Многоканальный мониторинговый телескоп ММТ. Результаты анализа фотометрической информации по космическим объектам на околоземных орбитах. Январь 2019 года.

Информационно-аналитический отчет.

2019

Список сокращений

AMSR	Advanced Microwave Scanning Radiometer
DMSP	Defense Meteorological Satellite Program
GCOM	Global Change Observation Mission
GMI	GPM Microwave Imager
GPM	Global Precipitation Measurement
GPS	Global Positioning System
MWRI	Microwave Radiation Imager
NOSS	Naval Ocean Surveillance System
OSCAT	Ocean Scatterometer
SCN	Satellite Catalog Number
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
ГСО	геостационарная орбита
ДВУ	долгота восходящего узла
ДЗЗ	дистанционное зондирование Земли
ДПТ	долгота подспутниковой точки
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
ОПМ	отношение площади к массе
ПН	полезная нагрузка
РБ	разгонный блок
РДТТ	ракетный двигатель твердого топлива
РН	ракета-носитель
САО	Специальная астрофизическая обсерватория
СБ	солнечная батарея
СНС	спутниковая навигационная система
ЭО	элементы орбиты
ЭПР	эквивалентная площадь рассеяния

СОДЕРЖАНИЕ

1. Многоканальный мониторинговый телескоп ММТ и база данных БД ММТ.....5

2. Наблюдения системой ММТ космических объектов на околоземных орбитах в январе 2019 года. 6

3. КО, внесенные в БД ММТ в январе 2019 года.....7

4. Оценка состояния КА с быстровращающимися внешними антеннами.....10

5. Оперативная оценка состояния многоспутниковых группировок. 15

5.1 НССС Iridium 15

5.2 НССС Globalstar.....22

5.3 НССС Orbcomm 26

6. Непривязанные измерения системы ММТ, полученные в январе 2019 года 29

Заключение.....31

Приложение 1. Выявлено периодическое изменение блеска разрушившегося КА Orbcomm FM16 (1998-046E, 25417) 33

СПИСОК ИЛЛЮСТРАЦИЙ

Рисунок 1. Наработка системы ММТ в январе 2019 года 6
Рисунок 2. Распределение находящихся на орбите КА типа Iridium по давности последней полученной системой ММТ проводки (по состоянию на 1.02.2019)....21
Рисунок 3. Распределение КА типа Globalstar по давности последней полученной системой ММТ проводки (по состоянию на 1.02.2019) 25
Рисунок 4. Распределение КА Orbcomm по давности последней полученной системой ММТ проводки (по состоянию на 1.02.2019) 28
Рисунок 5. Основные конструктивные элементы КА Orbcomm OG1 35
Рисунок 6. Кривая приведенного блеска КА Orbcomm FM16 в проводке ММТ 9 ноября 2018 года 36
Рисунок 7. Кривая приведенного блеска КА Orbcomm FM16 в проводке ММТ 29 января 2019 года 36
Рисунок 8. Приведенный блеск КА Orbcomm FM16 в зависимости от величины фазового угла (по информации БД ММТ) до 22.12.2018 37
Рисунок 9. Гистограмма распределения приведенного блеска КА Orbcomm FM16 в засечках, полученных системой ММТ до 22.12.2018....37
Рисунок 10. Приведенный блеск КА Orbcomm FM16 в зависимости от величины фазового угла (по информации БД ММТ) после 22.12.2018....38
Рисунок 11. Гистограмма распределения приведенного блеска КА Orbcomm FM16 в засечках, полученных системой ММТ после 22.12.2018 38

СПИСОК ТАБЛИЦ

Таблица 1. Космические объекты, ранее не измерявшиеся системой ММТ и внесенные в открытую часть БД ММТ в течение января 2019 года....8
Таблица 2. Информация по КА с быстровращающимися внешними антеннами (по состоянию на 1.02.2019) 11
Таблица 3. Поступление измерительной информации системы ММТ по КА с быстровращающимися элементами конструкции за последние 12 месяцев....13
Таблица 4. Информация из БД ММТ по находящимся на орбитах КА типа Iridium 1-го покол. (на 1.02.2019)....15
Таблица 5. Информация из БД ММТ по КА типа Iridium 1-го поколения, прекратившим баллистическое существование (по состоянию на 1.02.2019) 17
Таблица 6. Информация из БД ММТ по КА типа Iridium 2-го покол. (на 1.02.2019)....19
Таблица 7. Информация из БД ММТ по КА Globalstar 1-го поколения (на 1.02.2019) ...22
Таблица 8. Информация из БД ММТ по КА Globalstar 2-го поколения (на 1.02.2019) ...24
Таблица 9. Информация из БД ММТ по КА Orbcomm 1-го поколения (на 1.02.2019)....26
Таблица 10. Информация из БД ММТ по КА Orbcomm-QL (на 1.02.2019) 27
Таблица 11. Информация из БД ММТ по КА Orbcomm 2-го поколения (на 1.02.2019)..27
Таблица 12. Непривязанные проводки системы ММТ, полученные в январе 2019 года 30
Таблица 13. Фотометрическая информация из БД ММТ по КА Orbcomm FM16 (по состоянию на 5.02.2019) 33
Таблица 14. Фотометрическая информация из БД ММТ по фрагменту КА Orbcomm FM16 (1998-046X, 44028) по состоянию на 5.02.2019....39

1. Многоканальный мониторинговый телескоп ММТ и база данных БД ММТ

В январе 2019 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°38'59.5"с.ш. 41°25'53.3"в.д., высота над уровнем моря 2030 метров.

Поле зрения одного оптического канала 100 кв. градусов (~11° x 9.5°), общее поле зрения системы ММТ – 900 кв. градусов. Разрешение системы по времени – 0.1 с (10 кадров в секунду), при этом минимальный блеск обнаруживаемого объекта – 12-я звездная величина. Предел проницания по быстродвижущимся 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 космических объектов на околоземных орбитах системой ММТ в январе 2019 года.

По состоянию на 1 февраля 2019 года, в базе данных многоканального мониторингового телескопа (БД ММТ) содержится фотометрическая информация о 6072 КО на околоземных орбитах, измеренных в 203384 проводках. Информация по 3244 иностранным КО (93378 проводок) представлена в открытой публичной части БД ММТ.

В течение января 2019 года системой ММТ отработано (полностью или частично) 14 ночей (рис. 1), получены измерения по 1256 КО на околоземных орбитах. Информация по 598 иностранным КО, измеренным в течение января, представлена в открытой публичной части БД ММТ.

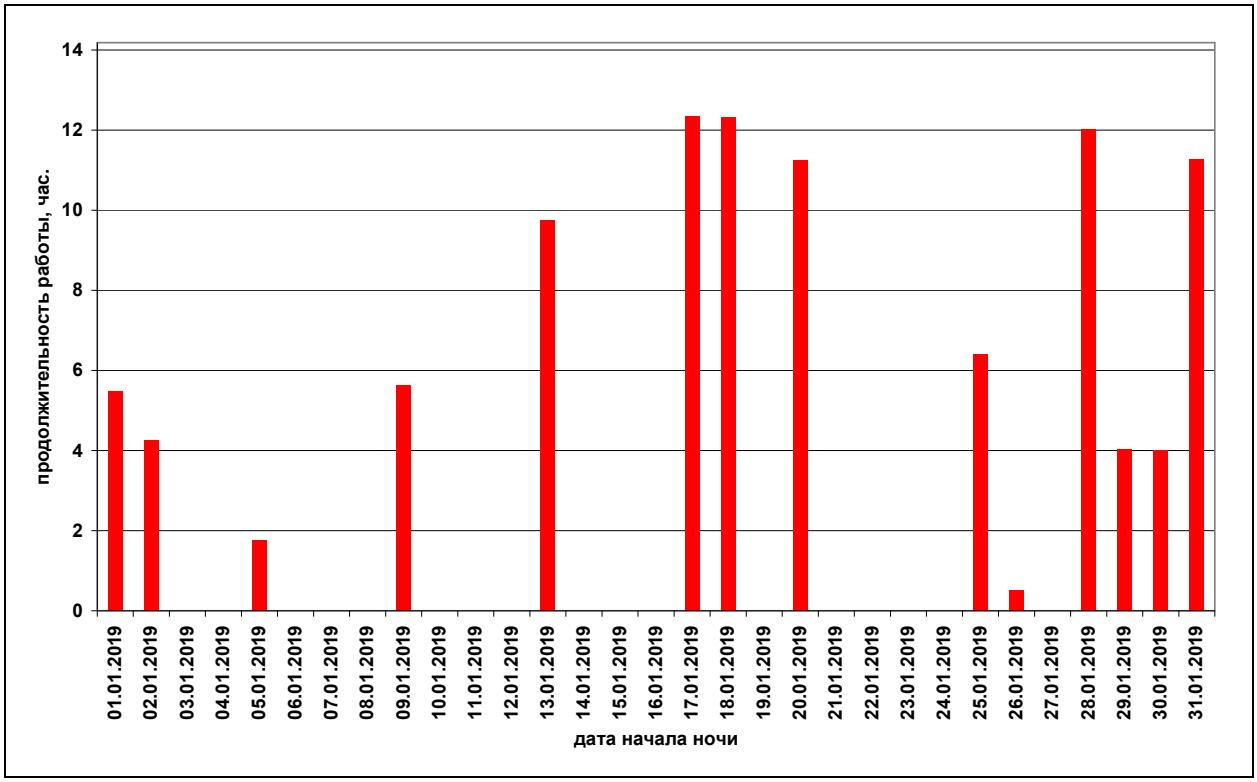

Рисунок 1. Наработка системы ММТ в январе 2019 года

В январе 2019 года в БД ММТ внесено 25 новых (ранее не измерявшихся системой ММТ) космических объектов. Из этого количества новых КО, внесенных в БД ММТ в январе 2019 года, 21 объект являются иностранными КО; информация по ним представлена в открытой публичной части БД ММТ.

Основные сведения об иностранных КО, внесенных в БД ММТ в течение января 2019 года, приводятся в разделе 3 отчета.

Разделы 4 и 5 отчета посвящены вкладу системы ММТ в решение частных задач оценки обстановки в околоземном космическом пространстве (ОКП). В разделе 4 описано использование измерительной информации ММТ для оценки состояния космических аппаратов с внешними быстровращающимися антеннами; в разделе 5 – для оперативной оценки состояния многоспутниковых группировок.

В разделе 6 приводятся данные о проводках, для которых на основе имеющихся источников орбитальных данных не удалось выполнить привязку к известным КО.

Отчет составлен на основе публичных открытых источников информации.

3. Космические объекты, внесенные в БД ММТ в январе 2019 года

В январе 2019 года в открытую часть базы фотометрической информации системы ММТ (БД ММТ) внесен 21 новый (ранее не измерявшийся системой ММТ) иностранный КО.

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

- 15 КО – космические аппараты;
- 3 КО – ступени РН и РБ;
- 3 КО – фрагменты.

Распределение вновь внесенных в БД ММТ иностранных объектов по типам орбит:

- 1 КО геостационарной области;
- 2 КО на высокоэллиптических орбитах;
- 18 КО на низких орбитах.

Для двух объектов из 21 иностранного КО, внесенных в открытую часть БД ММТ в течение января, по результатам выполненных измерений определены величины фотометрических периодов.

Информация по 21 иностранному КО, ранее не измерявшимся системой ММТ и внесенным в открытую часть БД ММТ в течение января 2019 года, приведена в табл. 1. В дополнение к фотометрической информации из БД ММТ, в таблице приводятся параметры орбит соответствующих КО, а также данные по величинам ЭПР объектов (по информации интернет-сайта ***celestrak.com***).

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

- «ACT» – активный КА;
- «INACT» – 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, привязка измерений системы ММТ выполнена на основе орбитальных данных независимых наблюдателей.

Таблица 1. Космические объекты, ранее не измерявшиеся системой ММТ и внесенные в открытую часть БД ММТ в течение января 2019 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 приведен-ный блеск	Периодичность изменения блеска	Период, мин.	Наклонение, °	Выс. апогея, км	Выс. перигея, км	
фрагмент РБ Transtage	1965-082BX / 1716	F/DEB	1	6.0 ± 0.1		99.03	32.19	741	684	1.80
фрагмент КА Fengyun-1C	1999-025LT / 29993	F/DEB	1	9.7 ± 0.3		102.32	99.11	898	839	0.11
КА IRNSS-1A	2013-034A / 39199	U/SAT	1	1.8 ± 0.5		1436.04	29.87	35879	35692	3.48
КА Aeolus	2018-066A / 43600	ACT	1	4.7 ± 0.3		90.75	96.72	313	310	
КА Hongyun-1	2018-108A / 43871	U/SAT	1	6.8 ± 0.2		106.61	99.92	1078	1061	
3 ст. РН CZ-11	2018-108B / 43872	R/B	2	5.4 ± 0.9	период 2.06 с	102.79	100.44	1141	640	
3 ст. РН CZ-3C	2018-110B / 43875	R/B	2	2.9 ± 0.5		621.25	28.43	35252	227	
КА Yunhai-2-4	2018-112D / 43912	ACT	1	6.7 ± 0.1		107.12	50.01	1098	1088	
КА Yunhai-2-5	2018-112E / 43913	ACT	1	6.4 ± 0.1		100.87	50.01	804	796	
КА Hongyan-1	2018-112F / 43914	ACT	1	8.9 ± 0.4		107.17	50.01	1100	1091	
КА Yunhai-2-6	2018-112G / 43915	ACT	2	6.6 ± 0.3		107.17	50.01	1100	1092	
3 ст. РН CZ-3B	2019-001B / 43921	R/B	1	2.8 ± 0.3		596.30	27.06	34042	138	
КА Iridium-180	2019-002A / 43922	ACT	1	5.9 ± 0.3		100.40	86.40	779	777	
КА Iridium-176	2019-002B / 43923	ACT	2	5.6 ± 0.3		97.81	86.61	656	652	
КА Iridium-173	2019-002D / 43925	ACT	2	5.6 ± 0.3		100.40	86.40	779	776	

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 приведен-ный блеск	Периодичность изменения блеска	Период, мин.	Наклонение, °	Выс. апогея, км	Выс. перигея, км	
КА Iridium-169	2019-002E / 43926	АСТ	2	5.4 ± 0.3		98.53	87.03	701	677	
КА Iridium-175	2019-002G / 43928	АСТ	1	4.8 ± 0.3		97.81	86.61	656	652	
КА Iridium-171	2019-002H / 43929	АСТ	2	6.2 ± 0.2		100.40	86.40	779	776	
КА Iridium-170	2019-002J / 43930	АСТ	2	5.6 ± 0.2		97.07	86.68	629	608	
КА Iridium-167	2019-002K / 43931	АСТ	2	5.4 ± 0.4		100.40	86.39	779	777	
фрагмент КА Orbcomm FM16	1998-046X / 44028	F/DEB	1	9.0 ± 0.6	период 1.10 с	104.17	45.26	1260	651	

4. 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.

В таблице 2 представлены сведения по КА с быстровращающимися внешними антеннами (по состоянию на 1.01.2019). Приводятся описание компонентов полезной нагрузки спутников с быстровращающимися антеннами, данные по размерам вращающихся конструктивных элементов, информация о номинальных скоростях их вращения. По каждому КА приводится обобщенная информация из БД ММТ (количество проводок, полученных за все время наблюдения, средний приведенный блеск и его вариация, определенный по измерениям период изменения блеска). Также приведены данные о количестве суток, прошедшем с момента получения системой ММТ последней проводки по каждому из представленных КА, и количество суток с момента последнего подтверждения системой ММТ номинальной скорости вращения быстровращающейся внешней антенны КА.

Подробное описание каждого из представленных в таблице спутников приводится в разделе 4 информационно-аналитического отчета «Многоканальный мониторинговый телескоп ММТ. Результаты анализа фотометрической информации по космическим объектам на околоземных орбитах. Декабрь 2018 года».

В таблице 3 приведена информация по количеству проводок, полученных системой ММТ по каждому из рассматриваемых КА с быстровращающимися внешними антеннами за последние 12 месяцев. Указано общее количество проводок, полученное в течение каждого месяца по каждому КА, и количество проводок, в которых подтверждена номинальная скорость вращения быстровращающейся внешней антенны.

Таблица 2. Информация по КА с быстровращающимися внешними антеннами (по состоянию на 1.02.2019)

КА	Междунар. обознач. / № КК ВВС США	Описание элемента ПН с вращающимся конструктивным элементом			Информация из БД ММТ					Примечание
		Название ПН	Размер антенны, м	Скорость вращения, об/мин (секунд на 1 оборот)	Количество проводок в БД ММТ	Средний приведенный блеск	Период изменения блеска, секунд	Давность последней полученной проводки, суток	Давность последней проводки с подтверждением периодичн. блеска, суток	
КА USA-181 DEB (NOSS 3-3C)	2005-004C / 28541	?	?	?	115	4.3 ± 0.5	2.10	45	74	«замыкающий» КА пары NOSS 3-3
КА USA-194 DEB (NOSS 3-4C)	2007-027C / 31708				77	4.4 ± 0.6	2.08	3	4	«замыкающий» КА пары NOSS 3-4
КА USA-229 (NOSS 3-5A)	2011-014A / 37386				113	4.0 ± 0.6	2.10	69	69	«замыкающий» КА пары NOSS 3-5
КА USA-238 (NOSS 3-6A)	2012-048A / 38758				97	3.9 ± 0.6	2.10	12	45	«замыкающий» КА пары NOSS 3-6
КА USA-264 DEB (NOSS 3-7R)	2015-058R / 40981				89	3.8 ± 0.5	2.10	45	93	«замыкающий» КА пары NOSS 3-7
КА USA-274 (NOSS 3-8A)	2017-011A / 42058				55	3.7 ± 0.5	2.20	13	31	«замыкающий» КА пары NOSS 3-8
DMSP 5D-2 F15 (USA 147)	1999-067A / 25991	радиометр SSM/I (SSMIS)	0.66 x 0.61	31.9 (1.88)	81	5.0 ± 0.8	1.90	112	112	
DMSP 5D-3 F16 (USA 172)	2003-048A / 28054				67	5.3 ± 0.6		74		вероятно, радиометр SSMIS не работает
DMSP 5D-3 F17 (USA 173)	2006-050A / 29522				30	5.3 ± 0.8	1.90	43	113	
DMSP 5D-3 F18 (USA 210)	2009-057A / 35951				37	5.5 ± 0.9	1.90	3	811	
DMSP 5D-3 F19 (USA 249)	2014-015A / 39630				29	5.0 ± 0.8	1.90	15	1152	КА не функционирует с августа 2017 года

КА	Междунар. обознач. / № КК ВВС США	Описание элемента ПН с вращающимся конструктивным элементом			Информация из БД ММТ					Примечание
		Название ПН	Размер антенны, м	Скорость вращения, об/мин (секунд на 1 оборот)	Количество проводок в БД ММТ	Средний приведенный блеск	Период изменения блеска, секунд	Давность последней полученной проводки, суток	Давность последней проводки с подтверждением периодичн. блеска, суток	
Fengyun-3B	2010-059A / 37214	радиометр MWRI	0.9774 x 0.8970	35.3 (1.7±0.1)	93	4.8 ± 0.6	1.78	94	929	вероятно, радиометр MWRI прекратил работу
Fengyun-3C	2013-052A / 39260				49	4.5 ± 0.5	1.80	150	170	
Fengyun-3D	2017-072A / 43010				14	4.7 ± 0.4	1.80	164	164	
Haiyang-2A	2011-043A / 37781	микроволновой скаттерометр	1.0	15.8 (3.8) 17.5 (3.4)	32	5.2 ± 0.6	3.79	33	33	
Haiyang-2B	2018-081A / 43655				7	4.6 ± 0.5	3.80	12	12	
Coriolis	2003-001A / 27640	радиометр Windsat	1.83	31.6 (1.9)	31	6.1 ± 1.0	1.90	4	4	
GCOM W1	2012-025A / 38337	радиометр AMSR-2	2.0	40 (1.5)	61	5.4 ± 0.7	1.50	186	186	
GPM	2014-009C / 39574	радиометр GMI	1.22	32 (1.88)	24	3.5 ± 0.7	1.88	130	219	
SMAP	2015-003A / 40376	радиометр-радиолокатор	6.0	14.6 (4.1)	22	4.0 ± 0.8	4.14	13	13	
SCATSat-1	2016-059H / 41790	скаттерометр OSCAT-2	1.0	20.5 (2.93)	21	6.9 ± 0.5	2.94	161	161	
Yunhai-1-01	2016-068A / 41857	микроволновой радиометр	?	?	27	4.7 ± 0.6	3.32	3	3	
CFOSAT	2018-083A / 43662	скаттерометр SCAT	1.2 x 0.4	17.1 (3.5)	10	6.2 ± 0.8	17.58	3	14	

Таблица 3. Поступление измерительной информации системы ММТ по КА с быстровращающимися элементами конструкции за последние 12 месяцев

КА	Междунар. обознач. / № КК ВВС США	Количество проводок, полученных системой ММТ (из них – проводок с определенной величиной фотометрического периода)											
		февр. 2018	мар. 2018	апр. 2018	май 2018	июн. 2018	июл. 2018	авг. 2018	сент. 2018	окт. 2018	нояб. 2018	дек. 2018	янв. 2019
КА USA-181 DEB (NOSS 3-3C)	2005-004C / 28541	2 (0)		5 (3)	2 (2)		4 (1)	5 (3)	1 (0)	2 (1)	4 (3)	1 (0)	
КА USA-194 DEB (NOSS 3-4C)	2007-027C / 31708			3 (3)		4 (2)	2 (2)		2 (2)	3 (3)			3 (1)
КА USA-229 (NOSS 3-5A)	2011-014A / 37386		5 (1)	2 (2)	2 (0)	3 (2)	1 (1)	2 (1)	4 (2)		2 (2)		
КА USA-238 (NOSS 3-6A)	2012-048A / 38758	2 (0)	1 (0)	2 (1)	2 (1)	6 (2)		3 (2)	3 (2)	2 (1)	2 (2)	2 (1)	1 (0)
КА USA-264 DEB (NOSS 3-7R)	2015-058R / 40981	1 (1)	1 (1)	8 (4)	2 (0)	2 (0)	1 (1)	8 (4)	1 (1)	4 (3)	4 (0)	2 (0)	
КА USA-274 (NOSS 3-8A)	2017-011A / 42058			4 (3)	4 (2)		1 (0)	6 (4)	2 (0)		2 (0)	1 (0)	2 (1)
DMSP 5D-2 F15 (USA 147)	1999-067A / 25991			8 (1)	5 (2)		1 (1)	5 (1)	3 (2)	2 (2)			
DMSP 5D-3 F16 (USA 172)	2003-048A / 28054	2 (0)	1 (0)	2 (0)					3 (0)	8 (0)	4 (0)		
DMSP 5D-3 F17 (USA 173)	2006-050A / 29522									5 (1)	6 (0)	3 (0)	
DMSP 5D-3 F18 (USA 210)	2009-057A / 35951		1 (0)								2 (0)	1 (0)	1 (0)
DMSP 5D-3 F19 (USA 249)	2014-015A / 39630									1 (0)	4 (0)	1 (0)	2 (0)
Fengyun-3B	2010-059A / 37214		1 (0)	6 (0)				3 (0)	5 (0)	5 (0)			
Fengyun-3C	2013-052A / 39260				2 (1)	1 (0)	1 (1)	2 (1)	1 (0)				
Fengyun-3D	2017-072A / 43010			2 (2)	3 (2)	4 (4)	3 (2)	2 (2)					
Haiyang-2A	2011-043A / 37781	1 (1)								2 (2)	4 (4)	3 (3)	
Haiyang-2B	2018-081A / 43655									1 (0)	4 (4)	1 (1)	2 (2)

КА	Междунар. обознач. / № КК ВВС США	Количество проводок, полученных системой ММТ (из них – проводок с определенной величиной фотометрического периода)											
		февр. 2018	мар. 2018	апр. 2018	май 2018	июн. 2018	июл. 2018	авг. 2018	сент. 2018	окт. 2018	нояб. 2018	дек. 2018	янв. 2019
Coriolis	2003-001A / 27640	1 (1)								2 (2)	4 (4)	2 (2)	3 (3)
GCOM W1	2012-025A / 38337			1 (1)	2 (2)	5 (5)	3 (3)						
GPM	2014-009C / 39574		1 (0)			3 (1)			1 (0)				
SMAP	2015-003A / 40376	1 (1)								1 (1)	1 (1)	1 (1)	1 (1)
SCATSat-1	2016-059H / 41790		3 (3)	5 (5)				1 (1)					
Yunhai-1-01	2016-068A / 41857	2 (2)									4 (4)	1 (1)	3 (3)
CFOSAT	2018-083A / 43662									1 (0)	5 (2)	1 (0)	3 (2)

5. 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 работы 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.

5.1 НССС Iridium

Система Iridium предназначена для обеспечения персональной мобильной связи. По состоянию на 1.02.2019, на орбитах находится 43 КА типа Iridium 1-го поколения (из них 9 активных КА, 6 резервных КА в режиме орбитального хранения и 28 нефункционирующих КА) и 75 КА типа Iridium 2-го поколения (из них 67 активных КА и 8 КА на этапе ввода в эксплуатацию). Рабочими орбитами для КА НССС Iridium являются околокруговые орбиты высотой 780 километров (период 100.4 минуты) с наклонением 86.4°. Во время активной эксплуатации КА Iridium находятся в режиме трехосной стабилизации.

Один КА Iridium 1-го поколения (КА **Iridium-90 (2002-005B, 27373))** в январе 2019 года прекратил баллистическое существование.

По 165 КА типа Iridium (в т.ч. по 116 КА, по состоянию на 1.02.2019 находящимся на орбитах) в БД ММТ имеется фотометрическая информация.

В табл. 4 … 6 приведена обобщенная фотометрическая информация по КА Iridium, содержащаяся в БД ММТ по состоянию на 1.02.2019. Для каждого КА указана давность (в сутках) последней полученной на ММТ проводки. Для тех КА, у которых выявлено периодическое изменение блеска, определена величина фотометрического периода.

Таблица 4. Информация из БД ММТ по находящимся на орбитах КА типа Iridium 1-го покол. (на 1.02.2019)

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 7	1997-020B / 24793	+	31	5.9 ± 1.0		06.10.2018	118
IRIDIUM 5	1997-020D / 24795	N	40	6.1 ± 1.2	8.35	17.10.2018	107
IRIDIUM 4	1997-020E / 24796	N	33	6.2 ± 0.8		03.11.2018	90
IRIDIUM 914	1997-030A / 24836	N	40	5.6 ± 0.9	14.23	10.11.2018	83
IRIDIUM 16	1997-030F / 24841	N	37	5.6 ± 0.9		23.11.2018	70

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 911	1997-030G / 24842	N	37	5.5 ± 0.9	5.20	24.11.2018	69
IRIDIUM 17	1997-034B / 24870	N	45	5.5 ± 1.1	17.79	25.11.2018	68
IRIDIUM 920	1997-034C / 24871	N	40	5.5 ± 1.0	2.50	04.12.2018	59
IRIDIUM 921	1997-034E / 24873	N	22	5.5 ± 0.9		23.08.2018	162
IRIDIUM 26	1997-043A / 24903	N	40	5.6 ± 1.0		14.01.2019	18
IRIDIUM 46	1997-043C / 24905	N	34	6.0 ± 0.9		09.07.2018	207
IRIDIUM 22	1997-043E / 24907	+	38	6.0 ± 1.1		22.09.2018	132
IRIDIUM 29	1997-051A / 24944	N	46	5.7 ± 1.1		01.02.2019	0
IRIDIUM 32	1997-051B / 24945	+	43	5.9 ± 1.3		29.01.2019	3
IRIDIUM 33**	1997-051C / 24946	N	49	6.6 ± 0.9	34.80	29.01.2019	3
IRIDIUM 28	1997-051E / 24948	N	41	5.7 ± 1.1	28.03	29.01.2019	3
IRIDIUM 36	1997-056C / 24967	N	40	5.4 ± 1.0		02.11.2018	91
IRIDIUM 39	1997-069D / 25042	N	50	5.5 ± 1.1		26.11.2018	67
IRIDIUM 38	1997-069E / 25043	N	38	5.7 ± 1.0	35.20	26.11.2018	67
IRIDIUM 42	1997-077A / 25077	N	34	5.5 ± 1.0		02.12.2018	61
IRIDIUM 44	1997-077B / 25078	N	42	5.5 ± 1.0	33.74	23.11.2018	70
IRIDIUM 45	1997-082A / 25104	+	45	6.0 ± 0.9		29.01.2019	3
IRIDIUM 24	1997-082B / 25105	N	30	5.6 ± 1.1		09.09.2018	145
IRIDIUM 54	1998-010C / 25171	+	27	6.1 ± 0.7		06.11.2018	87
IRIDIUM 51	1998-018A / 25262	N	34	5.9 ± 0.8		20.10.2018	104
IRIDIUM 61	1998-018B / 25263	S	45	6.2 ± 1.1		06.11.2018	87
IRIDIUM 55	1998-019A / 25272	S	37	6.2 ± 0.9		29.01.2019	3
IRIDIUM 57	1998-019B / 25273	N	50	5.8 ± 1.1	34.58	28.01.2019	4
IRIDIUM 58	1998-019C / 25274	S	43	6.1 ± 0.9		20.01.2019	12
IRIDIUM 59	1998-019D / 25275	+	53	5.9 ± 1.2		29.01.2019	3
IRIDIUM 60	1998-019E / 25276	+	43	6.3 ± 0.9		29.01.2019	3
IRIDIUM 63	1998-021B / 25286	N	40	5.5 ± 1.0		06.09.2018	148
IRIDIUM 64	1998-021C / 25287	S	38	5.8 ± 0.9		20.12.2018	43
IRIDIUM 69	1998-026A / 25319	N	45	5.6 ± 1.0		20.09.2018	134
IRIDIUM 71	1998-026B / 25320	N	37	5.9 ± 0.8		21.09.2018	133
IRIDIUM 73	1998-032C / 25344	N	40	5.7 ± 1.1	35.75	02.09.2018	152

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 82	1998-051A / 25467	N	32	5.5 ± 1.1		26.11.2018	67
IRIDIUM 2	1998-066A / 25527	N	18	5.6 ± 1.0		29.01.2019	3
IRIDIUM 14	1999-032A / 25777	S	39	5.7 ± 0.9		06.09.2018	148
IRIDIUM 91	2002-005A / 27372	+	50	5.8 ± 1.2		29.01.2019	3
IRIDIUM 95	2002-005D / 27375	+	37	6.1 ± 1.1		28.01.2019	4
IRIDIUM 96	2002-005E / 27376	N	36	6.1 ± 1.2		16.10.2018	108
IRIDIUM 97	2002-031A / 27450	S	40	6.3 ± 1.0		06.10.2018	118

Примечание:

* – Условные обозначения в графе «Состояние КА»: «+» - КА, работающий в составе НССС Iridium, «N» - КА, выведенный из состава НССС Iridium, «?» - КА неясного статуса, «S» - резервный КА в режиме орбитального хранения.

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

Таблица 5. Информация из БД ММТ по КА типа Iridium 1-го поколения, прекратившим баллистическое существование (по состоянию на 1.02.2019)

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	D	32	5.9 ± 0.9		08.10.2017	481
IRIDIUM 6	1997-020C / 24794	D	33	6.2 ± 1.0		29.08.2017	521
IRIDIUM 12	1997-030B / 24837	D	28	6.4 ± 0.7		14.08.2018	171
IRIDIUM 10	1997-030D / 24839	D	32	5.5 ± 1.2		28.07.2018	188
IRIDIUM 13	1997-030E / 24840	D	37	6.0 ± 0.9		19.10.2017	470
IRIDIUM 15	1997-034A / 24869	D	47	5.8 ± 1.1		25.08.2018	160
IRIDIUM 18	1997-034D / 24872	D	35	5.9 ± 1.2		05.05.2018	272
IRIDIUM 25	1997-043B / 24904	D	26	5.9 ± 1.0		07.04.2018	300
IRIDIUM 23	1997-043D / 24906	D	38	5.8 ± 1.0		13.09.2017	506
IRIDIUM 30	1997-051F / 24949	D	32	6.2 ± 1.0		25.07.2017	556
IRIDIUM 31	1997-051G / 24950	D	43	5.9 ± 1.1		18.10.2018	106
IRIDIUM 19	1997-056A / 24965	D	38	6.3 ± 0.9		15.09.2017	504
IRIDIUM 35	1997-056B / 24966	D	40	6.1 ± 1.2		03.11.2018	90
IRIDIUM 37	1997-056D / 24968	D	30	6.1 ± 1.4		09.10.2017	480
IRIDIUM 34	1997-056E / 24969	D	32	6.5 ± 0.8		09.10.2017	480
IRIDIUM 43	1997-069A / 25039	D	36	5.5 ± 1.2		12.08.2017	538
IRIDIUM 41	1997-069B / 25040	D	44	5.8 ± 1.0		02.06.2018	244

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 40	1997-069C / 25041	D	32	5.7 ± 0.9		25.05.2017	617
IRIDIUM 47	1997-082C / 25106	D	34	6.2 ± 0.8		17.07.2018	199
IRIDIUM 49	1997-082E / 25108	D	26	6.0 ± 0.8		16.12.2017	412
IRIDIUM 52	1998-010A / 25169	D	30	6.3 ± 1.0		16.08.2018	169
IRIDIUM 56	1998-010B / 25170	D	32	5.8 ± 1.3		10.02.2018	356
IRIDIUM 50	1998-010D / 25172	D	29	5.9 ± 1.1		20.08.2018	165
IRIDIUM 53	1998-010E / 25173	D	27	6.3 ± 0.7		14.08.2018	171
IRIDIUM 62	1998-021A / 25285	D	47	6.0 ± 1.0		09.09.2018	145
IRIDIUM 65	1998-021D / 25288	D	38	5.6 ± 0.9		12.06.2018	234
IRIDIUM 66	1998-021E / 25289	D	43	5.7 ± 1.1		10.07.2018	206
IRIDIUM 67	1998-021F / 25290	D	40	6.1 ± 1.2		03.06.2018	243
IRIDIUM 68	1998-021G / 25291	D	40	5.7 ± 1.2		04.05.2018	273
IRIDIUM 70	1998-032A / 25342	D	37	5.9 ± 1.2		09.09.2018	145
IRIDIUM 72	1998-032B / 25343	D	39	5.9 ± 1.2		25.04.2018	282
IRIDIUM 74	1998-032D / 25345	D	19	5.9 ± 1.2		29.05.2017	613
IRIDIUM 75	1998-032E / 25346	D	35	5.5 ± 1.4		13.06.2018	233
IRIDIUM 03	1998-048A / 25431	D	29	6.0 ± 1.1		27.12.2017	401
IRIDIUM 76	1998-048B / 25432	D	31	5.7 ± 1.4		09.07.2018	207
IRIDIUM 81	1998-051B / 25468	D	42	5.9 ± 1.2		30.04.2018	277
IRIDIUM 80	1998-051C / 25469	D	34	6.0 ± 0.9		23.06.2018	223
IRIDIUM 77	1998-051E / 25471	D	36	5.7 ± 1.1		19.08.2017	531
IRIDIUM 86	1998-066B / 25528	D	36	6.1 ± 1.1		20.08.2018	165
IRIDIUM 84	1998-066D / 25530	D	28	6.2 ± 0.9		14.08.2018	171
IRIDIUM 83	1998-066E / 25531	D	30	5.7 ± 1.5		29.07.2018	187
IRIDIUM 20	1998-074A / 25577	D	38	6.1 ± 1.0		01.10.2018	123
IRIDIUM 11	1998-074B / 25578	D	23	5.8 ± 0.9		20.09.2018	134
IRIDIUM 21	1999-032B / 25778	D	36	6.0 ± 0.9		30.04.2018	277
IRIDIUM 90	2002-005B / 27373	D	22	6.3 ± 0.9	2.26	18.10.2018	106
IRIDIUM 94	2002-005C / 27374	D	29	5.7 ± 1.3		05.04.2018	302
IRIDIUM 98	2002-031B / 27451	D	37	5.9 ± 1.1		12.06.2018	234

Примечание:

* – Условные обозначения в графе «Состояние КА»: «D» - прекратил баллистическое существование.

Таблица 6. Информация из БД ММТ по КА типа Iridium 2-го покол. (на 1.02.2019)

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 106	2017-003A / 41917	+	15	5.8 ± 0.5		18.11.2018	75
IRIDIUM 103	2017-003B / 41918	+	23	5.8 ± 0.7		15.12.2018	48
IRIDIUM 109	2017-003C / 41919	+	19	6.0 ± 0.4		15.12.2018	48
IRIDIUM 102	2017-003D / 41920	+	23	5.8 ± 0.7		07.12.2018	56
IRIDIUM 105	2017-003E / 41921	+	17	5.7 ± 0.7		26.11.2018	67
IRIDIUM 104	2017-003F / 41922	+	16	5.9 ± 0.5		15.12.2018	48
IRIDIUM 114	2017-003G / 41923	+	17	5.8 ± 0.4		15.12.2018	48
IRIDIUM 108	2017-003H / 41924	+	15	5.6 ± 0.6		19.11.2018	74
IRIDIUM 112	2017-003J / 41925	+	21	5.8 ± 0.5		04.12.2018	59
IRIDIUM 111	2017-003K / 41926	+	22	5.8 ± 0.5		04.12.2018	59
IRIDIUM 113	2017-039A / 42803	+	11	5.8 ± 0.3		23.07.2018	193
IRIDIUM 123	2017-039B / 42804	+	23	5.8 ± 0.5		01.02.2019	0
IRIDIUM 120	2017-039C / 42805	+	14	5.8 ± 0.4		30.12.2018	33
IRIDIUM 115	2017-039D / 42806	L	16	5.8 ± 0.4		14.01.2019	18
IRIDIUM 118	2017-039E / 42807	+	16	6.0 ± 0.6		15.10.2018	109
IRIDIUM 117	2017-039F / 42808	+	16	5.8 ± 0.5		28.01.2019	4
IRIDIUM 126	2017-039G / 42809	+	19	5.8 ± 0.5		20.10.2018	104
IRIDIUM 124	2017-039H / 42810	L	11	6.0 ± 0.3		18.12.2018	45
IRIDIUM 128	2017-039J / 42811	+	12	5.4 ± 1.4		07.11.2018	86
IRIDIUM 121	2017-039K / 42812	+	22	5.9 ± 0.6		29.01.2019	3
IRIDIUM 133	2017-061A / 42955	+	7	6.0 ± 0.3		01.11.2018	92
IRIDIUM 100	2017-061B / 42956	+	15	5.9 ± 0.4		29.10.2018	95
IRIDIUM 122	2017-061C / 42957	+	16	5.8 ± 0.5		03.11.2018	90
IRIDIUM 129	2017-061D / 42958	+	13	5.8 ± 0.4		28.10.2018	96
IRIDIUM 119	2017-061E / 42959	+	14	5.8 ± 0.3		06.11.2018	87
IRIDIUM 107	2017-061F / 42960	+	9	5.6 ± 0.6		07.11.2018	86
IRIDIUM 132	2017-061G / 42961	+	10	6.0 ± 0.4		11.10.2018	113
IRIDIUM 136	2017-061H / 42962	+	12	5.6 ± 0.8		05.11.2018	88
IRIDIUM 139	2017-061J / 42963	+	13	5.8 ± 0.4		06.11.2018	87
IRIDIUM 125	2017-061K / 42964	+	11	5.7 ± 0.5		05.11.2018	88
IRIDIUM 135	2017-083A / 43070	+	6	6.2 ± 0.2		17.07.2018	199

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 138	2017-083B / 43071	+	11	5.6 ± 0.5		01.01.2019	31
IRIDIUM 116	2017-083C / 43072	+	8	5.6 ± 0.5		14.01.2019	18
IRIDIUM 130	2017-083D / 43073	+	9	5.8 ± 0.4		01.01.2019	31
IRIDIUM 151	2017-083E / 43074	+	4	5.3 ± 1.5		30.12.2018	33
IRIDIUM 134	2017-083F / 43075	+	9	5.5 ± 0.5		18.07.2018	198
IRIDIUM 137	2017-083G / 43076	+	12	5.6 ± 0.5		14.01.2019	18
IRIDIUM 141	2017-083H / 43077	+	6	5.8 ± 0.3		01.01.2019	31
IRIDIUM 153	2017-083J / 43078	+	3	5.4 ± 0.7		06.09.2018	148
IRIDIUM 131	2017-083K / 43079	+	8	5.7 ± 0.4		22.09.2018	132
IRIDIUM 144	2018-030A / 43249	+	11	5.9 ± 0.4		14.09.2018	140
IRIDIUM 149	2018-030B / 43250	+	10	5.7 ± 0.4		20.12.2018	43
IRIDIUM 157	2018-030C / 43251	+	6	6.0 ± 0.2		30.06.2018	216
IRIDIUM 140	2018-030D / 43252	+	8	5.8 ± 0.3		18.12.2018	45
IRIDIUM 145	2018-030E / 43253	+	9	5.9 ± 0.4		19.12.2018	44
IRIDIUM 146	2018-030F / 43254	+	13	5.9 ± 0.3		20.12.2018	43
IRIDIUM 148	2018-030G / 43255	+	10	5.9 ± 0.6		18.12.2018	45
IRIDIUM 142	2018-030H / 43256	+	9	5.8 ± 0.2		04.09.2018	150
IRIDIUM 150	2018-030J / 43257	+	9	5.9 ± 0.5		09.09.2018	145
IRIDIUM 143	2018-030K / 43258	+	9	5.6 ± 0.7		14.12.2018	49
IRIDIUM 161	2018-047C / 43478	L	5	5.9 ± 0.6		03.12.2018	60
IRIDIUM 152	2018-047D / 43479	+	5	5.9 ± 0.3		03.12.2018	60
IRIDIUM 147	2018-047E / 43480	+	4	5.5 ± 0.1		15.12.2018	48
IRIDIUM 110	2018-047F / 43481	+	5	5.7 ± 0.4		23.11.2018	70
IRIDIUM 162	2018-047G / 43482	L	6	5.8 ± 0.5		03.12.2018	60
IRIDIUM 160	2018-061A / 43569	+	5	5.7 ± 0.3		24.11.2018	69
IRIDIUM 166	2018-061B / 43570	+	7	6.1 ± 0.4		25.11.2018	68
IRIDIUM 158	2018-061C / 43571	+	6	5.8 ± 0.9		06.11.2018	87
IRIDIUM 165	2018-061D / 43572	+	7	6.0 ± 0.4		25.11.2018	68
IRIDIUM 155	2018-061E / 43573	+	8	6.1 ± 0.3		23.11.2018	70
IRIDIUM 154	2018-061F / 43574	+	7	5.8 ± 0.6		25.11.2018	68
IRIDIUM 163	2018-061G / 43575	+	6	5.7 ± 0.4		24.11.2018	69

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 156	2018-061H / 43576	+	7	5.7 ± 0.8		23.11.2018	70
IRIDIUM 164	2018-061J / 43577	+	8	5.7 ± 0.7		26.11.2018	67
IRIDIUM 159	2018-061K / 43578	+	7	5.8 ± 0.4		03.11.2018	90
IRIDIUM 180	2019-002A / 43922	+	1	5.9 ± 0.3		29.01.2019	3
IRIDIUM 176	2019-002B / 43923	L	2	5.6 ± 0.3		29.01.2019	3
IRIDIUM 168	2019-002C / 43924	+	по состоянию на 01.02.2019, КА отсутствует в БД ММТ				
IRIDIUM 173	2019-002D / 43925	+	2	5.6 ± 0.3		29.01.2019	3
IRIDIUM 169	2019-002E / 43926	L	2	5.4 ± 0.3		29.01.2019	3
IRIDIUM 172	2019-002F / 43927	+	по состоянию на 01.02.2019, КА отсутствует в БД ММТ				
IRIDIUM 175	2019-002G / 43928	L	1	4.8 ± 0.3		28.01.2019	4
IRIDIUM 171	2019-002H / 43929	+	2	6.2 ± 0.2		29.01.2019	3
IRIDIUM 170	2019-002J / 43930	L	2	5.6 ± 0.2		29.01.2019	3
IRIDIUM 167	2019-002K / 43931	+	2	5.4 ± 0.4		29.01.2019	3

Примечание:
* – Условные обозначения в графе «Состояние КА»: «+» - активный КА, «S» - резервный КА в режиме орбитального хранения, «L» - КА на этапе ввода в эксплуатацию «N» - нефункционирующий КА.

На рис. 2 показано распределение КА типа Iridium по давности последней полученной системой ММТ проводки (по состоянию на 1.02.2019). Из диаграммы видно, что для 28 из 118 находящихся на орбите КА типа Iridium в БД ММТ имеются фотометрические измерения не старше 30 суток.

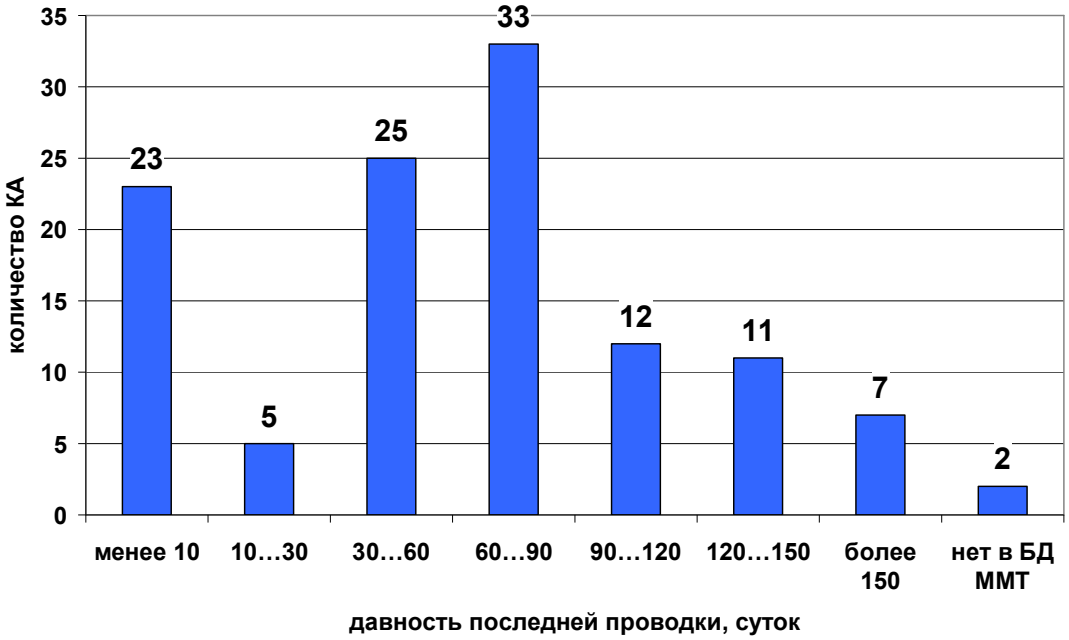

Рисунок 2. Распределение находящихся на орбите КА типа Iridium по давности последней полученной системой ММТ проводки (по состоянию на 1.02.2019)

5.2 НССС Globalstar

Система Globalstar предназначена для обеспечения мобильной спутниковой связи. По состоянию на 1.02.2019, на орбитах находится 60 КА типа Globalstar 1-го поколения (из них 6 активных КА, 52 выведенных из состава системы КА, 2 КА неясного статуса) и 24 КА Globalstar 2-го поколения (из них 23 активных КА, 1 КА неясного статуса). Рабочими орбитами для КА типа Globalstar являются околокруговые орбиты высотой 1415 километров (период 114 минут) с наклонением 52°. Во время активной эксплуатации в составе НССС 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. 7 и табл. 8 приведена обобщенная фотометрическая информация по КА типа Globalstar 1-го и 2-го поколений, содержащаяся в БД ММТ по состоянию на 1.02.2019. Для каждого КА указана давность (в сутках) последней полученной на ММТ проводки.

Таблица 7. Информация из БД ММТ по КА Globalstar 1-го поколения (на 1.02.2019)

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 M001	1998-008A / 25162	N	201	5.7 ± 1.3	113.72	29.01.2019	3
Globalstar M004	1998-008B / 25163	N	213	6.1 ± 1.0		31.01.2019	1
Globalstar M002	1998-008C / 25164	N	245	5.9 ± 1.1		31.01.2019	1
Globalstar M003	1998-008D / 25165	N	239	6.1 ± 1.0	31.70	29.01.2019	3
Globalstar M014	1998-023A / 25306	N	280	6.0 ± 0.9	21.66	29.01.2019	3
Globalstar M006	1998-023B / 25307	N	251	5.8 ± 0.9	11.73	30.12.2018	33
Globalstar M015	1998-023C / 25308	N	260	5.7 ± 1.1	84.30	28.01.2019	4
Globalstar M008	1998-023D / 25309	N	248	6.0 ± 1.1		21.01.2019	11
Globalstar M023	1999-004A / 25621	N	214	6.0 ± 1.3	11.63	31.01.2019	1
Globalstar M040	1999-004B / 25622	N	212	6.0 ± 1.2	106.00	31.01.2019	1
Globalstar M036	1999-004C / 25623	N	251	5.9 ± 1.1	9.71	28.01.2019	4
Globalstar M038	1999-004D / 25624	N	210	6.3 ± 1.1	97.00	28.01.2019	4
Globalstar M022	1999-012A / 25649	N	258	5.9 ± 1.1	7.31	01.02.2019	0
Globalstar M041	1999-012B / 25650	N	211	5.8 ± 1.2		17.01.2019	15
Globalstar M046	1999-012C / 25651	N	202	6.1 ± 1.2		01.02.2019	0
Globalstar M037	1999-012D / 25652	?	201	5.8 ± 1.3		14.01.2019	18
Globalstar M045	1999-019A / 25676	N	202	5.9 ± 1.1	44.27	26.01.2019	6
Globalstar M019	1999-019B / 25677	N	225	6.2 ± 1.0	52.46	22.11.2018	71
Globalstar M044	1999-019C / 25678	N	250	6.0 ± 1.1	18.47	01.02.2019	0
Globalstar M042	1999-019D / 25679	N	220	6.0 ± 1.1	10.19	29.01.2019	3

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 M025	1999-031A / 25770	N	276	6.1 ± 0.9	6.71	01.02.2019	0
Globalstar M049	1999-031B / 25771	N	259	6.0 ± 1.1	109.00	14.01.2019	18
Globalstar M047	1999-031C / 25772	N	252	6.2 ± 1.0	83.74	28.01.2019	4
Globalstar M052	1999-031D / 25773	N	264	6.1 ± 1.1	130.00	20.12.2018	43
Globalstar M035	1999-037A / 25851	N	275	5.8 ± 1.2		01.01.2019	31
Globalstar M032	1999-037B / 25852	N	280	5.9 ± 1.1	5.96	30.12.2018	33
Globalstar M051	1999-037C / 25853	N	247	6.3 ± 1.0	8.70	28.01.2019	4
Globalstar M030	1999-037D / 25854	N	263	6.1 ± 1.2	27.50	17.01.2019	15
Globalstar M048	1999-041A / 25872	N	256	6.0 ± 1.2		01.02.2019	0
Globalstar M026	1999-041B / 25873	N	197	5.9 ± 0.9	94.59	28.01.2019	4
Globalstar M043	1999-041C / 25874	N	242	6.0 ± 1.1	10.56	18.01.2019	14
Globalstar M028	1999-041D / 25875	N	194	6.0 ± 1.1	47.67	31.01.2019	1
Globalstar M024	1999-043A / 25883	N	283	6.1 ± 1.0		01.01.2019	31
Globalstar M027	1999-043B / 25884	N	256	6.1 ± 0.9	23.35	13.01.2019	19
Globalstar M054	1999-043C / 25885	N	264	6.2 ± 1.1	7.48	26.01.2019	6
Globalstar M053	1999-043D / 25886	N	258	6.4 ± 0.9	92.00	01.01.2019	31
Globalstar M058	1999-049A / 25907	N	235	5.9 ± 1.2	10.27	02.01.2019	30
Globalstar M050	1999-049B / 25908	N	251	6.3 ± 1.1		19.01.2019	13
Globalstar M033	1999-049C / 25909	N	229	6.2 ± 1.0	8.34	19.01.2019	13
Globalstar M055	1999-049D / 25910	N	238	6.1 ± 1.2		22.12.2018	41
Globalstar M057	1999-058A / 25943	N	213	5.8 ± 1.1	12.21	01.02.2019	0
Globalstar M059	1999-058B / 25944	N	256	5.7 ± 0.9	16.80	29.01.2019	3
Globalstar M056	1999-058C / 25945	N	253	5.8 ± 1.1	23.57	01.02.2019	0
Globalstar M031	1999-058D / 25946	N	251	6.0 ± 1.2	108.50	19.01.2019	13
Globalstar M039	1999-062A / 25961	N	203	6.0 ± 1.1	96.33	01.02.2019	0
Globalstar M034	1999-062B / 25962	N	241	6.2 ± 1.1	98.00	29.01.2019	3
Globalstar M029	1999-062C / 25963	N	218	6.0 ± 1.1		29.01.2019	3
Globalstar M061	1999-062D / 25964	N	237	6.1 ± 1.2		01.02.2019	0
Globalstar M063	2000-008A / 26081	N	232	5.8 ± 0.8		21.01.2019	11
Globalstar M062	2000-008B / 26082	N	243	6.2 ± 1.0	77.38	18.01.2019	14
Globalstar M060	2000-008C / 26083	N	236	5.8 ± 1.3	50.40	01.02.2019	0

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 M064	2000-008D / 26084	N	223	6.0 ± 1.2		13.01.2019	19
Globalstar M065	2007-020A / 31571	+	213	5.7 ± 0.6		29.01.2019	3
Globalstar M069	2007-020C / 31573	+	206	5.7 ± 0.6		19.01.2019	13
Globalstar M072	2007-020D / 31574	+	189	5.8 ± 0.6		01.02.2019	0
Globalstar M071	2007-020F / 31576	+	218	5.8 ± 0.6		31.01.2019	1
Globalstar M067	2007-048A / 32263	N	179	6.2 ± 0.9		19.01.2019	13
Globalstar M070	2007-048B / 32264	+	228	5.1 ± 0.7		29.01.2019	3
Globalstar M066	2007-048C / 32265	+	186	5.8 ± 0.5		18.01.2019	14
Globalstar M068	2007-048D / 32266	?	188	6.3 ± 1.1		07.12.2018	56

Примечание:

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

Таблица 8. Информация из БД ММТ по КА Globalstar 2-го поколения (на 1.02.2019)

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	+	220	6.0 ± 0.6		29.01.2019	3
Globalstar M074	2010-054B / 37189	+	205	6.1 ± 0.6		29.01.2019	3
Globalstar M076	2010-054C / 37190	+	218	5.9 ± 0.7		03.12.2018	60
Globalstar M077	2010-054D / 37191	+	213	6.1 ± 0.6		24.11.2018	69
Globalstar M075	2010-054E / 37192	+	211	6.0 ± 0.6		31.01.2019	1
Globalstar M073	2010-054F / 37193	+	227	6.1 ± 0.6		28.01.2019	4
Globalstar M083	2011-033A / 37739	+	210	6.1 ± 0.6		31.01.2019	1
Globalstar M088	2011-033B / 37740	+	203	6.0 ± 0.6		22.12.2018	41
Globalstar M091	2011-033C / 37741	+	186	6.0 ± 0.6		29.01.2019	3
Globalstar M085	2011-033D / 37742	+	193	6.0 ± 0.6		19.01.2019	13
Globalstar M081	2011-033E / 37743	+	214	6.1 ± 0.7		29.01.2019	3
Globalstar M089	2011-033F / 37744	+	211	6.0 ± 0.6		19.01.2019	13
Globalstar M084	2011-080A / 38040	+	231	6.1 ± 0.6		18.01.2019	14
Globalstar M080	2011-080B / 38041	+	239	6.1 ± 0.6		29.01.2019	3
Globalstar M082	2011-080C / 38042	+	184	6.1 ± 0.6		31.01.2019	1
Globalstar M092	2011-080D / 38043	+	211	5.9 ± 0.7		31.01.2019	1

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 M090	2011-080E / 38044	+	186	6.1 ± 0.6		28.01.2019	4
Globalstar M086	2011-080F / 38045	+	181	6.0 ± 0.6		18.01.2019	14
Globalstar M097	2013-005A / 39072	+	196	6.0 ± 0.7		01.02.2019	0
Globalstar M093	2013-005B / 39073	+	207	6.0 ± 0.6		01.02.2019	0
Globalstar M094	2013-005C / 39074	+	202	6.1 ± 0.5		29.01.2019	3
Globalstar M096	2013-005D / 39075	+	194	6.0 ± 0.6		29.01.2019	3
Globalstar M078	2013-005E / 39076	?	196	6.0 ± 0.7		17.01.2019	15
Globalstar M095	2013-005F / 39077	+	180	5.9 ± 0.7		17.01.2019	15

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

На рис. 3 показано распределение КА типа Globalstar по давности последней полученной системой ММТ проводки (по состоянию на 1.02.2019). Из диаграммы видно, что для 72 из 84 находящихся на орбите КА типа Globalstar в БД ММТ имеются фотометрические измерения не старше 30 суток.

Рисунок 3. Распределение КА типа Globalstar по давности последней полученной системой ММТ проводки (по состоянию на 1.02.2019)

5.3 НССС Orbcomm

Система Orbcomm обеспечивает передачу данных по каналам связи «машина-машина» (межмашинное взаимодействие). По состоянию на 1.02.2019, на орбитах находится 35 КА типа Orbcomm 1-го поколения (из них 24 активных КА и 11 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. 9…11 приведена обобщенная фотометрическая информация по КА Orbcomm различных типов, содержащаяся в БД ММТ по состоянию на 1.02.2019. Для каждого КА указана давность (в сутках) последней полученной системой ММТ проводки.

Таблица 9. Информация из БД ММТ по КА Orbcomm 1-го поколения (на 1.02.2019)

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 1	1995-017A / 23545	N	18	8.7 ± 0.8		26.08.2018	159
Orbcomm FM 2	1995-017B / 23546	N	16	7.6 ± 1.7		19.11.2018	74
Orbcomm FM 8	1997-084A / 25112	+	101	7.9 ± 0.6		29.01.2019	3
Orbcomm FM 10	1997-084B / 25113	+	96	8.1 ± 0.6		31.01.2019	1
Orbcomm FM 11	1997-084C / 25114	+	107	7.7 ± 0.8		28.01.2019	4
Orbcomm FM 12	1997-084D / 25115	+	95	7.7 ± 1.0		20.01.2019	12
Orbcomm FM 9	1997-084E / 25116	+	118	7.9 ± 0.7		20.01.2019	12
Orbcomm FM 5	1997-084F / 25117	+	112	7.9 ± 0.7		02.12.2018	61
Orbcomm FM 6	1997-084G / 25118	+	99	8.1 ± 0.6		28.01.2019	4
Orbcomm FM 7	1997-084H / 25119	+	93	8.0 ± 0.7		29.01.2019	3
Orbcomm FM 3	1998-007B / 25158	N	58	8.0 ± 0.8		19.12.2018	44
Orbcomm FM 4	1998-007C / 25159	+	59	7.7 ± 0.7		24.08.2018	161
Orbcomm FM 17	1998-046A / 25413	N	87	7.9 ± 0.6		14.12.2018	49
Orbcomm FM 18	1998-046B / 25414	+	94	8.0 ± 0.7		31.01.2019	1
Orbcomm FM 19	1998-046C / 25415	+	93	8.1 ± 0.5		29.01.2019	3
Orbcomm FM 20	1998-046D / 25416	+	101	7.7 ± 0.7		28.01.2019	4
Orbcomm FM 16	1998-046E / 25417	N	98	7.9 ± 0.6	26.39	29.01.2019	3
Orbcomm FM 15	1998-046F / 25418	+	97	7.9 ± 0.7		11.11.2018	82
Orbcomm FM 14	1998-046G / 25419	+	91	8.1 ± 0.8		03.12.2018	60
Orbcomm FM 13	1998-046H / 25420	+	113	7.5 ± 0.9		03.12.2018	60
Orbcomm FM 21	1998-053A / 25475	+	87	8.0 ± 0.7		18.01.2019	14

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 22	1998-053B / 25476	N	97	7.8 ± 0.9		01.02.2019	0
Orbcomm FM 23	1998-053C / 25477	+	109	7.7 ± 0.7		29.01.2019	3
Orbcomm FM 24	1998-053D / 25478	N	100	7.6 ± 1.0		29.01.2019	3
Orbcomm FM 25	1998-053E / 25479	N	94	7.8 ± 1.0		29.01.2019	3
Orbcomm FM 26	1998-053F / 25480	N	92	7.8 ± 0.8		29.01.2019	3
Orbcomm FM 27	1998-053G / 25481	+	100	8.0 ± 0.8		29.01.2019	3
Orbcomm FM 28	1998-053H / 25482	N	103	7.7 ± 1.0		18.12.2018	45
Orbcomm FM 30	1999-065A / 25980	+	124	8.0 ± 0.7		18.01.2019	14
Orbcomm FM 31	1999-065B / 25981	+	115	8.0 ± 0.7		18.01.2019	14
Orbcomm FM 32	1999-065C / 25982	+	108	8.0 ± 0.7		25.11.2018	68
Orbcomm FM 33	1999-065D / 25983	N	95	8.0 ± 0.7		12.11.2018	81
Orbcomm FM 36	1999-065E / 25984	+	115	8.2 ± 0.6		18.01.2019	14
Orbcomm FM 35	1999-065F / 25985	+	96	8.0 ± 0.7		24.11.2018	69
Orbcomm FM 34	1999-065G / 25986	+	107	7.9 ± 0.7		19.12.2018	44

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

Таблица 10. Информация из БД ММТ по КА Orbcomm-QL (на 1.02.2019)

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	94	7.3 ± 0.8		01.02.2019	0
Orbcomm FM 41	2008-031B / 33061	N	89	7.3 ± 0.8		01.02.2019	0
Orbcomm FM 29	2008-031C / 33062	N	86	7.4 ± 0.8		26.11.2018	67
Orbcomm FM 39	2008-031D / 33063	N	84	7.4 ± 0.8		08.11.2018	85
Orbcomm FM 37	2008-031E / 33064	N	89	7.1 ± 0.8		01.02.2019	0
Orbcomm FM 40	2008-031F / 33065	N	91	7.1 ± 0.9		30.12.2018	33

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

Таблица 11. Информация из БД ММТ по КА Orbcomm 2-го поколения (на 1.02.2019)

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	+	98	7.8 ± 0.7		07.10.2018	117
Orbcomm FM 107	2014-040B / 40087	+	88	7.6 ± 0.8		01.02.2019	0

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 106	2014-040C / 40088	+	100	7.0 ± 1.1		01.01.2019	31
Orbcomm FM 111	2014-040D / 40089	N	75	7.2 ± 1.0		18.01.2019	14
Orbcomm FM 104	2014-040E / 40090	+	98	7.3 ± 1.0		09.11.2018	84
Orbcomm FM 103	2014-040F / 40091	+	109	7.6 ± 0.7		04.12.2018	59
Orbcomm FM 114	2015-081A / 41179	+	65	7.4 ± 0.7		23.11.2018	70
Orbcomm FM 119	2015-081B / 41180	+	56	7.0 ± 0.8		31.01.2019	1
Orbcomm FM 105	2015-081C / 41181	+	83	6.9 ± 1.1		06.11.2018	87
Orbcomm FM 110	2015-081D / 41182	+	70	7.4 ± 0.7		29.01.2019	3
Orbcomm FM 118	2015-081E / 41183	+	65	7.3 ± 0.8		19.09.2018	135
Orbcomm FM 112	2015-081F / 41184	+	67	7.3 ± 0.7		03.12.2018	60
Orbcomm FM 113	2015-081G / 41185	+	64	7.3 ± 0.7		31.01.2019	1
Orbcomm FM 115	2015-081H / 41186	+	74	7.4 ± 0.8		18.01.2019	14
Orbcomm FM 108	2015-081J / 41187	+	63	7.5 ± 0.6		15.12.2018	48
Orbcomm FM 117	2015-081K / 41188	+	64	7.4 ± 0.7		18.01.2019	14
Orbcomm FM 116	2015-081L / 41189	+	61	7.4 ± 0.8		31.01.2019	1

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

На рис. 4 показано распределение КА Orbcomm по давности последней полученной системой ММТ проводки (по состоянию на 1.02.2019). Из диаграммы видно, что для 34 из 58 находящихся на орбите КА Orbcomm в БД ММТ имеются фотометрические измерения не старше 30 суток.

Рисунок 4. Распределение КА Orbcomm по давности последней полученной системой ММТ проводки (по состоянию на 1.02.2019)

6. Непривязанные измерения системы ММТ, полученные в январе 2019 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 и данные независимых наблюдателей). При этом часть проводок привязать к известным КО не удается.

В таблице 12 представлены 14 непривязанных проводок, полученные системой ММТ в течение января 2019 года. Приводится следующая информация о представленных 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 12. Непривязанные проводки системы ММТ, полученные в январе 2019 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,
01.01.2019 17:54	14202395	4.69	12.1	7.5	70.0	6.4	26.6	343.8
17.01.2019 22:42	14208155	3.26	8.4	9.4	16.8	1.9	44.7	106.6
13.01.2019 23:18	14205000	5.52	15.1	9.3	16.8	2.9	44.8	107.1
19.01.2019 02:00	14216261	0.41	7.1	8.6	4.0	13.2	44.9	59.7
09.01.2019 23:42	14204411	1.50	8.2	8.6	44.4	8.9	47.1	103.0
05.01.2019 18:00	14203904	1.87	14.5	9.7		10.0	48.5	286.5
28.01.2019 17:06	14227430	1.32	23.6	8.2	0.9	12.9	56.1	27.1
01.02.2019 03:12	14232626	1.23	12.3	8.9		11.2	59.8	88.8
30.01.2019 23:48	14230427	2.70	14.9	7.7	32.4	9.0	61.3	43.0
18.01.2019 02:36	14208780	0.28	7.6	7.6	5.1	14.4	85.0	194.6
28.01.2019 15:42	14226791	1.05	32.1	5.9		14.4	86.4	40.4
29.01.2019 03:24	14229357	1.23	32.6	4.6		14.3	86.4	40.3
20.01.2019 16:36	14217332	0.91	28.7	4.4		14.6	86.6	43.8
18.01.2019 03:18	14209037	0.52	10.3	8.4		14.3	98.7	213.3

Заключение

1. В январе 2019 года Казанским (Приволжским) Федеральным Университетом, совместно с САО РАН и АО «НПК СПП», продолжена эксплуатация многоканального мониторингового телескопа ММТ.

В течение января 2019 года системой ММТ отработано (полностью или частично) 14 ночей, получены измерения по 1256 КО на околоземных орбитах. Информация по 598 иностранным КО, измеренным в течение января, представлена в открытой публичной части БД ММТ.

В январе 2019 года в БД ММТ внесено 25 новых (ранее не измерявшихся системой ММТ) космических объектов. Из этого количества новых КО, внесенных в БД ММТ в январе, 21 объект 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:

- 15 КО – космические аппараты;
- 3 КО – ступени РН и РБ;
- 3 КО – фрагменты.

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

- 1 КО геостационарной области;
- 2 КО на высокоэллиптических орбитах;
- 18 КО на низких орбитах.

Для двух объектов из 21 иностранного КО, внесенных в открытую часть БД ММТ в течение января, по результатам выполненных измерений определены величины фотометрических периодов.

2. Фотометрическая информация, полученная системой ММТ в январе 2019 года, подтверждает работоспособность аппаратуры с быстровращающимися антеннами в составе следующих иностранных космических аппаратов:

- КА **NOSS 3-4C (2007-027C, 31708)**;
- КА **NOSS 3-8A (2017-011A, 42058)**;
- КА **Haiyang-2B (2018-081A, 43655);**
- КА **Coriolis (2003-001A, 27640);**
- КА **SMAP (2015-003A, 40376)$**
- КА **Yunhai-1-01 (2016-068A, 41857);**
- КА **CFOSAT (2018-083A, 43662).**

3. В течение января 2019 года при помощи системы ММТ получена фотометрическая информация по КА, входящим в состав низкоорбитальных систем спутниковой связи Iridium, Globalstar и Orbcomm.

В январе получены измерения по 28-ми из 118-ти находящихся на орбитах КА Iridium; по 72-м из 84-х находящихся на орбитах КА типа Globalstar; по 34-м из 58-ми находящихся на орбитах КА Orbcomm.

Выявлено периодическое изменение блеска КА Orbcomm FM16 (1998-046E, 25417), разрушившегося в декабре 2018 года.

4. В январе 2019 года системой ММТ получено 14 проводок, которые на основе доступных источников орбитальной информации не удалось привязать к известным космическим объектам.

Список источников

1. Интернет-сайт http://astroguard.ru/satellites
2. «Фотометрия ИСЗ на ММТ-9 в течение трех лет» *Каткова Е.В. и др.* Доклад на конференции «Околоземная астрономия-2017».
3. Интернет-сайт https://www.space-track.org
4. Интернет-сайт http://spacedata.vimpel.ru
5. Интернет-сайт http://celestrak.com
6. Интернет-сайт http://www.rod.sladen.org.uk/iridium.htm

Приложение 1. Выявлено периодическое изменение блеска разрушившегося КА Orbcomm FM16 (1998-046E, 25417)

Измерительная информация, полученная системой ММТ в январе-феврале 2019 года, позволила уточнить фотометрические характеристики и выявить периодическое изменение блеска низкоорбитального КА **Orbcomm FM16 (1998-046E, 25417)**, разрушившегося 22 декабря 2018 года.

Информация по КА Orbcomm FM16, содержащаяся в БД ММТ по состоянию на 5.02.2019, приведена в табл. 13. Привязка измерений системы ММТ произведена на основе орбитальной информации Космического командования ВВС США.

Таблица 13. Фотометрическая информация из БД ММТ по КА Orbcomm FM16 (по состоянию на 5.02.2019)

Дата начала проводки, UTC	Суммарная продолжительность проводки, с	Количество засечек	Средний приведенный блеск	Периодичность изменения блеска
10.07.2014 23:30	40.9	399	7.22 ± 0.13	не выявлена
16.07.2014 21:55	31.9	410	7.89 ± 0.20	не выявлена
16.07.2014 23:41	28.9	290	7.49 ± 0.11	не выявлена
24.07.2014 19:17	67.8	744	7.42 ± 0.22	не выявлена
26.07.2014 19:55	50.7	526	7.81 ± 0.79	не выявлена
12.09.2014 00:21	19.9	193	7.50 ± 0.14	не выявлена
07.10.2014 16:58	55.7	536	7.26 ± 0.39	не выявлена
09.10.2014 15:50	12.2	119	7.36 ± 0.41	не выявлена
07.11.2014 01:28	58.4	547	7.30 ± 0.23	не выявлена
08.11.2014 02:42	52.2	438	6.43 ± 0.20	не выявлена
14.11.2014 02:50	71.5	461	6.89 ± 0.09	не выявлена
09.12.2014 15:51	51.3	567	7.25 ± 0.14	не выявлена
18.01.2015 02:14	54.9	604	7.06 ± 0.21	не выявлена
27.03.2015 01:30	93.8	944	7.22 ± 0.27	не выявлена
26.05.2015 23:15	36.4	339	7.44 ± 0.26	не выявлена
04.06.2015 21:35	131.2	1336	8.00 ± 0.36	не выявлена
08.06.2015 19:21	25.8	259	8.04 ± 0.10	не выявлена
11.06.2015 19:26	55.7	386	7.36 ± 0.44	не выявлена
24.07.2015 23:44	53.5	595	7.64 ± 0.17	не выявлена
29.07.2015 22:39	51.2	564	7.95 ± 0.29	не выявлена
30.07.2015 23:52	40.3	418	7.41 ± 0.19	не выявлена
31.07.2015 23:18	26.6	265	7.20 ± 0.29	не выявлена
04.08.2015 22:46	19.0	184		не выявлена
06.08.2015 19:53	20.7	368	7.41 ± 0.32*	не выявлена
08.08.2015 18:44	19.0	313	6.90 ± 0.14*	не выявлена
09.08.2015 18:11	22.2	579	7.57 ± 0.14*	не выявлена
09.08.2015 19:56	18.5	339	7.84 ± 0.13*	не выявлена
22.09.2015 01:54	76.2	822	7.37 ± 0.17	не выявлена
17.10.2015 16:26	51.5	638	7.31 ± 0.45	не выявлена
21.10.2015 15:55	55.8	600	7.95 ± 0.15	не выявлена
22.11.2015 02:57	75.6	724	7.56 ± 0.17	не выявлена
23.11.2015 02:25	71.5	855	7.13 ± 0.21	не выявлена
23.12.2015 15:46	62.9	624	7.51 ± 0.11	не выявлена
24.02.2016 17:15	28.4	223	7.76 ± 0.20	не выявлена
26.02.2016 16:07	45.4	578	8.16 ± 0.13	не выявлена
04.04.2016 01:20	100.3	1217	7.87 ± 0.29	не выявлена
14.04.2016 00:56	33.3	309	8.41 ± 0.29	не выявлена

Дата начала проводки, UTC	Суммарная продолжительность проводки, с	Количество засечек	Средний приведенный блеск	Периодичность изменения блеска
22.04.2016 17:59	13.7	174	7.97 ± 0.33	не выявлена
07.06.2016 00:22	58.3	591	7.73 ± 0.40	не выявлена
12.06.2016 20:56	31.3	299	8.13 ± 0.21	не выявлена
13.06.2016 20:22	84.9	721	8.41 ± 0.17	не выявлена
13.06.2016 22:07	54.8	480	8.47 ± 0.60	не выявлена
13.06.2016 23:54	23.7	266	8.55 ± 0.22	не выявлена
08.08.2016 23:53	69.6	748	8.44 ± 0.14	не выявлена
11.08.2016 23:57	47.5	378	8.26 ± 0.51	не выявлена
12.08.2016 23:23	57.3	225	9.00 ± 0.54	не выявлена
26.08.2016 17:04	50.4	540	7.63 ± 0.21	не выявлена
26.08.2016 18:50	47.5	460	7.92 ± 0.32	не выявлена
27.08.2016 18:16	55.1	583	8.40 ± 0.17	не выявлена
28.08.2016 17:42	41.6	499	8.13 ± 0.20	не выявлена
29.08.2016 17:07	50.2	852	8.16 ± 0.35	не выявлена
06.10.2016 02:17	49.5	386	7.41 ± 0.20	не выявлена
07.10.2016 01:43	59.7	587	7.69 ± 0.35	не выявлена
08.10.2016 01:09	61.5	476	7.95 ± 0.37	не выявлена
06.11.2016 16:39	49.3	460	7.95 ± 0.20	не выявлена
09.11.2016 14:56	52.6	548	7.76 ± 0.20	не выявлена
08.01.2017 16:06	18.2	120	9.46 ± 0.56	не выявлена
14.02.2017 01:49	35.3	302	9.19 ± 0.28	не выявлена
06.03.2017 17:13	53.0	572	8.44 ± 0.17	не выявлена
15.04.2017 01:10	55.1	577	7.56 ± 0.18	не выявлена
29.04.2017 00:09	29.9	279	8.76 ± 0.15	не выявлена
30.04.2017 17:41	47.6	437	8.12 ± 0.12	не выявлена
01.05.2017 18:52	41.7	283	6.98 ± 0.28	не выявлена
06.05.2017 17:45	56.4	463	7.96 ± 0.15	не выявлена
06.05.2017 19:30	58.9	808	8.11 ± 0.15	не выявлена
21.06.2017 23:21	15.2	148	8.17 ± 0.13	не выявлена
23.06.2017 22:12	64.7	710	8.96 ± 0.35	не выявлена
30.06.2017 21:41	23.2	194	9.37 ± 0.29	не выявлена
30.06.2017 23:29	14.2	143	8.77 ± 0.17	не выявлена
01.07.2017 19:20	60.2	740	8.34 ± 0.27	не выявлена
01.07.2017 21:04	96.8	1099	8.39 ± 0.16	не выявлена
21.08.2017 00:23	27.1	272	7.19 ± 0.09	не выявлена
27.08.2017 00:27	54.7	604	8.07 ± 0.32	не выявлена
28.08.2017 01:38	55.7	246	7.75 ± 0.33	не выявлена
08.09.2017 16:55	63.4	648	8.52 ± 0.19	не выявлена
14.09.2017 16:59	11.1	112	8.51 ± 0.10	не выявлена
20.09.2017 17:00	65.5	631	8.28 ± 0.23	не выявлена
21.09.2017 16:28	39.0	445	8.14 ± 0.13	не выявлена
17.11.2017 15:36	109.6	1189	7.37 ± 0.51	не выявлена
18.11.2017 15:03	33.8	239	9.56 ± 0.38	не выявлена
30.12.2017 03:02	43.1	425	8.49 ± 0.17	не выявлена
03.05.2018 00:46	13.6	137	8.20 ± 0.10	не выявлена
06.05.2018 00:48	48.4	561	7.29 ± 0.11	не выявлена
17.07.2018 19:51	29.2	82	9.27 ± 0.26	не выявлена
23.07.2018 19:54	52.9	693	8.03 ± 0.14	не выявлена
24.07.2018 19:19	50.3	504	8.55 ± 0.13	не выявлена
31.07.2018 18:46	25.5	177	8.44 ± 0.24	не выявлена
06.09.2018 00:47	32.4	311	8.34 ± 0.11	не выявлена
13.09.2018 00:14	18.4	183	8.91 ± 0.18	не выявлена

Дата начала проводки, UTC	Суммарная продолжительность проводки, с	Количество засечек	Средний приведенный блеск	Периодичность изменения блеска
07.10.2018 16:42	78.3	844	8.14 ± 0.27	не выявлена
31.10.2018 02:46	62.9	358	7.62 ± 0.40	не выявлена
03.11.2018 02:47	28.6	104	8.94 ± 0.26	не выявлена
04.11.2018 02:11	15.4	155	8.64 ± 0.13	не выявлена
06.11.2018 02:48	59.1	512	7.75 ± 0.21	не выявлена
09.11.2018 02:47	70.4	739	7.75 ± 0.19	не выявлена
02.12.2018 16:19	62.4	84	8.99 ± 0.29	не выявлена
28.01.2019 16:56	84.0	896	7.79 ± 0.62	период 26.00 с
29.01.2019 16:23	63.8	737	7.55 ± 0.75	период 26.39 с
04.02.2019 16:22	69.2	739	7.91 ± 0.65	период 26.20 с
05.02.2019 15:49	60.4	637	7.66 ± 0.79	период 25.82 с

Примечание:
* – значение блеска с фильтром V

КА Orbcomm FM16 представляет собой спутник НССС Orbcomm первого поколения (Orbcomm OG1), построенный компанией Orbital Sciences Corporation (OSC) на основе базовой платформы MicroStar. Масса КА Orbcomm 1-го поколения составляет 40 (по другим данным, 43) килограммов. В стартовой конфигурации спутник представляет собой диск диаметром 1.04 метра и толщиной 0.17 метра. В рабочей конфигурации, после раскрытия панелей солнечных батарей и выдвижения антенны длиной 3.28 метра, габариты КА увеличиваются до 4.32 метра в направлении местной вертикали и 2.24 метра в ширину (размах панелей СБ).

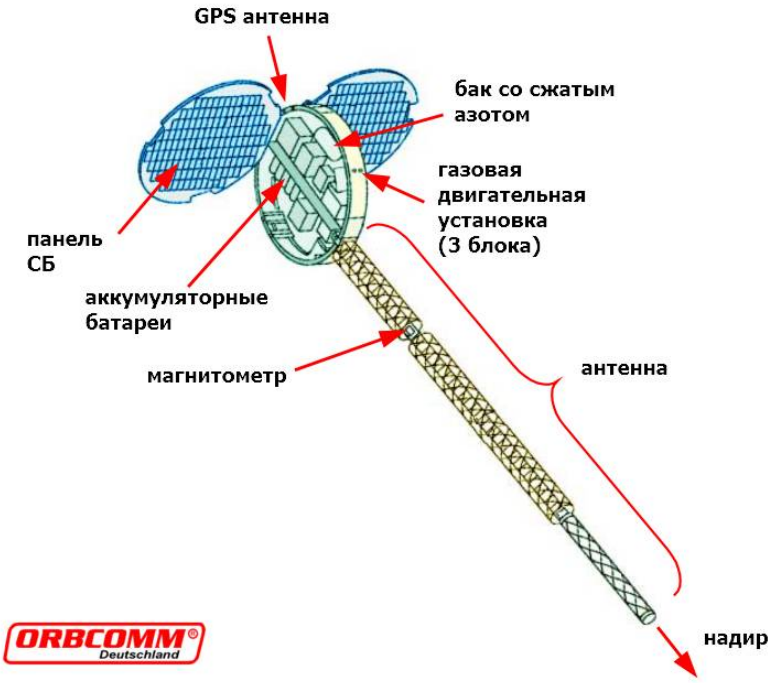

Рисунок 5. Основные конструктивные элементы КА Orbcomm OG1
(https://www.dlr.de/rd/Portaldata/28/Resources/dokumente/RK/kassebom_orbcomm_ohb.pdf)

КА Orbcomm OG1 имеют комбинированную гравитационно-магнитную систему трехосной стабилизации. Антенна длиной 3.28 метра играет роль штанги гравитационной стабилизации и ориентирована в направлении подспутниковой точки. Панели СБ имеют одноосный привод для отслеживания положения Солнца. Космический аппарат оснащен корректирующей двигательной установкой, работающей на сжатом азоте.

КА Orbcomm FM16 был запущен 2 августа 1998 года. Согласно информации компании Orbcomm, по состоянию на декабрь 2018 года спутник являлся активным и использовался в составе орбитальной группировки НССС Orbcomm.

По состоянию на 1.02.2019, КА Orbcomm FM16 находится на низкой орбите высотой 784 x 779 километров (период 100.48 минут) с наклонением 45°.

1 января 2019 года ВВС США сообщили, что 22 декабря 2018 года, приблизительно в 07:12 UTC, произошло орбитальное разрушение КА Orbcomm FM16 с образованием фрагментов. В сообщении указывалось, что сопровождаются 34 фрагмента разрушения. По состоянию на 9.02.2019, Космическим командованием ВВС США каталогизировано 12 фрагментов данного разрушения.

С июля 2014 года по февраль 2019 года при помощи системы ММТ получено 100 проводок по КА Orbcomm FM16. При этом 96 проводок было получено до события разрушения 22 декабря 2018 (ни в одной проводке периодическое изменение блеска КА выявлено не было) и 4 проводки относятся к периоду после этого события (во всех четырех проводках фиксируется периодическое изменение блеска объекта).

На рис. 6 и 7 показаны кривые приведенного (к дальности 1000 км и фазовому углу 90°) блеска КА Orbcomm FM16, построенные по измерениям системы ММТ до и после события орбитального разрушения.

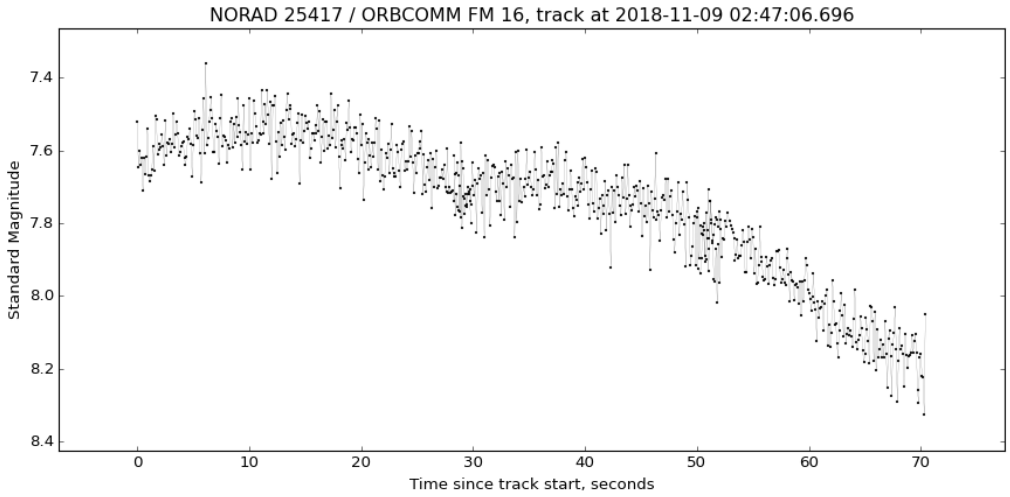

Рисунок 6. Кривая приведенного блеска КА Orbcomm FM16 в проводке ММТ 9 ноября 2018 года

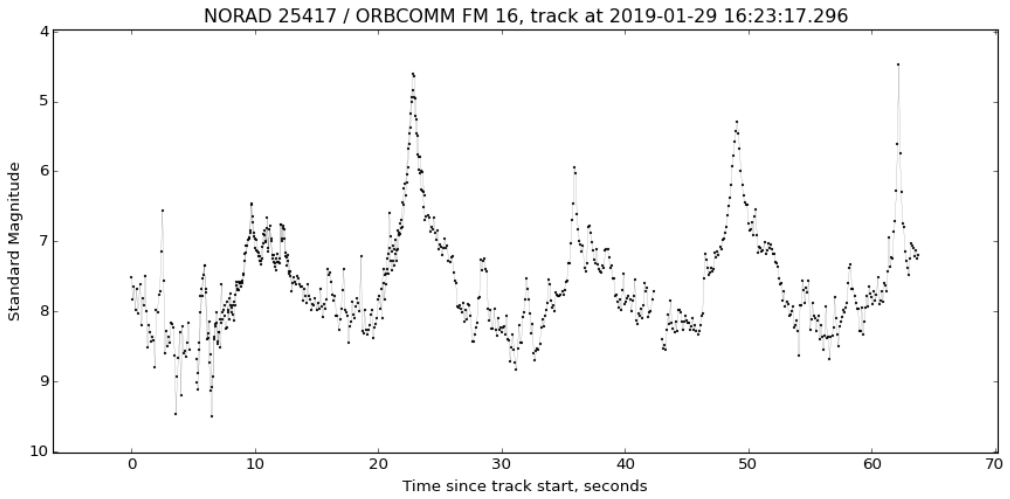

Рисунок 7. Кривая приведенного блеска КА Orbcomm FM16 в проводке ММТ 29 января 2019 года

На рис. 8 и 9 представлены фазовый срез и гистограмма распределения приведенного блеска КА Orbcomm FM16 в засечках, полученных системой ММТ до события разрушения, произошедшего 22.12.2018; на рис. 10 и 11 – аналогичная информация по засечкам, полученным системой ММТ после разрушения объекта.

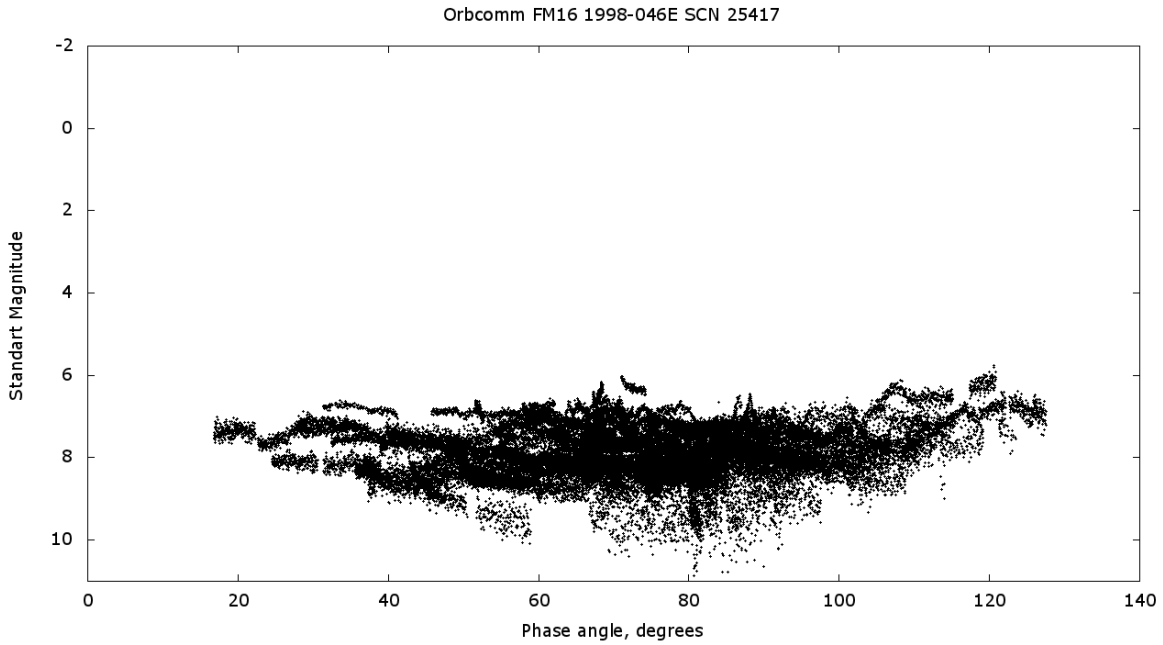

Рисунок 8. Приведенный блеск КА Orbcomm FM16 в зависимости от величины фазового угла (по информации БД ММТ) до 22.12.2018

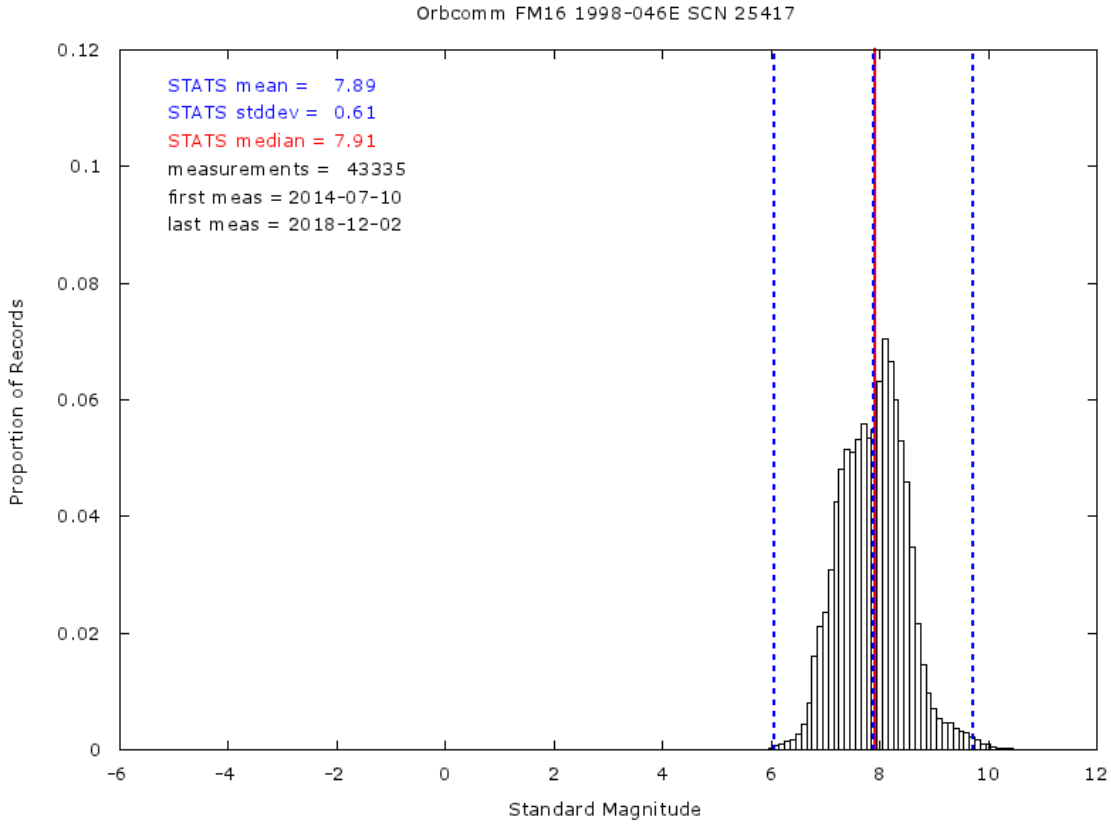

Рисунок 9. Гистограмма распределения приведенного блеска КА Orbcomm FM16 в засечках, полученных системой ММТ до 22.12.2018

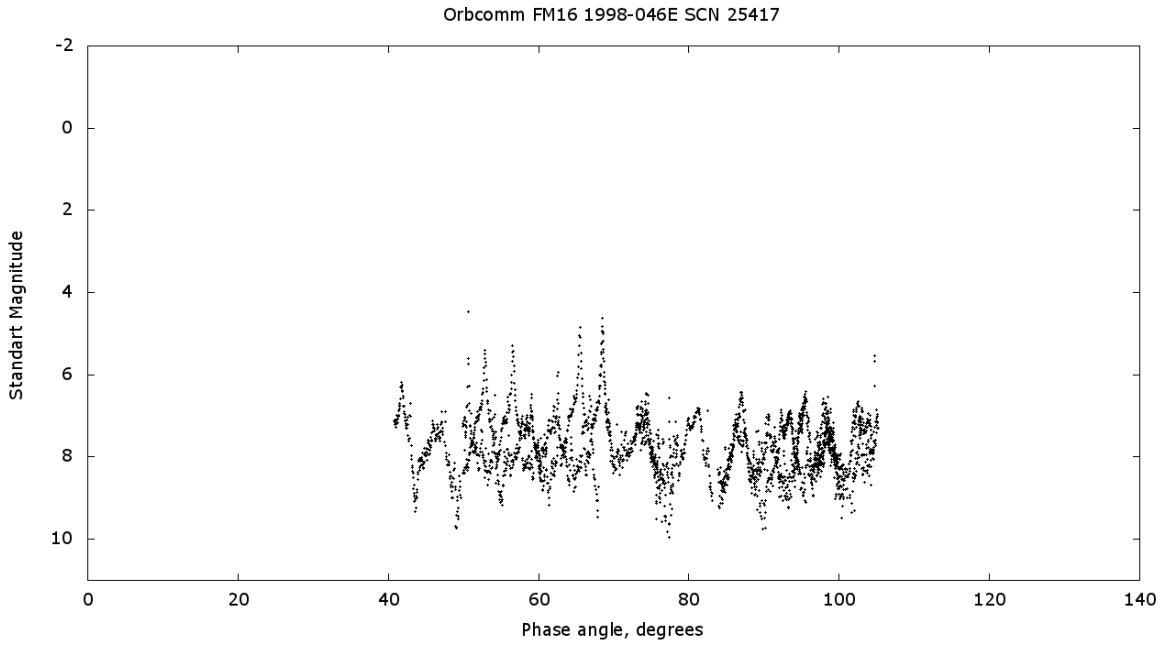

Рисунок 10. Приведенный блеск КА Orbcomm FM16 в зависимости от величины фазового угла (по информации БД ММТ) после 22.12.2018

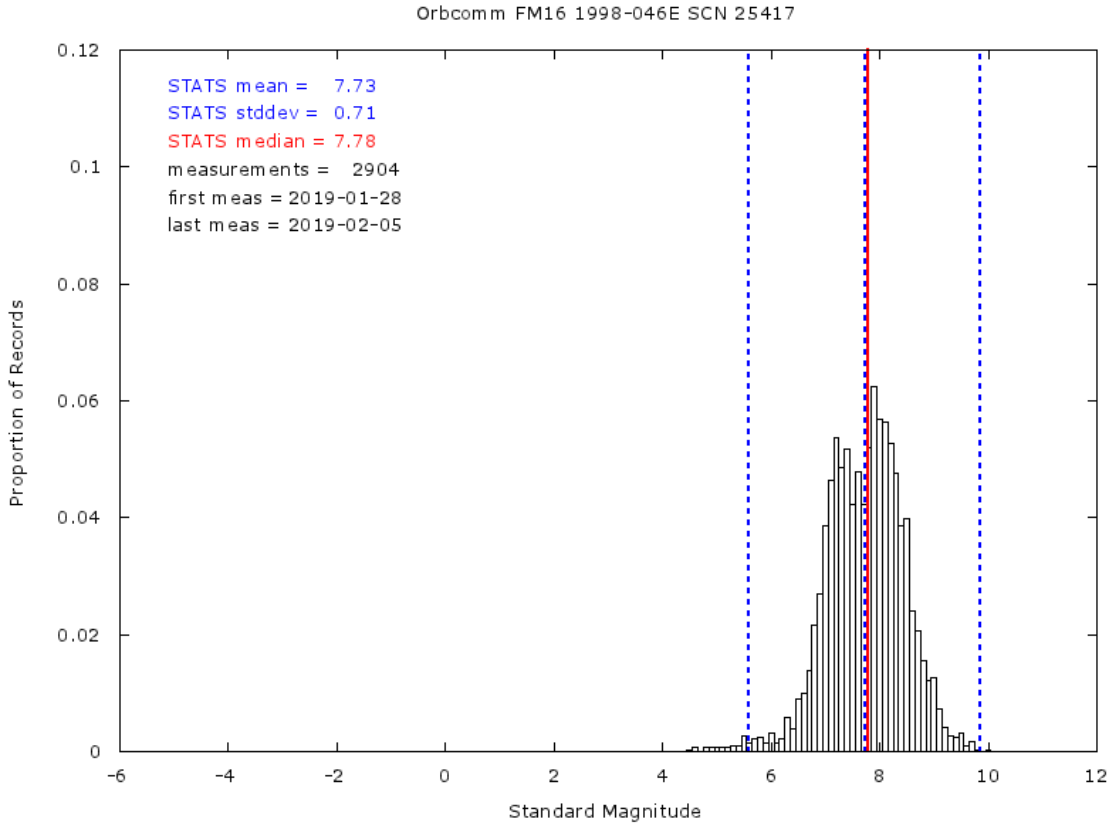

Рисунок 11. Гистограмма распределения приведенного блеска КА Orbcomm FM16 в засечках, полученных системой ММТ после 22.12.2018

Приведенные данные демонстрируют, что в результате разрушения усредненная величина блеска КА Orbcomm FM16 изменилась незначительно. Вместе с тем, в результате разрушения существенно изменились параметры движения КА относительно его центра масс.

Помимо самого КА Orbcomm FM16, системой ММТ получена измерительная информация по одному из фрагментов разрушения (из числа каталогизированных Космическим командованием ВВС США).

В таблице 14 приведена информация, содержащаяся в БД ММТ (по состоянию на 5.02.2019) по **фрагменту КА Orbcomm FM16 (1998-046X, 44028)**.

Таблица 14. Фотометрическая информация из БД ММТ по фрагменту КА Orbcomm FM16 (1998-046X, 44028) по состоянию на 5.02.2019

Дата начала проводки, UTC	Суммарная продолжительность проводки, с	Количество засечек	Средний приведенный блеск	Периодичность изменения блеска
31.01.2019 16:49	17.0	138	9.01 ± 0.58	период 1.10 с
03.02.2019 15:58	18.5	118	9.13 ± 0.59	не выявлена