

Результаты наблюдений неизвестных фрагментов космического мусора в геостационарной области

Левкина П.А.¹, Бахтигараев Н.С.¹, Чазов В.В.²

¹Институт астрономии Российской академии наук

²Государственный астрономический институт
им. П.К. Штернберга МГУ

Цели и задачи оптических наблюдений

- обновление и поддержание каталога объектов;
- исследование населённости околоземного космического пространства;
- определение физических и орбитальных характеристик фрагментов космического мусора;
- поиск и обнаружение фрагментов;
- каталогизация фрагментов космического мусора (в том числе утерянных объектов на высоких орбитах).

Обсерватория на пике Терскол

$\varphi = 43^{\circ} 16' \text{ с.ш.}$

$\lambda = 42^{\circ} 30' \text{ в.д.}$

$H = 3150 \text{ м}$

	CCD-камера Fli PL 4301 (фокус Ричи-Кретьена)
Апертура	2 м
Фокальное расстояние	16 м
Размер CCD	2084 x 2084 пикселей
Размер пикселя	24 x 24 мкм
Поле зрения	~ 12' x 12'
Быстродействие	2-5 с
Обнаружение на ГСО	до 22 ^m



*Основной инструмент
обсерватории Zeiss-2000*

Пополнение каталога объектов СККП с помощью аппаратуры Zeiss-2000 в 2014-2015 гг.

2014 г.

- *Обнаружено и подтверждено - новых и утерянных (от 101 до 167 суток) **12 объектов***
- *Уточнены орбиты **85** давно не наблюдававшихся (от 11 до 85 суток) объектов*

2015 г. (на текущий день)

- *Обнаружено и подтверждено - новых и утерянных (от 215 до 553 суток) **5 объектов***
- *Уточнены орбиты **65** давно не наблюдававшихся (от 10 до 96 суток) объектов*

Статистика новых объектов (ноябрь 2014 г.)

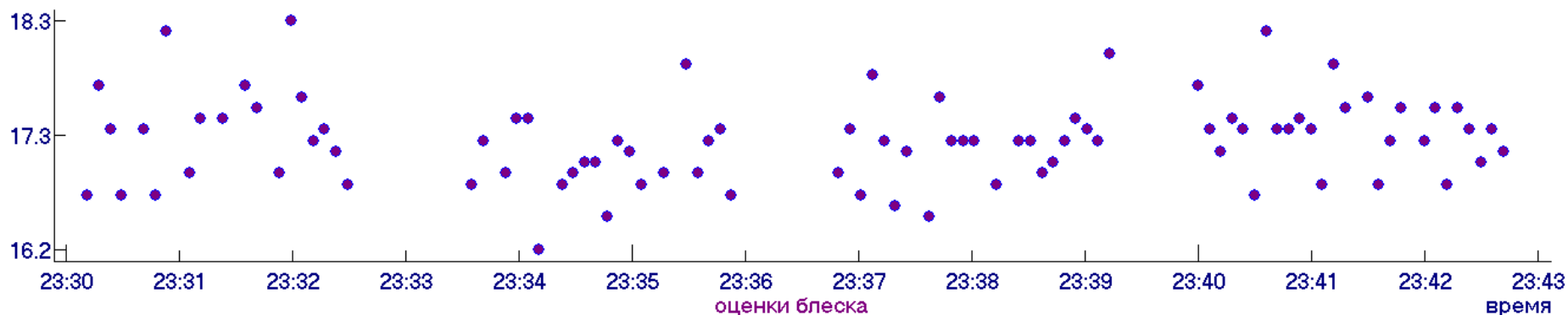
Объект	общий интервал наблюдений	общее количество наблюдений	СКП	оценка A/m (м ² /кг)	оценка периода изменения блеска	интервал изменения блеска
66400	43 мин.	79	0.44"	—	4 минуты	16.8 – 19.4
66500	23 мин.	71	0.53"	—	3 – 5 минут	18.2 – 20.7
90600	3 вечера	275	0.37"	0.320	3 – 5 минут	16.8 – 18.0
90602	6 вечеров	502	0.42"	5.597	1 – 2 минуты	16.4 – 19.5
90603	5 вечеров	183	0.99"	10.404	1 – 2 минуты	15.9 – 18.3
90605	4 вечера	499	0.83"	4.627	1 – 2 минуты	16.3 – 19.7

Статистика новых объектов (ноябрь 2014 г.)

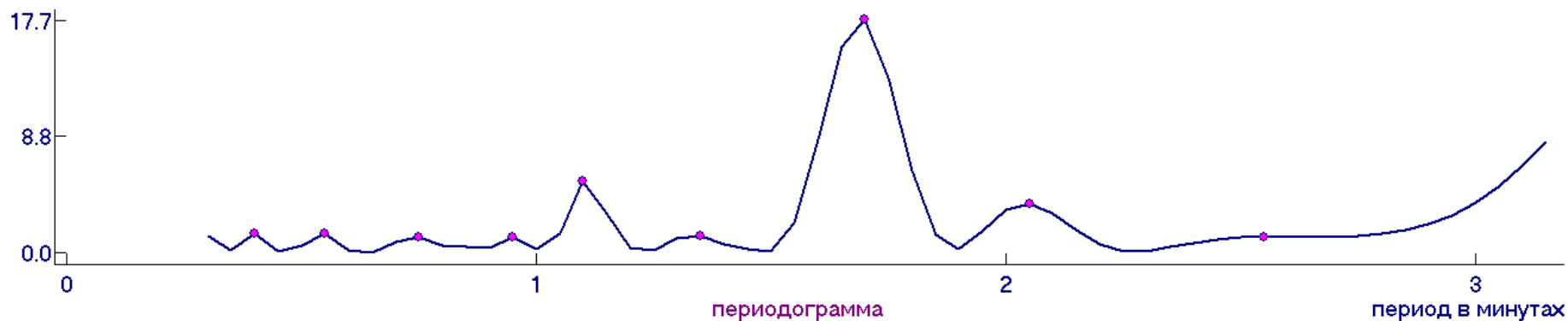
Объект	среднее движение (об/сутки)	эксцентриситет	наклонение (°)	большая полуось (км)
66400	1.0072	0.0563	14.44	42039.4
66500	0.9932	0.0540	14.40	42431.2
90600	1.0093	0.0255	13.63	41980.2
90602	1.0202	0.0451	12.57	41679.1
90603	1.0032	0.1349	12.91	42149.1
90605	1.0050	0.0554	14.44	42098.3

Данные по объекту 90603, изменение блеска

объект 90603, число положений 87 в интервале от 13.11.2014 23:30:11 до 13.11.2014 23:42:43



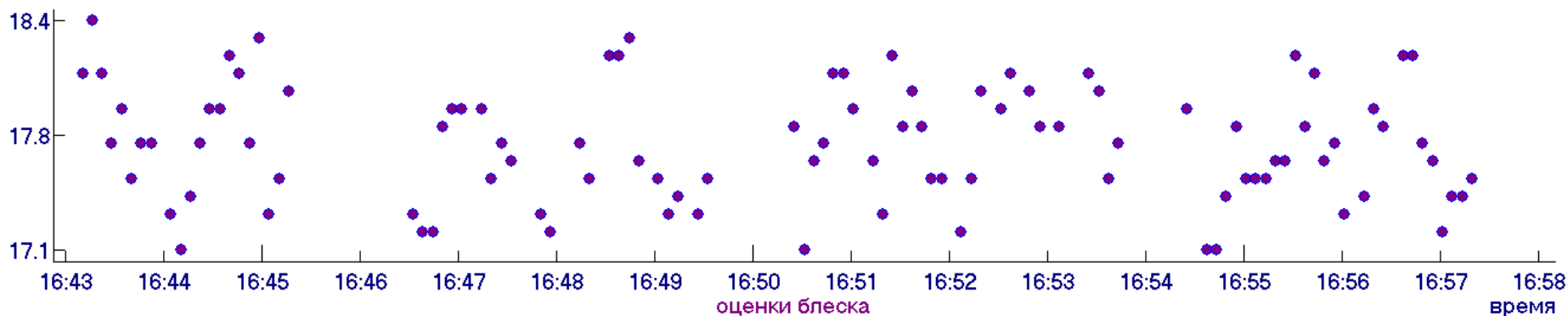
объект 90603



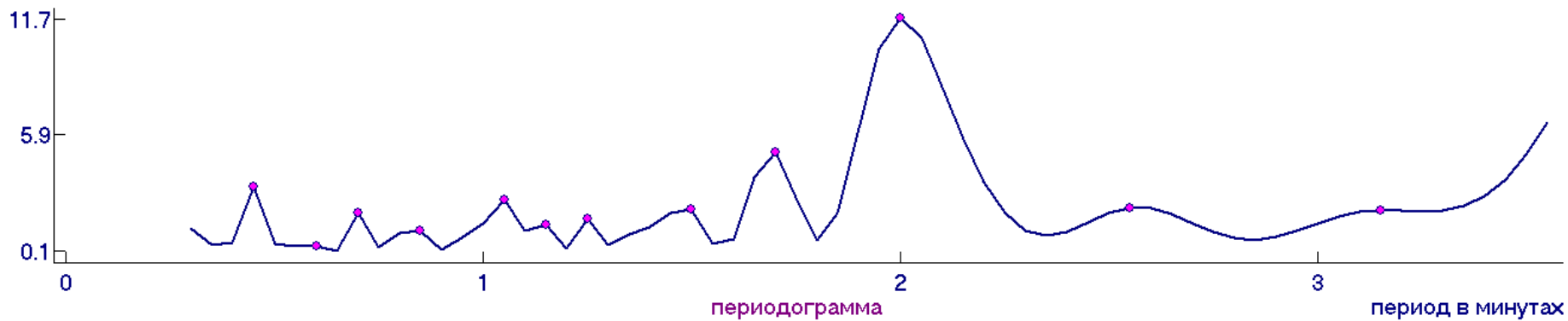
периодограмма значение функции $D(P)$ 17.7 , период P 1.7 минут

Данные по объекту 90605, изменение блеска

объект 90605, число положений 98 в интервале от 11.11.2014 16:43:10 до 11.11.2014 16:57:19



объект 90605



периодограмма значение функции $D(P)$ 11.7 , период P 2.0 минут

Звенигородская обсерватория ИНАСАН

$\phi = 55^{\circ} 41' \text{ с.ш.}$

$\lambda = 36^{\circ} 46' \text{ в.д.}$

$H = 198 \text{ м}$

	CCD-камера Fli PL 9000
Диаметр гл. зеркала	50 см
Апертура	50 см
Фокусное расстояние	125 см
Детектор	3056 × 3056 пикселей
Поле зрения	1.65° × 1.65°
Точность ед. измерения ГСС	0.30"
Порог обнаружения на ГСО	~ 18 ^m



*Телескоп Сантел-500
на монтажке ВАУ*

Наблюдения высокоэллиптических космических объектов

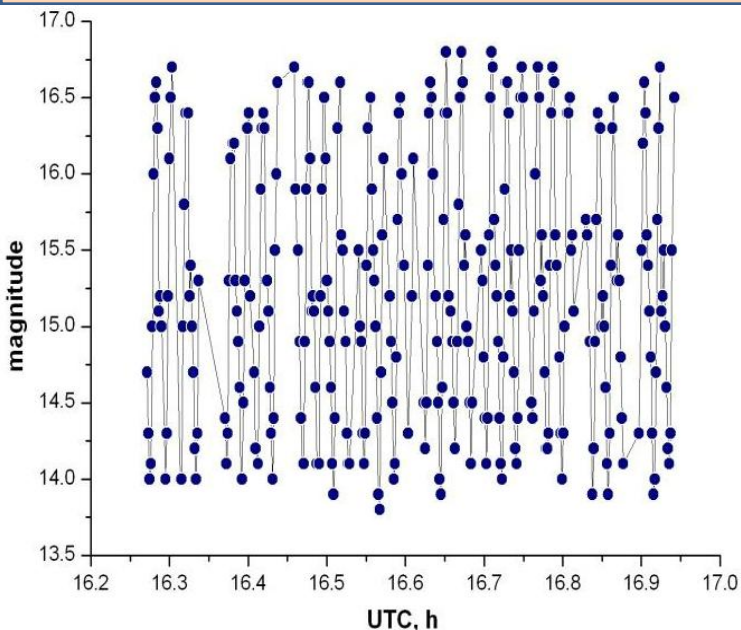
дата	$h_{\min}$ (км)	$h_{\max}$ (км)	e
01.03.2012	1270	38580	0.70928
01.08.2012	1090	38758	0.71606
01.01.2013	900	38950	0.72338
01.09.2013	800	39050	0.72700
01.12.2013	700	39140	0.73066
01.06.2014	750	39100	0.72896
01.12.2014	800	39050	0.72719

95633 ИПМ:

- открыт на Звенигородской обсерватории ИНАСАН в марте 2012г.
- включён в список ЦККП
- в Терскольской обсерватории ИНАСАН выполнены фотометрические наблюдения объекта
- сделан прогноз элементов орбиты до 2018 года

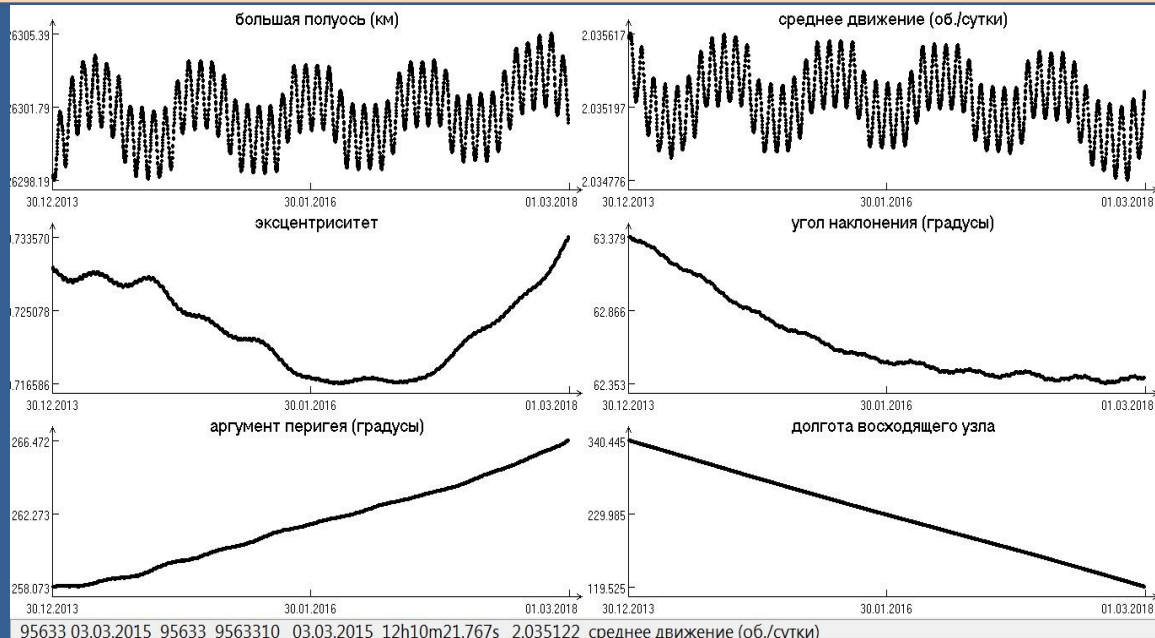
Исследование объекта 95633 ИПМ

Изменение блеска
объекта 95633
по наблюдениям на Zeiss-2000
12.12.2013



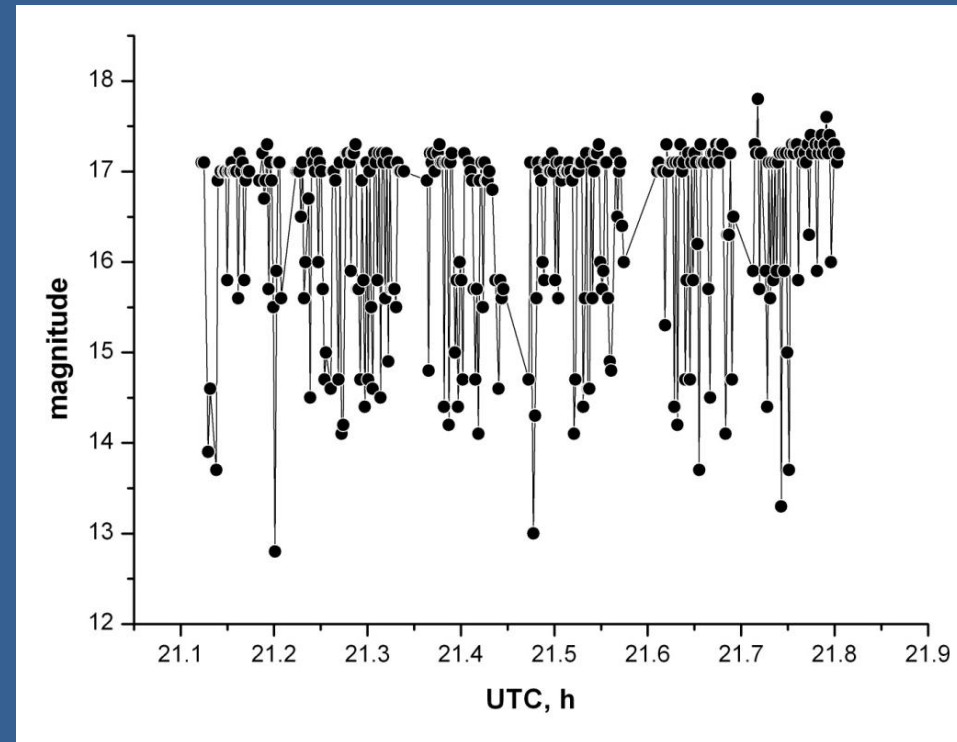
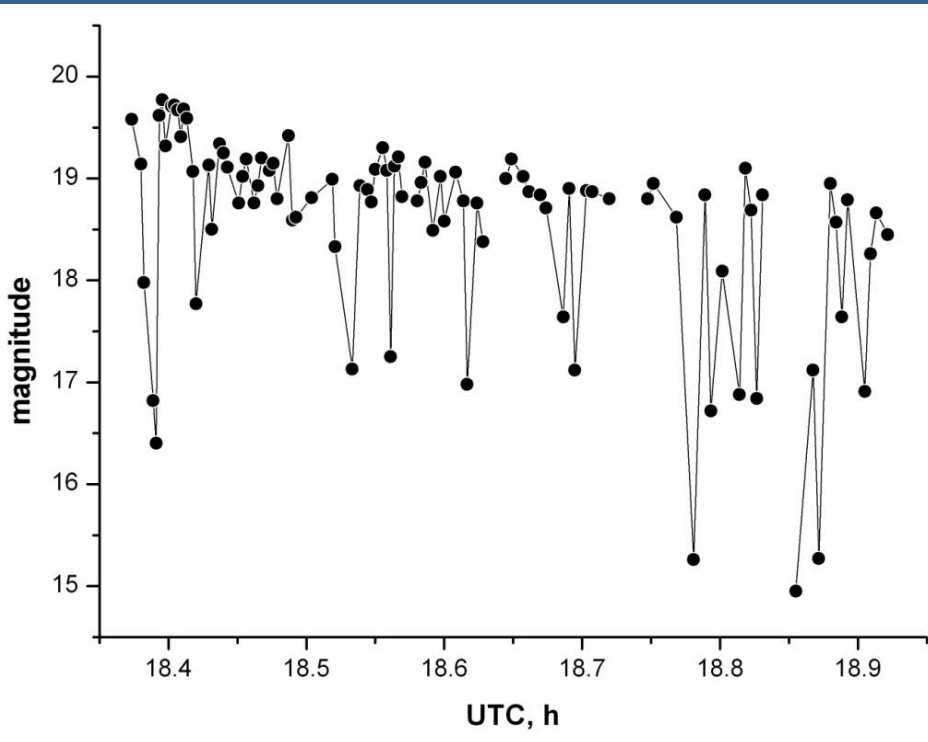
Два основных периода:
4.5 минуты и 1.3 минуты

Эволюция орбиты объекта 95633.
*Критический $e=0.75$ прогнозируется
в 2018 г.*

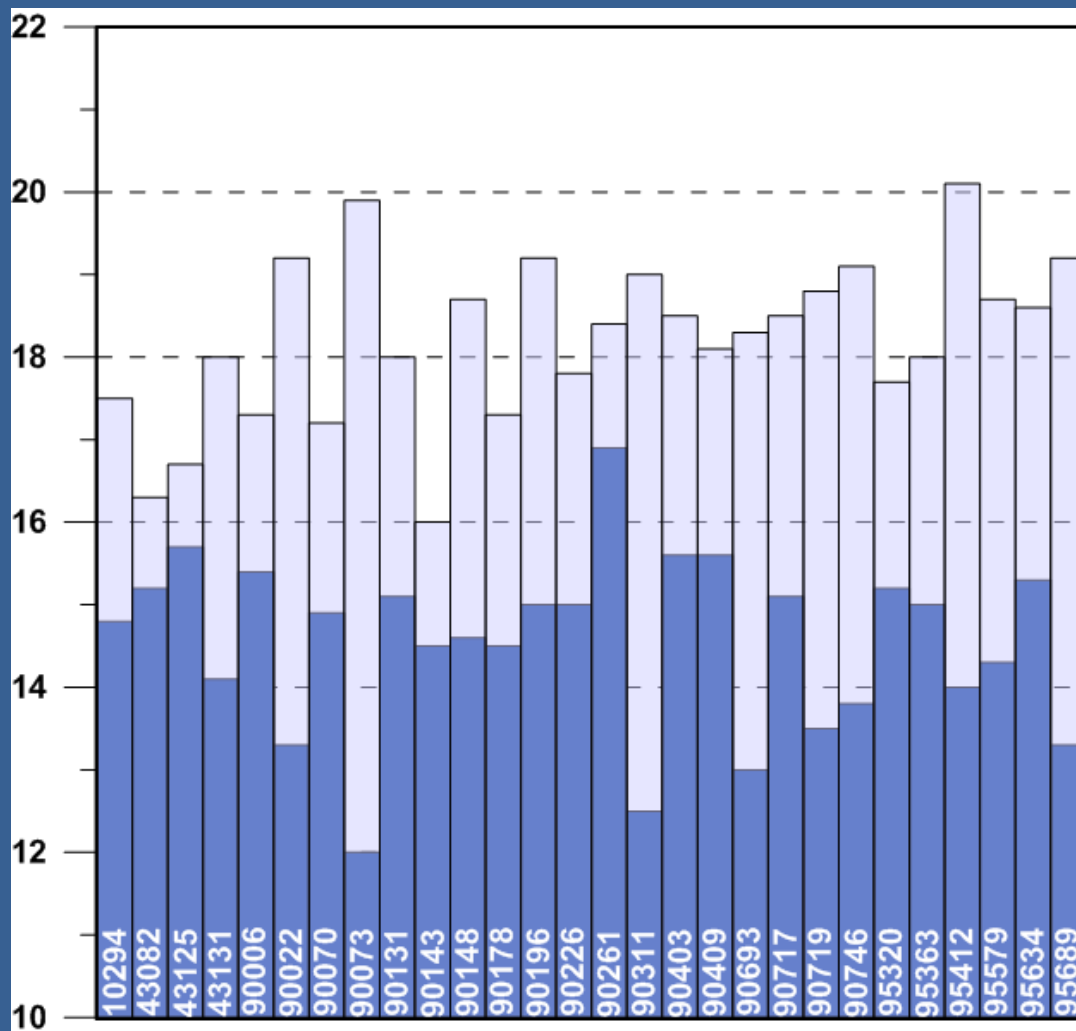


Период изменения большой полуоси – около
350 суток – обусловлен вхождением объекта в
тень Земли и большим A/m

Обнаружение и подтверждение орбиты объектов (Zeiss-2000, июль 2015 г.)



Амплитуда изменения блеска (29 объектов, Zeiss-2000, июль 2015 г.)

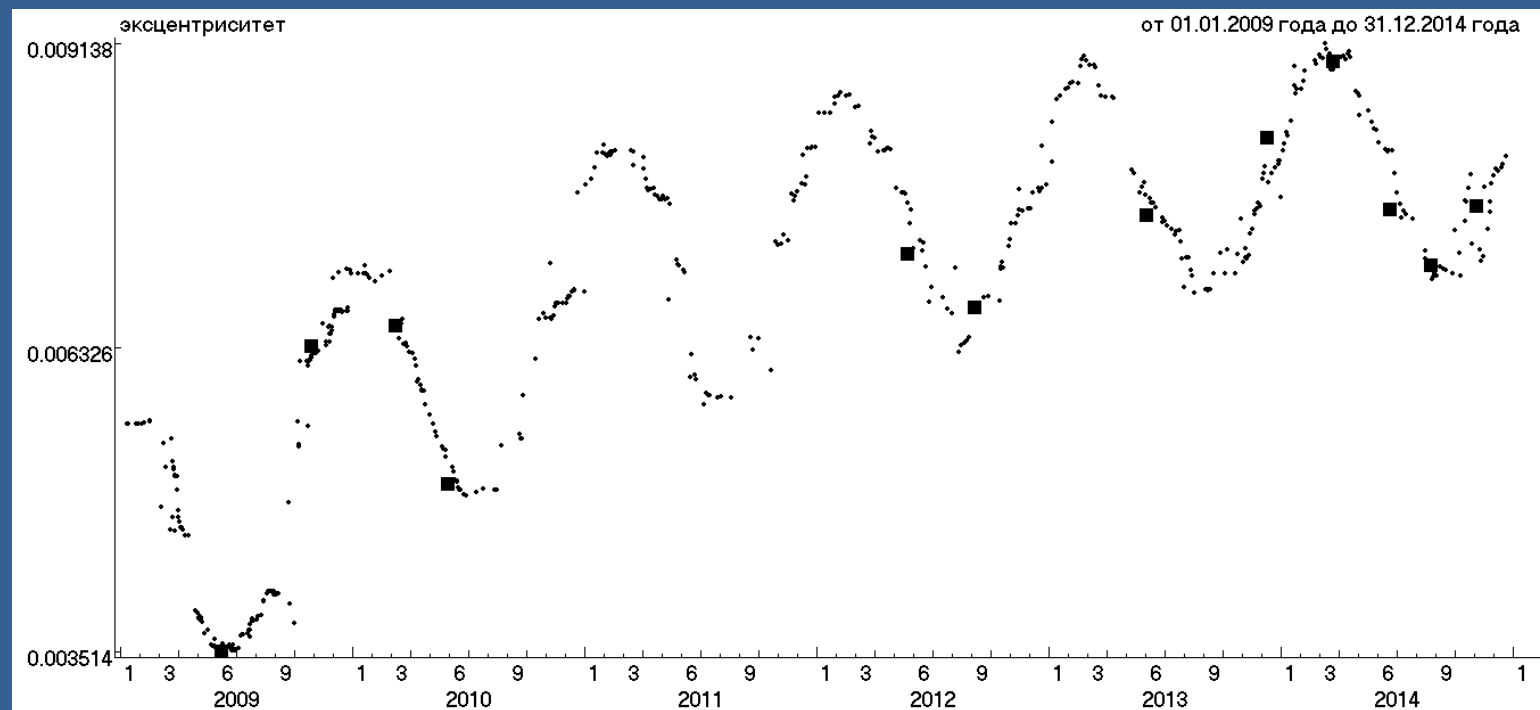


Исследование отдельных областей геостационарной орбиты

Исследование области вблизи точки либрации 75° в.д., где

- наблюдается повышенная концентрация космического мусора
- расположены точки стояния российских КА (коммерческих и военных)

Эволюция эксцентриситета фрагмента 90073 (наблюдательные данные)

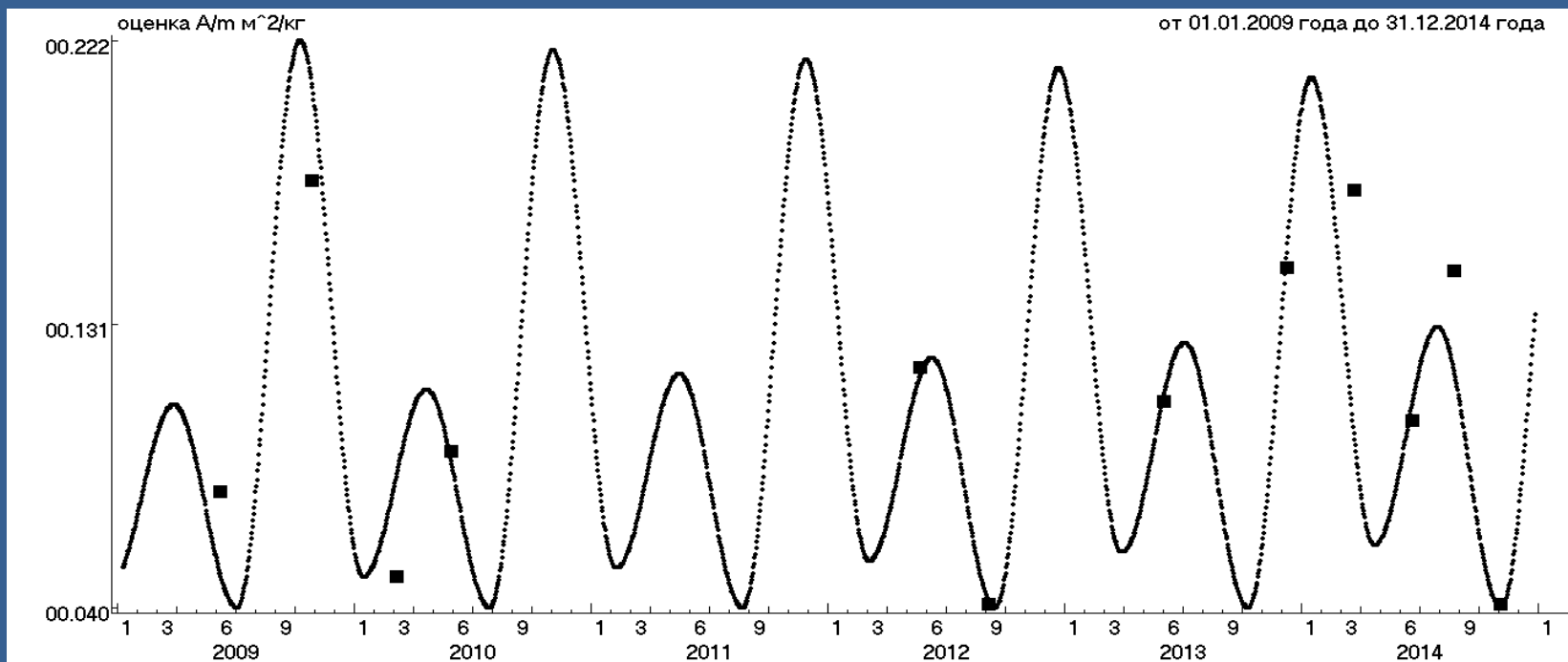


Исследование отдельных областей геостационарной орбиты

Исследование области вблизи точки либрации 75° в.д., где

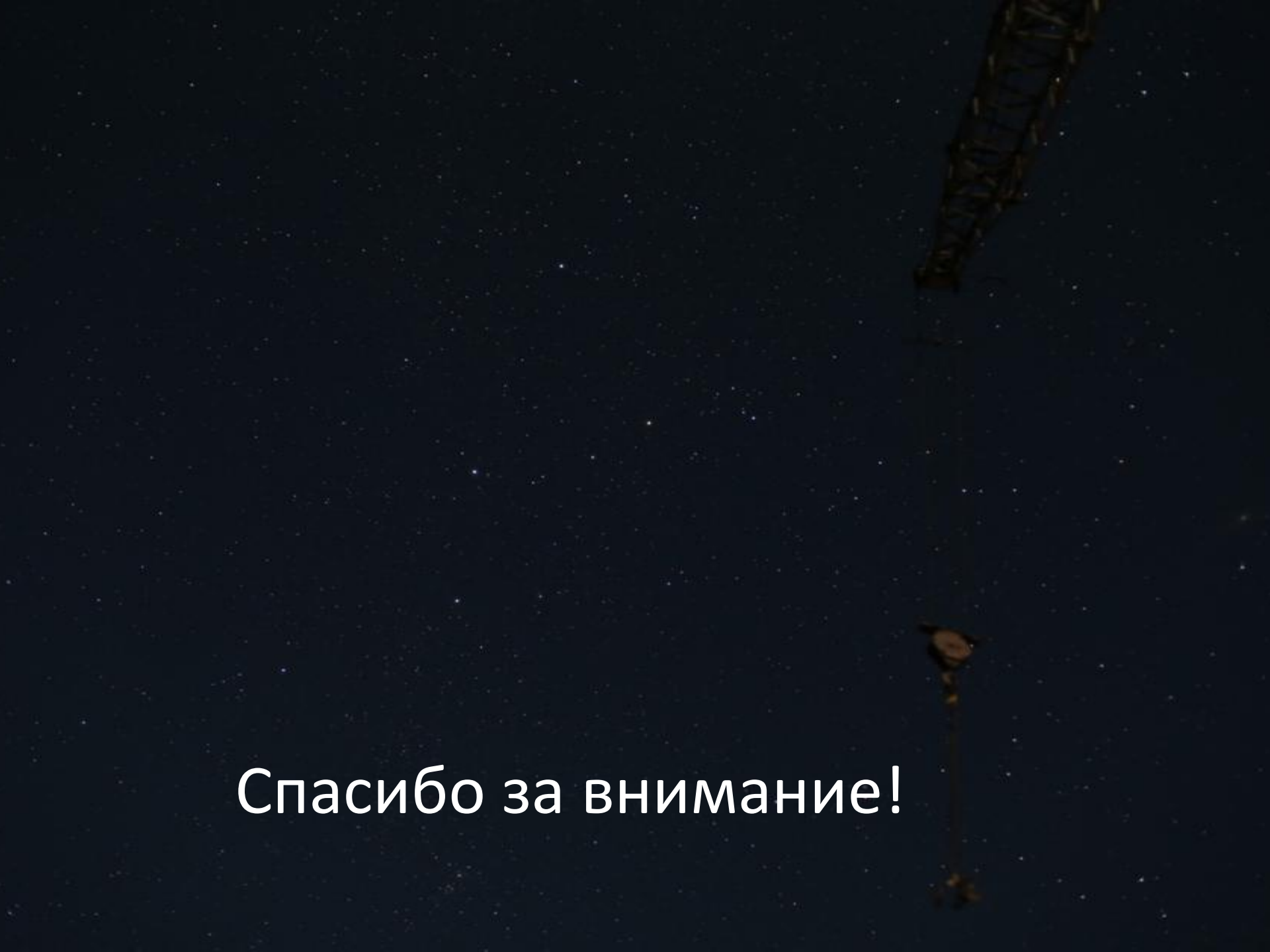
- наблюдается повышенная концентрация космического мусора
- расположены точки стояния российских КА (коммерческих и военных)

Модель вариаций величины отношения A/m фрагмента 90073



Заключение

- Возможность научного использования результатов наблюдений даже с одного пункта. Выявление особенностей орбитальной эволюции объектов с последующим их исследованием.
- Наблюдения объектов в ГС области с параметрами:
 - наклонения от 0° до 16° ,
 - эксцентриситета от 0.0001 до 0.75,
 - амплитудой изменения блеска от 0.5^m до 8^m за один сеанс для одного объекта.
- Вклад в поддержание и пополнение динамического каталога высокоорбитальных космических объектов.



Спасибо за внимание!