33927	274	24.63
фрагмент КА ISIS-1	1969-009D / 36301	DEB	3	6.0 ± 1.1	период 30.88 с	123.41	88.40	3101	565	0.06
КА Beidou-2M4	2012-018B / 38251	ACT	1	4.2 ± 0.3		773.22	56.05	21604	21452	7.00
КА RBSP-A	2012-046A / 38752	ACT	1	4.4 ± 0.3		537.06	10.05	30447	569	6.44
КА OPTOS	2013-066E / 39420	U/SAT	1	8.0 ± 0.8		98.51	97.66	784	591	0.05
переходник SYLDA PH Ariane-5	2015-022D / 40616	M/DEB	1	4.9 ± 0.4		377.09	5.64	21565	259	
переходник SYLDA PH Ariane-5	2015-034D / 40735	M/DEB	1	4.7 ± 0.4		582.03	3.75	33158	269	4.02
2 ст. PH Ariane-5	2015-039C / 40876	R/B	1	3.6 ± 0.3	период 2.10 с	623.79	5.24	35372	239	9.06
КА MUOS-4	2015-044A / 40887	ACT	3	1.4 ± 0.4		1436 *	4.59 *	36009 *	35567 *	99.62
КА Kaituo-1A	2015-049F / 40904	U/SAT	1	8.4 ± 0.5		95.10	97.45	534	513	0.62
КА Sentinel-1B	2016-025A / 41456	ACT	1	4.8 ± 0.7		98.68	98.18	697	695	4.98
переходник ASAP-S	2016-025F / 41461	M/DEB	6	6.7 ± 0.5		95.91	98.22	687	438	2.35

КО	Междунар. обознач. / № КК ВВС США	Тип КО	По информации БД ММТ			Элементы орбиты (по данным КК ВВС США или по данным независимых наблюдателей)				ЭПР, м ²
			Кол. проводок в БД ММТ	Средний приведенный блеск	Периодичность изменения блеска	Период, мин.	Наклонение, °	Выс. апогея, км	Выс. перигея, км	
2 ст. PH Falcon-9	2016-028B / 41472	R/B	1	2.2 ± 0.5	период 94.37 с	518.80	23.91	29864	155	4.04
2 ст. PH Falcon-9	2016-031B / 41553	R/B	2	3.0 ± 0.5	период 53.59 с	1939.86	23.15	89925	366	
3 ст. PH CZ-3B	2016-037B / 41587	R/B	2	3.1 ± 0.6		599.64	19.50	34138	216	8.99
КА Gaofen-3	2016-049A / 41727	ACT	1	4.9 ± 0.4		99.85	98.42	752	751	7.40
КА Banxing-2	2016-057H / 41834	U/SAT	1	8.0 ± 0.1		92.08	42.79	382	371	8.29
фрагмент КА DMSP 5D-2 F12	1994-057F / 41835	DEB	2	7.4 ± 0.7	период 1.81 с	101.62	99.13	849	821	0.20
2 ст. PH CZ-5	2016-065B / 41839	R/B	3	3.0 ± 1.0	период 111.08 с	501.29	19.33	28882	169	74.22
неидентифицированный КО	2016-066C / 41843	UNID	1	9.6 ± 0.5		94.64	97.40	513	489	0.28
неидентифицированный КО	2016-066D / 41844	UNID	1	9.6 ± 0.5		94.64	97.40	512	490	0.26
неидентифицированный КО	2016-066E / 41845	UNID	1	6.2 ± 0.7	период 3.16 с	100.16	98.78	1029	503	1.51
КА Yunhai-1-01	2016-068A / 41857	ACT	3	4.2 ± 0.6	период 3.32 с	100.51	98.51	791	775	4.26
2 ст. PH CZ-2D	2016-068B / 41858	R/B	1	3.3 ± 0.5	период 4.69 с	100.30	98.37	798	748	8.80
РБ Centaur PH Atlas-Centaur	2016-071B / 41867	R/B	1	3.1 ± 0.7	период 15.96 с	760.49	10.81	34913	7528	

Примечание:

* - Привязка измерений выполнена на основе орбитальной информации независимых наблюдателей.

4. Результаты работы системы ММТ по наблюдению иностранных КО в ноябре 2016 года. Анализ полученной измерительной информации.

4.1 Получены измерения по КО запуска 2016-068

В ноябре 2016 года системой ММТ были получены фотометрические измерения по объектам китайского запуска 2016-068, который был выполнен 11 ноября 2016 года. В ходе этого запуска на низкую орбиту выведен китайский КА метеорологического обеспечения и ДЗЗ Yunhai-1-01.

Космическим командованием ВВС США были каталогизированы два КО от этого запуска: КА Yunhai-1-01 (2016-068А, 41857) и вторая ступень РН Chang Zheng-2D (2016-068В, 41858). По обоим объектам в течение ноября 2016 года была получена измерительная информация с телескопа ММТ.

Данные по выполненным измерениям приведены в табл. 2 и табл. 3. Привязка измерений системы ММТ по КО запуска 2016-068 произведена на основе орбитальной информации КК ВВС США.

Таблица 2. Фотометрическая информация из БД ММТ по КА Yunhai-1-01 по состоянию на 1.12.2016

Дата начала проводки, UTC	Суммарная продолжительность проводки, с	Количество засечек	Средний приведенный блеск	Периодичность изменения блеска
21.11.2016 02:45	65.9	654	3.82 ± 0.53	период 3.32 с
23.11.2016 03:20	76.4	1011	4.76 ± 0.36	период 3.34 с
24.11.2016 02:49	74.5	851	3.94 ± 0.51	период 3.32 с

Таблица 3. Фотометрическая информация из БД ММТ по второй ступени РН CZ-2D запуска 2016-068 по состоянию на 1.12.2016

Дата начала проводки, UTC	Суммарная продолжительность проводки, с	Количество засечек	Средний приведенный блеск	Периодичность изменения блеска
23.11.2016 02:55	26.5	265	3.29 ± 0.49	период 4.69 с

Запущенный 11 ноября 2016 года китайский КА Yunhai-1-01, по состоянию на 1.12.2016, находится на солнечно-синхронной орбите высотой 791 x 775 километров (период 100.5 минуты) с наклоном 98.5°.

Официально КА Yunhai-1-01 объявлен как спутник метеорологического обеспечения и ДЗЗ. Данные о конструкции и тактико-технические характеристики спутника не сообщаются. Предварительная информация о разработке в КНР серии низкоорбитальных КА Yunhai в открытых источниках до запуска отсутствовала, что можно расценивать, как косвенное указание на военную принадлежность КА.

Во всех трех проводках, полученных системой ММТ по КА Yunhai-1-01 в течение ноября 2016 года, при обработке измерений было выявлено периодическое изменение блеска (рис. 2, рис. 3).

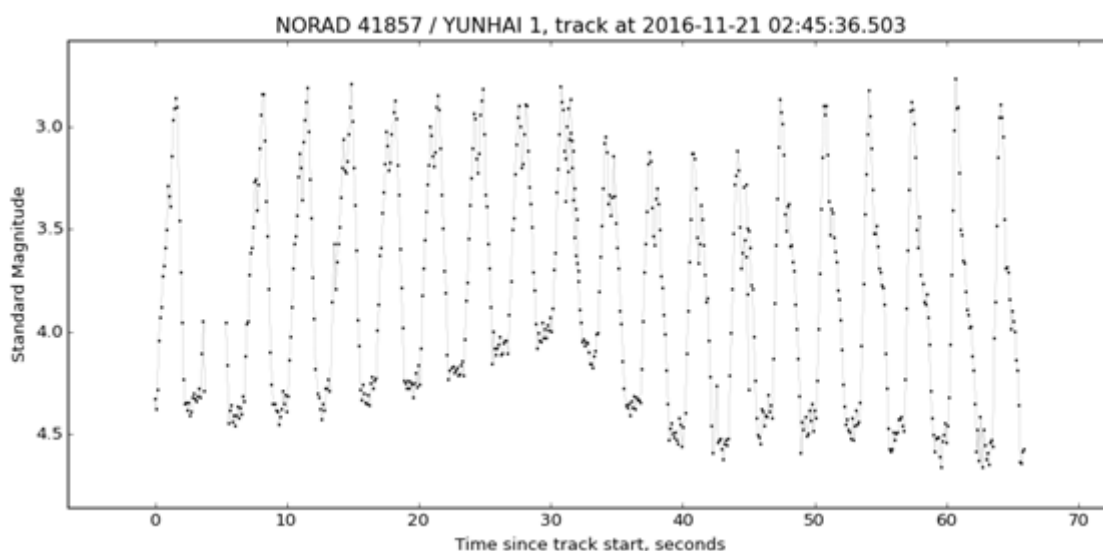


Рисунок 2. Приведенный блеск КА Yunhai-1-01 в проводке 21 ноября 2016 года

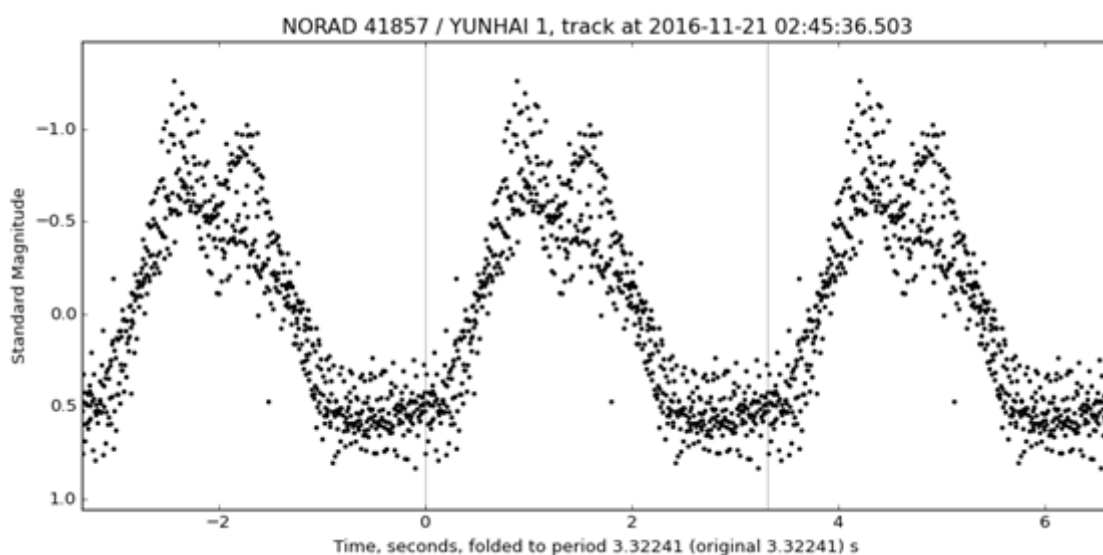


Рисунок 3. Форма паттерна фотометрической кривой КА Yunhai-1-01 в проводке 21 ноября 2016 года

Можно предположить три возможных причины периодичности блеска КА Yunhai-1-01, наблюдаемой в измерениях системы ММТ:

1. КА после запуска не смог выстроить трехосную стабилизацию и неуправляемо вращается;
2. КА стабилизирован вращением;
3. в составе КА присутствует быстро вращающийся элемент конструкции.

Проведенный анализ показал, что с наибольшей вероятностью наблюдаемая периодичность блеска КА Yunhai-1-01 обусловлена наличием на спутнике неизвестного быстро вращающегося конструктивного элемента (например, сканирующей антенны). Скорость вращения гипотетического элемента конструкции, определенная по величине фотометрического периода, составляет 18 оборотов в минуту.

23 ноября 2016 года в китайских интернет-СМИ появилась информация о включении в работу микроволнового радиометра, входящего в состав полезной нагрузки КА Yunhai-1-01. С высокой вероятностью, именно вращение антенны микроволнового радиометра вызвало периодическое изменение блеска КА Yunhai-1-01, наблюдавшееся системой ММТ.

4.2 Получены измерения по КА Vanxing-2 (2016-057H, 41834)

В ноябре 2016 года получены первые фотометрические измерения (1 проводка) системы ММТ по активному китайскому экспериментальному КА **Vanxing-2 (2016-057H, 41834)**. Данные по выполненным измерениям приведены в табл. 4. Привязка измерений системы ММТ произведена на основе орбитальной информации Космического командования ВВС США.

Таблица 4. Информация из БД ММТ по КА Vanxing-2 по состоянию на 1.12.2016

Дата начала проводки, UTC	Суммарная продолжительность проводки, с	Количество засечек	Средний приведенный блеск	Периодичность изменения блеска
08.11.2016 15:43	6	61	8.01 ± 0.12	не выявлена

Малый КА Vanxing-2 (рис. 4) отделен 22 октября 2016 года от китайского экспериментального модуля Tiangong-2. Спутник предназначен для выполнения совместного полета с пилотируемым комплексом в составе модуля Tiangong-2 и ПКК Shenzhou-11. При помощи полезной нагрузки КА Vanxing-2 получены изображения модуля Tiangong-2 и состыкованного с ним ПКК Shenzhou-11.

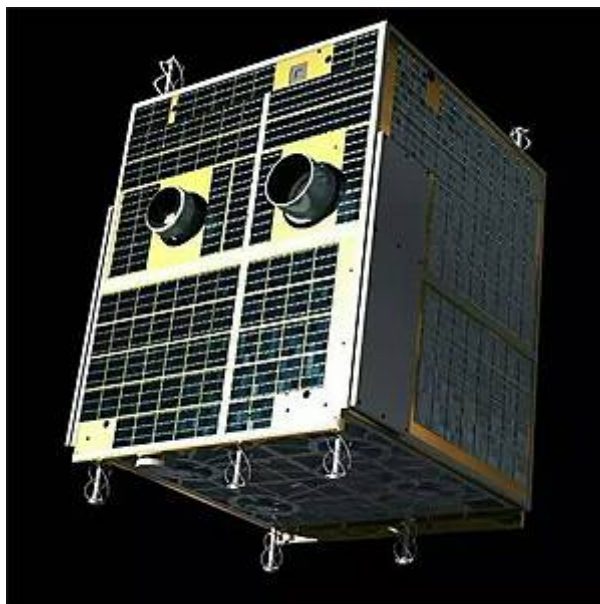


Рисунок 4. Общий вид КА типа Vanxing-2

Размеры КА Vanxing-2 составляют 0.4 x 0.4 x 0.4 метра, масса 47 килограмм. По состоянию на 1.12.2016, спутник работает на низкой орбите высотой 383 x 371 километров (период 92.09 минуты) с наклоном 42.79°. В штатном режиме спутник поддерживает трехосную стабилизацию.

В измерениях, полученных системой ММТ по состоянию на 1.12.2016, периодическое изменение блеска КА Vanxing-2 не выявлено. На рис. 5 и рис. 6 представлены кривые измеренного и приведенного блеска КА Vanxing-2, полученные в проводке системы ММТ 8 ноября 2016 года.

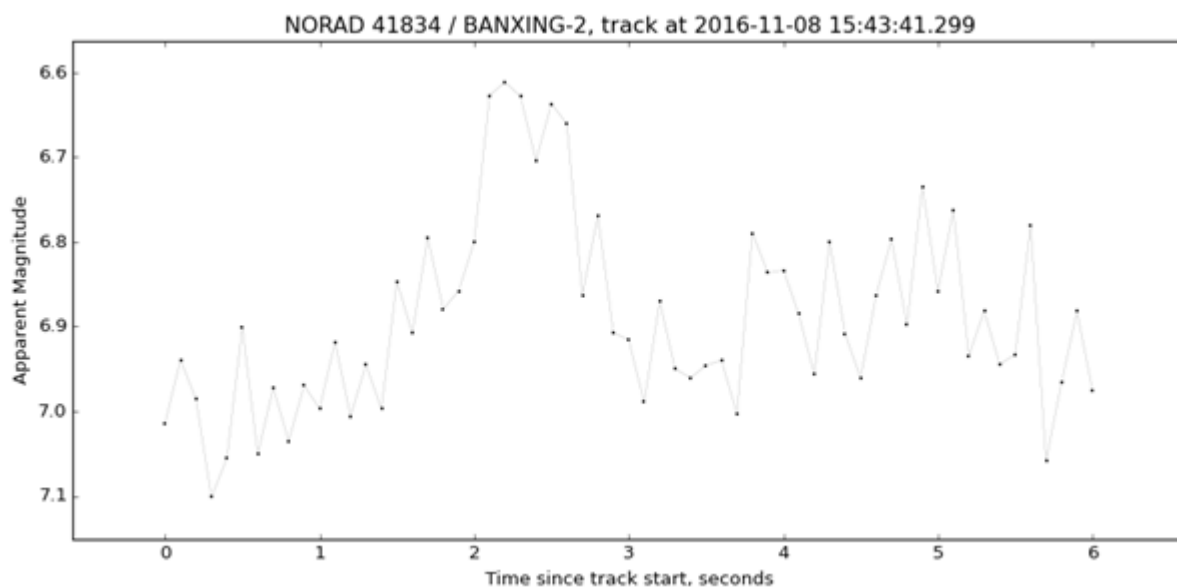


Рисунок 5. Измеренный блеск КА Vanxing-2 в проводке ММТ 8 ноября 2016 г.

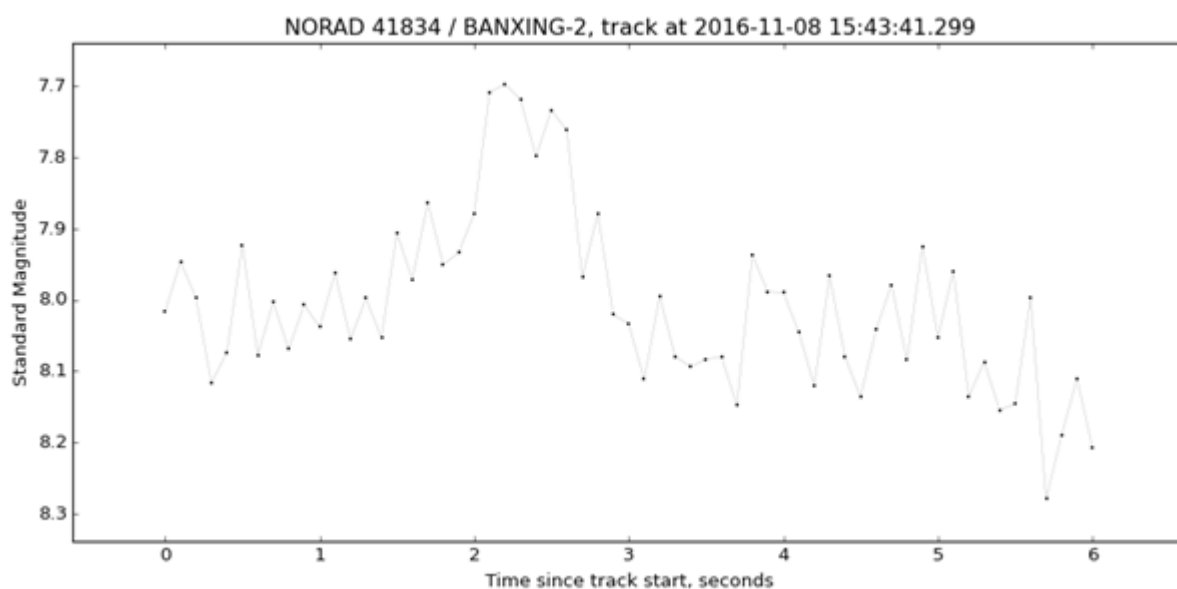


Рисунок 6. Приведенный блеск КА Vanxing-2 в проводке ММТ 8 ноября 2016 г.

4.2 Получены измерения по КА Beidou-2M4 (2012-018B, 38251)

В ноябре 2016 года получены первые фотометрические измерения системы ММТ по активному китайскому КА навигационного обеспечения **Beidou-2M4 (2012-018B, 38251)**. Данные по выполненным измерениям приведены в табл. 5. Привязка измерений системы ММТ произведена на основе орбитальной информации Космического командования ВВС США.

Таблица 5. Информация из БД ММТ по КА Beidou-2M4 по состоянию на 1.12.2016

Дата начала проводки, UTC	Суммарная продолжительность проводки, с	Количество засечек	Средний приведенный блеск	Периодичность изменения блеска
24.11.2016 20:58	929.5	1427	4.17 ± 0.26	не выявлена

Запущенный 29 апреля 2012 года КА Weidou-2M4 (рис. 7) работает на околокруговой полусуточной орбите высотой 21500 километров (период 773 минуты) с наклоном 56.1°. В штатном режиме спутник поддерживает трехосную стабилизацию.

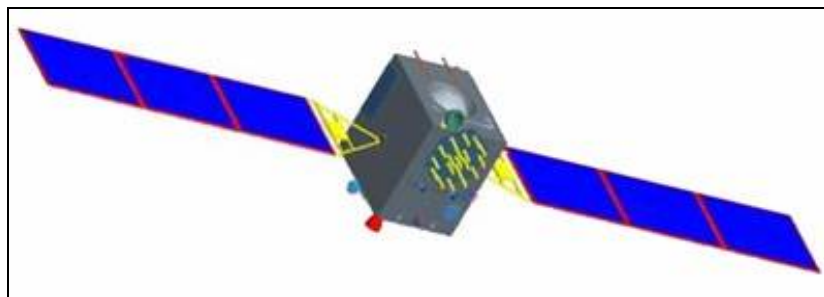


Рисунок 7. Общий вид КА типа Weidou 2-го поколения

В измерениях, полученных системой ММТ по состоянию на 1.12.2016, периодическое изменение блеска КА Weidou-2M4 не выявлено. На рис. 8 и рис. 9 представлены кривые измеренного и приведенного блеска КА Weidou-2M4, полученные в проводке системы ММТ 24 ноября 2016 года.

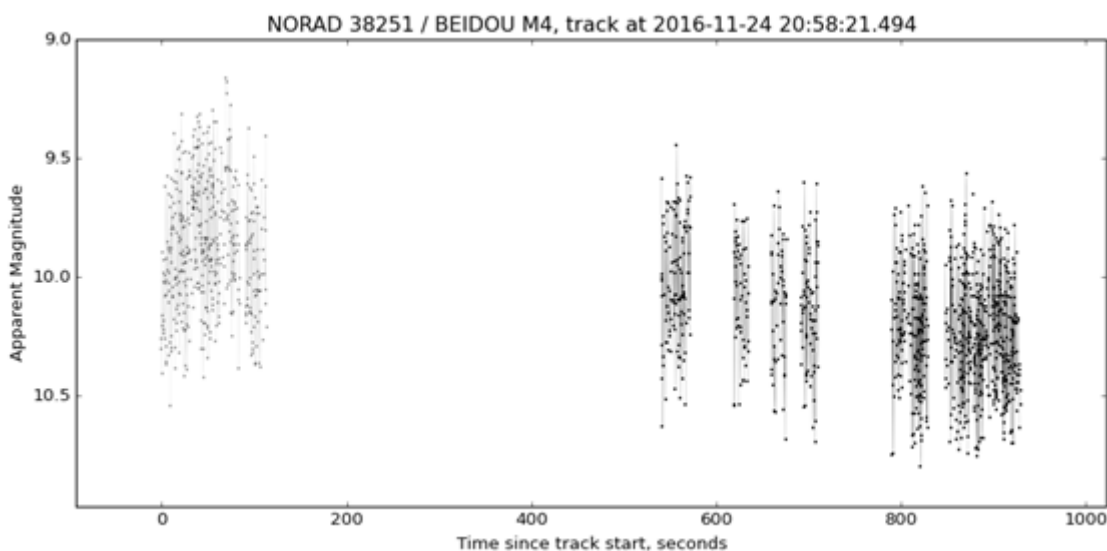


Рисунок 8. Измеренный блеск КА Weidou-2M4 в проводке системы ММТ 24 ноября 2016 г.

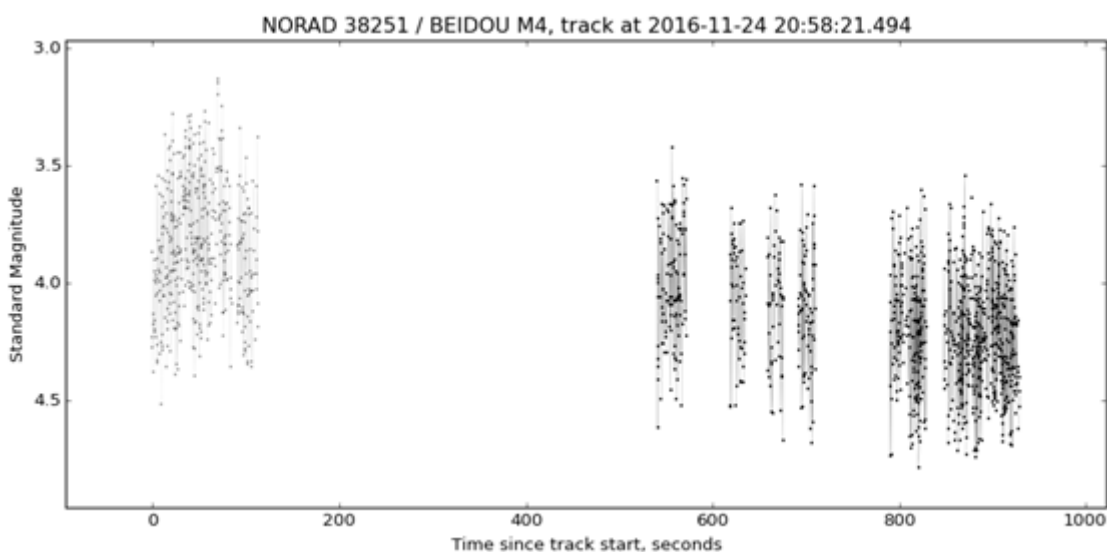


Рисунок 9. Приведенный блеск КА Weidou-2M4 в проводке системы ММТ 24 ноября 2016 г.

По состоянию на 1.12.2016, в БД ММТ содержится фотометрическая информация по восьми КА китайской СНС Beidou (табл. 6).

Таблица 6. Информация из БД ММТ по КА китайской СНС Beidou (на 1.12.2016)

КА	Межд. обозн. / № КК ВВС США	Сост. КА *	Дата последней полученной проводки	Кол-во проводок в БД ММТ	Средний приведенный блеск	Периодичн. изменения блеска
Beidou-2M1	2007-011A / 31115	N	23.11.2016	16	2.2 ± 1.0	не выявлено
Beidou-2M3	2012-018A / 38250	+	23.11.2016	4	3.8 ± 0.4	не выявлено
Beidou-2M4	2012-018B / 38251	+	24.11.2016	1	4.2 ± 0.3	не выявлено
Beidou-2M5	2012-050A / 38774	?	22.11.2016	21	2.2 ± 1.1	период 539.93 с
Beidou-2M6	2012-050B / 38775	+	17.09.2015	1	3.8 ± 0.3	не выявлено
Beidou-3M1S	2015-037A / 40748	+	17.12.2015	1	4.1 ± 0.3	не выявлено
Beidou-3M2S	2015-037B / 40749	+	15.01.2016	2	3.9 ± 0.4	не выявлено
Beidou-3M3S	2016-006A / 41315	+	11.09.2016	1	4.1 ± 0.3	не выявлено

Примечание:

* – Условные обозначения в графе «Состояние КА»: «+» - КА, работающий в составе СНС Beidou, «N» - КА, выведенный из состава СНС Beidou, «?» - КА неясного статуса.

Как показывает проведенный ранее анализ (см. раздел 4.2 выпуска отчета за декабрь 2015 года), увенчанный в сентябре 2013 года на орбиту захоронения КА Beidou-2M1 и остающийся на рабочей орбите СНС Beidou КА Beidou-2M5 не поддерживают трехосную стабилизацию. Остальные шесть измерившиеся системой ММТ спутников СНС Beidou на момент получения последних проводок находились в режиме трехосной стабилизации.

4.4 Получены измерения по 2-й ступени РН Chang Zheng-5 (2016-065B, 41839)

В ноябре 2016 года получены первые фотометрические измерения системы ММТ по 2-й ступени новой китайской РН **Chang Zheng-5 (2016-065B, 41839)**, с помощью которой 3 ноября 2016 года был запущен КА Shijian-17.

Данные по выполненным измерениям приведены в табл. 7. Привязка измерений системы ММТ произведена на основе орбитальной информации Космического командования ВВС США.

Таблица 7. Фотометрическая информация из БД ММТ по второй ступени РН CZ-5 запуска 2016-065 по состоянию на 1.12.2016

Дата начала проводки, UTC	Суммарная продолжительность проводки, с	Количество засечек	Средний приведенный блеск	Периодичность изменения блеска
12.11.2016 15:28	293.3	2604	3.22 ± 1.22	не выявлена
19.11.2016 15:25	248.2	835	3.03 ± 1.03	не выявлена
26.11.2016 15:16	448.1	4175	2.82 ± 0.89	период 111.08 с

В проводке системы ММТ, полученной 26 ноября 2016 года, выявлено периодическое изменение блеска данного КО. Определена величина фотометрического периода.

Криогенная кислородно-водородная ступень L-27 (H5-2), применяющаяся в составе новой китайской ракеты-носителя тяжелого класса Chang Zheng-5 в качестве второй ступени, имеет длину 13.45 метра при максимальном диаметре 5 метров (рис. 10).

По состоянию на 1.12.2016, 2-я ступень РН CZ-5 запуска 2016-065 находится на высокоэллиптической орбите высотой 28930 x 171 километров (период 502.2 минуты) с наклоном 19.3°.



Рисунок 10. Внешний вид 2-й ступени РН CZ-5

На рис. 11 представлена кривая приведенного блеска второй ступени РН CZ-5 запуска 2016-065, полученная системой ММТ 26 ноября 2016. На рис. 12 показана соответствующая ей форма паттерна. В проводке определен период изменения блеска 111.08 секунд.

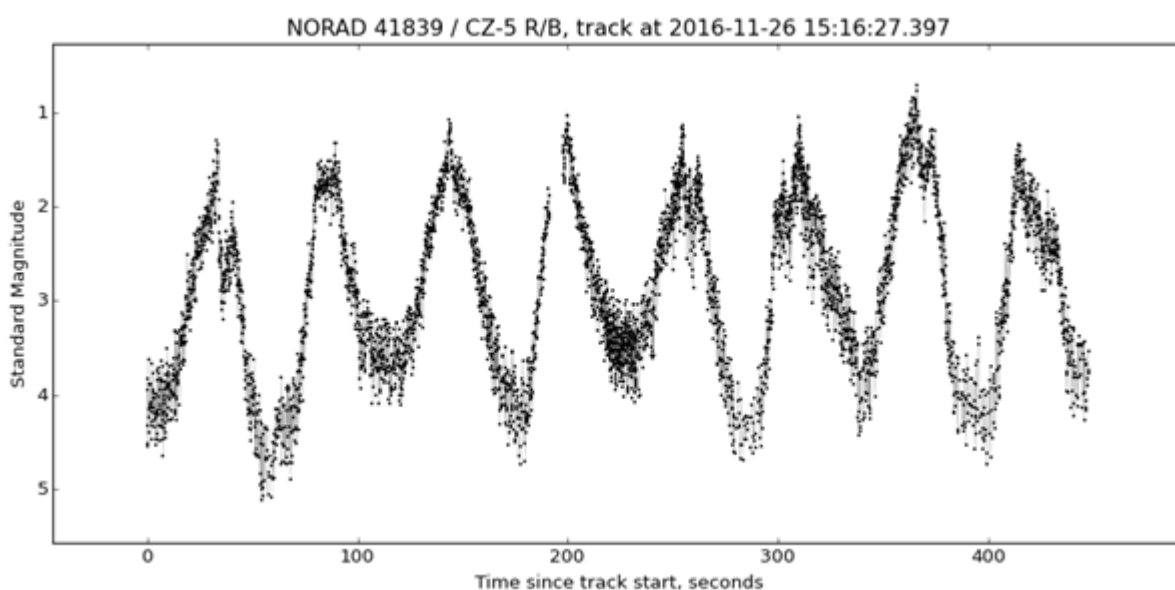


Рисунок 11. Приведенный блеск второй ступени РН CZ-5 запуска 2016-065 в проводке ММТ 26 ноября 2016 года

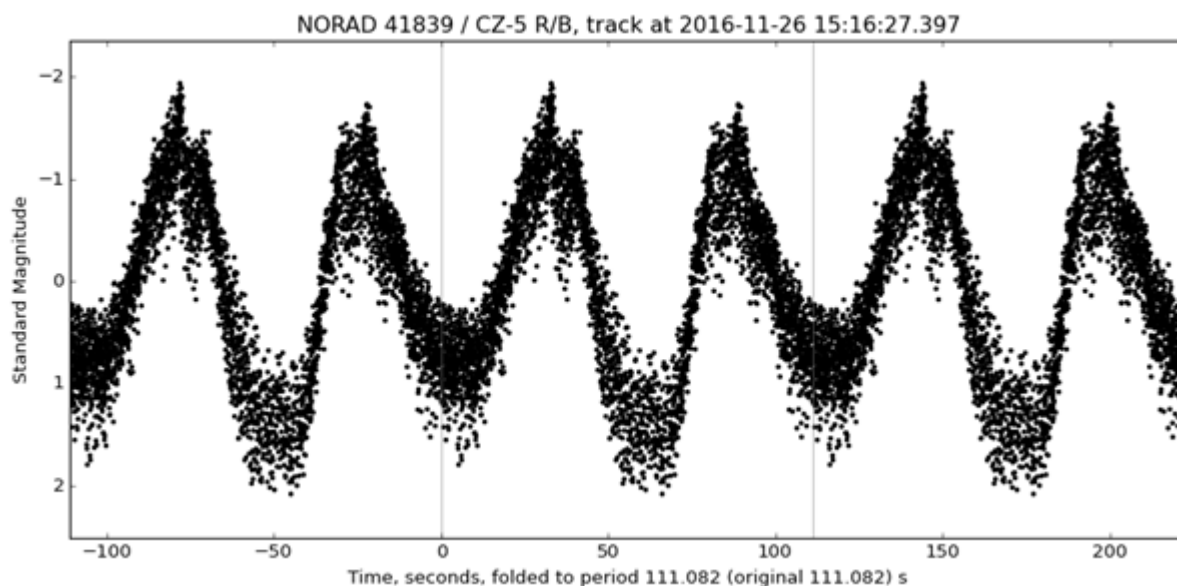


Рисунок 12. Форма паттерна фотометрической кривой второй ступени РН CZ-5 запуска 2016-065 в проводке ММТ 26 ноября 2016 года

4.5 Получены измерения по КО запуска 2016-066

В ноябре 2016 года системой ММТ были получены фотометрические измерения по трем объектам китайского запуска **2016-066**. Данные по выполненным измерениям приведены в табл. 8...10. Привязка измерений системы ММТ произведена на основе орбитальной информации КК ВВС США.

Таблица 8. Фотометрическая информация из БД ММТ по КО 2016-066С по состоянию на 1.12.2016

Дата начала проводки, UTC	Суммарная продолжительность проводки, с	Количество засечек	Средний приведенный блеск	Периодичность изменения блеска
21.11.2016 14:44	27.3	203	9.61 ± 0.55	не выявлена

Таблица 9. Фотометрическая информация из БД ММТ по КО 2016-066D по состоянию на 1.12.2016

Дата начала проводки, UTC	Суммарная продолжительность проводки, с	Количество засечек	Средний приведенный блеск	Периодичность изменения блеска
21.11.2016 14:43	15.5	100	9.59 ± 0.52	не выявлена

Таблица 10. Фотометрическая информация из БД ММТ по КО 2016-066E по состоянию на 1.12.2016

Дата начала проводки, UTC	Суммарная продолжительность проводки, с	Количество засечек	Средний приведенный блеск	Периодичность изменения блеска
20.11.2016 14:51	23.8	238	6.23 ± 0.70	период 3.16 с

Кластерный запуск 2016-066 был выполнен 9 ноября 2016 года. При помощи ракеты-носителя Chang Zheng-11 на низкие орбиты были выведены экспериментальный КА XPNAV-1 и несколько сверхмалых КА в качестве дополнительной полезной нагрузки. По состоянию на 1.12.2016, Космическим командованием ВВС США обнаружены семь КО, связанных с запуском 2016-066, из них один КО идентифицирован (основной КА XPNAV-1 (**2016-066A, 41841**)) еще 6 КО запуска остаются неидентифицированными.

В таблице 11 приведена фотометрическая информация из БД ММТ, орбитальная информация по данным КК ВВС США, а также данные по величинам ЭПР (по информации интернет-сайта *celestrak.com*) объектов запуска 2016-066.

Таблица 11. Орбитальная и некоординатная информация по КО запуска 2016-066 (по состоянию на 1.12.2016)

КА	Международ. обознач. / № КК ВВС США	По информации БД ММТ				Элементы орбиты (по данным КК ВВС США)				ЭПР, м ²
		Дата последней полученной проводки	Количество проводок в БД ММТ	Средний приведенный блеск	Периодичность изменения блеска	Период, мин.	Наклонение, °	Выс. апогея, км	Выс. перигея, км	
XPNAV-1	2016-066A / 41841	КО отсутствует в БД ММТ				94.68	97.40	513	492	1.40
объект В	2016-066B / 41842	КО отсутствует в БД ММТ				94.65	97.41	512	492	0.18
объект С	2016-066C / 41843	21.11.2016	1	9.6 ± 0.5	не выявлена	94.64	97.41	513	490	0.39
объект D	2016-066D / 41844	21.11.2016	1	9.6 ± 0.5	не выявлена	94.64	97.40	512	491	0.35
объект E	2016-066E / 41845	20.11.2016	1	6.2 ± 0.7	период 3.16 с	100.16	98.78	1029	503	1.97
объект F	2016-066F / 41846	КО отсутствует в БД ММТ				100.22	98.78	1034	504	0.06
объект G	2016-066G / 41847	КО отсутствует в БД ММТ				99.80	98.78	994	504	0.17

Анализ имеющейся измерительной и априорной информации показывает, из трех измеренных системой ММТ в течение ноября 2016 года КО запуска 2016-066 более яркий КО **2016-066E, 41845** вероятно представляет собой ступень РН Chang Zheng-11, а два остальных КО являются сверхмалыми КА, входящими в состав дополнительной полезной нагрузки запуска.

Для объекта 2016-066E (предположительно – ступень РН CZ-11) на основе полученной системой ММТ фотометрической информации было выявлено периодическое изменение блеска (рис. 13, 14). Определена величина фотометрического периода, равная 3.16 секунды.

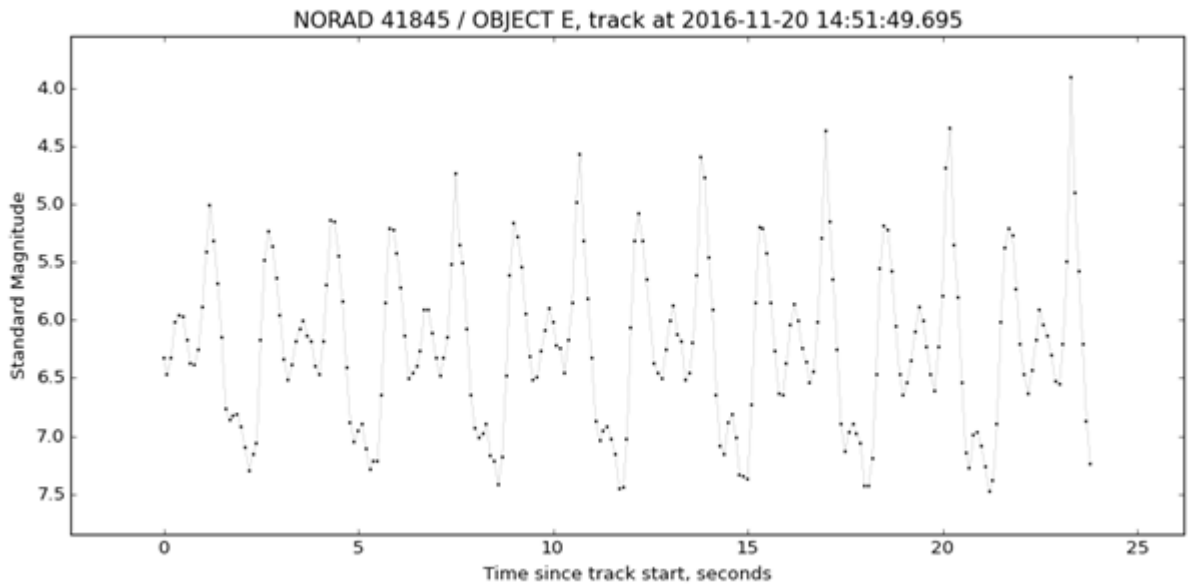


Рисунок 13. Приведенный блеск КО 2016-066E в проводке 26 октября 2015 года

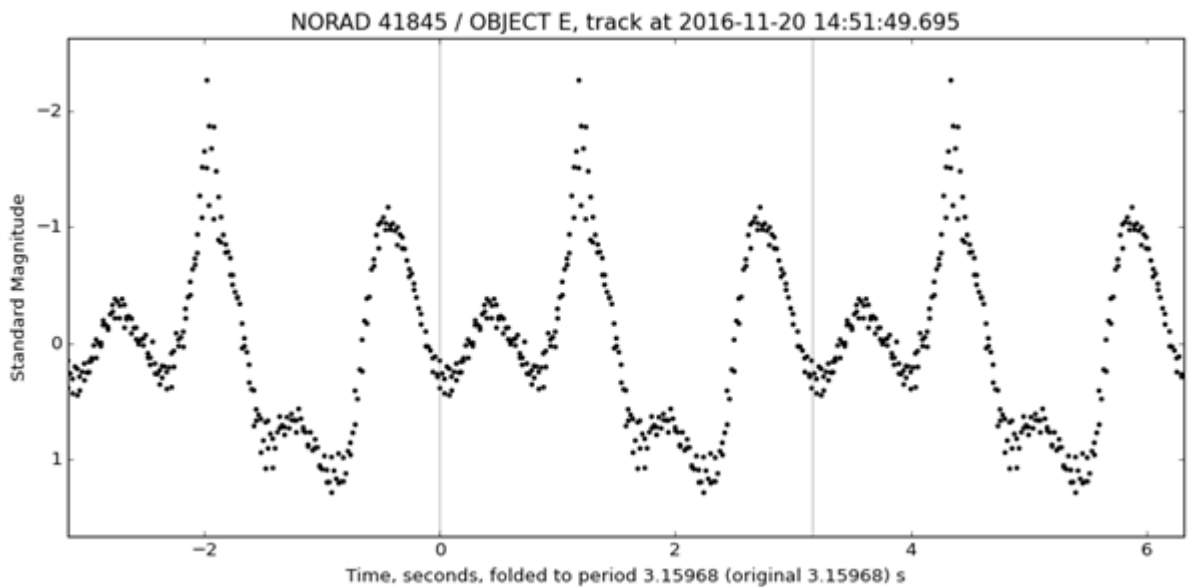


Рисунок 14. Форма паттерна фотометрической кривой КО 2016-066E в проводке 26 октября 2015 года

4.6 Оценка фотометрических характеристик 3-й ступени РН Chang Zheng-6 (2015-049Q, 40913)

Измерения системы ММТ, выполненные в ноябре 2016 года, позволили уточнить фотометрические характеристики 3-й ступени РН Chang Zheng-6 (2015-049Q, 40913), с помощью которой 19 сентября 2015 года были запущены 20 малых и сверхмалых космических аппаратов.

Информация по 3-й ступени РН Chang Zheng-6 (CZ-6) запуска 2015-049, содержащаяся в БД ММТ по состоянию на 1.12.2016, приведена в табл. 12. Привязка измерений системы ММТ выполнена на основе орбитальной информации Космического командования ВВС США.

Таблица 12. Фотометрическая информация из БД ММТ по 3-й ступени РН CZ-6 запуска 2015-049

Дата начала проводки, UTC	Суммарная продолжительность проводки, с	Количество засечек	Средний приведенный блеск	Периодичность изменения блеска
02.11.2015 15:23	57.6	609	6.05 ± 0.69	период 6.56 с
22.11.2015 15:04	32	393	5.87 ± 0.53	период 6.41 с
09.12.2015 14:46	43.8	537	5.45 ± 0.40	период 6.90 с
19.12.2015 15:18	31.2	337	5.76 ± 0.66	период 7.36 с
22.10.2016 15:57	25	213	6.34 ± 0.77	не выявлена
21.11.2016 15:39	46.3	662	6.31 ± 0.40	не выявлена
24.11.2016 15:18	36.8	415	6.41 ± 0.15	не выявлена

Оснащенная жидкостным ракетным двигателем ступень PBV (рис. 15), применяющаяся в составе РН Chang Zheng-6 (CZ-6) в качестве третьей ступени, имеет длину 0.8 метра при максимальном диаметре 2.25 метра.



Рисунок 15. Внешний вид 3-й ступени РН Chang Zheng-6 (CZ-6) с установленной на ней полезной нагрузкой

По состоянию на 1.12.2016, 3-я ступень РН CZ-6 запуска 2015-049 находится на низкой орбите высотой 496 x 385 километров (период 93.39 минуты) с наклоном 97.4°.

На рис. 16 показана эволюция высоты орбиты 3-й ступени РН CZ-6 запуска 2015-049, а также значения и вариации среднего приведенного блеска данного КО по данным БД ММТ по состоянию на 1.12.2016.

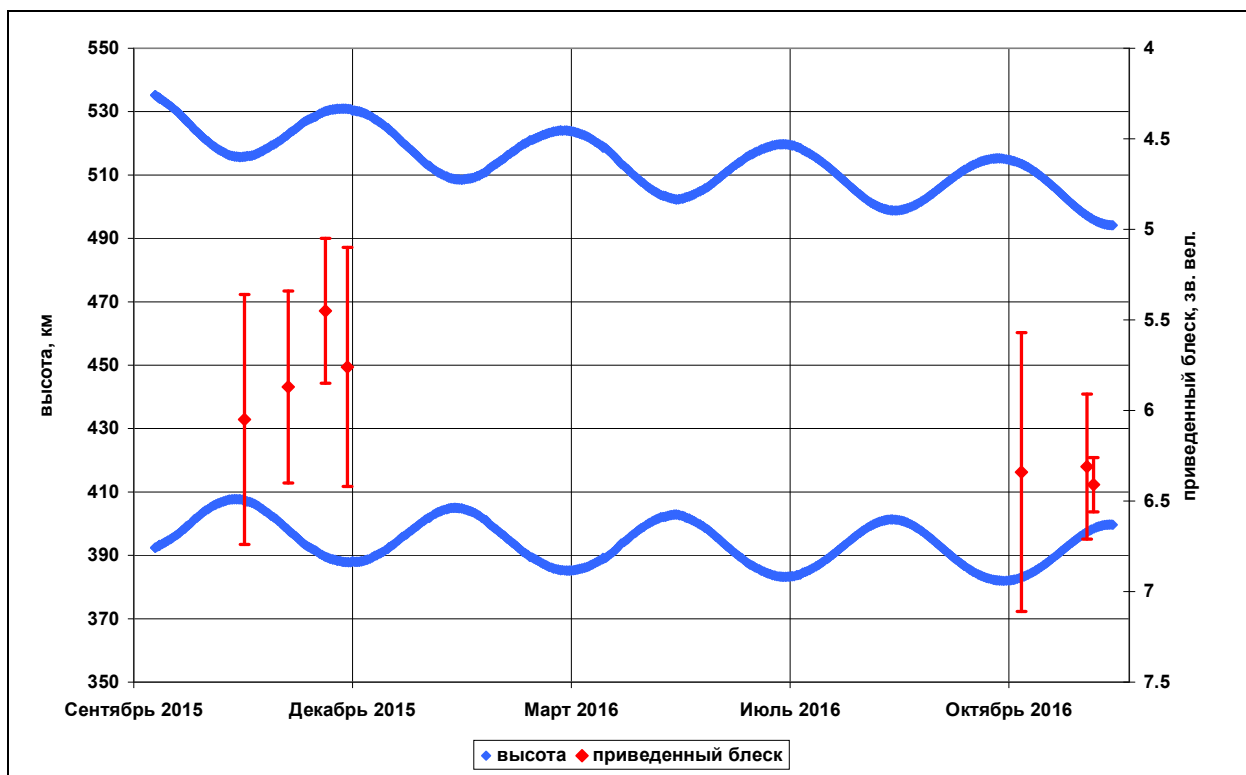


Рисунок 16. Высота орбиты, значения и вариация среднего приведенного 3-й ступени РН CZ-6 запуска 2015-049 по данным БД ММТ (на 1.12.2016)

Динамика периода изменения блеска 3-й ступени РН CZ-6 запуска 2015-049 по данным БД ММТ показана на рис. 17.

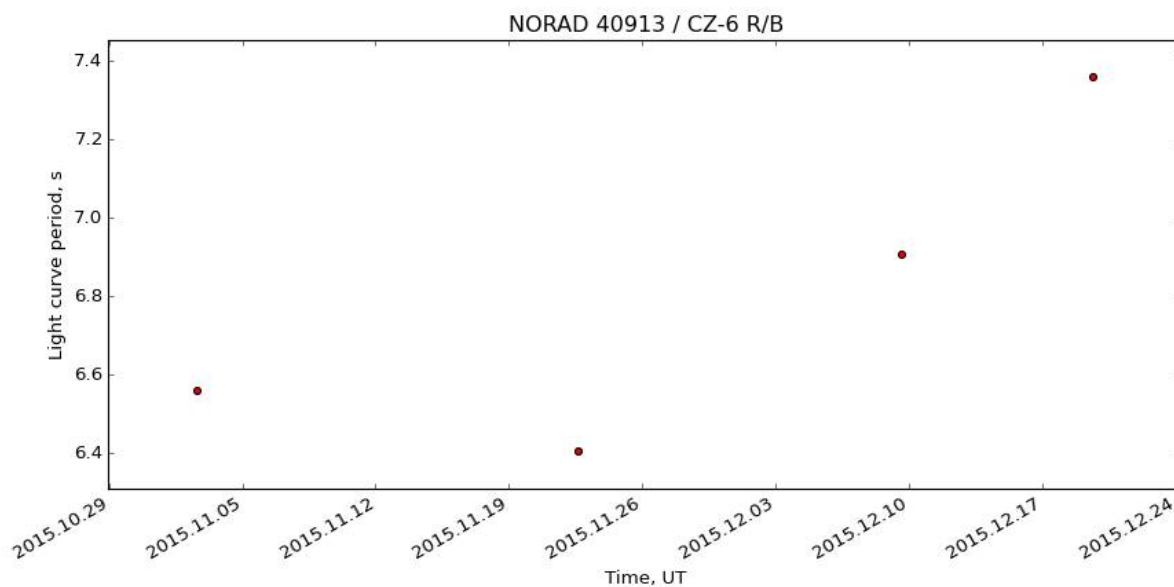


Рисунок 17. Динамика периода изменения блеска 3-й ступени РН CZ-6 запуска 2015-049 по данным БД ММТ на 1.12.2016

На рис. 18 представлена кривая приведенного блеска третьей ступени РН CZ-6 запуска 2015-049, полученная системой ММТ 2 ноября 2015 года, на рис. 19 показана соответствующая ей форма паттерна. В проводке определен период изменения блеска 6.56 секунды.

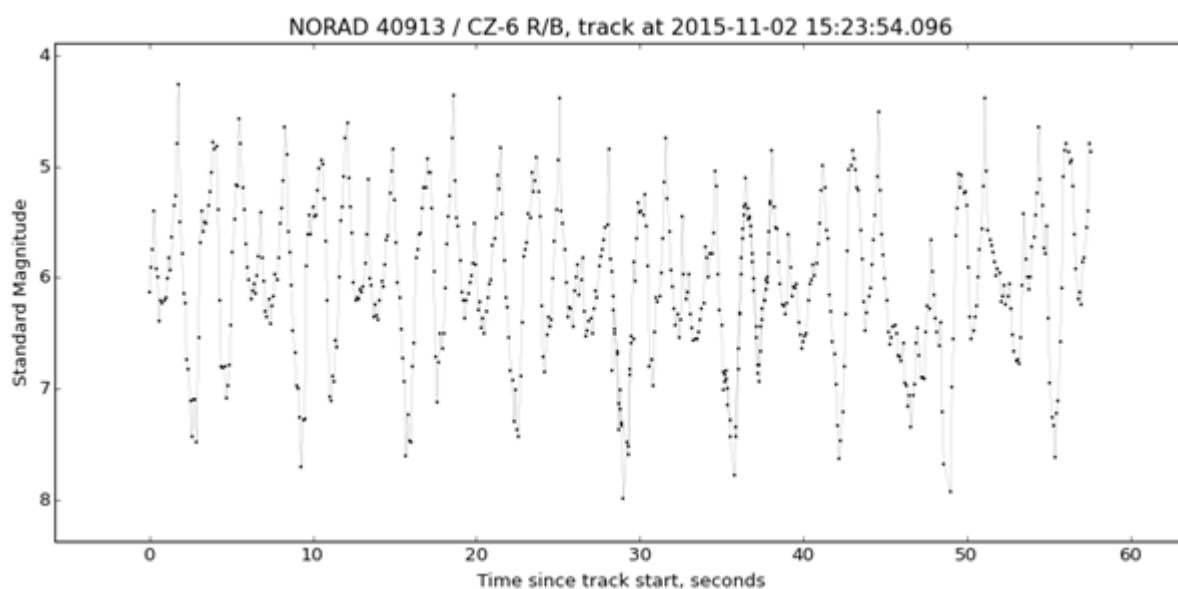


Рисунок 18. Приведенный блеск 3-й ступени РН CZ-6 запуска 2015-049 в проводке 2 ноября 2015 года

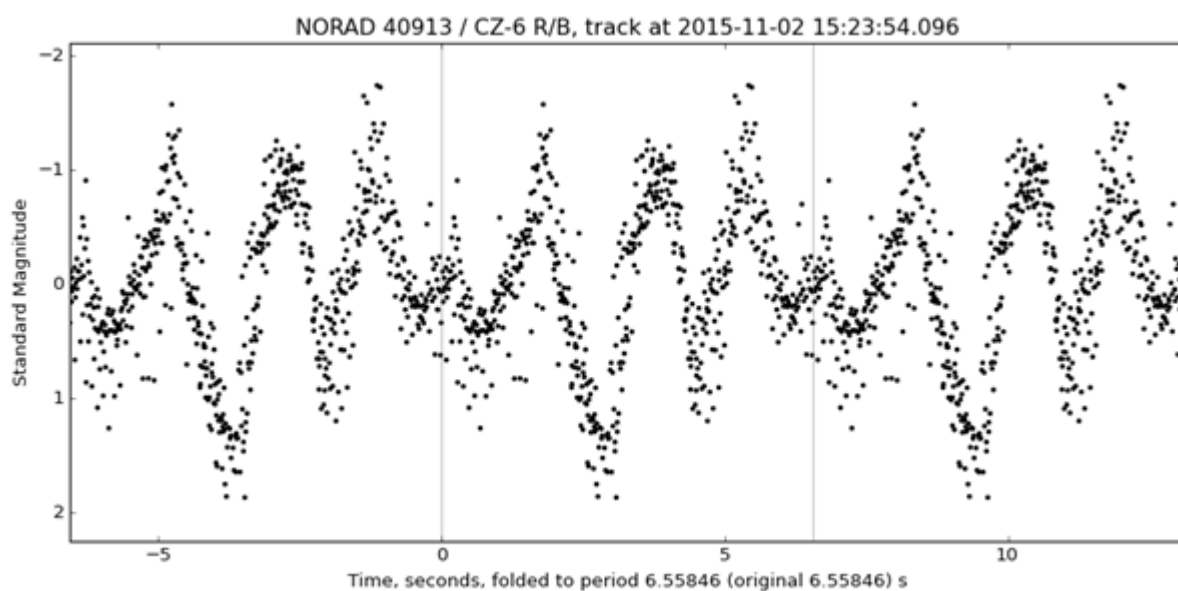


Рисунок 19. Форма паттерна фотометрической кривой 3-й ступени РН CZ-6 запуска 2015-049 в проводке ММТ 2 ноября 2015 года

5. Оценка состояния КА с быстровращающимися внешними антеннами

Выполняемые с помощью системы ММТ наблюдения продемонстрировали, что наличие в составе космического аппарата быстровращающегося (с периодом несколько секунд) внешнего конструктивного элемента вносит устойчивые характерные особенности в фотометрические характеристики данного КА. Наличие этих характерных признаков может быть определено на основе измерительной информации, получаемой системой ММТ, что дает возможность контролировать функциональность спутников данного класса в целом, а также позволяет определять состояние отдельных компонентов их полезной нагрузки.

5.1 КА типа NOSS-3 (Intruder)

Американские низкоорбитальные КА радиотехнической разведки типа NOSS-3 (Intruder) в штатной конфигурации работают в составе пар. Спутники, составляющие пару, движутся в одной орбитальной плоскости, друг за другом. Расстояние между КА в паре – 40...60 километров. Информация о тактико-технических характеристиках КА типа NOSS-3 в открытых источниках отсутствует, внешний вид спутников неизвестен.

КА NOSS-3 работают на околокруговых орбитах высотой 1100 километров (период 107 минут) с наклоном 63.4° .

На рис. 20 схематически показано взаимное орбитальное построение двух КА типа NOSS-3, работающих в составе пары. Под «головным» КА в паре подразумевается спутник, идущий по траектории впереди; под «замыкающим» – спутник, идущий сзади. Указанное орбитальное построение внутри пар сохраняется на протяжении длительных промежутков времени, «головной» и «замыкающий» КА местами в паре не меняются.

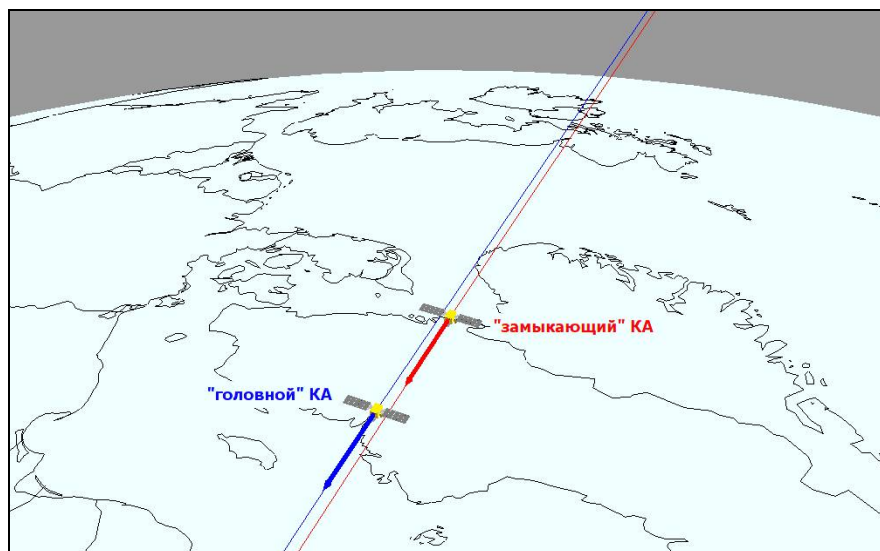


Рисунок 20. Орбитальное построение двух КА типа NOSS-3, работающих в составе пары

На основе измерительной информации системы ММТ выявлена периодичность изменения блеска одного из двух аппаратов, составляющих пару КА NOSS-3. Периодическое изменение блеска наблюдается только для групп КА NOSS-3, выполняющих скоординированный полет в виде пар (по состоянию на 1.12.2016 таких групп пять). В группах КА NOSS-3, прекративших скоординированный полет в виде пар (по состоянию на 1.12.2016 таких групп две), периодичность блеска не выявлена.

Периодическое изменение блеска наблюдается только для «закрывающего» КА в составе пары. Для всех пяти КА, у которых определена периодичность изменения блеска, величина периода одинакова и составляет 2.1 секунды.

Указанные фотометрические особенности активных КА NOSS-3 позволяют сделать предположение о наличии на «закрывающем» спутнике быстровращающегося элемента конструкции (например – сканирующей антенны, скорость вращения 28.6 об/мин).

Периодичность изменения блеска одного из спутников в составе каждой пары КА NOSS-3 является характерным признаком, позволяющим оценивать работоспособность КА данного типа.

В табл. 13 приведена обобщенная фотометрическая информация по КА NOSS-3, содержащаяся в БД ММТ по состоянию на 1.12.2016. Для каждого КА указана давность (в сутках) последней полученной на ММТ проводки. Для КА, у которых определена переменность блеска, указана давность последних измерений, подтверждающих периодичность изменения блеска.

Привязка измерений системы ММТ по КА NOSS-3 произведена на основе орбитальной информации независимых наблюдателей.

Таблица 13. Информация из БД ММТ по КА типа NOSS-3 (на 1.12.2016)

КА	Междунар. обознач. / № КК ВВС США	Количество проводок в БД ММТ	Средний приведенный блеск	Период изменения блеска, секунд	Давность последней полученной проводки, суток	Давность последней проводки с подтверждением периодичности блеска, суток	Примечание
КА USA-160 (NOSS 3-1A)	2001-040A / 26905	48	4.2 ± 1.1		6		пара прекратила скоординированный полет
КА USA-160 DEB (NOSS 3-1C)	2001-040C / 26907	58	4.6 ± 1.2		8		
КА USA-173 (NOSS 3-2A)	2003-054A / 28095	60	4.1 ± 1.2		6		пара прекратила скоординированный полет
КА USA-173 DEB (NOSS 3-2C)	2003-054C / 28097	60	4.0 ± 1.0		8		
КА USA-181 (NOSS 3-3A)	2005-004A / 28537	62	4.3 ± 0.7		8		«головной» КА в паре
КА USA-181 DEB (NOSS 3-3C)	2005-004C / 28541	63	4.1 ± 0.6	2.09	8	8	«закрывающий» КА в паре
КА USA-194 (NOSS 3-4A)	2007-027A / 31701	44	4.5 ± 0.6		23		«головной» КА в паре
КА USA-194 DEB (NOSS 3-4C)	2007-027C / 31708	46	4.3 ± 0.7	2.13	23	23	«закрывающий» КА в паре
КА USA-229 (NOSS 3-5A)	2011-014A / 37386	67	3.8 ± 0.6	2.10	8	8	«закрывающий» КА в паре
КА USA-229 DEB (NOSS 3-5B)	2011-014B / 37391	67	3.8 ± 0.6		8		«головной» КА в паре
КА USA-238 (NOSS 3-6A)	2012-048A / 38758	51	3.7 ± 0.8	2.07	6	6	«закрывающий» КА в паре
КА USA-238 DEB (NOSS 3-6P)	2012-048P / 38773	52	3.9 ± 0.7		6		«головной» КА в паре
КА USA-264 (NOSS 3-7A)	2015-058A / 40964	31	3.9 ± 0.9		5		«головной» КА в паре
КА USA-264 DEB (NOSS 3-7R)	2015-058R / 40981	30	3.7 ± 0.7	2.10	6	9	«закрывающий» КА в паре

Выводы:

- По КА типа NOSS-3 2005, 2007, 2011, 2012 и 2015 гг. запуска в ноябре 2016 года получена измерительная информация. Скорость вращения быстровращающегося конструктивного элемента на замыкающих КА этих пар подтверждена.

5.2 КА типа DMSP-5D

Американские КА типа DMSP (Defense Meteorological Satellite Program, рис. 21) входят в состав низкоорбитальной военной системы метеообеспечения, которая предназначена для сбора данных об атмосфере, земной поверхности и облачном слое.

Начиная с модели Block 5D-2, на спутниках DMSP устанавливается радиометрическая система SSM/I (Special Sensor Microwave Imager), которую на более поздних КА заменила усовершенствованная система SSMIS (Special Sensor Microwave Imager Sounder). Радиометры SSM/I и SSMIS оснащены быстро вращающимися параболическими антеннами. Размеры вращающегося зеркала антенны радиометра составляют 0.66 x 0.61 метра. Скорость вращения – 31.9 об/минуту, или 1.88 секунды на 1 оборот. Ось вращения антенны радиометра ориентирована по местной вертикали.



Рисунок 21. Внешний вид КА типа DMSP-5D

Определяемый по данным БД ММТ период изменения блеска для функционирующих КА типа DMSP составляет 1.88...1.90 секунды, что с высокой точностью соответствует априорным данным о скорости вращения антенны радиометра SSMIS. Для более старых КА DMSP, выведенных в настоящий момент из эксплуатации, периодичность изменения блеска либо не наблюдается, либо не соответствует периоду вращения антенны радиометра, что является характерным признаком того, что данный прибор на указанных КА не функционирует.

В табл. 14 приведена обобщенная фотометрическая информация по КА типа DMSP-5D, содержащаяся в БД ММТ по состоянию на 1.12.2016. Для каждого КА указана давность (в сутках) последней полученной системой ММТ проводки. Для КА, у которых определена переменность блеска, указана давность последних измерений, подтверждающих периодичность изменения блеска.

Таблица 14. Информация из БД ММТ по КА типа DMSP-5D (на 1.12.2016)

КА	Междунар. обознач. / № КК ВВС США	Количество проводок в БД ММТ	Средний приведенный блеск	Период изменения блеска, секунд	Давность последней полученной проводки, суток	Давность последней проводки с подтверждением периодичности блеска, суток	Примечание
DMSP 5D2 F6 (OPS 9845)	1982-118A / 13736	40	5.5 ± 0.8	44.54	5	398	КА не функционирует
DMSP 5D2 F7 (OPS 1294)	1983-113A / 14506	27	5.0 ± 0.9		111		КА не функционирует
DMSP 5D-2 F8 (USA 26)	1987-053A / 18123	41	5.4 ± 0.9	22.41	7	36	КА не функционирует
DMSP 5D-2 F9 (USA 29)	1988-006A / 18822	18	5.8 ± 1.0	39.60	107	472	КА не функционирует
DMSP 5D-2 F10 (USA 68)	1990-105A / 20978	29	5.1 ± 0.7		80		КА не функционирует
DMSP 5D-2 F11 (USA 73)	1991-082A / 21798	21	5.3 ± 0.8	18.93	10	10	КА не функционирует
DMSP 5D-2 F12 (USA 106)	1994-057A / 23233	26	5.5 ± 0.9	11.25	274	274	КА не функционирует
DMSP 5D-2 F13 (USA 109)	1995-015A / 23533	4	5.4 ± 1.0		10		КА взорвался 03.02.2015
DMSP 5D-2 F14 (USA 131)	1997-012A / 24753	29	5.3 ± 0.7		27		КА не функционирует
DMSP 5D-2 F15 (USA 147)	1999-067A / 25991	42	4.9 ± 0.9	1.92	75	75	
DMSP 5D-3 F16 (USA 172)	2003-048A / 28054	25	5.3 ± 0.6		12		вероятно, радиометр SSMIS не работает
DMSP 5D-3 F17 (USA 173)	2006-050A / 29522	10	4.9 ± 1.1	1.91	9	341	период определен по одной проводке
DMSP 5D-3 F18 (USA 210)	2009-057A / 35951	24	5.5 ± 0.9	1.90	10	19	
DMSP 5D-3 F19 (USA 249)	2014-015A / 39630	17	4.9 ± 0.8	1.90	310	360	КА не функционирует с 11.02.2016

Выводы:

- Измерительная информация системы ММТ подтверждает штатную скорость вращения антенны радиометра SSMIS в составе КА DMSP 5D-2 F18 в ноябре 2016 года.
- По КА DMSP 5D-3 F17 в ноябре 2016 года получено 2 проводки. Периодического изменения блеска КА не выявлено, подтверждение скорости вращения антенны радиометра SSMIS не получено. Единственное подтверждение скорости вращения антенны радиометра данного КА было получено в декабре 2015 года.
- По КА DMSP 5D-3 F16 в ноябре 2016 года получено 2 проводки. Периодического изменения блеска данного КА не выявлено за все время работы системы ММТ. Вероятно, радиометр SSMIS в составе КА DMSP 5D-3 F16 не функционирует.
- В отношении КА DMSP 5D-2 F15 измерительной информации в ноябре 2016 года не получено. Последние подтверждения скорости вращения антенны радиометра SSMIS данного КА было получено в сентябре 2016 года.

- КА DMSP 5D-2 F19 вышел из строя 11.02.2016. Последние измерения системы ММТ по этому КА получены в январе 2016 года, последнее подтверждение скорости вращения антенны радиометра SSMIS получено в декабре 2015.

5.3 КА типа Fengyun-3

Китайские КА метеообеспечения типа Fengyun-3 работают на солнечно-синхронных орбитах высотой 830 километров и наклоном 98.7° . В состав полезной нагрузки КА типа Fengyun-3 (рис. 22) входит микроволновой радиометр MWRI (Microwave Radiometer Imager). Радиометры MWRI оснащены быстро вращающимися параболическими антеннами с размером зеркала 977.4×897.0 миллиметров. Скорость вращения антенны – 1.7 ± 0.1 секунды на 1 оборот. Ось вращения антенны радиометра ориентирована по местной вертикали.

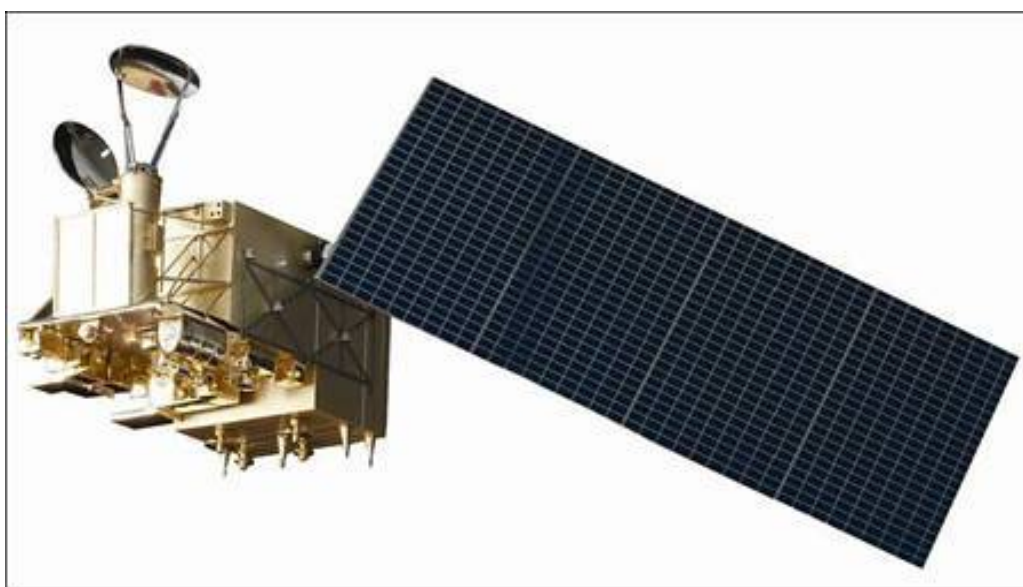


Рисунок 22. Внешний вид КА типа Fengyun-3

Определяемый по данным БД ММТ период изменения блеска для КА Fengyun-3B и КА Fengyun-3C составляет 1.8 секунды, что с высокой точностью соответствует априорным данным о скорости вращения антенны радиометра MWRI. В отношении КА FengYun-3A по данным БД ММТ периодичность в изменении блеска не наблюдается. Это согласуется с априорной информацией о том, что радиометр MWRI на КА FengYun-3A вышел из строя вскоре после запуска.

В табл. 15 приведена обобщенная фотометрическая информация по КА типа Fengyun-3, содержащаяся в БД ММТ по состоянию на 1.12.2016. Для каждого КА указана давность (в сутках) последней полученной на ММТ проводки. Для КА, у которых определена переменность блеска, указана давность последних измерений, подтверждающих периодичность изменения блеска.

Таблица 15. Информация из БД ММТ по КА типа Fengyun-3 (на 1.12.2016)

КА	Междунар. обознач. / № КК ВВС США	Количество проводов в БД ММТ	Средний приведенный блеск	Период изменения блеска, секунд	Давность последней полученной проводки, суток	Давность последней проводки с подтверждением периодичности блеска, суток	Примечание
Fengyun-3A	2008-026A / 32958	19	3.6 ± 0.6		40		радиометр MWRI не работает
Fengyun-3B	2010-059A / 37214	46	4.8 ± 0.6	1.78	65	137	
Fengyun-3C	2013-052A / 39260	27	4.4 ± 0.6	1.80	107	155	

Выводы:

- По Fengyun-3B и КА Fengyun-3C измерительной информации в ноябре 2016 года не получено. Последние подтверждения скорости вращения антенн радиометров MWRI данных КА были получены, соответственно, в июле и в июне 2016 года.

5.4 КА Coriolis (2003-001A, 27640)

Американский военно-экспериментальный КА **Coriolis (2003-001A, 27640)** запущен 6 января 2003 года. В состав полезной нагрузки спутника входит радиометр WindSat. Параболическая антенна радиометра WindSat имеет диаметр 1.83 метра и вращается со скоростью 31.6 об/мин (1.9 секунды на 1 оборот). Ось вращения антенны ориентирована по местной вертикали. КА Coriolis выполняет полет на низкой орбите высотой 830 километров (период 101.5 минуты) с наклоном 98.75° .



Рисунок 23. Внешний вид КА Coriolis

Определяемый по данным БД ММТ период изменения блеска для КА Coriolis составляет 1.90 секунды. Определенный период изменения блеска хорошо соответствует

априорно известной скорости вращения антенны установленного на борту КА Coriolis радиометра WindSat.

В табл. 16 приведена обобщенная фотометрическая информация по КА Coriolis, содержащаяся в БД ММТ по состоянию на 1.12.2016. Указана давность (в сутках) последней полученной на ММТ проводки, а также давность последних измерений, подтверждающих периодичность изменения блеска.

Таблица 16. Информация из БД ММТ по КА Coriolis (на 1.12.2016)

КА	Междунар. обознач. / № КК ВВС США	Количество проводок в БД ММТ	Средний приведенный блеск	Период изменения блеска, секунд	Давность последней полученной проводки, суток	Давность последней проводки с подтверждением периодичности блеска, суток	Примечание
Coriolis	2003-001A / 27640	10	5.9 ± 1.1	1.90	9	9	Радиометр Windsat

Вывод:

- Измерительная информация системы ММТ подтверждает штатную скорость вращения антенны радиометра Windsat в составе КА Coriolis ноябре 2016 года.

5.5 КА GCOM W1 (Shizuku) (2012-025A, 38337)

Японский КА ДЗЗ GCOM W1 (Shizuku) (2012-025A, 38337) предназначен для изучения механизмов природного круговорота воды в глобальном масштабе. Основная полезная нагрузка КА – микроволновой радиометр AMSR-2. Радиометр оснащен сканирующей параболической антенной диаметром 2 метра, вращающейся со скоростью 40 об/мин (1.5 секунды на 1 оборот). КА GCOM-W1 запущен 17 мая 2012 года и выполняет полет на низкой орбите высотой 700 километров (период 98.8 минут) с наклоном 98.2°.



Рисунок 24. Общий вид КА GCOM W1 (Shizuku), видна антенна радиометра AMSR-2

Определяемый по данным БД ММТ период изменения блеска для КА GCOM-W1 составляет 1.5 секунды, что хорошо соответствует априорно известной скорости вращения антенны радиометра AMSR-2.

В табл. 17 приведена обобщенная фотометрическая информация по КА GCOM-W1, содержащаяся в БД ММТ по состоянию на 1.12.2016. Указана давность (в сутках) последней полученной на ММТ проводки, а также давность последних измерений, подтверждающих периодичность изменения блеска.

Таблица 17. Информация из БД ММТ по КА GCOM-W1 (на 1.12.2016)

КА	Междунар. обознач. / № КК ВВС США	Количество проводок в БД ММТ	Средний приведенный блеск	Период изменения блеска, секунд	Давность последней полученной проводки, суток	Давность последней проводки с подтверждением периодичности блеска, суток	Примечание
GCOM W1	2012-025A / 38337	36	5.3 ± 0.7	1.50	93	93	Радиометр AMSR-2

Вывод:

- Измерительной информации, подтверждающей штатную скорость вращения антенны радиометра AMSR-2 в составе КА GCOM W1, системой ММТ в ноябре 2016 года получено не было. Последнее подтверждение скорости вращения антенны радиометра было получено в августе 2016 года.

5.6 КА GPM (2014-009C, 39574)

Совместный американо-японский КА GPM (2014-009C, 39574) представляет собой спутник дистанционного зондирования Земли, предназначенный для наблюдения и изучения атмосферных осадков в глобальном масштабе. КА GPM (рис. 25) запущен 27 февраля 2014 года, в состав его полезной нагрузки входит пассивный микроволновой радиометр GMI (GPM Microwave Imager). Радиометр GMI оснащен сканирующей параболической антенной диаметром 1.22 метра, вращающейся со скоростью 32 об/мин (1.88 секунды на 1 оборот). КА GPM выполняет полет на низкой орбите высотой 400 километров (период 92.5 минуты) с наклоном 65°.



Рисунок 25. Общий вид КА GPM

Определяемый по данным БД ММТ период изменения блеска для КА GPM составляет 1.90 секунды. Определенный период изменения блеска хорошо соответствует априорно известной скорости вращения антенны установленного на борту КА GPM радиометра GMI.

В табл. 18 приведена обобщенная фотометрическая информация по КА GPM, содержащаяся в БД ММТ по состоянию на 1.12.2016. Указана давность (в сутках) последней полученной на ММТ проводки, а также давность последних измерений, подтверждающих периодичность изменения блеска.

Таблица 18. Информация из БД ММТ по КА GPM (на 1.12.2016)

КА	Междунар. обознач. / № КК ВВС США	Количество проводок в БД ММТ	Средний приведенный блеск	Период изменения блеска, секунд	Давность последней полученной проводки, суток	Давность последней проводки с подтверждением периодичности блеска, суток	Примечание
GPM	2014-009C / 39574	8	3.2 ± 0.7	1.87	54	54	Радиометр GMI

Вывод:

- Измерительной информации, подтверждающей штатную скорость вращения антенны радиометра GMI в составе КА GPM, системой ММТ в ноябре 2016 года получено не было. Последнее подтверждение скорости вращения антенны радиометра было получено в октябре 2016 года.

5.7 КА Haiyang-2A (2011-043A, 37781)

Предназначенный для наблюдения за океаном китайский КА ДЗЗ **Haiyang-2A (2011-043A, 37781)** запущен 15 августа 2011 года. В состав полезной нагрузки спутника входит микроволновой скаттерометр. Параболическая антенна скаттерометра имеет две штатные скорости вращения: 15.8 об/мин (3.8 секунды на 1 оборот), либо 17.5 об/мин (3.4 секунды на 1 оборот). Ось вращения антенны ориентирована по местной вертикали.

КА Haiyang-2A выполняет полет на низкой орбите высотой 965 километров (период 104.4 минуты) с наклоном 99.3°.



Рисунок 26. Общий вид КА Haiyang-2A

Определяемый по данным БД ММТ период изменения блеска КА Haiyang-2A составляет 3.8 секунды. Определенный период изменения блеска хорошо соответствует одной из двух априорно известных скоростей вращения антенны установленного на борту КА Haiyang-2A микроволнового скаттерометра.

В табл. 19 приведена обобщенная фотометрическая информация по КА Haiyang-2A, содержащаяся в БД ММТ по состоянию на 1.12.2016. Указана давность (в сутках) последней полученной на ММТ проводки, а также давность последних измерений, подтверждающих периодичность изменения блеска.

Таблица 19. Информация из БД ММТ по КА Haiyang-2A (на 1.12.2016)

КА	Междунар. обознач. / № КК ВВС США	Количество проводок в БД ММТ	Средний приведенный блеск	Период изменения блеска, секунд	Давность последней полученной проводки, суток	Давность последней проводки с подтверждением периодичности блеска, суток	Примечание
Haiyang-2A	2011-043A / 37781	11	5.2 ± 0.6	3.80	9	9	микроволновой скаттерометр

Вывод:

- Измерительная информация системы ММТ подтверждает штатную скорость вращения антенны микроволнового скаттерометра в составе КА Haiyang-2A ноябре 2016 года.

5.8 КА SMAP (2015-003A, 40376)

Американский КА ДЗЗ SMAP (2015-003A, 40376) запущен 31 января 2015 года. Основным элементом полезной нагрузки КА SMAP является комбинированный инструмент, сочетающий в себе пассивный микроволновой радиометр и активный радиолокатор L-диапазона с синтезированной апертурой. Комбинированный радиометр-радиолокатор оснащен разворачиваемой антенной диаметром 6 метров. Зеркало антенны крепится на штанге длиной 4.9 метра. Номинальная скорость вращения антенны радиометра-радиолокатора составляет 14.6 об/мин (4.1 секунды на 1 оборот). Ось вращения антенны ориентирована по местной вертикали. КА SMAP выполняет полет на низкой орбите высотой 680 километров (период 98.4 минуты) с наклоном 98.1°.

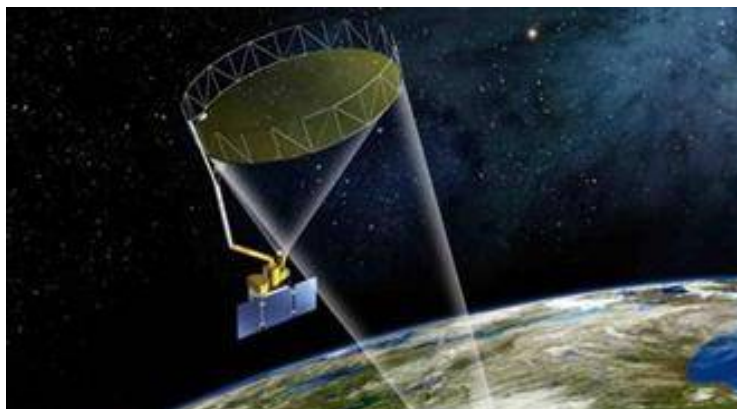


Рисунок 27. Общий вид КА SMAP

Определяемый по данным БД ММТ период изменения блеска для КА SMAP составляет 4.1 секунды, что с высокой точностью соответствует априорно известной скорости вращения антенны комбинированного радиометра-радиолокатора, установленного на борту данного КА.

В табл. 20 приведена обобщенная фотометрическая информация по КА SMAP, содержащаяся в БД ММТ по состоянию на 1.12.2016. Указана давность (в сутках) последней полученной на ММТ проводки, а также давность последних измерений, подтверждающих периодичность изменения блеска.

Таблица 20. Информация из БД ММТ по КА SMAP (на 1.12.2016)

КА	Междунар. обознач. / № КК ВВС США	Количество проводок в БД ММТ	Средний приведенный блеск	Период изменения блеска, секунд	Давность последней полученной проводки, суток	Давность последней проводки с подтверждением периодичности блеска, суток	Примечание
SMAP	2015-003A / 40376	8	3.9 ± 0.9	4.14	22	22	комбинированный радиометр-радиолокатор

Вывод:

- Измерительная информация системы ММТ подтверждает штатную скорость вращения антенны комбинированного радиометра-радиолокатора в составе КА SMAP ноябре 2016 года.

5.9 КА Yunhai-1-01 (2016-068A, 41857)

Китайский КА метеорологического обеспечения и ДЗЗ **Yunhai-1-01 (2016-068A, 41857)** запущен 11 ноября 2016 года. В состав полезной нагрузки спутника входит микроволновой радиометр. Детальная информация о конструкции и тактико-технические характеристики спутника в открытых источниках не сообщаются.

КА Yunhai-1-01 выполняет полет на низкой орбите высотой 791 x 775 километров (период 100.5 минуты) с наклоном 98.5°.

Подробнее о КА Yunhai-1-01 см. раздел 4.1 данного отчета.

Определяемый по данным БД ММТ период изменения блеска КА Yunhai-1-01 составляет 3.3 секунды, что соответствует предполагаемой скорости вращения антенны микроволнового радиометра 18 оборотов в минуту.

В табл. 21 приведена обобщенная фотометрическая информация по КА Yunhai-1-01, содержащаяся в БД ММТ по состоянию на 1.12.2016. Указана давность (в сутках) последней полученной на ММТ проводки, а также давность последних измерений, подтверждающих периодичность изменения блеска.

Таблица 21. Информация из БД ММТ по КА Yunhai-1-01 (на 1.12.2016)

КА	Междунар. обознач. / № КК ВВС США	Количество проводов в БД ММТ	Средний приведенный блеск	Период изменения блеска, секунд	Давность последней полученной проводки, суток	Давность последней проводки с подтверждением периодичности блеска, суток	Примечание
Yunhai-1-01	2016-068A / 41857	3	4.2 ± 0.6	3.32	7	7	микроволновой радиометр

Представленные данные позволяют сделать вывод:

- Измерительная информация системы ММТ подтверждает скорость вращения антенны микроволнового радиометра в составе КА Yunhai-1-01 в ноябре 2016 года.

6. Оперативная оценка состояния многоспутниковых группировок.

В настоящее время на низких орбитах эксплуатируется несколько иностранных космических систем, в состав каждой из которых входит значительное количество (несколько десятков) серийных КА. К таким многоспутниковым космическим системам относятся низкоорбитальные системы спутниковой связи (НССС) Iridium, Globalstar и Orbcomm.

Развертывание указанных космических систем начиналось в 1997-98 гг. В процессе их эксплуатации и модернизации происходило накопление на орбитах работающих и прекративших функционирование КА, а также КА, относящихся к разным поколениям.

За время эксплуатации телескопа ММТ в базе данных БД ММТ накоплен значительный объем фотометрической информации по космическим аппаратам, входящим в состав указанных космических систем, как действующим, так и прекратившим работу. Это дает возможность использовать информацию БД ММТ для мониторинга текущего состояния многоспутниковых орбитальных группировок.

6.1 НССС Iridium

Система Iridium предназначена для обеспечения персональной мобильной связи. По состоянию на 1.12.2016, на орбитах находится 90 КА типа Iridium 1-го поколения; из них 66 активных КА, 2 резервных КА в режиме орбитального хранения и 22 нефункционирующих КА. Рабочими орбитами для КА типа Iridium являются околокруговые орбиты высотой 770 километров (период 100.4 минуты) с наклоном 86.4°. Во время активной эксплуатации КА Iridium находятся в режиме трехосной стабилизации.

По всем находящимся на орбитах КА типа Iridium в БД ММТ имеется фотометрическая информация. Для тех КА, у которых выявлено периодическое изменение блеска, определена величина периода. В табл. 22 приведена обобщенная фотометрическая информация по КА типа Iridium, содержащаяся в БД ММТ по состоянию на 1.12.2016. Для каждого КА указана давность (в сутках) последней полученной на ММТ проводки.

Таблица 22. Информация из БД ММТ по КА типа Iridium (на 1.12.2016)

КА	Межд. обозн. / № КК ВВС США	Сост. КА *	Кол-во проводок в БД ММТ	Средний приведенный блеск	Период изменения блеска, секунд	Дата последней полученной проводки	Давность последней полученной проводки, суток
IRIDIUM 8	1997-020A / 24792	+	21	5.8 ± 0.7		05.10.2016	57
IRIDIUM 7	1997-020B / 24793	+	13	5.9 ± 1.0		27.09.2016	65
IRIDIUM 6	1997-020C / 24794	+	21	5.8 ± 0.9		27.09.2016	65
IRIDIUM 5	1997-020D / 24795	+	21	5.8 ± 1.2		20.09.2016	72
IRIDIUM 4	1997-020E / 24796	N	17	6.1 ± 1.1		10.08.2016	113
IRIDIUM 914	1997-030A / 24836	N	25	5.6 ± 0.9	16.54	08.10.2016	54
IRIDIUM 12	1997-030B / 24837	+	16	6.3 ± 0.8		22.10.2016	40
IRIDIUM 10	1997-030D / 24839	+	17	5.4 ± 1.1		23.08.2016	100

КА	Межд. обозн. / № КК ВВС США	Сост. КА *	Кол-во проводов в БД ММТ	Средний приведенный блеск	Период изменения блеска, секунд	Дата последней полученной проводки	Давность последней полученной проводки, суток
IRIDIUM 13	1997-030E / 24840	+	25	5.9 ± 0.8		21.10.2016	41
IRIDIUM 16	1997-030F / 24841	N	18	5.5 ± 0.9		23.10.2016	39
IRIDIUM 911	1997-030G / 24842	N	20	5.4 ± 0.9	5.06	23.08.2016	100
IRIDIUM 15	1997-034A / 24869	+	29	5.6 ± 1.1		07.11.2016	24
IRIDIUM 17	1997-034B / 24870	N	23	5.3 ± 1.1	11.81	21.09.2016	71
IRIDIUM 920	1997-034C / 24871	N	24	5.4 ± 1.0	2.30	27.10.2016	35
IRIDIUM 18	1997-034D / 24872	+	24	5.8 ± 1.4		22.10.2016	40
IRIDIUM 921	1997-034E / 24873	N	16	5.5 ± 0.9		27.11.2016	4
IRIDIUM 26	1997-043A / 24903	N	22	5.7 ± 0.9		27.08.2016	96
IRIDIUM 25	1997-043B / 24904	+	22	5.9 ± 1.1		24.11.2016	7
IRIDIUM 46	1997-043C / 24905	+	20	5.9 ± 0.7		27.11.2016	4
IRIDIUM 23	1997-043D / 24906	+	29	5.7 ± 1.0		25.11.2016	6
IRIDIUM 22	1997-043E / 24907	+	23	6.2 ± 0.8		23.11.2016	8
IRIDIUM 29	1997-051A / 24944	N	19	5.6 ± 1.0		14.09.2016	78
IRIDIUM 32	1997-051B / 24945	+	18	6.1 ± 0.8		17.09.2016	75
IRIDIUM 33**	1997-051C / 24946	N	21	6.3 ± 0.9	34.80	14.09.2016	78
IRIDIUM 28	1997-051E / 24948	N	21	5.6 ± 1.0	28.03	18.09.2016	74
IRIDIUM 30	1997-051F / 24949	+	21	6.1 ± 1.1		17.09.2016	75
IRIDIUM 31	1997-051G / 24950	+	21	5.7 ± 1.1		17.09.2016	75
IRIDIUM 19	1997-056A / 24965	+	23	6.2 ± 1.1		06.10.2016	56
IRIDIUM 35	1997-056B / 24966	+	12	6.1 ± 0.6		06.10.2016	56
IRIDIUM 36	1997-056C / 24967	N	20	5.6 ± 1.0		05.10.2016	57
IRIDIUM 37	1997-056D / 24968	+	20	6.0 ± 1.1		03.08.2016	120
IRIDIUM 34	1997-056E / 24969	+	20	6.3 ± 0.7		06.10.2016	56
IRIDIUM 43	1997-069A / 25039	+	25	5.5 ± 1.3		22.10.2016	40
IRIDIUM 41	1997-069B / 25040	+	31	5.7 ± 1.1		22.10.2016	40
IRIDIUM 40	1997-069C / 25041	+	28	5.7 ± 1.0		07.11.2016	24
IRIDIUM 39	1997-069D / 25042	N	31	5.5 ± 1.2		01.11.2016	30
IRIDIUM 38	1997-069E / 25043	N	21	5.6 ± 0.9	35.20	01.11.2016	30
IRIDIUM 42	1997-077A / 25077	N	17	5.5 ± 0.9		22.10.2016	40
IRIDIUM 44	1997-077B / 25078	N	19	5.6 ± 0.8	33.74	01.10.2016	61

КА	Межд. обозн. / № КК ВВС США	Сост. КА *	Кол-во проводов в БД ММТ	Средний приведенный блеск	Период изменения блеска, секунд	Дата последней полученной проводки	Давность последней полученной проводки, суток
IRIDIUM 45	1997-082A / 25104	+	23	5.7 ± 0.8		16.09.2016	76
IRIDIUM 24	1997-082B / 25105	N	19	5.4 ± 1.1		23.11.2016	8
IRIDIUM 47	1997-082C / 25106	+	23	5.9 ± 0.8		27.11.2016	4
IRIDIUM 49	1997-082E / 25108	+	19	6.0 ± 0.7		25.11.2016	6
IRIDIUM 52	1998-010A / 25169	+	17	6.1 ± 1.1		08.09.2016	84
IRIDIUM 56	1998-010B / 25170	+	20	5.6 ± 1.2		08.09.2016	84
IRIDIUM 54	1998-010C / 25171	+	13	6.1 ± 0.8		26.08.2016	97
IRIDIUM 50	1998-010D / 25172	+	15	5.9 ± 1.0		23.10.2016	39
IRIDIUM 53	1998-010E / 25173	+	18	6.2 ± 0.6		29.08.2016	94
IRIDIUM 51	1998-018A / 25262	+	18	6.0 ± 0.8		27.09.2016	65
IRIDIUM 61	1998-018B / 25263	+	20	6.3 ± 0.6		03.08.2016	120
IRIDIUM 55	1998-019A / 25272	+	15	6.1 ± 0.8		14.09.2016	78
IRIDIUM 57	1998-019B / 25273	+	21	5.9 ± 1.2		14.09.2016	78
IRIDIUM 58	1998-019C / 25274	+	22	5.9 ± 1.0		18.09.2016	74
IRIDIUM 59	1998-019D / 25275	+	23	6.3 ± 0.8		18.09.2016	74
IRIDIUM 60	1998-019E / 25276	+	21	6.2 ± 1.0		11.09.2016	81
IRIDIUM 62	1998-021A / 25285	+	29	5.7 ± 1.0		09.08.2016	114
IRIDIUM 63	1998-021B / 25286	N	23	5.5 ± 1.0		20.11.2016	11
IRIDIUM 64	1998-021C / 25287	+	19	5.5 ± 0.9		09.08.2016	114
IRIDIUM 65	1998-021D / 25288	+	25	5.5 ± 0.9		08.11.2016	23
IRIDIUM 66	1998-021E / 25289	+	25	5.5 ± 1.0		19.11.2016	12
IRIDIUM 67	1998-021F / 25290	+	26	5.9 ± 1.2		19.11.2016	12
IRIDIUM 68	1998-021G / 25291	+	27	5.6 ± 0.9		19.11.2016	12
IRIDIUM 69	1998-026A / 25319	N	21	5.6 ± 0.9		27.11.2016	4
IRIDIUM 71	1998-026B / 25320	N	26	5.7 ± 0.8		25.11.2016	6
IRIDIUM 70	1998-032A / 25342	+	21	5.9 ± 1.2		19.11.2016	12
IRIDIUM 72	1998-032B / 25343	+	29	5.6 ± 1.2		09.11.2016	22
IRIDIUM 73	1998-032C / 25344	N	19	5.4 ± 1.1	35.75	18.10.2016	44
IRIDIUM 74	1998-032D / 25345	S	14	5.4 ± 1.0		18.11.2016	13
IRIDIUM 75	1998-032E / 25346	+	22	5.5 ± 1.5		26.10.2016	36
IRIDIUM 03	1998-048A / 25431	+	20	6.2 ± 0.8		26.11.2016	5

КА	Межд. обозн. / № КК ВВС США	Сост. КА *	Кол-во проводок в БД ММТ	Средний приведенный блеск	Период изменения блеска, секунд	Дата последней полученной проводки	Давность последней полученной проводки, суток
IRIDIUM 76	1998-048B / 25432	+	21	5.3 ± 1.5		24.11.2016	7
IRIDIUM 82	1998-051A / 25467	+	17	5.8 ± 1.2		22.10.2016	40
IRIDIUM 81	1998-051B / 25468	+	24	5.7 ± 1.2		11.08.2016	112
IRIDIUM 80	1998-051C / 25469	+	23	5.7 ± 1.1		04.10.2016	58
IRIDIUM 77	1998-051E / 25471	+	28	5.8 ± 0.8		04.10.2016	58
IRIDIUM 2	1998-066A / 25527	N	13	5.2 ± 0.9		25.11.2016	6
IRIDIUM 86	1998-066B / 25528	+	23	6.1 ± 1.2		24.08.2016	99
IRIDIUM 84	1998-066D / 25530	+	15	6.0 ± 1.0		01.08.2016	122
IRIDIUM 83	1998-066E / 25531	+	21	5.5 ± 1.6		19.10.2016	43
IRIDIUM 20	1998-074A / 25577	+	22	5.9 ± 1.0		25.11.2016	6
IRIDIUM 11	1998-074B / 25578	+	11	5.9 ± 0.5		23.11.2016	8
IRIDIUM 14	1999-032A / 25777	+	19	5.3 ± 0.9		09.08.2016	114
IRIDIUM 21	1999-032B / 25778	+	28	6.0 ± 0.8		08.11.2016	23
IRIDIUM 91	2002-005A / 27372	+	26	5.7 ± 1.4		17.09.2016	75
IRIDIUM 90	2002-005B / 27373	S	16	6.4 ± 0.9		01.08.2016	122
IRIDIUM 94	2002-005C / 27374	+	21	5.7 ± 1.4		24.11.2016	7
IRIDIUM 95	2002-005D / 27375	+	15	6.4 ± 0.8		12.09.2016	80
IRIDIUM 96	2002-005E / 27376	+	22	5.8 ± 1.1		05.10.2016	57
IRIDIUM 97	2002-031A / 27450	+	17	6.2 ± 0.7		26.09.2016	66
IRIDIUM 98	2002-031B / 27451	+	22	5.8 ± 1.1		22.10.2016	40

Примечание:

* – Условные обозначения в графе «Состояние КА»: «+» - активный КА, «S» - резервный КА в режиме орбитального хранения, «N» - нефункционирующий КА.

** – КА Iridium-33 разрушен в результате орбитального столкновения с КА «Космос-2251» 10 февраля 2009 года.

На рис. 28 показано распределение КА типа Iridium по давности последней полученной системой ММТ проводки (по состоянию на 1.12.2016). Из рисунка видно, что для 29 из 90 находящихся на орбите КА типа Iridium в БД ММТ имеются фотометрические измерения не старше 30 суток.

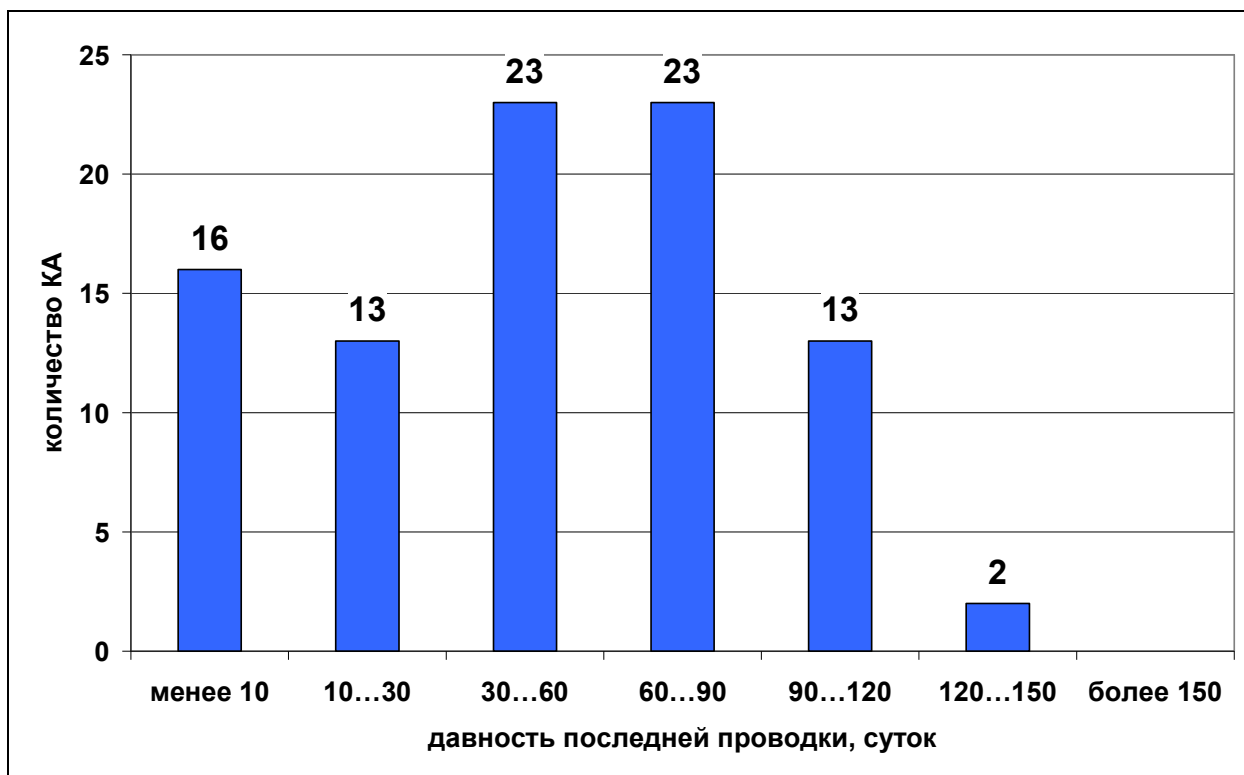


Рисунок 28. Распределение КА типа Iridium по давности последней полученной системой ММТ проводки (по состоянию на 1.12.2016)

6.2 HCCC Globalstar

Система Globalstar предназначена для обеспечения мобильной спутниковой связи. По состоянию на 1.12.2016, на орбитах находится 60 КА типа Globalstar 1-го поколения (из них 11 активных КА, 49 выведенных из состава системы КА) и 24 КА Globalstar 2-го поколения (все КА активные). Рабочими орбитами для КА типа Globalstar являются околокруговые орбиты высотой 1415 километров (период 114 минут) с наклоном 52° . Во время активной эксплуатации в составе HCCC Globalstar, КА Globalstar находятся в режиме трехосной стабилизации.

По всем находящимся на орбитах КА типа Globalstar в БД ММТ имеется фотометрическая информация. Для тех КА, у которых выявлено периодическое изменение блеска, определена величина периода. В табл. 23 и 24 приведена обобщенная фотометрическая информация по КА типа Globalstar 1-го и 2-го поколений, содержащаяся в БД ММТ по состоянию на 1.12.2016. Для каждого КА указана давность (в сутках) последней полученной на ММТ проводки.

Таблица 23. Информация из БД ММТ по КА Globalstar 1-го поколения (на 1.12.2016)

КА	Межд. обозн. / № КК ВВС США	Сост. КА *	Кол-во проводок в БД ММТ	Средний приведенный блеск	Период изменения блеска, секунд	Дата последней полученной проводки	Давность последней полученной проводки, суток
Globalstar M001	1998-008A / 25162	N	98	5.8 ± 1.3	78.00	22.11.2016	9
Globalstar M004	1998-008B / 25163	N	121	6.0 ± 1.0		24.11.2016	7
Globalstar M002	1998-008C / 25164	N	142	5.8 ± 1.1		09.11.2016	22

КА	Межд. обозн. / № КК ВВС США	Сост. КА *	Кол-во проводов в БД ММТ	Средний привед. блеск	Период изменения блеска, секунд	Дата последней полученной проводки	Давность последней полученной проводки, суток
Globalstar M003	1998-008D / 25165	N	119	5.9 ± 1.1	13.18	23.11.2016	8
Globalstar M014	1998-023A / 25306	N	147	5.8 ± 0.9	17.61	09.11.2016	22
Globalstar M006	1998-023B / 25307	N	129	5.4 ± 0.7		25.11.2016	6
Globalstar M015	1998-023C / 25308	N	131	5.8 ± 1.1	33.46	25.11.2016	6
Globalstar M008	1998-023D / 25309	N	131	5.8 ± 1.1		26.11.2016	5
Globalstar M023	1999-004A / 25621	N	116	5.7 ± 1.3	9.92	26.11.2016	5
Globalstar M040	1999-004B / 25622	N	111	5.9 ± 1.1	75.00	27.11.2016	4
Globalstar M036	1999-004C / 25623	N	137	5.8 ± 1.0	18.71	27.11.2016	4
Globalstar M038	1999-004D / 25624	N	113	6.2 ± 1.1	76.00	25.11.2016	6
Globalstar M022	1999-012A / 25649	N	136	5.7 ± 1.1	12.37	06.11.2016	25
Globalstar M041	1999-012B / 25650	N	119	5.5 ± 1.2		25.11.2016	6
Globalstar M046	1999-012C / 25651	N	106	5.8 ± 1.2		24.11.2016	7
Globalstar M037	1999-012D / 25652	+	111	5.7 ± 1.2		24.11.2016	7
Globalstar M045	1999-019A / 25676	N	102	5.7 ± 1.1	73.00	26.11.2016	5
Globalstar M019	1999-019B / 25677	N	118	5.9 ± 1.0	106.80	21.10.2016	41
Globalstar M044	1999-019C / 25678	N	132	5.8 ± 1.1	59.00	23.11.2016	8
Globalstar M042	1999-019D / 25679	N	118	5.8 ± 1.1	13.14	26.11.2016	5
Globalstar M025	1999-031A / 25770	N	151	6.0 ± 0.9	11.40	27.11.2016	4
Globalstar M049	1999-031B / 25771	N	131	5.9 ± 1.1	117.00	25.11.2016	6
Globalstar M047	1999-031C / 25772	N	130	6.0 ± 1.0	97.71	25.11.2016	6
Globalstar M052	1999-031D / 25773	N	136	5.9 ± 1.2	130.00	29.11.2016	2
Globalstar M035	1999-037A / 25851	N	146	5.7 ± 1.2		23.11.2016	8
Globalstar M032	1999-037B / 25852	N	146	5.9 ± 1.0	14.18	27.11.2016	4
Globalstar M051	1999-037C / 25853	N	115	6.0 ± 1.0	17.42	25.11.2016	6
Globalstar M030	1999-037D / 25854	N	111	5.8 ± 1.3	26.51	20.11.2016	11
Globalstar M048	1999-041A / 25872	N	153	5.9 ± 1.2		25.11.2016	6
Globalstar M026	1999-041B / 25873	+	84	5.5 ± 0.7		07.10.2016	55
Globalstar M043	1999-041C / 25874	N	131	5.7 ± 1.0	10.69	22.11.2016	9
Globalstar M028	1999-041D / 25875	N	105	5.8 ± 1.1	35.37	08.11.2016	23
Globalstar M024	1999-043A / 25883	N	147	5.8 ± 1.0		27.11.2016	4
Globalstar M027	1999-043B / 25884	N	125	5.6 ± 0.6	25.00	27.11.2016	4

КА	Межд. обозн. / № КК ВВС США	Сост. КА *	Кол-во проводок в БД ММТ	Средний привед. блеск	Период изменения блеска, секунд	Дата последней полученной проводки	Давность последней полученной проводки, суток
Globalstar M054	1999-043C / 25885	N	136	6.0 ± 1.2	6.71	09.11.2016	22
Globalstar M053	1999-043D / 25886	N	127	6.3 ± 0.9	82.19	25.11.2016	6
Globalstar M058	1999-049A / 25907	N	126	5.7 ± 1.2	81.00	09.11.2016	22
Globalstar M050	1999-049B / 25908	N	138	6.1 ± 1.2		25.11.2016	6
Globalstar M033	1999-049C / 25909	N	109	6.2 ± 0.9	9.76	10.11.2016	21
Globalstar M055	1999-049D / 25910	N	127	5.7 ± 1.4		26.11.2016	5
Globalstar M057	1999-058A / 25943	N	102	5.6 ± 1.1	27.31	27.11.2016	4
Globalstar M059	1999-058B / 25944	N	129	5.4 ± 0.7	29.90	24.11.2016	7
Globalstar M056	1999-058C / 25945	N	124	5.8 ± 1.0	50.89	25.11.2016	6
Globalstar M031	1999-058D / 25946	N	128	5.8 ± 1.2	108.50	22.11.2016	9
Globalstar M039	1999-062A / 25961	N	104	5.7 ± 1.0	65.70	24.11.2016	7
Globalstar M034	1999-062B / 25962	N	131	6.1 ± 1.1	98.00	24.11.2016	7
Globalstar M029	1999-062C / 25963	N	110	5.7 ± 0.9		24.11.2016	7
Globalstar M061	1999-062D / 25964	N	121	5.9 ± 1.2		25.11.2016	6
Globalstar M063	2000-008A / 26081	+	122	5.7 ± 0.6		26.11.2016	5
Globalstar M062	2000-008B / 26082	N	133	6.1 ± 1.0	69.00	27.11.2016	4
Globalstar M060	2000-008C / 26083	N	121	5.8 ± 1.3	40.70	12.11.2016	19
Globalstar M064	2000-008D / 26084	N	121	5.8 ± 1.1		23.11.2016	8
Globalstar M065	2007-020A / 31571	+	105	5.6 ± 0.6		25.11.2016	6
Globalstar M069	2007-020C / 31573	+	118	5.6 ± 0.6		21.11.2016	10
Globalstar M072	2007-020D / 31574	+	94	5.7 ± 0.7		25.11.2016	6
Globalstar M071	2007-020F / 31576	+	113	5.6 ± 0.6		21.11.2016	10
Globalstar M067	2007-048A / 32263	+	86	5.6 ± 0.6		23.11.2016	8
Globalstar M070	2007-048B / 32264	+	132	5.0 ± 0.8		24.11.2016	7
Globalstar M066	2007-048C / 32265	+	94	5.6 ± 0.5		12.11.2016	19
Globalstar M068	2007-048D / 32266	+	96	6.1 ± 1.1		21.11.2016	10

Примечание:

* – Условные обозначения в графе «Состояние КА»: «+» - КА, работающий в составе НССС Globalstar, «N» - КА, выведенный из состава НССС Globalstar, «?» - КА неясного статуса.

Таблица 24. Информация из БД ММТ по КА Globalstar 2-го поколения (на 1.12.2016)

КА	Межд. обозн. / № КК ВВС США	Сост. КА *	Кол-во проводок в БД ММТ	Средний привед. блеск	Период изменения блеска, секунд	Дата последней полученной проводки	Давность последней полученной проводки, суток
Globalstar M079	2010-054A / 37188	+	110	5.8 ± 0.7		27.11.2016	4
Globalstar M074	2010-054B / 37189	+	113	5.9 ± 0.6		25.11.2016	6
Globalstar M076	2010-054C / 37190	+	115	5.7 ± 0.7		25.11.2016	6
Globalstar M077	2010-054D / 37191	+	138	5.9 ± 0.6		25.11.2016	6
Globalstar M075	2010-054E / 37192	+	110	5.9 ± 0.6		21.11.2016	10
Globalstar M073	2010-054F / 37193	+	126	5.9 ± 0.6		26.11.2016	5
Globalstar M083	2011-033A / 37739	+	109	6.0 ± 0.5		27.11.2016	4
Globalstar M088	2011-033B / 37740	+	109	5.8 ± 0.6		26.10.2016	36
Globalstar M091	2011-033C / 37741	+	92	5.8 ± 0.7		25.11.2016	6
Globalstar M085	2011-033D / 37742	+	98	5.9 ± 0.7		23.11.2016	8
Globalstar M081	2011-033E / 37743	+	108	5.8 ± 0.7		24.11.2016	7
Globalstar M089	2011-033F / 37744	+	116	5.8 ± 0.7		21.11.2016	10
Globalstar M084	2011-080A / 38040	+	125	6.0 ± 0.6		25.11.2016	6
Globalstar M080	2011-080B / 38041	+	116	5.8 ± 0.6		25.11.2016	6
Globalstar M082	2011-080C / 38042	+	99	5.9 ± 0.5		12.11.2016	19
Globalstar M092	2011-080D / 38043	+	107	5.6 ± 0.6		21.11.2016	10
Globalstar M090	2011-080E / 38044	+	103	6.0 ± 0.6		12.11.2016	19
Globalstar M086	2011-080F / 38045	+	105	5.9 ± 0.5		12.11.2016	19
Globalstar M097	2013-005A / 39072	+	92	5.8 ± 0.7		25.11.2016	6
Globalstar M093	2013-005B / 39073	+	102	5.8 ± 0.6		24.11.2016	7
Globalstar M094	2013-005C / 39074	+	110	5.9 ± 0.6		24.11.2016	7
Globalstar M096	2013-005D / 39075	+	107	5.8 ± 0.7		25.11.2016	6
Globalstar M078	2013-005E / 39076	+	106	5.9 ± 0.6		24.11.2016	7
Globalstar M095	2013-005F / 39077	+	91	5.7 ± 0.7		29.10.2016	33

Примечание:

* – Условные обозначения в графе «Состояние КА»: «+» - КА, работающий в составе HCCC Globalstar, «N» - КА, выведенный из состава HCCC Globalstar.

На рис. 29 показано распределение КА типа Globalstar по давности последней полученной системой ММТ проводки (по состоянию на 1.11.2016). Из рисунка видно, что для 80 из 84 находящихся на орбите КА типа Globalstar в БД ММТ имеются фотометрические измерения не старше 30 суток.

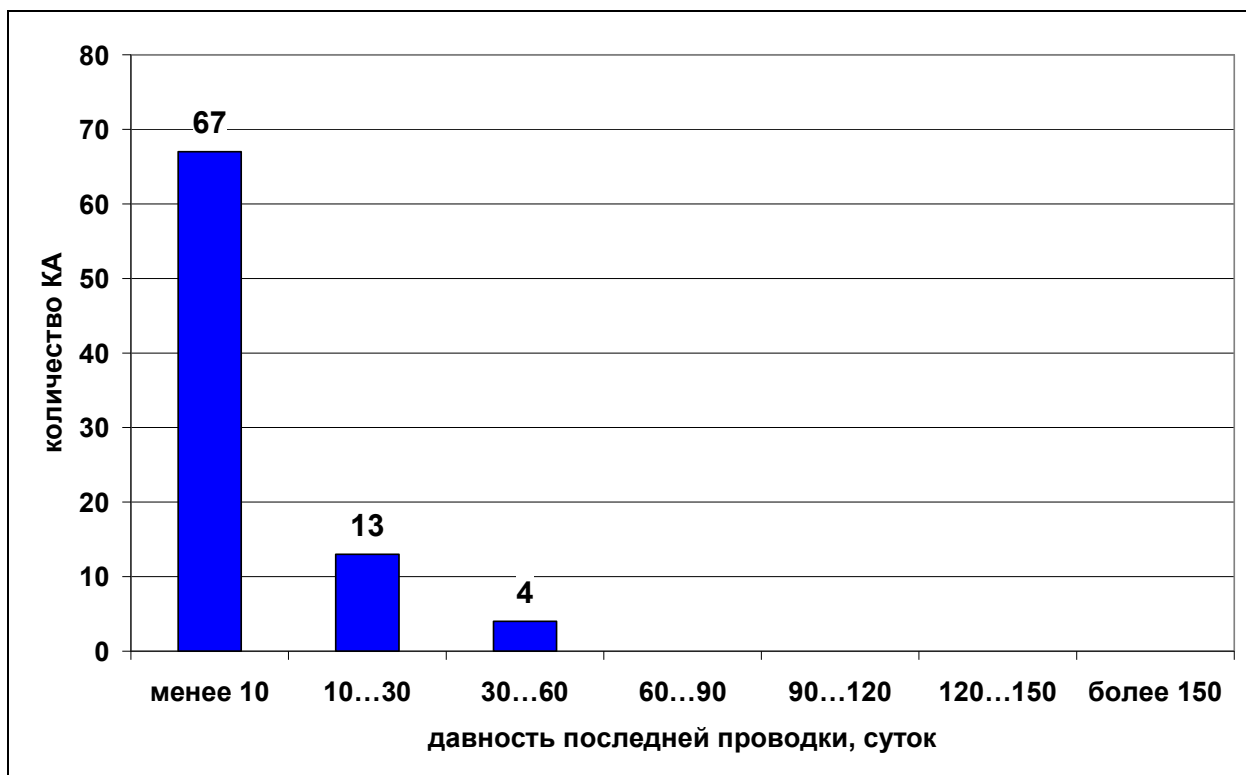


Рисунок 29. Распределение КА типа Globalstar по давности последней полученной системой ММТ проводки (по состоянию на 1.12.2016)

Измерения системы ММТ, выполненные в ноябре 2015 года, позволили выявить периодическое изменение блеска КА Globalstar M027.

КА Globalstar M027 (1999-043В, 25884)

КА Globalstar M027 находился на рабочей орбите НССС Globalstar (круговая орбита высотой 1415 километров, период 114.2 минуты) вплоть до августа 2016 года.

После 9 августа 2016 года данный КА выполнил несколько маневров, в результате чего к началу декабря 2016 года перешел на орбиту высотой 2152 x 2128 километров (период 130.40 минут).

С июня 2014 года по ноябрь 2016 года при помощи системы ММТ получено 125 проводок по КА Globalstar M027. В проводках, полученных до ноября 2016 года, периодичность блеска не наблюдалась (рис. 30).

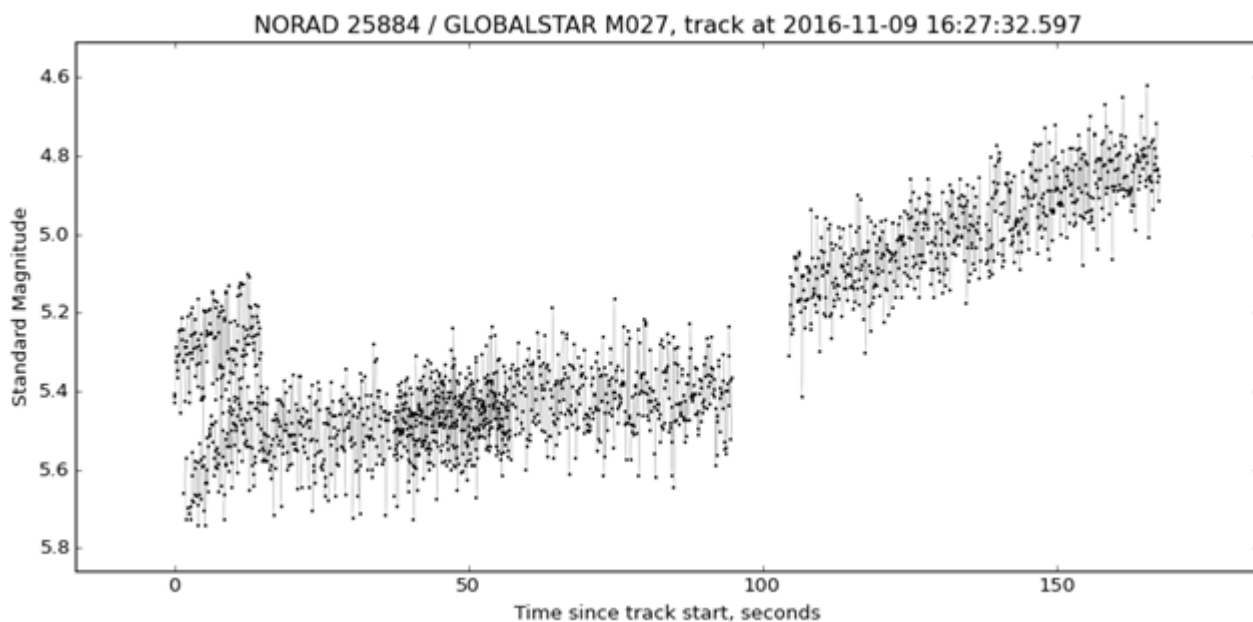


Рисунок 30. Кривая приведенного блеска КА Globalstar M027 в проводке ММТ 9 ноября 2016 года

Периодическое изменение блеска данного спутника было впервые выявлено в проводке 19 ноября 2016 года (рис. 31). В проводке определен фотометрический период 51.43 секунды (рис. 32).

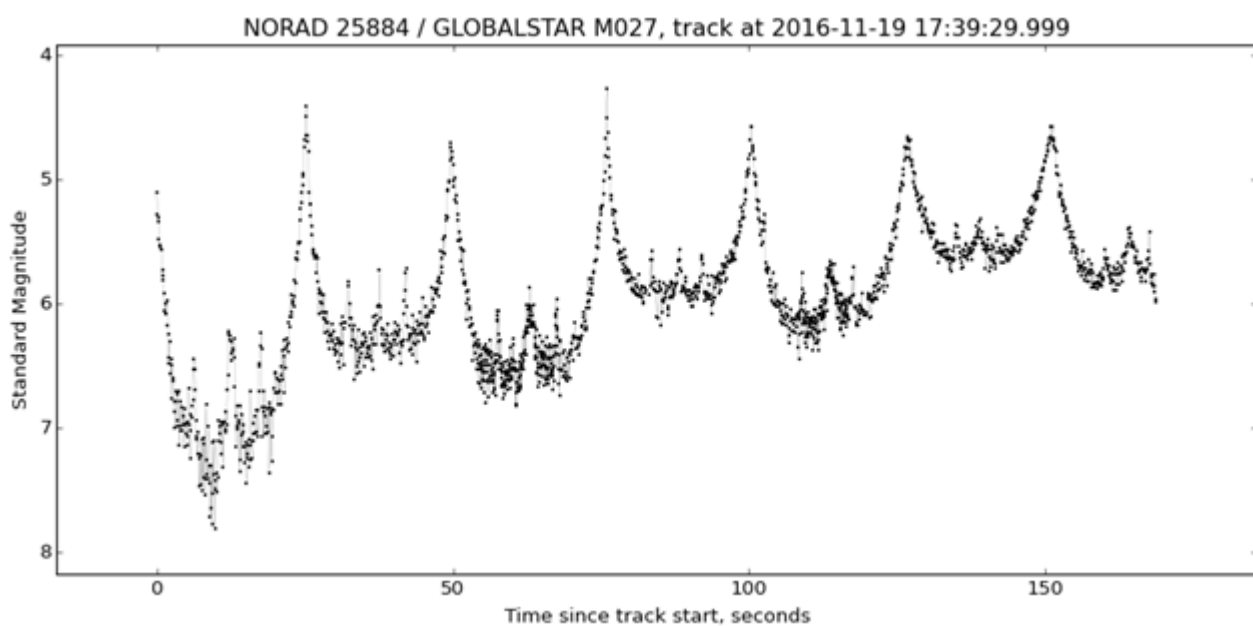


Рисунок 31. Кривая приведенного блеска КА Globalstar M027 в проводке ММТ 19 ноября 2016 года

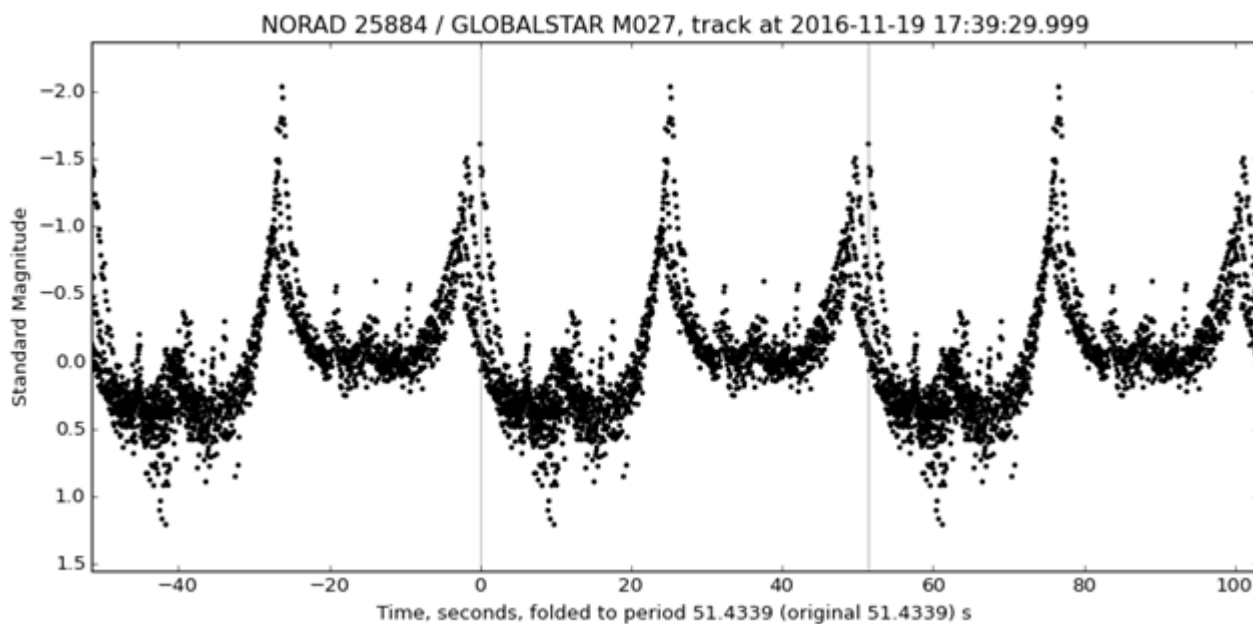


Рисунок 32. Форма паттерна кривой блеска КА Globalstar M027 в проводке ММТ 19 ноября 2016 года

В проводках, полученных системой ММТ 21, 22, 23, 25 и 26 ноября 2016 года, определены величины фотометрических периодов от 24 до 34 секунд. При этом форма паттерна полученных кривых блеска аналогична форме паттерна, полученной 19 ноября (рис. 33).

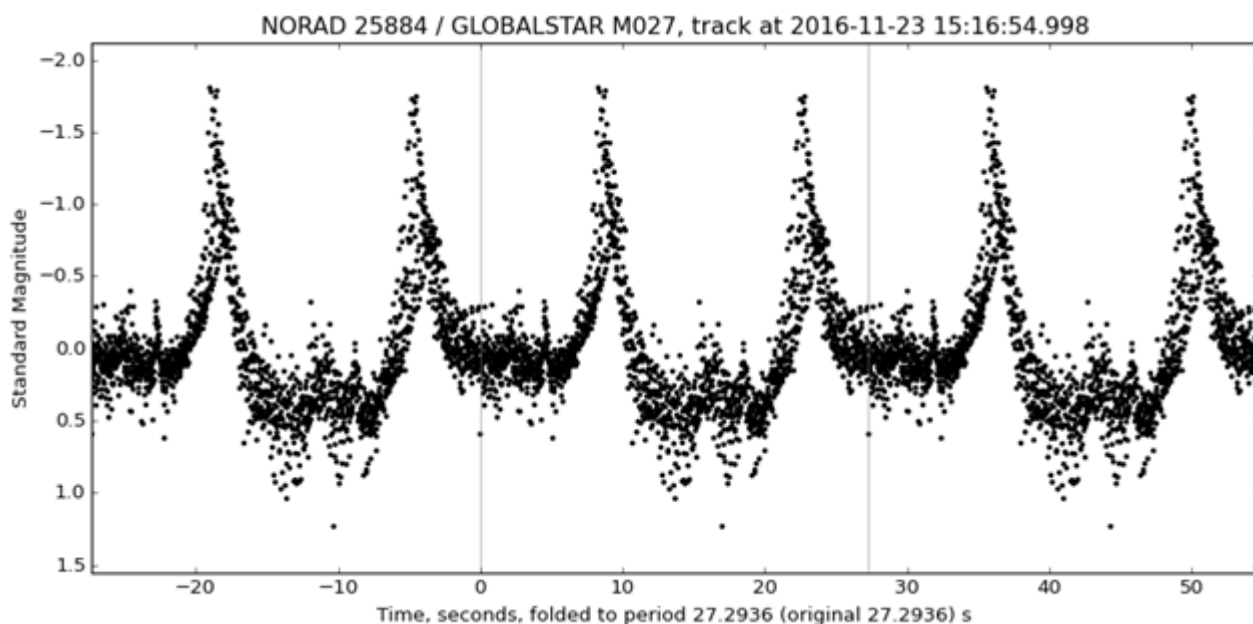


Рисунок 33. Форма паттерна кривой блеска КА Globalstar M027 в проводке ММТ 23 ноября 2016 года

На рис. 34 показана динамика изменения фотометрического периода КА Globalstar M027 по данным БД ММТ, а также история маневрирования данного КА на интервале времени, охваченном измерениями системы ММТ.

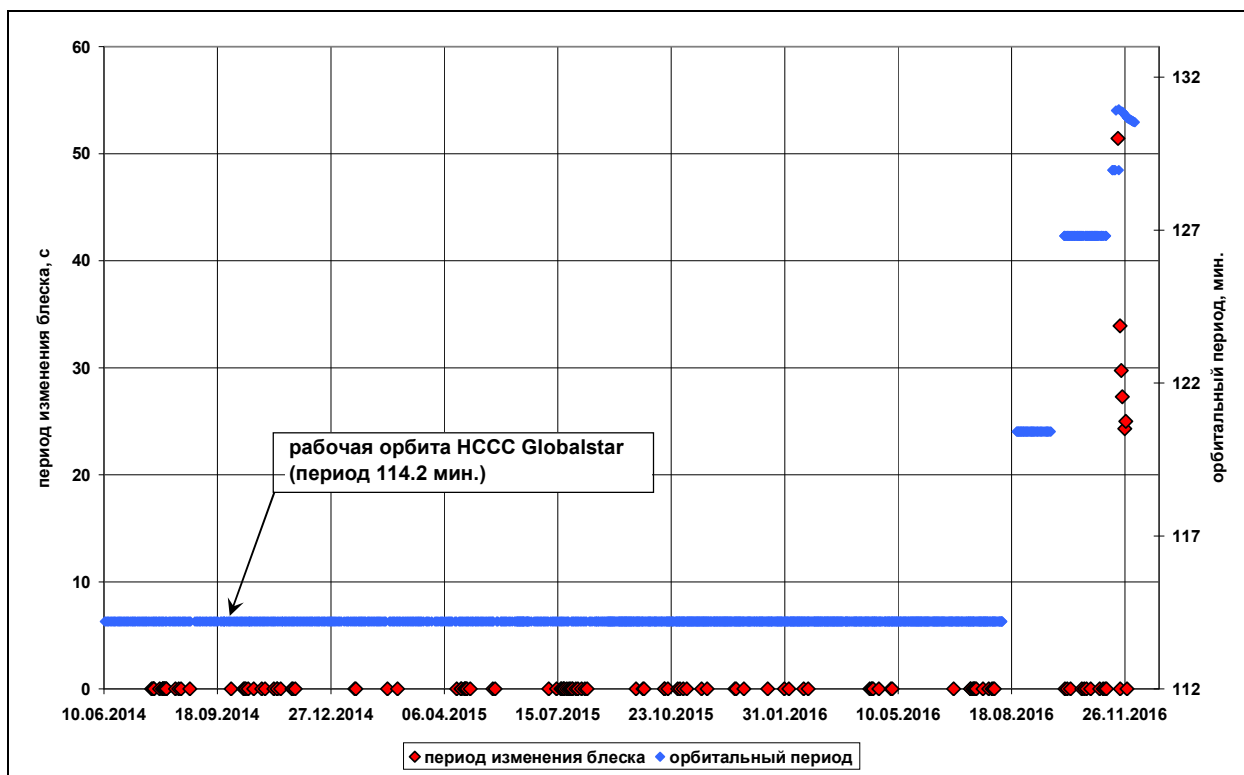


Рисунок 34. Динамика периодического изменения блеска и история маневров КА Globalstar M027

6.3 НССС Orbcomm

Система Orbcomm обеспечивает передачу данных по каналам связи «машина-машина» (межмашинное взаимодействие). По состоянию на 1.12.2016, на орбитах находится 35 КА типа Orbcomm 1-го поколения (из них 25 активных КА и 10 нефункционирующих КА), 6 КА Orbcomm-QL (все нефункционирующие) и 17 КА Orbcomm 2-го поколения (16 КА активные и 1 КА нефункционирующий). КА Orbcomm всех типов имеют гравитационную систему стабилизации.

По всем находящимся на орбитах КА Orbcomm в БД ММТ имеется фотометрическая информация. В табл. 25...27 приведена обобщенная фотометрическая информация по КА Orbcomm различных типов, содержащаяся в БД ММТ по состоянию на 1.12.2016. Для каждого КА указана давность (в сутках) последней полученной на ММТ проводки.

Таблица 25. Информация из БД ММТ по КА Orbcomm 1-го поколения (на 1.12.2016)

КА	Межд. обозн. / № КК ВВС США	Сост. КА *	Кол-во проводок в БД ММТ	Средний приведенный блеск	Период изменения блеска, секунд	Дата последней полученной проводки	Давность последней полученной проводки, суток
Orbcomm FM 1	1995-017A / 23545	N	7	8.4 ± 0.5		20.11.2016	11
Orbcomm FM 2	1995-017B / 23546	N	6	6.9 ± 2.7		23.11.2016	8
Orbcomm FM 8	1997-084A / 25112	+	52	7.9 ± 0.6		08.10.2016	54
Orbcomm FM 10	1997-084B / 25113	+	54	8.1 ± 0.6		09.11.2016	22
Orbcomm FM 11	1997-084C / 25114	+	61	7.4 ± 0.9		29.10.2016	33

КА	Межд. обозн. / № КК ВВС США	Сост. КА *	Кол-во проводок в БД ММТ	Средний привед. блеск	Период изменения блеска, секунд	Дата последней полученной проводки	Давность последней полученной проводки, суток
Orbcomm FM 12	1997-084D / 25115	+	57	7.6 ± 1.1		29.10.2016	33
Orbcomm FM 9	1997-084E / 25116	+	70	7.7 ± 0.7		29.10.2016	33
Orbcomm FM 5	1997-084F / 25117	+	59	7.8 ± 0.7		26.10.2016	36
Orbcomm FM 6	1997-084G / 25118	+	47	8.1 ± 0.5		26.10.2016	36
Orbcomm FM 7	1997-084H / 25119	+	52	8.0 ± 0.7		08.10.2016	54
Orbcomm FM 3	1998-007B / 25158	N	29	7.9 ± 0.9		13.09.2016	79
Orbcomm FM 4	1998-007C / 25159	+	36	7.6 ± 0.5		25.08.2016	98
Orbcomm FM 17	1998-046A / 25413	N	48	7.9 ± 0.6		12.11.2016	19
Orbcomm FM 18	1998-046B / 25414	+	62	7.9 ± 0.6		09.11.2016	22
Orbcomm FM 19	1998-046C / 25415	+	59	8.0 ± 0.5		08.10.2016	54
Orbcomm FM 20	1998-046D / 25416	+	67	7.7 ± 0.7		08.10.2016	54
Orbcomm FM 16	1998-046E / 25417	+	56	7.7 ± 0.5		09.11.2016	22
Orbcomm FM 15	1998-046F / 25418	+	59	7.8 ± 0.7		08.11.2016	23
Orbcomm FM 14	1998-046G / 25419	+	59	7.9 ± 0.8		12.11.2016	19
Orbcomm FM 13	1998-046H / 25420	+	68	7.1 ± 0.8		09.11.2016	22
Orbcomm FM 21	1998-053A / 25475	+	45	7.9 ± 0.6		18.11.2016	13
Orbcomm FM 22	1998-053B / 25476	N	49	7.8 ± 0.8		23.11.2016	8
Orbcomm FM 23	1998-053C / 25477	+	58	7.5 ± 0.7		12.11.2016	19
Orbcomm FM 24	1998-053D / 25478	N	58	7.5 ± 1.0		27.11.2016	4
Orbcomm FM 25	1998-053E / 25479	N	43	7.6 ± 0.9		19.11.2016	12
Orbcomm FM 26	1998-053F / 25480	N	46	7.7 ± 0.8		23.11.2016	8
Orbcomm FM 27	1998-053G / 25481	+	55	7.7 ± 0.8		27.11.2016	4
Orbcomm FM 28	1998-053H / 25482	N	57	7.4 ± 0.9		08.09.2016	84
Orbcomm FM 30	1999-065A / 25980	+	71	8.0 ± 0.7		23.11.2016	8
Orbcomm FM 31	1999-065B / 25981	+	61	8.0 ± 0.7		25.11.2016	6
Orbcomm FM 32	1999-065C / 25982	+	56	7.9 ± 0.7		23.11.2016	8
Orbcomm FM 33	1999-065D / 25983	N	43	7.8 ± 0.6		19.11.2016	12
Orbcomm FM 36	1999-065E / 25984	+	53	8.0 ± 0.6		24.11.2016	7
Orbcomm FM 35	1999-065F / 25985	+	51	7.9 ± 0.6		23.11.2016	8
Orbcomm FM 34	1999-065G / 25986	+	58	8.0 ± 0.5		24.11.2016	7

Примечание:

* – Условные обозначения в графе «Состояние КА»: «+» - активный КА, «N» - нефункционирующий КА.

Таблица 26. Информация из БД ММТ по КА Orbcomm-QL (на 1.12.2016)

КА	Межд. обозн. / № КК ВВС США	Сост. КА *	Кол-во проводок в БД ММТ	Средний привед. блеск	Период изменения блеска, секунд	Дата последней полученной проводки	Давность последней полученной проводки, суток
Orbcomm FM 38	2008-031A / 33060	N	44	7.2 ± 0.8		04.10.2016	58
Orbcomm FM 41	2008-031B / 33061	N	45	7.1 ± 0.9		26.11.2016	5
Orbcomm FM 29	2008-031C / 33062	N	51	7.1 ± 0.7		27.11.2016	4
Orbcomm FM 39	2008-031D / 33063	N	43	7.3 ± 0.8		01.11.2016	30
Orbcomm FM 37	2008-031E / 33064	N	37	6.9 ± 0.6		01.11.2016	30
Orbcomm FM 40	2008-031F / 33065	N	48	6.8 ± 0.9		01.11.2016	30

Примечание:

* – Условные обозначения в графе «Состояние КА»: «+» - активный КА, «N» - нефункционирующий КА.

Таблица 27. Информация из БД ММТ по КА Orbcomm 2-го поколения (на 1.12.2016)

КА	Межд. обозн. / № КК ВВС США	Сост. КА *	Кол-во проводок в БД ММТ	Средний привед. блеск	Период изменения блеска, секунд	Дата последней полученной проводки	Давность последней полученной проводки, суток
Orbcomm FM 109	2014-040A / 40086	+	40	7.6 ± 0.6		07.11.2016	24
Orbcomm FM 107	2014-040B / 40087	+	42	7.4 ± 0.9		04.11.2016	27
Orbcomm FM 106	2014-040C / 40088	+	42	7.2 ± 0.8		04.10.2016	58
Orbcomm FM 111	2014-040D / 40089	N	36	7.1 ± 0.9		09.11.2016	22
Orbcomm FM 104	2014-040E / 40090	+	44	7.4 ± 0.8		05.10.2016	57
Orbcomm FM 103	2014-040F / 40091	+	46	7.3 ± 0.7		07.11.2016	24
Orbcomm FM 114	2015-081A / 41179	+	20	7.2 ± 0.7		27.10.2016	35
Orbcomm FM 119	2015-081B / 41180	+	23	7.2 ± 0.5		08.11.2016	23
Orbcomm FM 105	2015-081C / 41181	+	25	6.8 ± 1.0		26.11.2016	5
Orbcomm FM 110	2015-081D / 41182	+	20	7.5 ± 0.5		27.11.2016	4
Orbcomm FM 118	2015-081E / 41183	+	22	7.2 ± 0.7		21.11.2016	10
Orbcomm FM 112	2015-081F / 41184	+	21	7.2 ± 0.6		08.11.2016	23
Orbcomm FM 113	2015-081G / 41185	+	22	7.2 ± 0.6		09.11.2016	22
Orbcomm FM 115	2015-081H / 41186	+	19	7.2 ± 0.7		09.11.2016	22
Orbcomm FM 108	2015-081J / 41187	+	17	7.5 ± 0.6		09.11.2016	22
Orbcomm FM 117	2015-081K / 41188	+	11	7.1 ± 0.6		09.11.2016	22
Orbcomm FM 116	2015-081L / 41189	+	15	7.0 ± 0.8		12.11.2016	19

Примечание:

* – Условные обозначения в графе «Состояние КА»: «+» - активный КА, «N» - нефункционирующий КА.

На рис. 35 показано распределение КА Orbcomm по давности последней полученной системой ММТ проводки (по состоянию на 1.12.2016). Из рисунка видно, что для 42 из 58 находящихся на орбите КА Orbcomm в БД ММТ имеются фотометрические измерения не старше 30 суток.

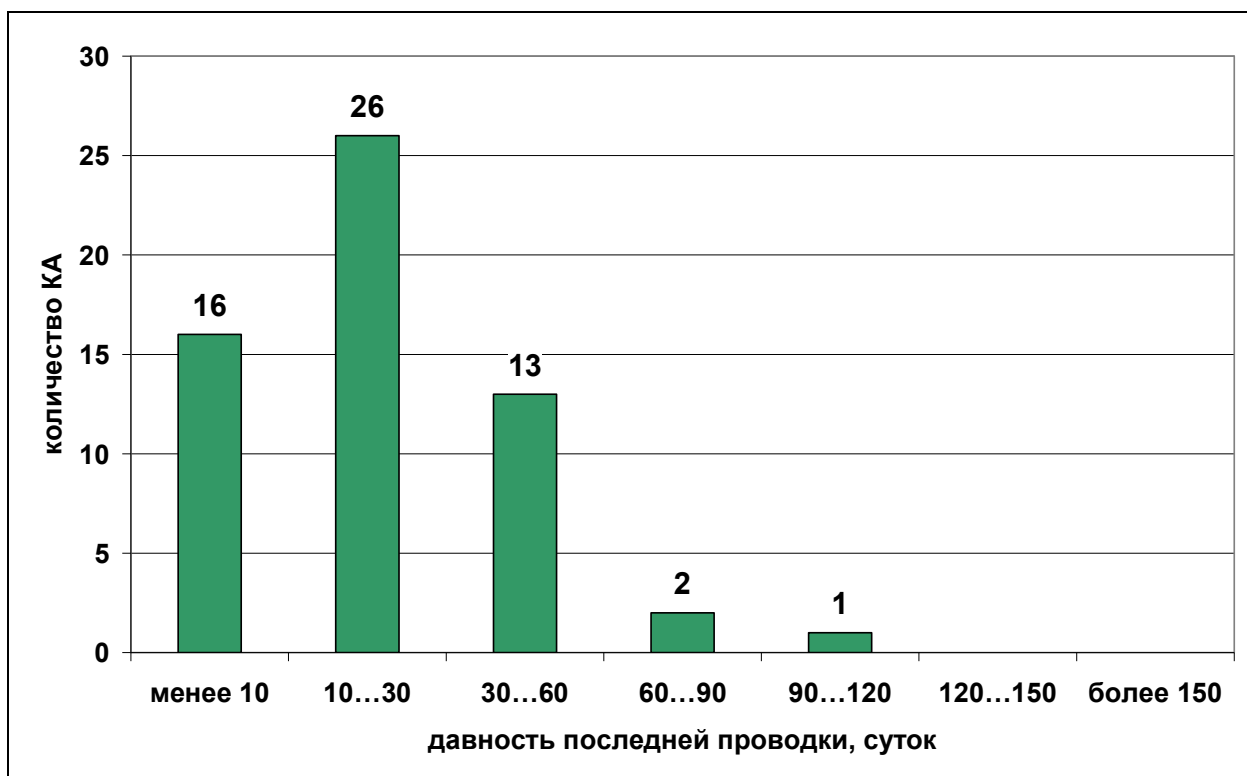


Рисунок 35. Распределение КА Orbcomm по давности последней полученной системой ММТ проводки (по состоянию на 1.12.2016)

7. Непривязанные измерения системы ММТ, полученные в ноябре 2016 года

Привязка угловых координат, получаемых в измерениях системы ММТ, к находящимся на околоземных орбитах космическим объектам выполняется по открытым источникам орбитальной информации (двустрочные элементы TLE, выдаваемые Космическим командованием ВВС США, данные независимых наблюдателей). При этом часть проводок привязать к известным КО не удается.

В таблице 28 представлена 101 непривязанная проводка, полученная системой ММТ в течение ноября 2016 года. Приводится следующая информация о полученных непривязанных проводках:

- Дата (UTC) получения проводки.
- Номер проводки по системе обозначений, принятой в БД ММТ.
- Длительность проводки в минутах.
- Величина измеренной дуги в градусах.
- Средний измеренный блеск по всем засечкам в проводке.
- Величина периода изменения блеска.

Дополнительно в таблице приводятся оценочные параметры орбит измеренных неидентифицированных космических объектов:

- Среднее движение, витков в сутки.
- Наклонение плоскости орбиты КО к экватору.
- Долгота восходящего узла.

Оценка параметров орбит неидентифицированных КО выполнена по единичным коротким проводкам, полученные значения являются приблизительными и могут отличаться от фактических значений.

Проводки в таблице упорядочены по возрастанию оценочной величины наклонения.

Таблица 28. Непривязанные проводки системы ММТ, полученные в ноябре 2016 года

Дата и время, UTC	Учетный номер проводки	Длительность проводки, минут	Измеренная дуга, °	Средний блеск по всем засечкам	Период изменения блеска, с	Оценочные параметры орбит КО		
						среднее движение (вит./сут.)	наклонение, °	ДВУ,
04.11.2016 02:48	10755239	0.20	0.1	8.0		2.1	25.2	81.7
12.11.2016 15:30	10786376	3.36	15.7	6.8		3.8	26.0	251.5
12.11.2016 15:36	10786420	2.78	9.5	6.8		7.4	30.0	286.0
24.11.2016 01:54	10835957	1.59	11.9	8.9		10.7	41.9	332.0
22.11.2016 02:18	10827711	0.42	13.8	7.3		15.0	46.9	77.4
12.11.2016 15:42	10786457	1.18	30.8	7.7		14.5	47.0	282.2
05.11.2016 23:54	10761791	0.13	0.6	10.1		8.2	47.9	347.0
25.11.2016 01:18	10842094	0.89	12.1	9.3		12.1	48.8	8.0
19.11.2016 16:54	10805248	3.09	19.0	9.9		2.9	49.0	209.2
20.11.2016 17:42	10816366	0.75	1.8	7.6	13.4	5.9	49.7	193.4
23.11.2016 17:06	10834100	0.43	0.9	7.7	13.2	5.6	50.2	187.9
24.11.2016 16:12	10837407	2.29	38.3	8.9		12.9	50.5	294.6
06.11.2016 17:24	10766529	1.74	12.1	9.1		9.5	50.8	209.5
25.11.2016 15:54	10844512	0.21	4.1	8.2		13.3	51.5	295.9
12.11.2016 17:30	10787147	2.14	21.0	6.8		11.2	52.0	251.1
25.11.2016 17:30	10853151	1.29	9.2	9.3		10.2	52.4	332.3
27.11.2016 15:06	10854604	1.56	30.5	7.6		13.3	54.3	299.0
25.11.2016 02:42	10843521	1.75	28.8	8.2	0.8	12.8	55.9	99.5
22.11.2016 03:00	10828025	1.89	25.5	8.5	0.8	12.7	56.1	108.1
24.11.2016 15:00	10836476	1.83	18.6	9.3		12.1	56.3	234.7
21.11.2016 22:36	10824638	0.36	1.7	8.2		8.1	57.0	322.0
20.11.2016 17:30	10814679	0.15	1.1	9.1		10.4	57.3	199.4
07.11.2016 01:18	10767807	0.69	8.9	9.5		12.6	57.7	345.4
22.11.2016 15:36	10828600	0.53	7.1	4.8		12.3	59.4	187.4
24.11.2016 01:48	10835935	0.74	7.6	8.7		13.7	59.6	328.7
24.11.2016 15:24	10837060	1.30	32.3	8.5	9.4	14.7	60.0	201.9
21.11.2016 15:36	10823130	1.03	7.1	9.0	2.9	9.8	60.1	212.4
18.11.2016 23:18	10796172	2.72	13.3	7.6		7.0	61.8	287.0
27.11.2016 15:36	10854792	0.82	19.7	8.5	7.8	14.7	61.9	190.4
09.11.2016 16:00	10773118	0.21	5.7	5.8		14.9	62.1	172.5
22.11.2016 03:12	10828130	1.19	27.9	6.3	3.2	13.8	62.2	356.3
12.11.2016 15:36	10786390	0.51	21.7	6.4		15.5	62.5	302.5
20.11.2016 15:24	10810645	0.87	36.2	6.5		15.1	62.7	305.3
19.11.2016 17:24	10805899	1.94	19.5	10.1		11.1	62.8	326.3

Дата и время, UTC	Учетный номер проводки	Длительность проводки, минут	Измеренная дуга, °	Средний блеск по всем засечкам	Период изменения блеска, с	Оценочные параметры орбит КО		
						среднее движение (вит./сут.)	наклонение, °	ДВУ,
24.11.2016 16:18	10837438	0.79	8.1	10.0		11.2	63.0	317.6
22.11.2016 15:18	10828486	0.21	10.5	5.4		15.4	63.1	301.3
24.11.2016 15:00	10836481	1.50	30.8	6.1		14.3	63.1	191.9
24.11.2016 15:00	10836499	0.80	25.9	5.3		15.3	63.1	300.0
24.11.2016 16:18	10837445	0.28	2.9	10.2		11.1	63.1	317.6
19.11.2016 15:12	10804701	0.59	24.6	6.4		15.5	63.3	177.6
25.11.2016 15:42	10844437	0.97	27.1	7.7		14.3	63.3	189.1
22.11.2016 14:54	10828382	0.70	33.6	5.8		15.4	63.4	301.5
19.11.2016 15:30	10804771	0.27	11.7	5.0		15.5	63.5	309.2
23.11.2016 15:48	10833818	2.88	31.2	7.9		13.4	63.5	190.3
19.11.2016 02:00	10803186	1.79	33.5	7.6		14.1	63.7	339.1
21.11.2016 16:48	10823569	0.43	8.1	9.3	1.9	13.1	63.7	330.5
25.11.2016 16:06	10844571	1.38	30.9	9.6		13.8	63.8	199.5
27.11.2016 15:18	10854660	1.13	12.2	9.5		11.2	63.8	313.2
20.11.2016 03:06	10810403	1.27	28.9	6.6	3.2	14.1	64.0	358.9
22.11.2016 15:42	10828614	0.60	13.4	8.6		14.1	64.1	191.9
06.11.2016 01:24	10763169	0.25	7.5	7.0		14.5	64.2	318.7
20.11.2016 16:18	10814453	2.09	21.4	9.3		11.4	64.3	326.1
20.11.2016 17:00	10814590	0.27	4.8	9.3		13.1	64.3	331.8
21.11.2016 15:36	10823134	0.38	14.0	6.2		15.3	64.3	305.0
25.11.2016 15:48	10844468	0.77	31.1	6.3		15.1	64.3	312.0
07.11.2016 02:18	10768504	1.74	34.4	8.2	16.2	13.2	64.6	99.8
21.11.2016 15:36	10823114	0.45	8.6	7.7		14.2	64.6	193.5
07.11.2016 02:30	10768578	0.54	12.0	6.2		13.8	64.7	339.9
12.11.2016 23:00	10788338	1.14	8.4	7.5		5.4	64.9	308.9
19.11.2016 02:36	10804268	1.14	31.1	6.5		14.5	64.9	352.9
23.11.2016 03:18	10833259	0.99	28.5	7.1		14.7	64.9	124.6
24.11.2016 15:42	10837219	1.78	33.4	8.1		13.8	64.9	200.1
08.11.2016 15:48	10769295	0.34	12.3	8.3		15.1	65.0	167.5
06.11.2016 00:18	10761851	0.10	0.3	9.6		6.2	67.8	289.2
24.11.2016 15:36	10837138	2.63	9.3	9.9		7.4	67.9	304.3
17.11.2016 20:42	10792708	1.31	4.3	8.9		6.9	68.2	282.9
23.11.2016 15:00	10833422	4.89	17.2	9.8	52.0	0.2	69.0	304.4
25.11.2016 15:48	10844447	9.02	30.0	9.4	50.4	1.2	69.0	304.1
20.11.2016 03:00	10810342	0.76	16.5	7.6		14.2	69.9	349.6

Дата и время, UTC	Учетный номер проводки	Длительность проводки, минут	Измеренная дуга, °	Средний блеск по всем засечкам	Период изменения блеска, с	Оценочные параметры орбит КО		
						среднее движение (вит./сут.)	наклонение, °	ДВУ,
20.11.2016 03:00	10810361	0.47	12.5	7.4		14.2	69.9	349.6
25.11.2016 02:00	10843245	1.13	29.1	7.2		14.2	69.9	338.2
17.11.2016 15:36	10792007	0.70	19.8	6.6		14.3	71.4	314.0
22.11.2016 01:54	10826444	0.59	16.3	7.2		14.8	71.9	337.6
25.11.2016 15:54	10844500	0.32	12.2	8.9		14.8	72.0	324.6
20.11.2016 17:48	10816373	0.36	4.9	8.5	2.9	12.4	73.5	194.0
22.11.2016 14:42	10828275	0.74	25.5	7.8		14.7	89.7	327.5
08.11.2016 15:42	10769223	0.47	14.5	8.0		14.6	89.8	327.7
19.11.2016 15:06	10804660	0.17	4.7	8.7		14.8	89.8	321.0
25.11.2016 02:42	10843502	0.98	33.6	7.6		14.7	89.8	324.5
03.11.2016 16:24	10750019	0.91	16.3	9.3		14.5	89.9	328.0
09.11.2016 15:36	10771217	0.57	21.6	8.2		14.9	89.9	321.2
20.11.2016 14:54	10810551	0.17	6.7	9.0		14.8	89.9	325.5
21.11.2016 15:06	10822926	0.53	14.7	9.4		14.7	89.9	327.7
23.11.2016 02:30	10832905	0.58	17.8	9.2		14.9	89.9	327.6
09.11.2016 16:12	10773224	1.11	32.8	7.0		14.6	90.0	327.9
23.11.2016 15:18	10833555	0.06	2.7	8.6		15.4	98.3	341.0
27.11.2016 14:48	10854522	0.80	24.4	7.0		14.4	98.4	343.7
27.11.2016 16:06	10854944	0.42	7.7	9.4		14.2	98.6	147.3
08.11.2016 15:06	10768977	1.62	39.1	7.4		14.3	98.8	128.1
18.11.2016 01:30	10793227	0.16	3.7	8.7		14.3	98.8	137.4
18.11.2016 01:30	10793232	0.28	6.0	8.5		14.3	98.8	137.3
23.11.2016 01:42	10832640	1.21	31.4	7.4		14.3	98.8	142.4
25.11.2016 15:00	10844273	1.34	31.8	7.5		14.2	98.9	145.0
24.11.2016 03:12	10836422	1.45	27.5	5.7	3.0	14.2	99.1	326.6
25.11.2016 03:00	10843735	1.67	25.9	6.2	2.9	14.2	99.1	327.5
06.11.2016 15:30	10764106	0.83	12.5	7.4		12.8	100.2	336.7
21.11.2016 15:42	10823148	2.18	29.6	7.3		12.8	100.2	350.8
12.11.2016 16:12	10786711	0.53	14.0	7.2		14.3	120.0	113.8
20.11.2016 03:00	10810357	0.57	26.8	6.9		15.2	120.6	181.9
24.11.2016 19:06	10838627	0.02	0.1	8.7		9.5	123.7	183.6
29.11.2016 19:54	10857104	0.24	0.2	3.3		1.3	130.7	73.8

Заключение

1. В ноябре 2016 года Казанским (Приволжским) Федеральным Университетом, совместно с САО РАН и АО «НПК СПП», продолжена эксплуатация многоканального мониторингового телескопа ММТ.

В течение ноября 2016 года системой ММТ отработано (полностью или частично) 20 ночей. Получены измерения по 1620 КО на околоземных орбитах. Информация по 696 иностранным КО, измеренным в ноябре, представлена в открытой публичной части БД ММТ.

В ноябре 2016 года в БД ММТ внесены 67 новых (ранее не измерявшихся системой ММТ) космических объектов. Из этого количества новых КО, внесенных в БД ММТ в ноябре, 44 объекта являются иностранными КО; информация по ним представлена в открытой публичной части БД ММТ.

Вновь внесенные в БД ММТ иностранные КО распределяются по типам следующим образом:

- 13 КО – космические аппараты;
- 11 КО – разгонный блок;
- 17 КО – фрагменты;
- 3 КО – нераспознанный неизвестного типа.

Распределение вновь внесенных в БД ММТ иностранные КО по типам орбит:

- 5 КО геостационарной области;
- 16 КО на высокоэллиптических орбитах;
- 1 КО на средневысокой орбите;
- 22 КО на низких орбитах.

Для 16-ти объектов из 44-х иностранных КО, внесенных в открытую часть БД ММТ в течение ноября, по результатам выполненных измерений определены величины периода изменения блеска.

2. Анализ фотометрической информации, полученной на многоканальном мониторинговом телескопе ММТ в ноябре 2016 года, позволяет выделить следующие наиболее важные результаты.

- Получены первые фотометрические измерения системы ММТ по объектам китайского запуска **2016-068**. Выявлено периодическое изменение блеска китайского КА **Yunhai-1-01 (2016-068A, 41857)**. Сделано предположение, что наблюдаемая периодичность блеска КА Yunhai-1-01 обусловлена наличием на спутнике неизвестного быстро вращающегося конструктивного элемента (например, сканирующей антенны). Скорость вращения гипотетического элемента конструкции, определенная по величине фотометрического периода, составляет 18 оборотов в минуту.
- Получены первые фотометрические измерения системы ММТ по активному китайскому экспериментальному КА **Banxing-2 (2016-057H, 41834)**.
- Получены первые фотометрические измерения системы ММТ по активному китайскому КА навигационного обеспечения **Beidou-2M4 (2012-018B, 38251)**.
- Получены первые фотометрические измерения системы ММТ по 2-й ступени новой китайской РН Chang Zheng-5 (**2016-065B, 41839**), с помощью которой 3 ноября 2016 года был запущен КА Shijian-17. Определена величина фотометрического периода данной ступени РН.

- Получены первые фотометрические измерения системы ММТ по трем нераспознанным объектам китайского запуска **2016-066**. Сделано предположение о том, что один из трех измеренных системой ММТ объектов является третьей ступенью РН Chang Zheng-11, два другие объекта представляют собой сверхмалые КА из состава дополнительной полезной нагрузки запуска.
- Уточнены фотометрические характеристики 3-й ступени РН Chang Zheng-6 (**2015-049Q, 40913**). Изучена динамика величины фотометрического периода данного КО.

3. Фотометрическая информация, полученная системой ММТ в ноябре 2016 года, подтверждает работоспособность аппаратуры с быстровращающимися антеннами в составе следующих иностранных КА.

- КА NOSS 3-3C (2005-004C, 28541);
- КА NOSS 3-4C (2007-027C, 31708);
- КА NOSS 3-5A (2011-014A, 37386);
- КА NOSS 3-6A (2012-048A, 38758);
- КА NOSS 3-7R (2015-058R, 40981);
- КА DMSP 5D-2 F18 (2009-057A, 35951);
- КА Coriolis (2003-001A, 27640);
- КА Haiyang-2A (2011-043A, 37781);
- КА SMAP (2015-003A, 40376);
- КА Yunhai-1-01 (2016-068A, 41857).

4. В течение ноября 2016 года при помощи системы ММТ получена фотометрическая информация по КА, входящим в состав низкоорбитальных систем спутниковой связи Iridium, Globalstar и Orbcomm.

В ноябре получены измерения по 29-ти из 90 находящихся на орбите КА Iridium; по 80-ти из 84-х находящихся на орбите КА типа Globalstar; по 42-м из 58 находящихся на орбите КА Orbcomm.

Выявлено периодическое изменение блеска КА **Globalstar M027 (1999-043B, 25884)**, уведенного с рабочей орбиты НССС Globalstar.

5. В ноябре 2016 года системой ММТ получена 101 проводка, которых на основе доступных источников орбитальной информации не удалось привязать к известным космическим объектам.

Список источников

1. Интернет-сайт <http://astroguard.ru/satellites>
2. «Массовая фотометрия низкоорбитальных ИСЗ на ММТ9» Каткова Е.В. и др. Доклад на конференции «Околосемная астрономия-2015».
3. Интернет-сайт <https://www.space-track.org>
4. Интернет-сайт <http://celestrak.com>
5. Интернет-сайт <http://space.skyrocket.de>
6. Интернет-сайт <https://directory.eoportal.org>