

**Многоканальный мониторинговый телескоп ММТ.
Результаты анализа фотометрической информации по
космическим объектам на околоземных орбитах.
Февраль 2022 года.**

Информационно-аналитический отчет.



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
SDS	Satellite Data 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
ГО	головной обтекатель
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

<i>1. Многоканальный мониторинговый телескоп ММТ и база данных БД ММТ.....</i>	<i>5</i>
<i>2. Наблюдения космических объектов на околоземных орбитах системой ММТ в феврале 2022 года.....</i>	<i>6</i>
<i>3. Космические объекты, внесенные в БД ММТ в феврале 2022 года.....</i>	<i>7</i>
<i>4. Оценка состояния КА с быстровращающимися внешними антеннами.....</i>	<i>11</i>
<i>5. Оперативная оценка состояния многоспутниковых группировок.....</i>	<i>17</i>
5.1 НССС Iridium	17
5.2 НССС Globalstar.....	19
5.3 НССС Orbcomm	20
5.4 НССС Starlink.....	22
5.5 НССС OneWeb.....	23
<i>6. Непривязанные измерения системы ММТ, полученные в феврале 2022 года.....</i>	<i>25</i>
<i>Заключение.....</i>	<i>27</i>

СПИСОК ИЛЛЮСТРАЦИЙ

Рисунок 1. Нарботка системы ММТ в феврале 2022 года.....	6
Рисунок 2. Распределение находящихся на орбите КА типа Iridium по давности последней полученной системой ММТ проводки (по состоянию на 1.03.2022).....	18
Рисунок 3. Распределение КА типа Globalstar по давности последней полученной системой ММТ проводки (по состоянию на 1.03.2022).....	20
Рисунок 4. Распределение КА Orbcomm по давности последней полученной системой ММТ проводки (по состоянию на 1.03.2022).....	22
Рисунок 5. Распределение КА типа Starlink по давности последней полученной системой ММТ проводки (по состоянию на 1.03.2022).....	23
Рисунок 6. Распределение КА типа OneWeb по давности последней полученной системой ММТ проводки (по состоянию на 1.03.2022).....	24

СПИСОК ТАБЛИЦ

Таблица 1. Космические объекты, ранее не измерявшиеся системой ММТ и внесенные в открытую часть БД ММТ в течение февраля 2022 года.....	8
Таблица 2. Информация по КА с быстровращающимися внешними антеннами (по состоянию на 1.03.2022).....	12
Таблица 3. Поступление измерительной информации системы ММТ по активн. КА с быстровращающимися элементами конструкции за последние 12 месяцев.....	15
Таблица 4. Сводные данные по КА типа Iridium 1-го покол. (на 1.03.2022).....	17
Таблица 5. Сводные данные по КА типа Iridium 2-го покол. (на 1.03.2022).....	18
Таблица 6. Сводные данные по КА типа Globalstar 1-го покол. (на 1.03.2022).....	19
Таблица 7. Сводные данные по КА типа Globalstar 2-го покол. (на 1.03.2022).....	19
Таблица 8. Сводные данные по КА типа Orbcomm 1-го покол. (на 1.03.2022).....	21
Таблица 9. Сводные данные по КА типа Orbcomm-QL (на 1.03.2022).....	21
Таблица 10. Сводные данные по КА типа Orbcomm 2-го покол. (на 1.03.2022).....	21
Таблица 11. Сводные данные по КА типа Starlink (на 1.03.2022).....	23
Таблица 12. Сводные данные по КА типа OneWeb (на 1.03.2022).....	24
Таблица 13. Непривязанные проводки системы ММТ, полученные в феврале 2022 года.....	26

1. Многоканальный мониторинговый телескоп ММТ и база данных БД ММТ

В феврале 2022 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 100 кв. градусов ($\sim 11^{\circ} \times 9.5^{\circ}$), 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 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://mmt9.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 феврале 2022 года.

По состоянию на 1 марта 2022 года, в базе данных многоканального мониторингового телескопа (БД ММТ) содержится фотометрическая информация о 9571 КО на околоземных орбитах, измеренных в 366233 проводках. Информация по 6382 иностранным КО (183970 проводок) представлена в открытой публичной части БД ММТ.

В течение февраля 2022 года системой ММТ отработано (полностью или частично) 17 ночей, получены измерения по 1501 КО на околоземных орбитах. Информация по 984 иностранным КО, измеренным в течение февраля, представлена в открытой публичной части БД ММТ.

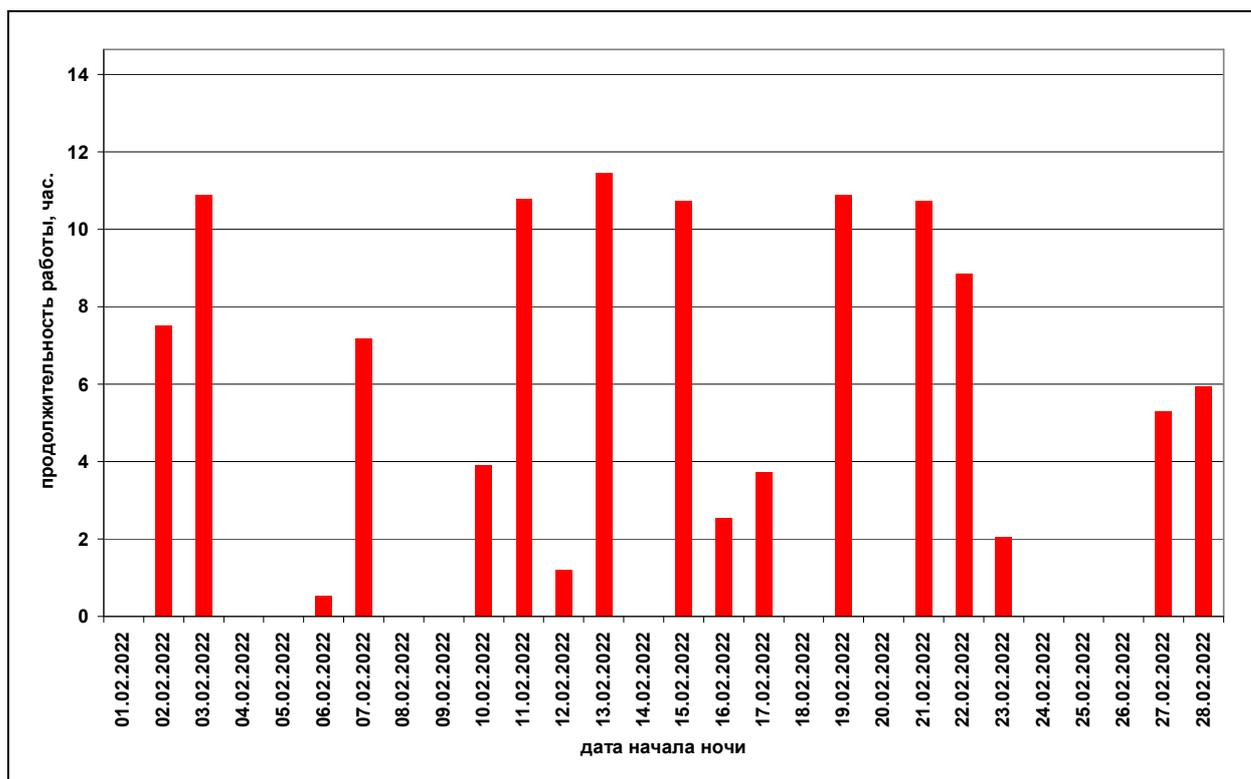


Рисунок 1. Нарботка системы ММТ в феврале 2022 года

В феврале 2022 года в БД ММТ внесены 45 новых (ранее не измерявшихся системой ММТ) космических объектов. Из этого количества новых КО, внесенных в БД ММТ в феврале 2022 года, 43 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 февраля 2022 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 феврале 2022 года

В феврале 2022 года в открытую часть базы фотометрической информации системы ММТ (БД ММТ) внесены 43 новых (ранее не измерявшихся системой ММТ) иностранных КО.

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

- 39 КО – космические аппараты (в т.ч. 23 КА Starlink и 11 КА OneWeb);
- 3 КО – ступени РН и РБ;
- 1 КО – фрагменты.

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

- 1 КО геостационарной области;
- 1 КО на высокоэллиптической орбите;
- 41 КО на низких орбитах.

Для одного объекта из 43 иностранных КО, внесенных в открытую часть БД ММТ в течение февраля, по результатам выполненных измерений определена величина фотометрического периода.

Информация по 43 иностранным КО, ранее не измерявшимся системой ММТ и внесенным в открытую часть БД ММТ в течение февраля 2022 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:

- «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, 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 февраля 2022 года

КО	Международ. 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	
KA MSAT M1	1996-022A / 23846	INACT	1	0.8 ± 0.4		1459.76	10.15	36301	36196	12.00
4 ст. PH PSLV	2019-089L / 44862	R/B	1	5.8 ± 0.2		95.48	36.98	568	516	
KA Yaogan-30 S	2020-021B / 45461	U/SAT	1	8.1 ± 0.3		96.63	35.00	599	595	
KA Starlink-2685	2021-040AS / 48468	U/SAT	1	7.2 ± 0.3		95.59	53.05	548	546	
4 ст. PH Minotaur-1	2021-052D / 48849	R/B	1	7.4 ± 0.4		96.63	54.99	603	592	
KA KL-Beta B	2021-070B / 49060	U/SAT	1	8.7 ± 0.3		103.13	89.00	909	904	
KA Starlink-3107	2021-082AT / 49171	U/SAT	1	6.9 ± 0.1		96.11	70.00	574	570	
KA OneWeb-0345	2021-083AB / 49211	U/SAT	1	6.9 ± 0.8		104.35	87.80	979	948	
KA OneWeb-0361	2021-090J / 49287	U/SAT	2	7.1 ± 1.1		96.57	87.20	598	591	
KA OneWeb-0362	2021-090K / 49288	U/SAT	1	6.8 ± 0.2		109.11	87.91	1187	1185	
KA OneWeb-0365	2021-090N / 49291	U/SAT	1	6.3 ± 0.3		109.11	87.91	1187	1184	
KA OneWeb-0369	2021-090S / 49295	U/SAT	1	6.7 ± 0.3		109.11	87.91	1187	1185	
KA OneWeb-0370	2021-090T / 49296	U/SAT	1	7.6 ± 0.5		96.57	87.20	597	591	
KA OneWeb-0371	2021-090U / 49297	U/SAT	1	6.3 ± 0.2		109.11	87.91	1187	1184	
KA OneWeb-0373	2021-090W / 49299	U/SAT	1	6.3 ± 0.1		96.74	87.51	606	599	

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	
KA OneWeb-0376	2021-090Z / 49302	U/SAT	2	6.2 ± 0.4		109.11	87.91	1187	1184	
KA OneWeb-0380	2021-090AD / 49306	U/SAT	1	6.4 ± 0.4		109.11	87.91	1187	1184	
KA OneWeb-0381	2021-090AE / 49307	U/SAT	1	7.6 ± 0.4		96.57	87.21	597	591	
KA Starlink-3150	2021-104AW / 49452	U/SAT	1	5.9 ± 0.9		95.44	53.22	541	538	
KA Starlink-3145	2021-104AZ / 49455	U/SAT	2	7.5 ± 0.8		95.44	53.22	541	538	
KA Starlink-3124	2021-104BA / 49456	U/SAT	1	4.8 ± 0.8		95.44	53.22	541	538	
KA Starlink-3156	2021-104BC / 49458	U/SAT	1	8.0 ± 0.2		95.44	53.22	541	539	
KA Starlink-3237	2021-115C / 49726	U/SAT	1	7.0 ± 0.6		95.44	53.22	541	538	
KA Starlink-3249	2021-115G / 49730	U/SAT	1	7.0 ± 0.1		95.44	53.21	541	538	
KA Starlink-3231	2021-115W / 49744	U/SAT	1	6.9 ± 0.2		95.44	53.20	541	538	
KA Starlink-3247	2021-115Z / 49747	U/SAT	1	7.0 ± 0.1		95.45	53.22	541	539	
KA Starlink-3250	2021-115AB / 49749	U/SAT	1	6.9 ± 0.2		95.43	53.20	541	539	
KA Starlink-3297	2021-125D / 50159	U/SAT	1	6.6 ± 0.2		95.44	53.22	541	538	
KA Starlink-3298	2021-125K / 50165	U/SAT	1	6.4 ± 0.2		95.44	53.22	541	538	
KA Starlink-3271	2021-125M / 50167	U/SAT	1	6.9 ± 0.3		95.44	53.22	541	538	
KA Starlink-3289	2021-125T / 50173	U/SAT	1	8.0 ± 0.2		92.98	53.22	424	417	

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	
KA Starlink-3274	2021-125AG / 50186	U/SAT	1	6.3 ± 0.4		95.44	53.22	541	539	
KA Turksat-5B	2021-126A / 50212	ACT	1	3.2 ± 0.3		1646.36	4.51	61979	17637	
KA Starlink-3278	2022-001AD / 50830	U/SAT	1	*		94.33	53.22	487	485	
KA Starlink-3328	2022-001AF / 50832	U/SAT	1	*		94.32	53.22	487	484	
KA Starlink-3330	2022-001AK / 50836	U/SAT	1	6.4 ± 0.1		94.30	53.22	486	484	
KA Starlink-3326	2022-001AT / 50844	U/SAT	1	*		94.36	53.22	489	486	
KA Starlink-3230	2022-001AU / 50845	U/SAT	2	7.9 ± 0.1		94.31	53.22	486	484	
KA Starlink-3315	2022-001AX / 50848	U/SAT	1	*		94.34	53.22	488	486	
KA Starlink-3314	2022-001BA / 50851	U/SAT	2	8.3 ± 0.1		94.34	53.22	488	485	
KA STEAMSAT-2	2022-003F / 51099	U/SAT	1	9.6 ± 0.1		94.48	44.98	495	492	
2 ст. PH LauncherOne	2022-003H / 51101	R/B	1	5.3 ± 0.5		93.73	45.02	492	422	
элемент крепления КА Starlink	2022-016BB / 51763	M/DEB	1	8.8 ± 1.1	период 6.59 с	90.86	53.22	322	311	

Примечание:

* - проводка состоит из полутеневых засечек, приведенный средний блеск не определен.

4. Оценка состояния КА с быстровращающимися внешними антеннами

Выполняемые с помощью системы ММТ наблюдения демонстрируют, 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 1.03.2022). 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» (http://mmt9.ru/wp-content/uploads/report/%D0%9C%D0%9C%D0%A2_2018_12.pdf).

В таблице 3 приведена информация по количеству проводок, полученных системой ММТ по каждому из рассматриваемых активных 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 1.03.2022)

КА	Международ. 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 проволочек в БД ММТ	Средний приведенный блеск	Период изменения блеска, секунд	Давность последней полученной проволочки, суток	Давность последней проволочки с подтверждением период. блеска, суток	
KA USA-181 DEB (NOSS 3-3C)	2005-004C / 28541	?	?	?	190	4.4 ± 0.5	2.10	26	43	«закрывающий» КА пары NOSS 3-3
KA USA-194 DEB (NOSS 3-4C)	2007-027C / 31708				163	4.5 ± 0.5	2.08	15	15	«закрывающий» КА пары NOSS 3-4, периодич. блеска не наблюдалась с янв. 2019 по янв. 2022
KA USA-229 (NOSS 3-5A)	2011-014A / 37386				177	4.0 ± 0.6	2.10	123	130	«закрывающий» КА пары NOSS 3-5
KA USA-238 (NOSS 3-6A)	2012-048A / 38758				171	4.0 ± 0.6	2.09	10	14	«закрывающий» КА пары NOSS 3-6
KA USA-264 DEB (NOSS 3-7R)	2015-058R / 40981				153	3.9 ± 0.5	2.10	30	459	«закрывающий» КА пары NOSS 3-4, периодич. блеска не наблюдается с нояб.2020
KA USA-274 (NOSS 3-8A)	2017-011A / 42058				132	3.9 ± 0.5	2.10	12	78	«закрывающий» 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)	130	5.2 ± 0.8	1.90	67	358	КА неуправляемо вращается с октября 2020 года
DMSP 5D-3 F16 (USA 172)	2003-048A / 28054				122	5.5 ± 0.6		15		вероятно, радиометр SSMIS не работает
DMSP 5D-3 F17 (USA 173)	2006-050A / 29522				53	5.3 ± 0.8	1.90	62	1237	периодич. блеска не наблюдается с окт.2018
DMSP 5D-3 F18 (USA 210)	2009-057A / 35951				70	5.8 ± 1.1	1.90	13	153	периодич. блеска не наблюдалась с нояб.2016 по сент. 2021
DMSP 5D-3 F19 (USA 249)	2014-015A / 39630				49	5.2 ± 0.8	1.90	53	2276	КА не функционирует с августа 2017 года

КА	Международ. 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 проволочек в БД ММТ	Средний приведенный блеск	Период изменения блеска, секунд	Давность последней полученной проволочки, суток	Давность последней проволочки с подтверждением период. блеска, суток	
Fengyun-3B	2010-059A / 37214	радиометр MWRI	0.9774 x 0.8970	35.3 (1.7±0.1)	139	4.7 ± 0.7	1.65	13	13	периодич. блеска не наблюдалась с авг.2019 по янв. 2022
Fengyun-3C	2013-052A / 39260				102	4.5 ± 0.6	1.80	10	912	периодич. блеска не наблюдается с сент.2019
Fengyun-3D	2017-072A / 43010				66	4.8 ± 0.4	1.83	208	208	
Fengyun-3E	2021-062A / 49008	скаттерометр WindRad			7	4.4 ± 0.4	5.20	15	15	
Haiyang-2A	2011-043A / 37781	микроволновой скаттерометр	1.0	15.8 (3.8) 17.5 (3.4)	55	5.4 ± 0.6	3.77	13	802	вероятно, скаттерометр не работает с янв. 2020
Haiyang-2B	2018-081A / 43655				36	4.8 ± 0.5	3.77	30	30	
Haiyang-2C	2020-066A / 46469				28	4.8 ± 0.3	3.79	78	78	
Haiyang-2D	2021-043A / 48621				17	4.8 ± 0.4	3.79	10	10	
Yunhai-1-01	2016-068A / 41857	микроволновой радиометр	?	?	46	4.7 ± 0.6	3.34	30	30	
Yunhai-1-02	2019-063A / 44547				48	4.5 ± 0.5	3.33	16	362	КА частично разрушился 18 марта 2021
Coriolis	2003-001A / 27640	радиометр Windsat	1.83	31.6 (1.9)	61	6.3 ± 0.9	1.90	30	30	
GCOM W1	2012-025A / 38337	радиометр AMSR-2	2.0	40 (1.5)	99	5.4 ± 0.6	1.48	183	183	
GPM	2014-009C / 39574	радиометр GMI	1.22	32 (1.88)	34	3.6 ± 0.6	1.87	100	190	

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 период. блеска, суток		
SMAP	2015-003A / 40376	радиометр- радиолокатор	6.0	14.6 (4.1)	45	4.2 ± 0.8	4.12	30	30		
SCATSat-1	2016-059H / 41790	скаттерометр OSCAT-2	1.0	20.5 (2.93)	50	7.0 ± 0.6	2.88	141	141		
CFOSAT	2018-083A / 43662	скаттерометр SCAT	1.2 x 0.4	17.1 (3.5)	32	6.2 ± 0.8	17.45	62	125	периодич. блеска не наблюдалась с февр.2020 по окт. 2021	

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

КА	Междунар. обознач. / № КК ВВС США	Количество проводов, полученных системой ММТ (из них – проводок с определенной величиной фотометрического периода)											
		март 2021	апр. 2021	май 2021	июнь 2021	июль 2021	авг. 2021	сент. 2021	окт. 2021	нояб. 2021	дек. 2021	январ. 2022	февр. 2022
KA USA-181 DEB (NOSS 3-3C)	2005-004C / 28541	2 (2)		3 (3)	3 (2)		4 (2)	3 (1)	2 (1)		3 (1)	1 (1)	1 (0)
KA USA-194 DEB (NOSS 3-4C)	2007-027C / 31708	1 (0)	1 (0)	5 (0)		3 (0)	5 (0)	1 (0)	3 (0)	3 (0)	2 (0)	1 (0)	2 (1)
KA USA-229 (NOSS 3-5A)	2011-014A / 37386	1 (0)	1 (0)		2 (1)	4 (2)			3 (2)				
KA USA-238 (NOSS 3-6A)	2012-048A / 38758	5 (2)	1 (0)	2 (0)	1 (1)	7 (2)	2 (1)	2 (0)	1 (0)	3 (1)	1 (0)	1 (1)	3 (1)
KA USA-264 DEB (NOSS 3-7R)	2015-058R / 40981	1 (0)		1 (0)		2 (0)	1 (0)	1 (0)	2 (0)	1 (0)	1 (0)	1 (0)	
KA USA-274 (NOSS 3-8A)	2017-011A / 42058		1 (0)	7 (2)	8 (3)		2 (0)	2 (1)		2 (2)	1 (1)	1 (0)	1 (0)
DMSP 5D-2 F15 (USA 147)	1999-067A / 25991	3 (1)						1 (0)	2 (0)	5 (1)*	3 (0)*		
DMSP 5D-3 F16 (USA 172)	2003-048A / 28054	4 (0)						2 (0)	4 (0)	4 (0)	3 (0)		1 (0)
DMSP 5D-3 F17 (USA 173)	2006-050A / 29522								1 (0)	4 (0)	4 (0)		
DMSP 5D-3 F18 (USA 210)	2009-057A / 35951	1 (0)						2 (2)	5 (0)		2 (0)		1 (0)
Fengyun-3B	2010-059A / 37214	1 (0)							2 (0)	1 (0)	1 (0)	1 (0)	1 (1)
Fengyun-3C	2013-052A / 39260	2 (0)					2 (0)	2 (0)	6 (0)			1 (0)	1 (0)
Fengyun-3D	2017-072A / 43010			3 (3)	4 (4)	5 (3)	2 (1)						
Fengyun-3E	2021-062A / 49008									2 (2)	3 (2)	1 (1)	1 (1)

КА	Междунар. обознач. / № КК ВВС США	Количество проводок, полученных системой ММТ (из них – проводок с определенной величиной фотометрического периода)											
		март 2021	апр. 2021	май 2021	июнь 2021	июль 2021	авг. 2021	сент. 2021	окт. 2021	нояб. 2021	дек. 2021	январь 2022	февр. 2022
Haiyang-2A	2011-043A / 37781									2 (0)	3 (0)	1 (0)	1 (0)
Haiyang-2B	2018-081A / 43655								1 (1)	1 (1)	2 (2)	2 (2)	
Haiyang-2C	2020-066A / 46469	1 (1)	1 (0)	3 (3)	3 (3)	1 (1)	5 (5)	2 (2)		1 (1)	2 (2)		
Haiyang-2D	2021-043A / 48621			2 (0)	3 (3)	4 (4)	1 (1)	2 (1)		1 (1)	1 (1)		3 (2)
Yunhai-1-01	2016-068A / 41857										1 (1)	1 (1)	
Yunhai-1-02	2019-063A / 44547	1 (1)							7 (0)				1 (0)
Coriolis	2003-001A / 27640									2 (2)	2 (2)	3 (3)	
GCOM W1	2012-025A / 38337			4 (4)	2 (2)	5 (5)	1 (1)						
GPM	2014-009C / 39574			1 (1)			1 (1)			1 (0)			
SMAP	2015-003A / 40376									1 (1)	2 (2)	2 (2)	
SCATSat-1	2016-059H / 41790	1 (1)					1 (1)	1 (1)	2 (2)				
CFOSAT	2018-083A / 43662								2 (1)	2 (0)	1 (0)		

Примечание:

* - КА дестабилизирован, неуправляемо вращается

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, Orbcomm и Starlink.

Развертывание указанных космических систем начиналось в 1997-98 гг. (системы Starlink и OneWeb развертываются с 2019 года). 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 1.03.2022 на орбитах находится 29 КА типа Iridium 1-го поколения (все нефункционирующие) и 75 КА типа Iridium 2-го поколения (из них 67 активных КА и 8 резервных КА в режиме орбитального хранения). Рабочими орбитами для КА НССС Iridium являются околокруговые орбиты высотой 780 километров (период 100.4 минуты) с наклоном 86.4° . Во время активной эксплуатации КА Iridium находятся в режиме трехосной стабилизации.

По 165 КА типа Iridium (в т.ч. по 104 КА, по состоянию на 1.03.2022 находящимся на орбитах) в БД ММТ имеется фотометрическая информация. В табл. 4 и табл. 5 приведены обобщенные данные по КА Iridium по состоянию на 1.03.2022.

Таблица 4. Сводные данные по КА типа Iridium 1-го покол. (на 1.03.2022)

Статус КА	Количество КА		
		в т.ч. КА, внесенных в БД ММТ	
			из них КА с выявленной периодичностью блеска
Работающие в составе системы	0	0	0
Резервные в режиме орбитального хранения	0	0	0
На этапе ввода в эксплуатацию	0	0	0
Нефункционирующие	29	29	11
КА неясного статуса	0	0	0
Всего КА, находящихся на орбите	29	29	11
Прекратившие баллистическое существование	66	61 *	2

Примечание:

* – 5 КА типа Iridium 1-го поколения прекратили существование до начала работы системы ММТ

Таблица 5. Сводные данные по КА типа Iridium 2-го покол. (на 1.03.2022)

Статус КА	Количество КА		
		в т.ч. КА, внесенных в БД ММТ	
			из них КА с выявленной периодичностью блеска
Работающие в составе системы	67	67	0
Резервные в режиме орбитального хранения	8	8	0
На этапе ввода в эксплуатацию	0	0	0
Нефункционирующие	0	0	0
КА неясного статуса	0	0	0
Всего КА, находящихся на орбите	75	75	0
Прекратившие баллистическое существование	0	0	0

На рис. 2 показано распределение КА типа Iridium по давности последней полученной системой ММТ проводки (по состоянию на 1.03.2022). Из диаграммы видно, что для 21 из 104 находящихся на орбите КА типа Iridium в БД ММТ имеются фотометрические измерения не старше 30 суток.

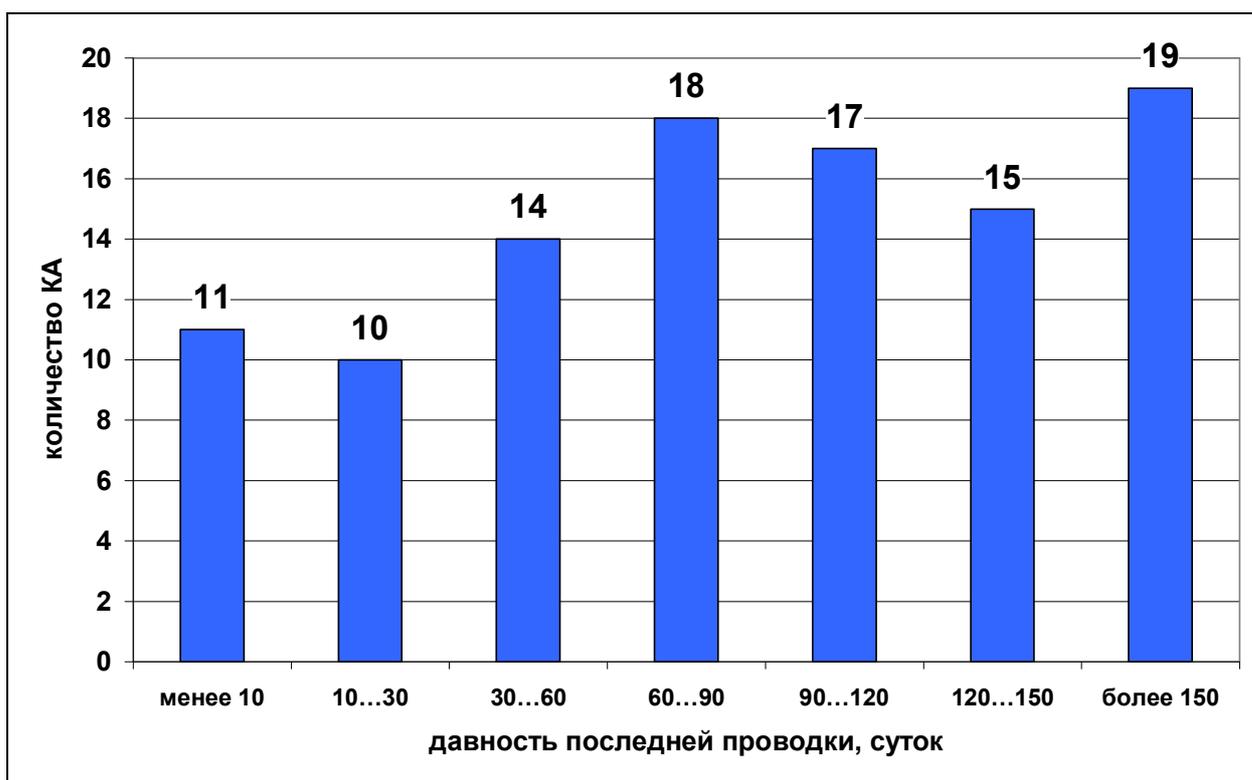


Рисунок 2. Распределение находящихся на орбите КА типа Iridium по давности последней полученной системой ММТ проводки (по состоянию на 1.03.2022)

5.2 HCCC Globalstar

Система Globalstar предназначена для обеспечения мобильной спутниковой связи. По состоянию на 1.03.2022, 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 (все 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. В табл. 6 и табл. 7 приведены обобщенные данные по КА типа Globalstar 1-го и 2-го поколений по состоянию на 1.03.2022.

Таблица 6. Сводные данные по КА типа Globalstar 1-го покол. (на 1.03.2022)

Статус КА	Количество КА		
		в т.ч. КА, внесенных в БД ММТ	
			из них КА с выявленной периодичностью блеска
Работающие в составе системы	6	6	0
Резервные в режиме орбитального хранения	0	0	0
На этапе ввода в эксплуатацию	0	0	0
Нефункционирующие	52	52	38
КА неясного статуса	2	2	0
Всего КА, находящихся на орбите	60	60	38
Прекратившие баллистическое существование	0	0	0

Таблица 7. Сводные данные по КА типа Globalstar 2-го покол. (на 1.03.2022)

Статус КА	Количество КА		
		в т.ч. КА, внесенных в БД ММТ	
			из них КА с выявленной периодичностью блеска
Работающие в составе системы	24	24	0
Резервные в режиме орбитального хранения	0	0	0
На этапе ввода в эксплуатацию	0	0	0
Нефункционирующие	0	0	0
КА неясного статуса	0	0	0
Всего КА, находящихся на орбите	24	24	0
Прекратившие баллистическое существование	0	0	0

На рис. 3 показано распределение КА типа Globalstar по давности последней полученной системой ММТ проводки (по состоянию на 1.03.2022). Из диаграммы видно, что для 72 из 84 находящихся на орбите КА типа Globalstar в БД ММТ имеются фотометрические измерения не старше 30 суток.

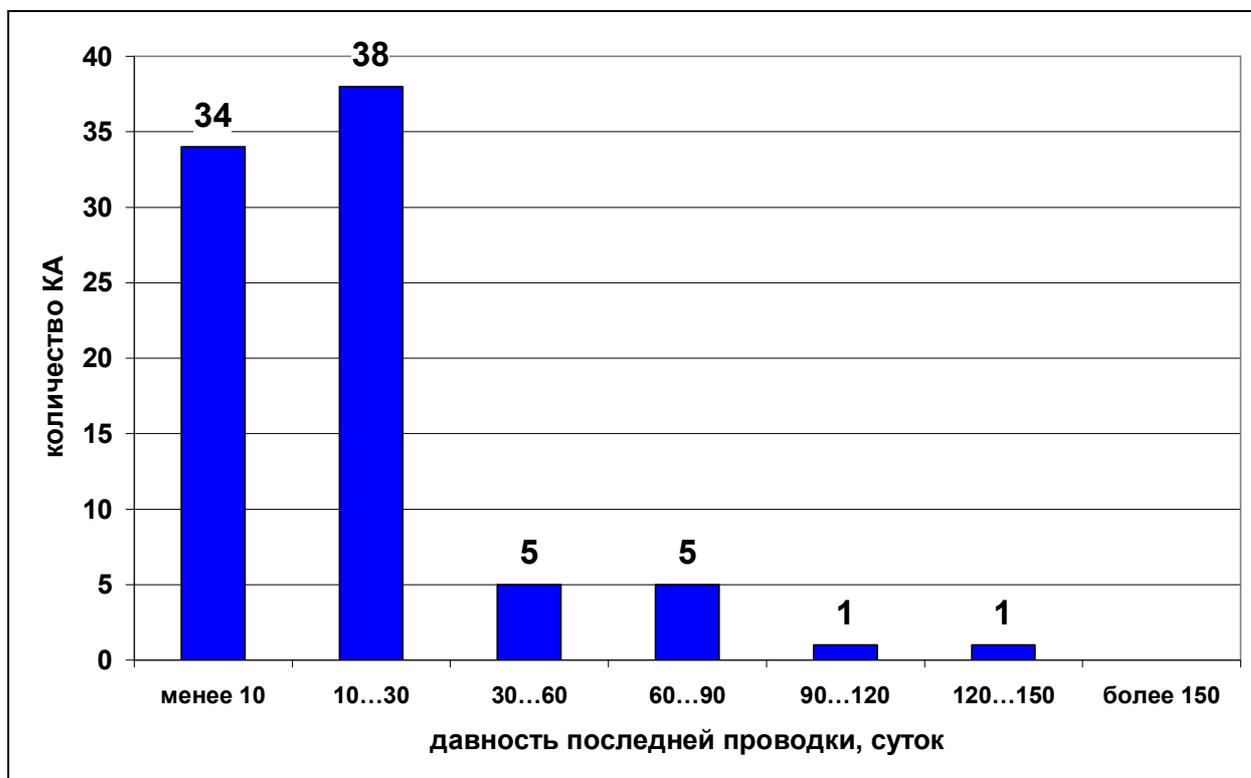


Рисунок 3. Распределение КА типа Globalstar по давности последней полученной системой ММТ проводки (по состоянию на 1.03.2022)

5.3 НССС Orbcomm

Система Orbcomm обеспечивает передачу данных по каналам связи «машина-машина» (межмашинное взаимодействие). По состоянию на 1.03.2022, на орбитах находится 35 КА типа Orbcomm 1-го поколения (все нефункционирующие), 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. 8...10 приведены обобщенные данные по КА Orbcomm различных типов по состоянию на 1.03.2022.

Таблица 8. Сводные данные по КА типа Orbcomm 1-го покол. (на 1.03.2022)

Статус КА	Количество КА		
		в т.ч. КА, внесенных в БД ММТ	
			из них КА с выявленной периодичностью блеска
Работающие в составе системы	0	0	0
Резервные в режиме орбитального хранения	0	0	0
На этапе ввода в эксплуатацию	0	0	0
Нефункционирующие	35	35	3
КА неясного статуса	0		0
Всего КА, находящихся на орбите	35	35	3
Прекратившие баллистическое существование	0	0	0

Таблица 9. Сводные данные по КА типа Orbcomm-QL (на 1.03.2022)

Статус КА	Количество КА		
		в т.ч. КА, внесенных в БД ММТ	
			из них КА с выявленной периодичностью блеска
Работающие в составе системы	0	0	0
Резервные в режиме орбитального хранения	0	0	0
На этапе ввода в эксплуатацию	0	0	0
Нефункционирующие	6	6	0
КА неясного статуса	0	0	0
Всего КА, находящихся на орбите	6	6	0
Прекратившие баллистическое существование	0	0	0

Таблица 10. Сводные данные по КА типа Orbcomm 2-го покол. (на 1.03.2022)

Статус КА	Количество КА		
		в т.ч. КА, внесенных в БД ММТ	
			из них КА с выявленной периодичностью блеска
Работающие в составе системы	16	16	0
Резервные в режиме орбитального хранения	0	0	0
На этапе ввода в эксплуатацию	0	0	0
Нефункционирующие	1	1	0
КА неясного статуса	0	0	0
Всего КА, находящихся на орбите	17	17	0
Прекратившие баллистическое существование	1	0 *	0

Примечание:

* – 1 КА типа Orbcomm 2-го поколения прекратил существование до начала работы системы ММТ

На рис. 4 показано распределение КА Orbcomm по давности последней полученной системой ММТ проводки (по состоянию на 1.03.2022). Из диаграммы видно, что для 26 из 58 находящихся на орбите КА Orbcomm в БД ММТ имеются фотометрические измерения не старше 30 суток.

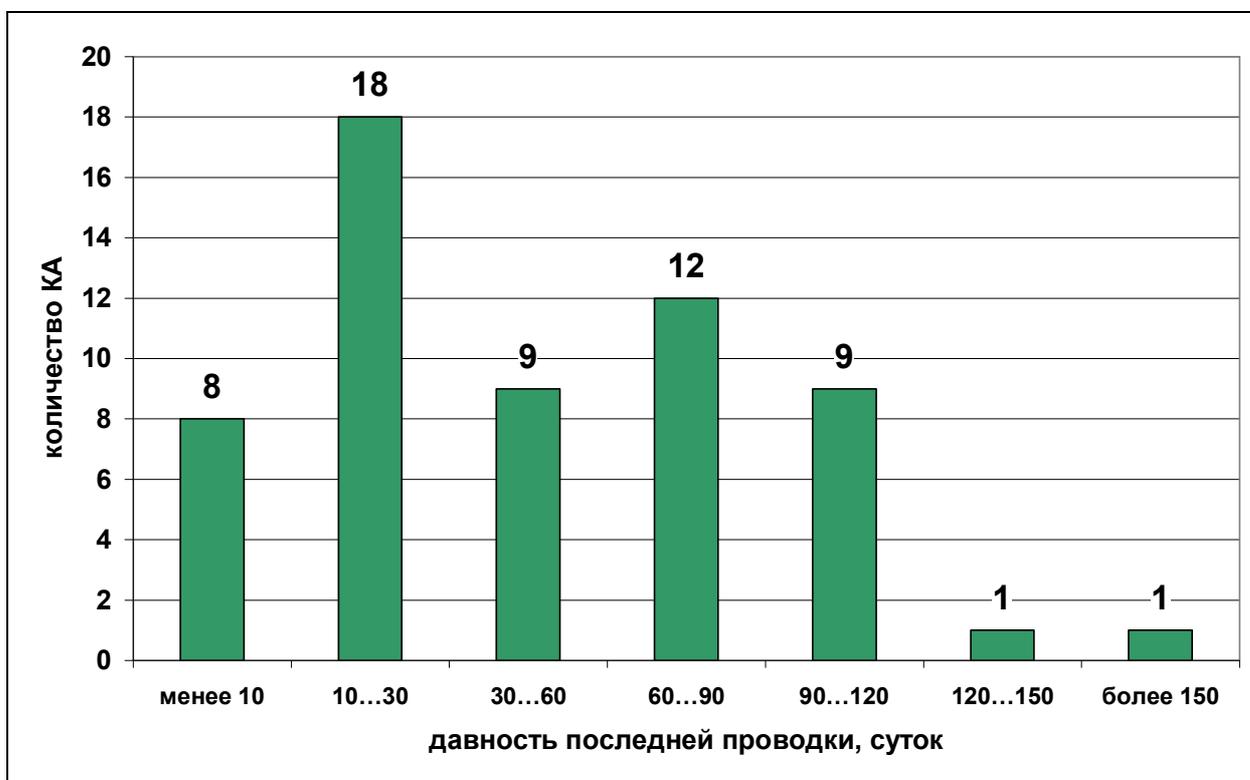


Рисунок 4. Распределение КА Orbcomm по давности последней полученной системой ММТ проводки (по состоянию на 1.03.2022)

5.4 НССС Starlink

Система Starlink предназначена для предоставления доступа к сети Интернет. По состоянию на 1.03.2022, на орбитах находится 1969 КА Starlink (из них 1464 активных КА в составе системы, 18 КА выведены из состава системы, 393 КА на этапе ввода в эксплуатацию, 94 КА неясного статуса). На начальном этапе развертывания системы рабочими орбитами КА Starlink являются околокруговые орбиты высотой 550 километров (период 95.65 минуты) с наклоном 53°. Часть КА Starlink запущены на орбиты с наклоном 70° и 97.5°. Во время активной эксплуатации в составе системы КА Starlink находятся в режиме трехосной стабилизации.

По 1751 КА Starlink (в т.ч. по 1593 из 1969 находящихся на орбитах) в БД ММТ имеется фотометрическая информация. Периодическое изменение блеска спутников не выявлено. В табл. 11 приведены обобщенные данные по КА Starlink по состоянию на 1.03.2022.

Таблица 11. Сводные данные по КА типа Starlink (на 1.03.2022)

Статус КА	Количество КА		
		в т.ч. КА, внесенных в БД ММТ	
			из них КА с выявленной периодичностью блеска
Работающие в составе системы	1464	1450	0
Резервные в режиме орбитального хранения	0	0	0
На этапе ввода в эксплуатацию	393	44	0
Нефункционирующие	18	18	0
КА неясного статуса	94	81	0
Всего КА, находящихся на орбите	1969	1593	0
Прекратившие баллистическое существование	184	158	0

На рис. 5 показано распределение КА типа Starlink по давности последней полученной системой ММТ проводки (по состоянию на 1.03.2022). Из диаграммы видно, что для 385 из 1969 находящихся на орбите КА типа Starlink в БД ММТ имеются фотометрические измерения не старше 30 суток.



Рисунок 5. Распределение КА типа Starlink по давности последней полученной системой ММТ проводки (по состоянию на 1.03.2022)

5.5 HCCC OneWeb

Система OneWeb предназначена для предоставления доступа к сети Интернет. По состоянию на 1.03.2022, на орбитах находится 428 КА OneWeb (из них 100 активных КА в составе системы, 315 КА на этапе ввода в эксплуатацию и 13 КА неясного статуса). Рабочими орбитами КА OneWeb являются околоразностные орбиты высотой 1220

километров (период 109 минут) с наклоном 87.9°. Во время активной эксплуатации в составе системы КА OneWeb находятся в режиме трехосной стабилизации.

По 334 КА OneWeb в БД ММТ имеется фотометрическая информация. Периодическое изменение блеска спутников не выявлено. В табл. 12 приведены обобщенные данные по КА OneWeb по состоянию на 1.03.2022.

Таблица 12. Сводные данные по КА типа OneWeb (на 1.03.2022)

Статус КА	Количество КА		
		в т.ч. КА, внесенных в БД ММТ	
			из них КА с выявленной периодичностью блеска
Работающие в составе системы	100	100	0
Резервные в режиме орбитального хранения	0	0	0
На этапе ввода в эксплуатацию	315	221	0
Нефункционирующие	0	0	0
КА неясного статуса	13	13	0
Всего КА, находящихся на орбите	428	334	0
Прекратившие баллистическое существование	0	0	0

На рис. 6 показано распределение КА типа OneWeb по давности последней полученной системой ММТ проводки (по состоянию на 1.03.2022). Из диаграммы видно, что для 101 из 428 находящихся на орбите КА типа OneWeb в БД ММТ имеются фотометрические измерения не старше 30 суток.



Рисунок 6. Распределение КА типа OneWeb по давности последней полученной системой ММТ проводки (по состоянию на 1.03.2022)

6. Непривязанные измерения системы ММТ, полученные в феврале 2022 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 представлена 21 непривязанная проводка, полученная системой ММТ в течение февраля 2022 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 13. Непривязанные проводки системы ММТ, полученные в феврале 2022 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, °
12.02.2022 15:35	20125571	0.95	1.5	7.5		4.3	35.8	257.5
03.02.2022 02:03	20120481	0.39	11.7	7.5	*	14.6	44.8	123.7
07.02.2022 20:55	20122264	2.14	6.3	9.2	*	0.9	49.2	74.0
16.02.2022 02:50	20143687	0.44	5.8	7.7		13.3	50.7	191.0
22.02.2022 01:33	20148238	0.84	5.8	9.1	*	9.7	53.6	67.7
22.02.2022 01:17	20148188	5.78	4.7	9.3	*	3.0	54.1	56.7
22.02.2022 16:56	20148849	1.65	18.9	8.9		8.0	54.8	57.8
03.02.2022 02:08	20120525	1.25	22.0	8.8		5.9	56.3	166.0
19.02.2022 17:45	20146241	0.72	6.5	9.3		10.6	56.6	65.8
17.02.2022 02:43	20144028	0.71	11.3	5.5		12.8	58.0	88.9
03.02.2022 22:48	20121898	1.14	0.6	9.4		1.8	58.4	354.3
03.02.2022 02:58	20120994	9.32	21.3	9.4	0.33	8.8	61.0	198.8
03.02.2022 02:59	20121007	2.30	9.4	9.1		11.0	61.2	199.2
12.02.2022 16:05	20125736	0.28	12.0	4.5		15.0	63.6	275.1
04.02.2022 01:54	20122038	0.61	6.3	9.2		12.1	74.1	29.3
22.02.2022 00:47	20148145	0.33	6.0	9.3		13.0	74.1	193.1
03.02.2022 16:43	20121566	0.75	18.2	7.3		14.6	97.9	71.7
03.02.2022 03:02	20121018	0.79	40.1	3.9		15.3	98.2	34.0
14.02.2022 03:07	20141170	0.74	34.8	4.1		15.3	98.2	46.1
20.02.2022 02:40	20146749	0.47	13.9	8.4	*	14.1	98.7	240.1
22.02.2022 16:47	20148750	0.33	3.8	8.2		14.5	99.2	86.5

Примечание:

* - в проводке присутствует признак периодического изменения блеска, но величина периода не определена

Заключение

1. В феврале 2022 года Казанским (Приволжским) Федеральным Университетом, совместно с САО РАН и АО «НПК СПП», продолжена эксплуатация многоканального мониторингового телескопа ММТ.

В течение февраля 2022 года системой ММТ отработано (полностью или частично) 17 ночей, получены измерения по 1501 КО на околоземных орбитах. Информация по 984 иностранным КО, измеренным в течение февраля, представлена в открытой публичной части БД ММТ.

В феврале 2022 года в БД ММТ внесены 45 новых (ранее не измерявшихся системой ММТ) космических объектов. Из этого количества новых КО, внесенных в БД ММТ в феврале 2022 года, 43 объекта являются иностранными КО; информация по ним представлена в открытой публичной части БД ММТ.

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

- 39 КО – космические аппараты (в т.ч. 23 КА Starlink и 11 КА OneWeb);
- 3 КО – ступени РН и РБ;
- 1 КО – фрагменты.

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

- 1 КО геостационарной области;
- 1 КО на высокоэллиптической орбите;
- 41 КО на низких орбитах.

Для одного объекта из 43 иностранных КО, внесенных в открытую часть БД ММТ в течение февраля, по результатам выполненных измерений определена величина фотометрического периода.

2. Фотометрическая информация, полученная системой ММТ в феврале 2022 года, подтверждает работоспособность аппаратуры с быстровращающимися антеннами в составе следующих иностранных космических аппаратов:

- КА **NOSS 3-4C (2007-027C, 31708)**;
- КА **NOSS 3-6A (2012-048A, 38758)**;
- КА **Fengyun-3B (2010-059A, 37214)**;
- КА **Fengyun-3E (2021-062A, 49008)**;
- КА **Haiyang-2D (2021-043A, 48621)**.

Работоспособность аппаратуры с быстровращающейся антенной в составе КА **NOSS 3-7R (2015-058R, 40981)** – с ноября 2020 года, КА **Haiyang-2A (2011-043A, 37781)** – с декабря 2019 года.

Периодическое изменение блеска КА **NOSS 3-4C (2007-027C, 31708)**, предположительно подтверждающая работоспособность аппаратуры с быстровращающейся антенной, зафиксировано впервые с марта 2019 года, КА **Fengyun-3B (2010-059A, 37214)** – впервые с августа 2019 года.

3. В течение февраля 2022 года при помощи системы ММТ получена фотометрическая информация по КА, входящим в состав низкоорбитальных систем спутниковой связи Iridium, Globalstar, Orbcomm, Starlink и OneWeb.

В феврале получены измерения по 21-му из 104-х находящихся на орбитах КА Iridium; по 72-м из 84-х находящихся на орбитах КА типа Globalstar; по 26-ти из 58-ми находящихся на орбитах КА Orbcomm; по 385-ти из 1969-ти находящихся на орбитах КА Starlink; по 101-му из 428-ми находящихся на орбитах КА OneWeb.

4. В феврале 2022 года системой ММТ получена 21 проводка, которые на основе доступных источников орбитальной информации не удалось привязать к известным космическим объектам.

Список источников

1. Интернет-сайт <http://mmt9.ru/>
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 <https://planet4589.org/space/gcat> (McDowell, Jonathan C., 2020. General Catalog of Artificial Space Objects)
6. Интернет-сайт <http://celestrak.com>
7. Интернет-сайт <http://www.rod.sladen.org.uk/iridium.htm>