

Фотометрия ИСЗ на ММТ-9 в течение трех лет.

Каткова Е.В.¹, Бескин Г.М.², Бирюков А.В.⁴, Бондарь С.Ф.¹,
Давыдов Д.В.⁵, Иванов Е.А.¹, Карпов С.В.²,
Орехова Н.В.¹, Перков А.В.¹, Сасюк В.В.^{3,4}

¹НПК СПП СОИ "Архыз", ²САО РАН, ³ООО "Параллакс", ⁴Казанский
(Приволжский) Федеральный Университет, ⁵АО "АНЦ"



Параметры ММТ9

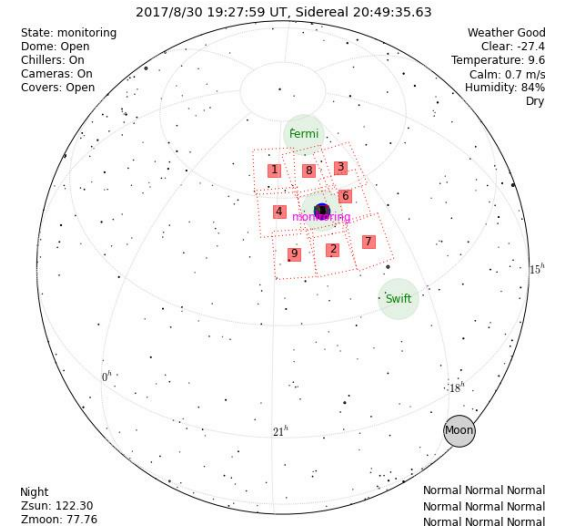
Проницание по движущимся объектам
Экспозиция
Угловой размер пиксела
Поле зрения одного канала
Количество каналов
Экспозиция

10 mag
0.1 сек
16"
11° x 9.5°
9
0.1 сек



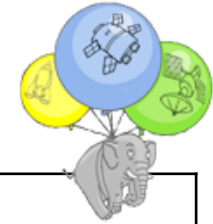
Координаты:
41°25'53.3" E
43°38'59.5" N
2030 m
Номер средства : 10550

Обновляемая публичная база
данных фотометрии ИСЗ :
www.astroguard.ru/satellites



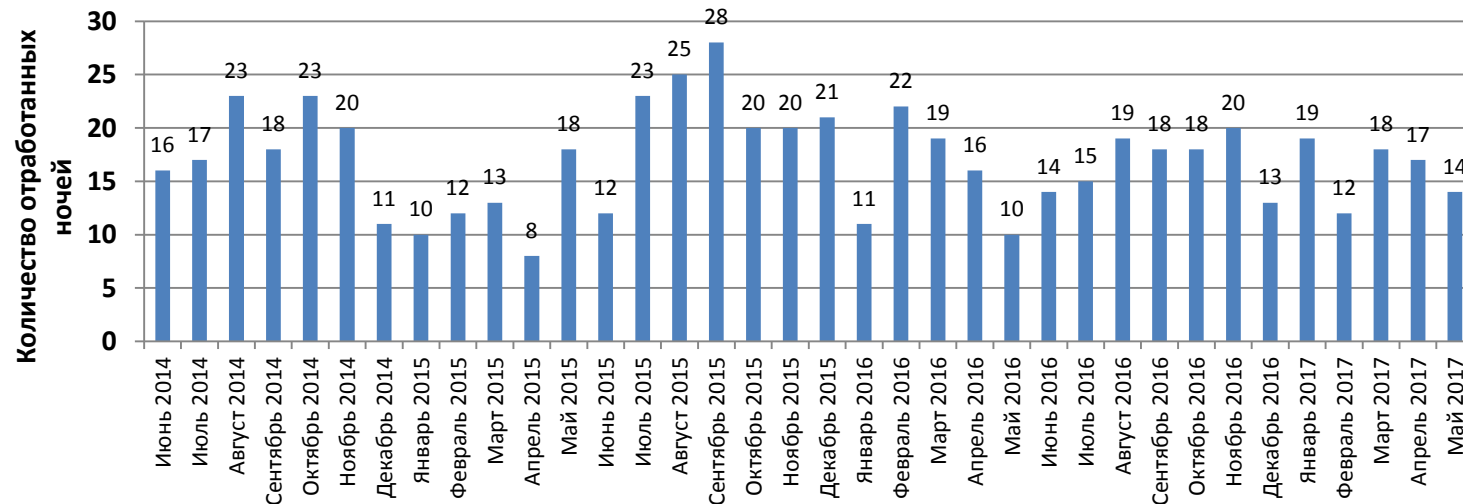
Темпы пополнения БД ММТ

www.astroguard.ru/satellites



Год	Количество ночей	Количество часов	Количество КО	Количество проводок
Год 1-ый	189	1246	4245	39130
Год 2-ой	227	1466	4746 (+501)	79201 (+40071)
Год 3-ий	197	1305	5201 (+455)	120525 (+41324)

Сгоревших ИСЗ в БД: ~120

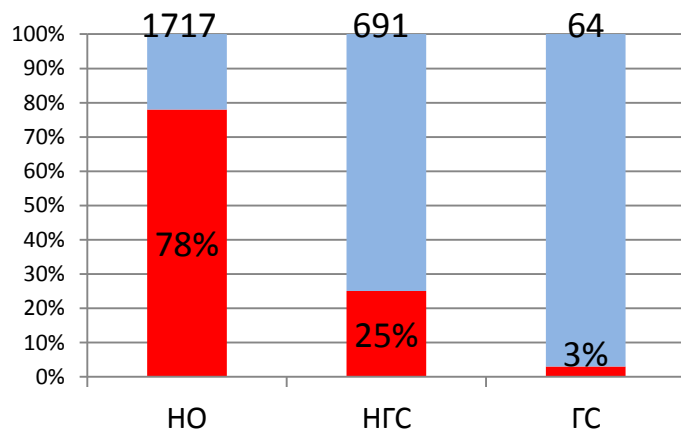


Распределение по типам орбит

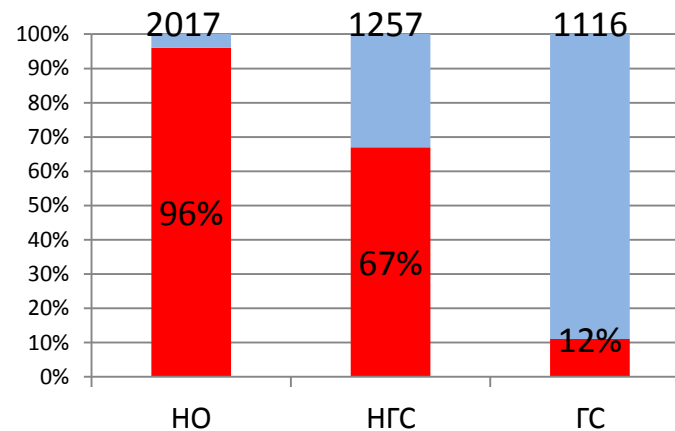
Тип орбиты	Доля ИСЗ в БД	Параметры орбиты
НО	73 %	На < 3500 км
ГС	3 %	На ≥ 3500 км, $e < 0.1$, $i < 30^\circ$, $ P - 1436 < 140$ мин
НГС ВО	24 %	Все остальные

Охват Базой Данных ММТ объектов NORAD за 3 года

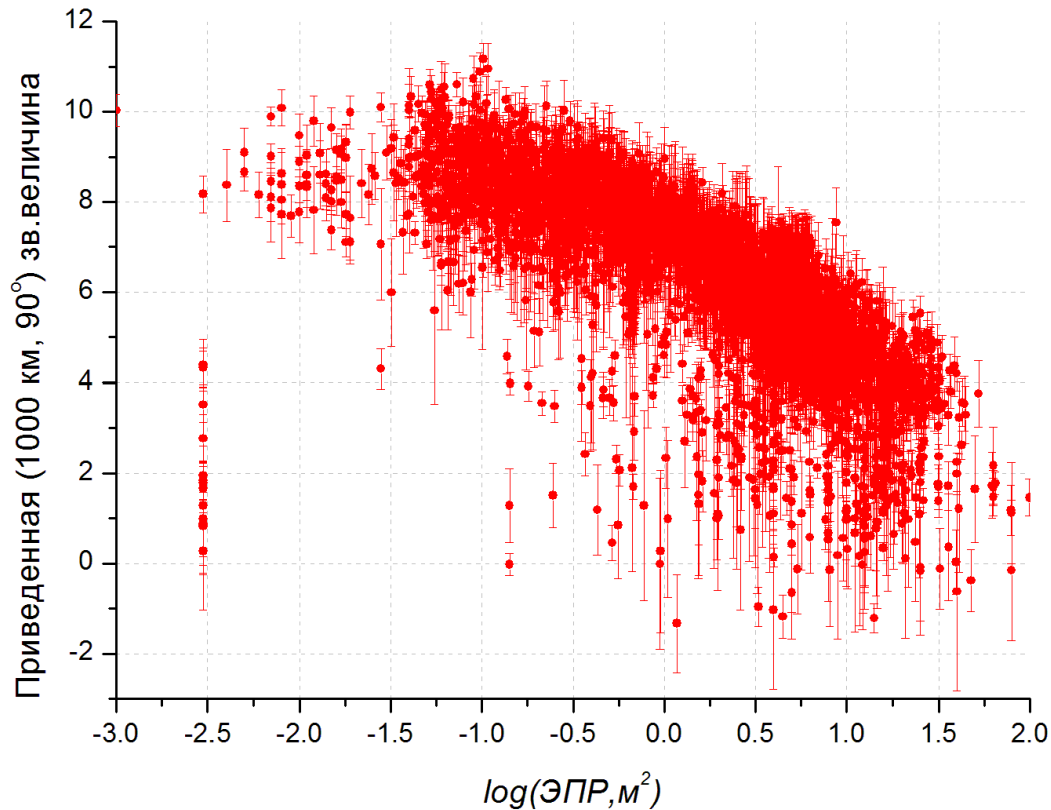
Средние КО (0.1 < ЭПР < 1)



Крупные КО (ЭПР > 1)



Зависимость приведенной звездной величины от ЭПР



$$m_0 = m + 15.75 - 2.5 * \log \frac{\rho^2}{f}$$

m_0 – приведенный блеск

m – измеренный блеск

ρ – дальность в км

f – фаза (от 0 до 1)

Приведенный блеск не имеет четкой зависимости от ЭПР:

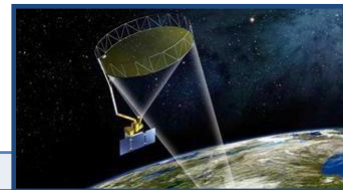
1. ЭПР – некая усредненная величина.
2. Блеск КО зависит от ракурса.
3. Фазовая функция не учитывается.
4. Неизвестна точная методика определения величин ЭПР, публикуемых на сайте celestrak.com

Результаты анализа БД ММТ

- ✓ Выявление вращающихся элементов на борту КА
- ✓ Подтверждение штатной скорости вращения у ОСВ
- ✓ Выявление случаев потери КА трехосной стабилизации
- ✓ Выявление случаев необъяснимой периодичности
- ✓ Обнаружение некаталогизированных КО
- ✓ Накопление информации о динамике изменения периодов вращения
- ✓ Анализ групп КО по двум направлениям:
 - Однотипная конструкция --> фотометрические признаки
 - Фотометрические характеристики --> конструктивные особенности
- ✓ Ежемесячные отчеты о состоянии БД:
http://astroguard.ru/mmt_public.html



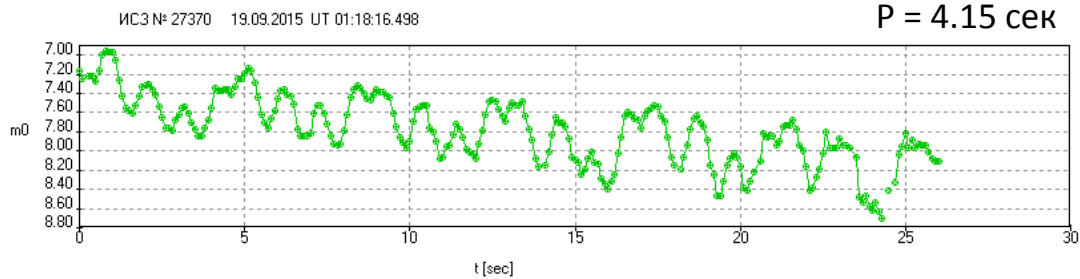
Выявление вращающихся элементов на борту КА



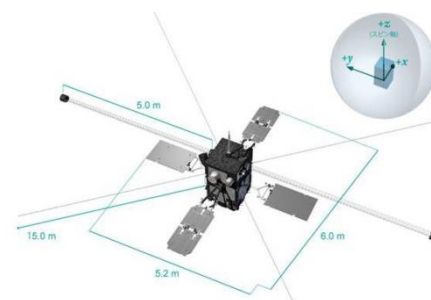
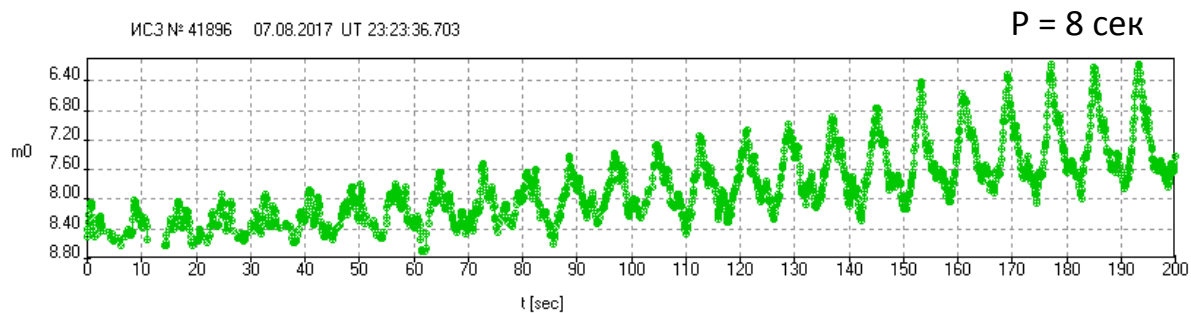
КА	Междунар. обознач. / № КК ВВС США	Параметры				
		Название ПН	Размер антенны, м	Средний приведенный блеск	Период изменения блеска, секунд	Максимальная амплитуда изменения блеска, mag
KA USA-181 DEB (NOSS 3-3C)	2005-004C / 28541	?	?	4.2 ± 0.5	2.11	0.7
KA USA-194 DEB (NOSS 3-4C)	2007-027C / 31708			4.3 ± 0.7	2.10	1.3
KA USA-229 (NOSS 3-5A)	2011-014A / 37386			3.9 ± 0.6	2.10	0.4
KA USA-238 (NOSS 3-6A)	2012-048A / 38758			3.8 ± 0.7	2.12	0.4
KA USA-264 DEB (NOSS 3-7R)	2015-058R / 40981			3.8 ± 0.6	2.10	0.6
KA USA-274 (NOSS 3-8A)	2017-011A / 42058			3.7 ± 0.5	2.10	0.9
DMSP 5D-2 F15 (USA 147)	1999-067A / 25991			радиометр SSM/I (SSMIS)	0.66 x 0.61	5.0 ± 0.8
DMSP 5D-3 F17 (USA 173)	2006-050A / 29522	5.0 ± 1.0	1.90			0.4
DMSP 5D-3 F18 (USA 210)	2009-057A / 35951	5.5 ± 0.9	1.90			0.8
Fengyun-3B	2010-059A / 37214	радиометр MWRI	0.97 x 0.89	4.9 ± 0.6	1.78	1.2
Fengyun-3C	2013-052A / 39260			4.5 ± 0.5	1.80	0.6
Coriolis	2003-001A / 27640	радиометр Windsat	1.83	5.9 ± 1.1	1.90	3.8
Haiyang-2A	2011-043A / 37781	микроволновой скаттерометр	1.0	5.2 ± 0.6	3.76	1.3
GCOM W1	2012-025A / 38337	радиометр AMSR-2	2.0	5.4 ± 0.7	1.48	2.7
GPM	2014-009C / 39574	радиометр GMI	1.22	3.5 ± 0.6	1.87	1.3
SMAP	2015-003A / 40376	радиометр-радиолокатор	6.0	4.0 ± 0.9	4.14	1.9
SCATSat-1	2016-059H / 41790	скаттерометр OSCAT-2	1.0	6.9 ± 0.4	2.92	1.4
Yunhai-1-01	2016-068A / 41857	Микроволновой радиометр	?	4.4 ± 0.6	3.35	1.8

Подтверждение штатной скорости вращения объектов, стабилизированных вращением

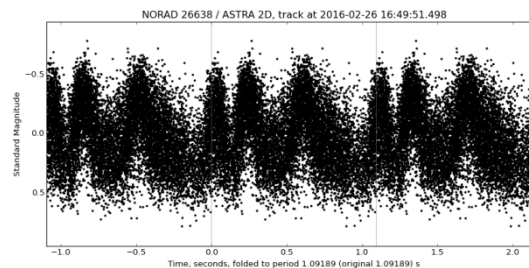
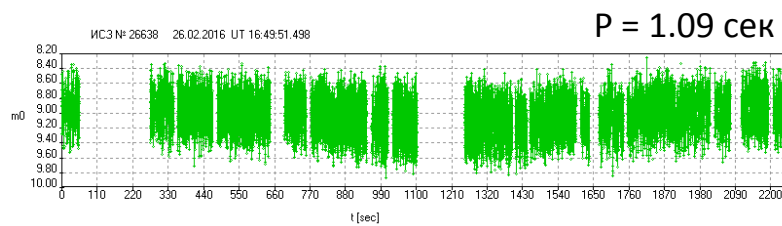
27370 RHESSI



41896 ARASE (ERG)



26638 ASTRA 2D

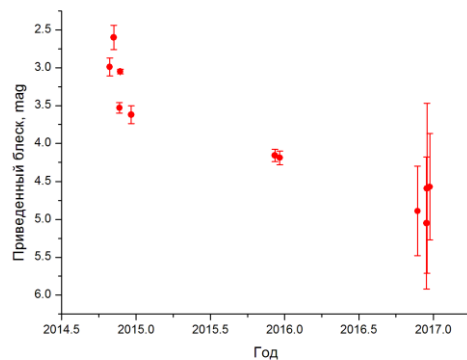
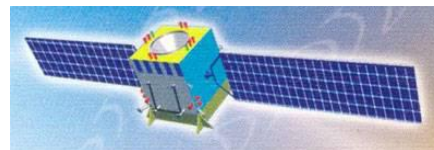


Случаи потери трехосной стабилизации

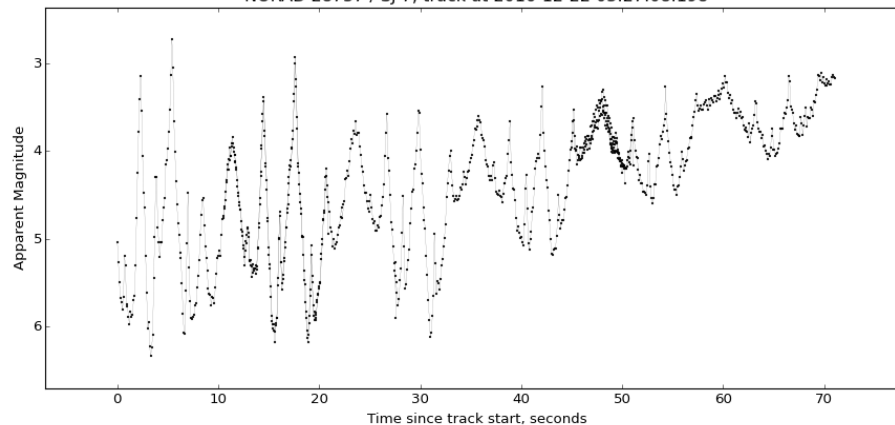
28737 (2005-024A) Shijian-7

Запущен в июле 2005 г.

Потеря стабилизации замечена в ноябре 2016 г.



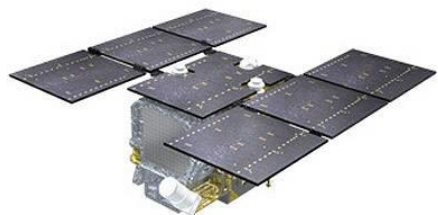
NORAD 28737 / SJ-7, track at 2016-12-22 03:27:08.198



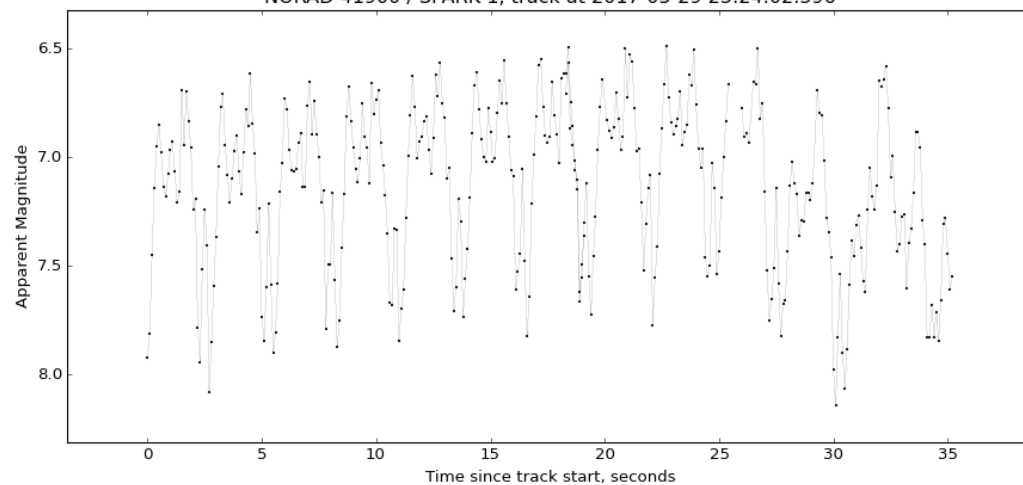
41900 (2016-081C) Spark-01

Запущен в декабре 2016 г.

Потеря стабилизации замечена в мае 2017 г.



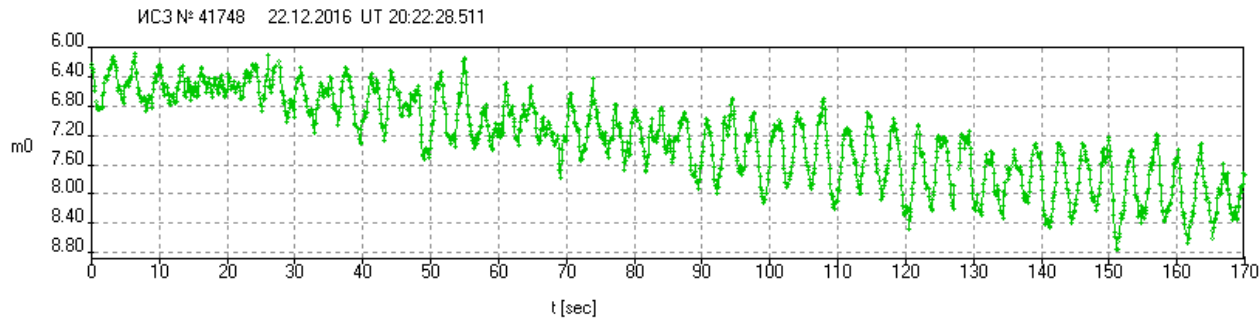
NORAD 41900 / SPARK 1, track at 2017-05-29 23:24:02.396



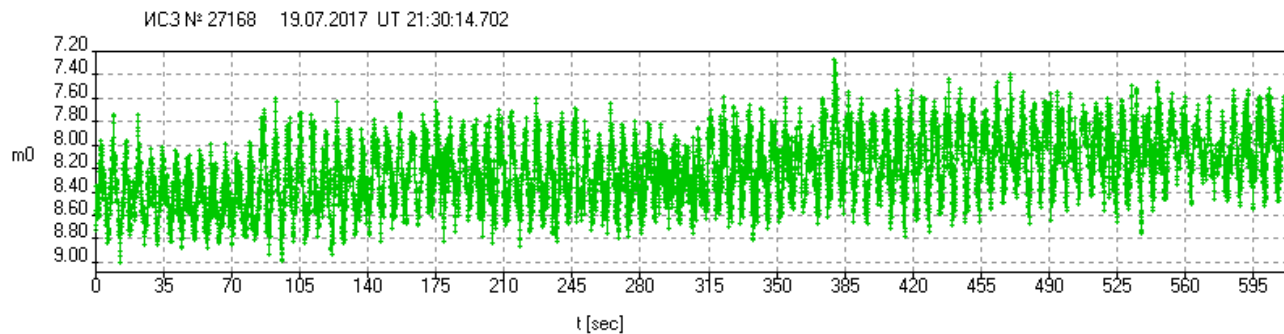
Выявление случаев загадочной периодичности у трехосно стабилизированных КА

Подобная периодичность заметна в определенных диапазонах фазовых углов

41748 Intelsat-33e, период 3.4 сек



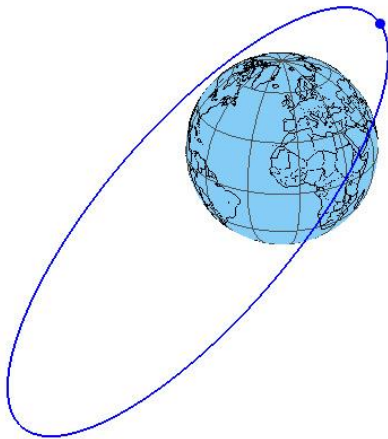
27168 Milstar-5, период 6.4 сек (подтвержден другим телескопом)



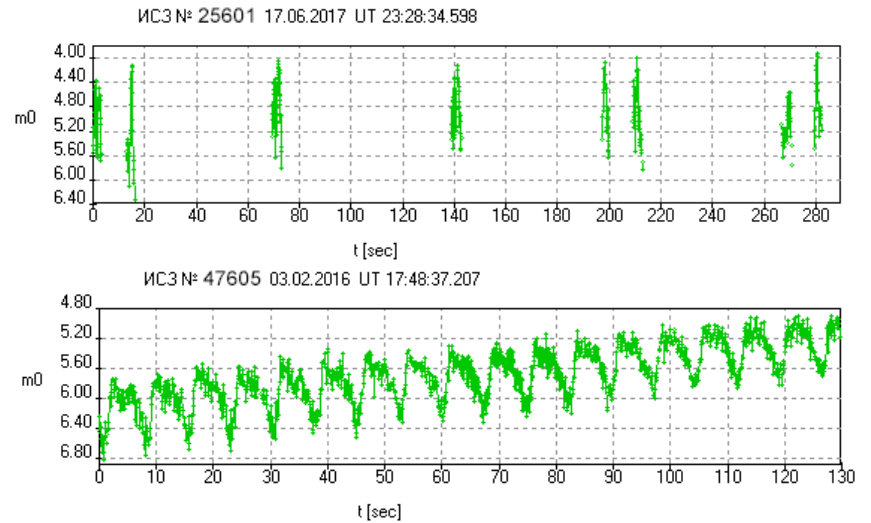
Некаталогизированные объекты

Номер объекта Nvym	Каталогизация	Апогей, км	Перигей, км	Наклонение ^o	Блеск наблюдаемый, mag
47605	Февраль 2016	24332	3339	46.6	7.0-10.5
25600	Май 2016	13125	199	47.8	8.5-10.5
73004	Декабрь 2016	35259	5777	68.7	7.0-10.5
12900	Апрель 2017	2975	1217	63.4	8.5-10.5
25601	Июнь 2017	9451	4544	49.4	7.0-10.5

4 объекта из 5 – высокоэллиптические с перигеем в северном полушарии.
Угловая скорость 3-8 '/сек



Особенности фотометрического - поведения – характерный признак! Иногда.



Хит-парад БД ММТ.

Самый часто наблюдаемый

Самая часто наблюдаемая группировка

Самая слабая по блеску группировка

Самая красивая группа неактивных периодичных

Самый узнаваемый КА

Самый яркий эпизод на ГСО

37818 Tacsat 4

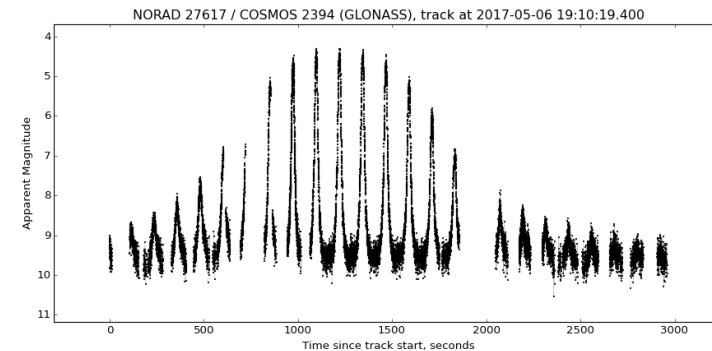
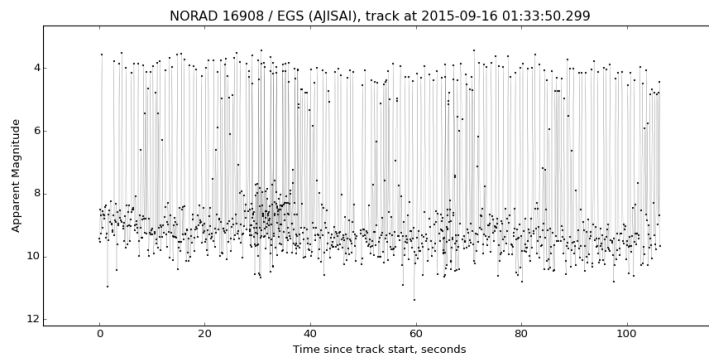
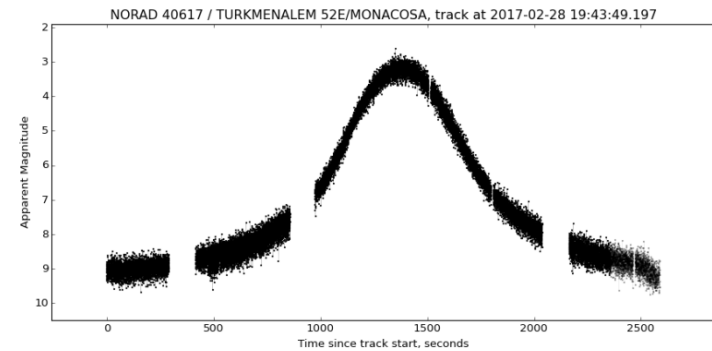
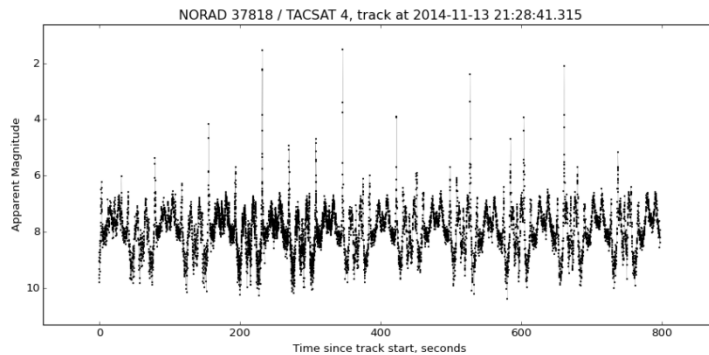
Globalstar (1% проводок в БД)

FLOCK

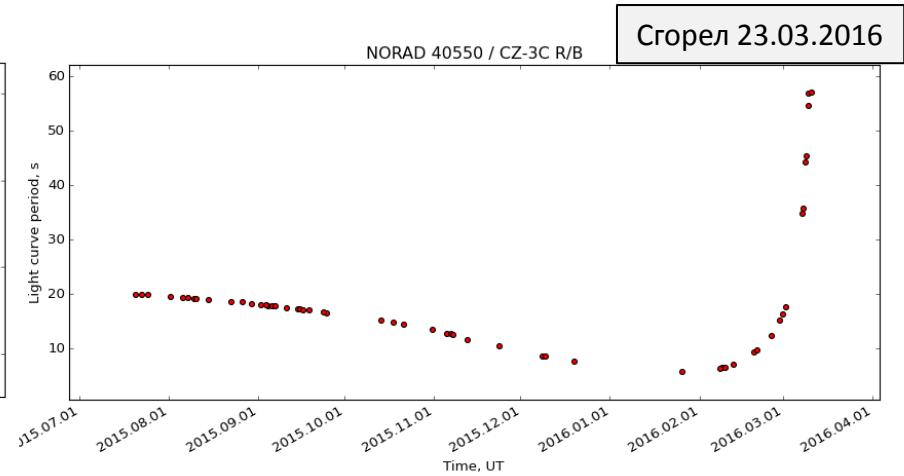
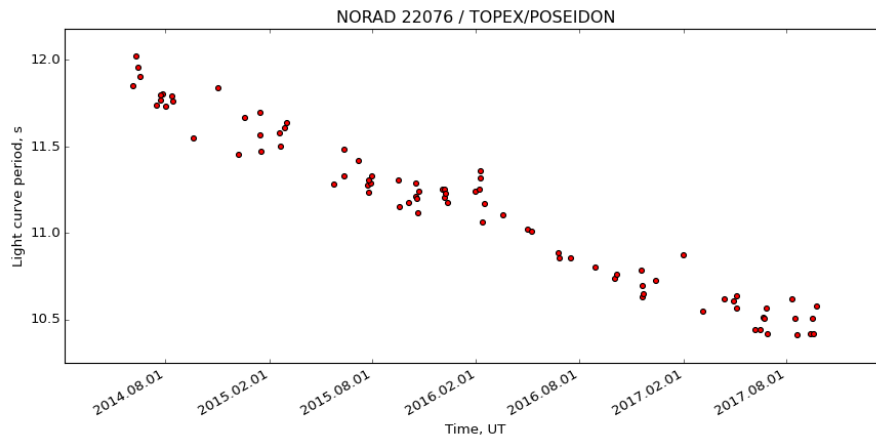
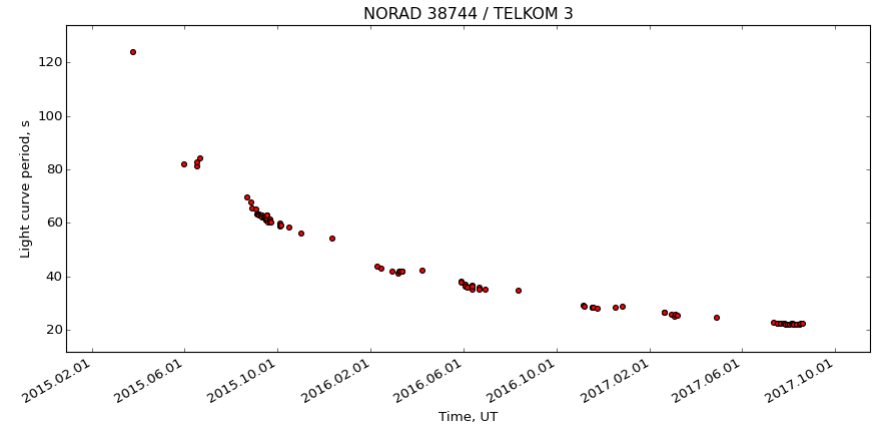
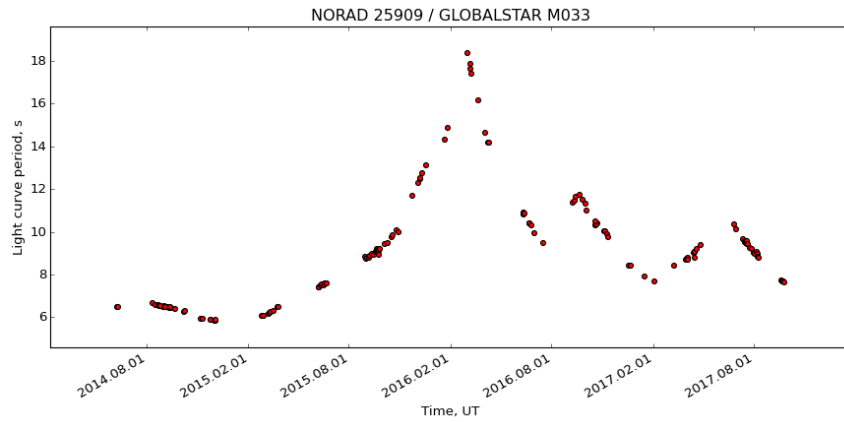
Глонасс

16908 Ajisai

40617 Turkmenalem 52E



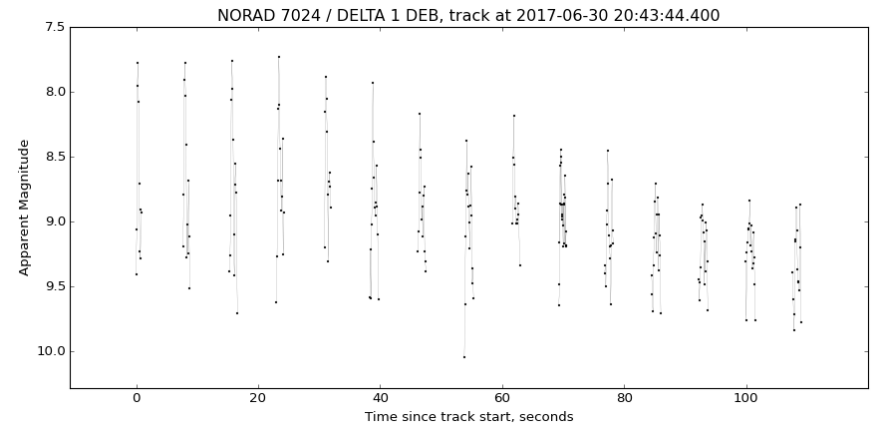
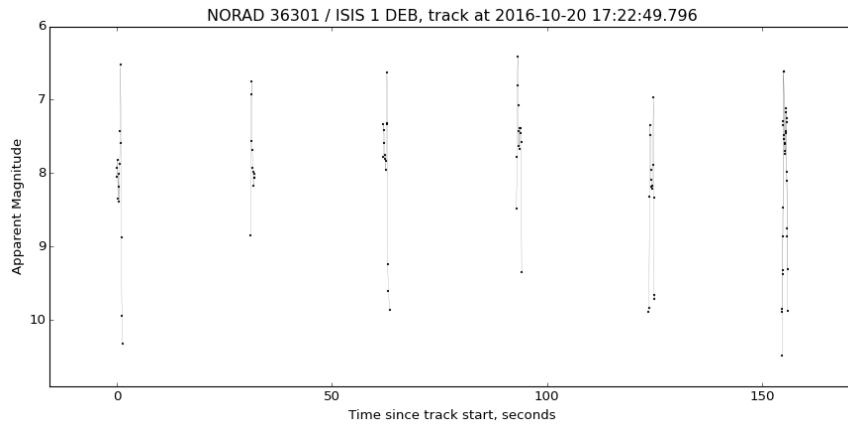
Накопление данных о динамике периодов вращения



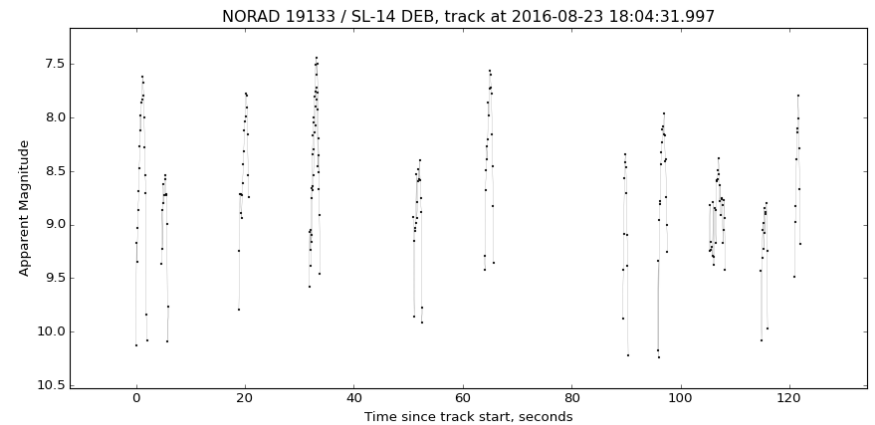
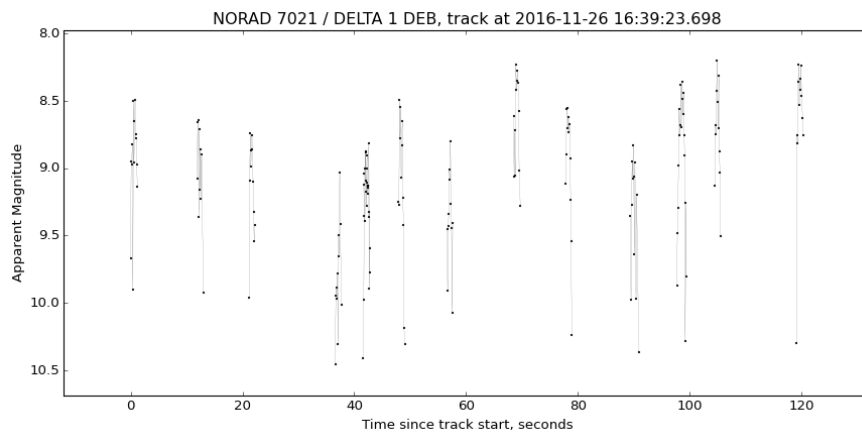
Периодических КО в БД ~1000.

Интересная группа объектов: Обломки, вспыхивающие редко

Периодические



И аperiodические



Спасибо за внимание!

