

# ДИНАМИЧЕСКИЕ И ФИЗИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ АСТЕРОИДА 11/2017 U1 ('Оитиатиа)

**Медведев Ю.Д., Вавилов Д.Е., Кочетова О.М.**  
ИПА РАН

1I/'Oumuamua — первый обнаруженный межзвёздный объект, пролетающий через Солнечную систему. Он был открыт 19 октября 2017 года на основе данных телескопа Pan-STARRS, когда астероид был на расстоянии 0.22 а.е. (33 млн км) от Земли. Первоначально Оумуамуа считался кометой, но спустя неделю он был классифицирован как астероид.

Основываясь на результатах 80 дней наблюдений, эксцентриситет у Оумуамуа составляет  $1.2011(3\pm 2)$ , что является самым высоким значением среди всех когда-либо наблюдавшихся тел Солнечной системы. Такое значение эксцентриситета позволяет сделать вывод, что астероид никогда не был связан гравитационно с Солнечной системой и является межзвёздным объектом. Наклон орбиты составляет  $122^\circ.7$ . В межзвёздном пространстве скорость у 1I/Оумуамуа составляет 26.33 км/с относительно Солнца.

# Орбита астероида



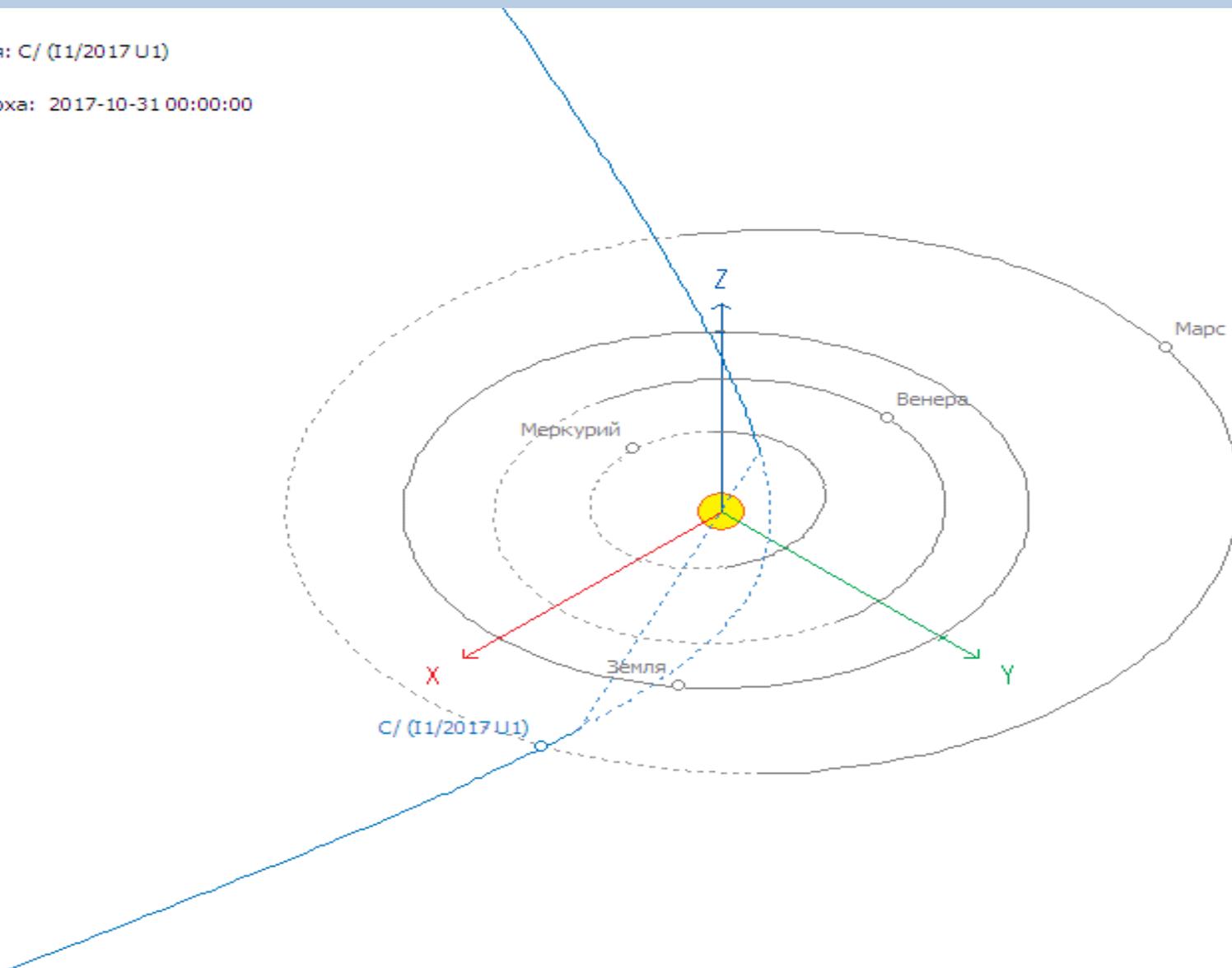
Element	Value	Uncertainty (1-sigma)	Units
e	1.201133796102373	2.1064e-05	
a	-1.27234500742808	0.00010015	au
q	.2559115812959116	6.6635e-06	au
i	122.7417062847286	0.00028826	deg
node	24.59690955523242	0.00025422	deg
peri	241.8105360304898	0.0012495	deg
M	51.1576197938249	0.0061155	deg
t <sub>p</sub>	2458006.007321375231 (2017-Sep-09.50732138)	0.00026424	TDB

# Орбита астероида

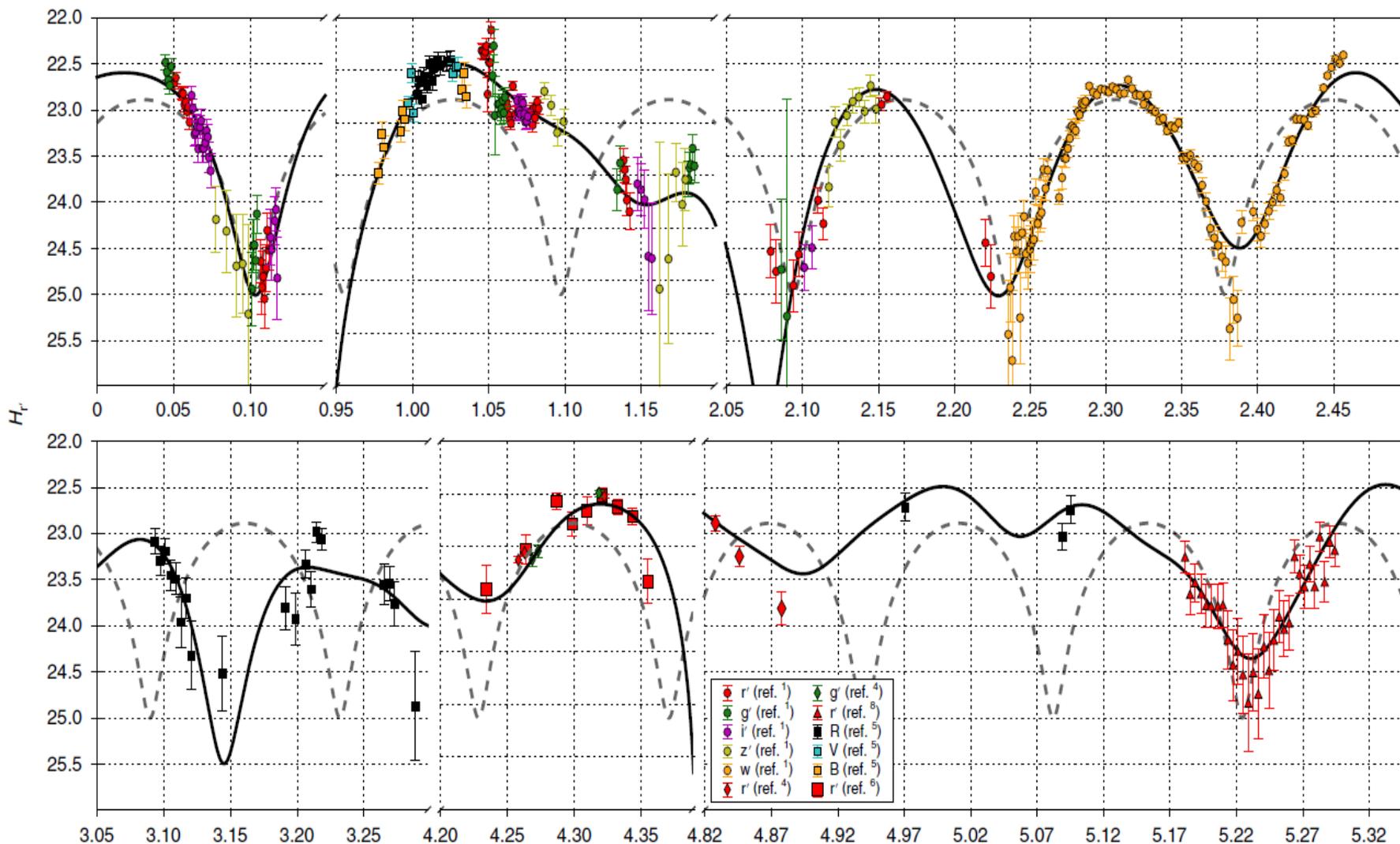


Имя: C/ (11/2017 U1)

Эпоха: 2017-10-31 00:00:00

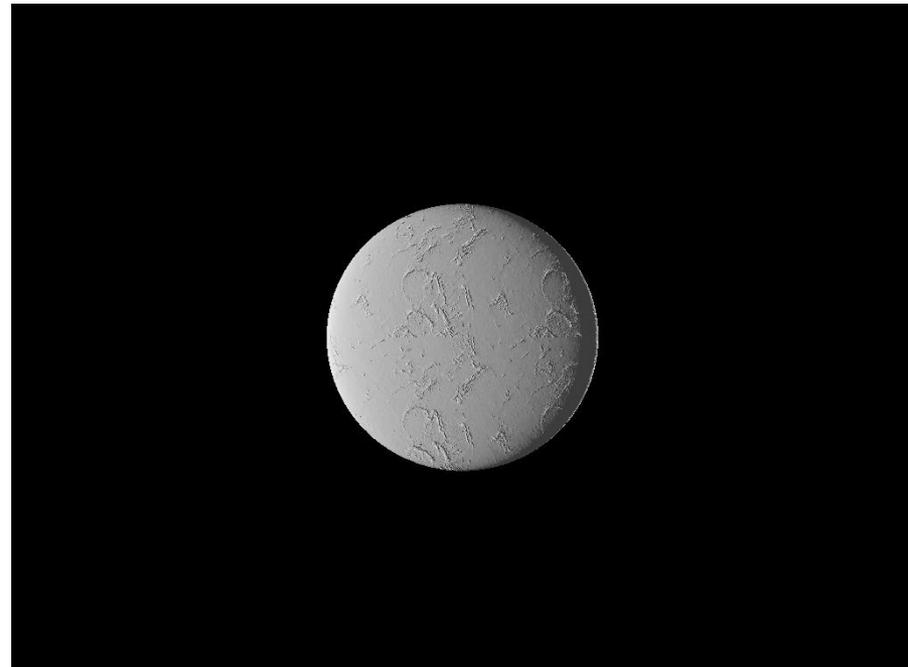
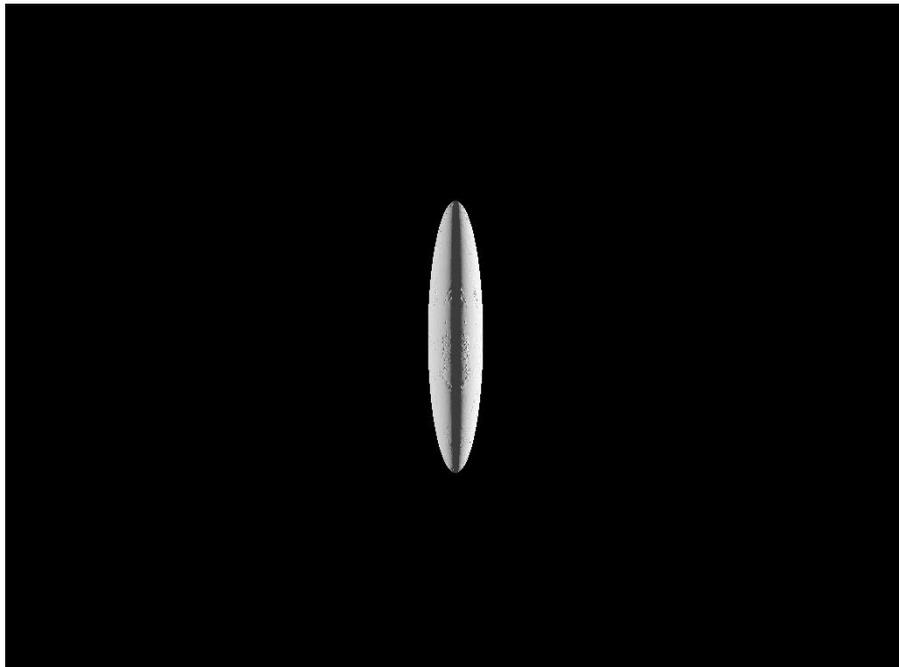


# Кривая блеска



Период вращения  $1/P_{\text{Оумуамуа}}$  лежит в пределах от 7.3 до 8.10 ( $\pm 0.4$ ) час.,  
с амплитудой яркости 2.5 m.

1I/Оумуамуа - либо эллипсоид с полуосями  $230 \times 35 \times 35$  м и соотношение полуосей 6:1, либо сильно сжатый сфероид со сжатием близким к 1.



Общее число наблюдений 207

Дуга наблюдений 80 дней

Первое наблюдение 14 октября 2017 г.

Последнее наблюдение 2 января 2018 г.

30 высокоточных наблюдений космического телескопа «Хаббл»  $\delta = 0.05''$ .

40 наземных наблюдений обсерваторий

Mauna Kea Observatory, Paranal Observatory,

Las Campanas Observatory с точностями

$\delta \leq 0.1''$

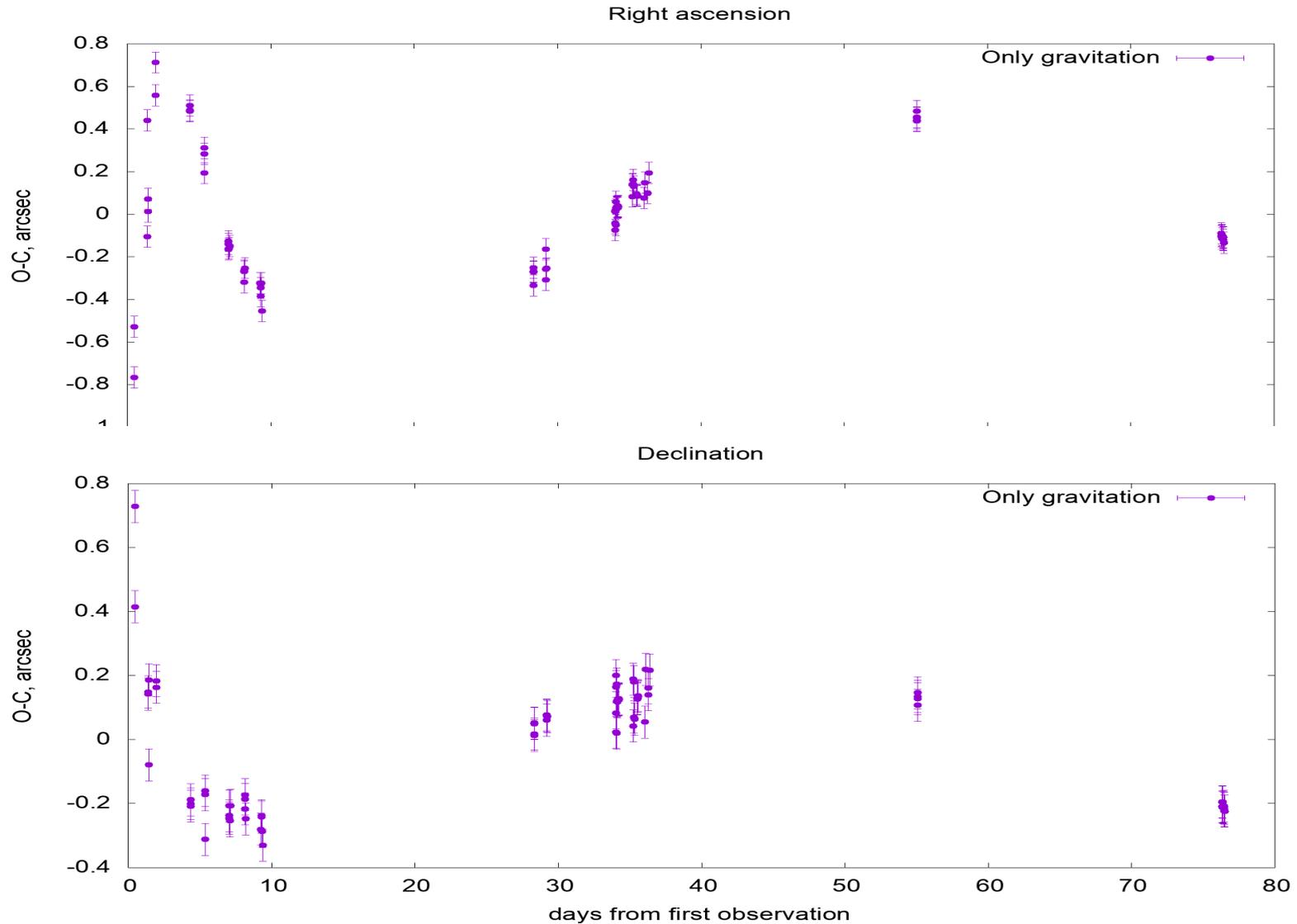
Обработка показала наличие систематических уклонений в позиционных наблюдениях астероида



Негравитационные ускорения в движении астероида !  
По мнению (Micheli, M. et al. Non-gravitational acceleration in the trajectory of 1I/2017 U1 ('Oumuamua). *Nature* **559**,223–226 (2018)) ускорения имеют реактивную природу.

Однако, кома не зафиксирована!

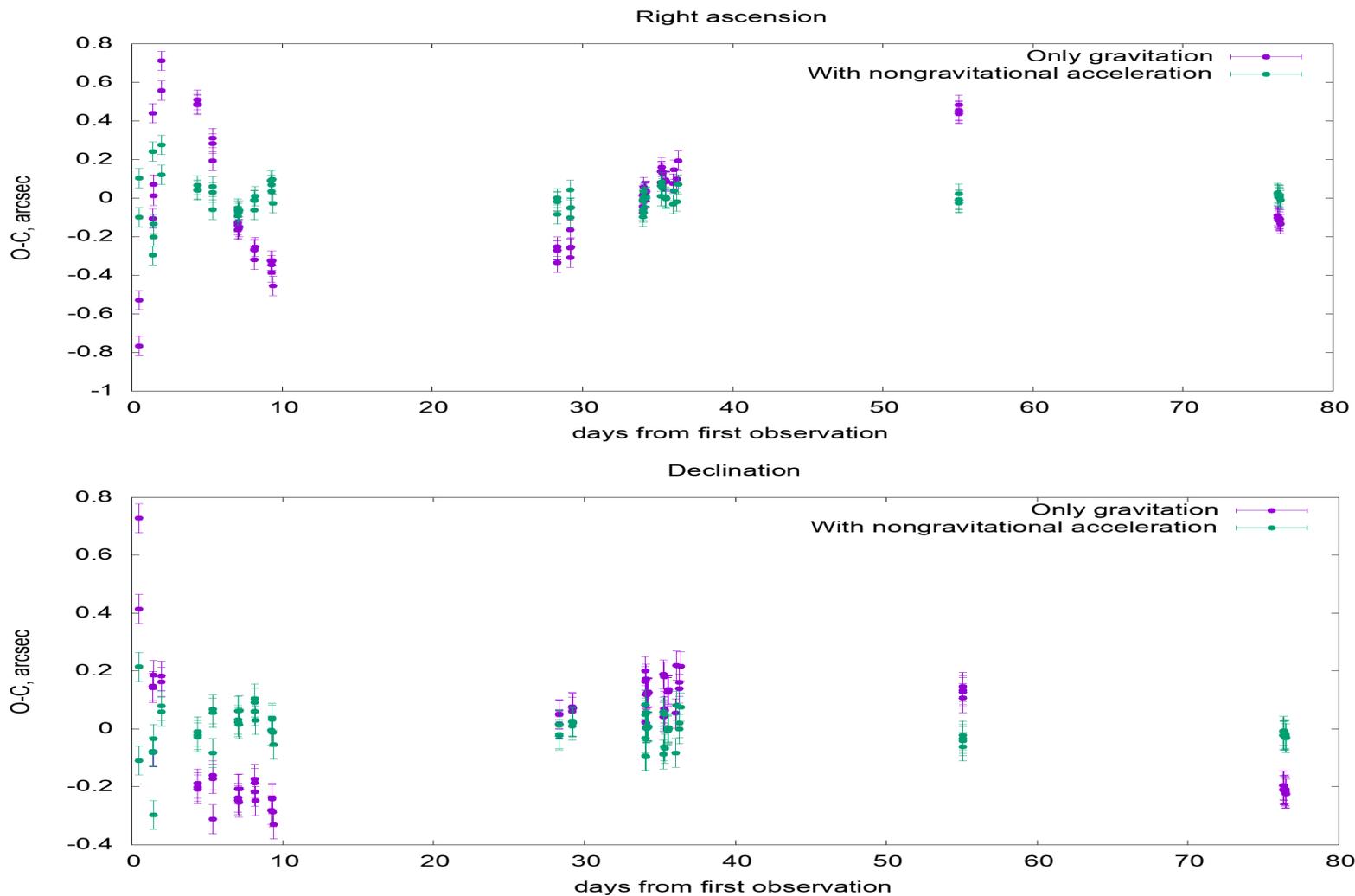
# Значения O - C



# Радиальная сопоставляющая ускорения



$$A_1 = (25.93 \pm 0.6) \cdot 10^{-8} \text{ ae/сут}^2$$



# Гипотезы о возникновении ускорения



Сублимация вещества



Кома ?

Столкновение



Отсутствие последствий ?

Смещение фотоцентра

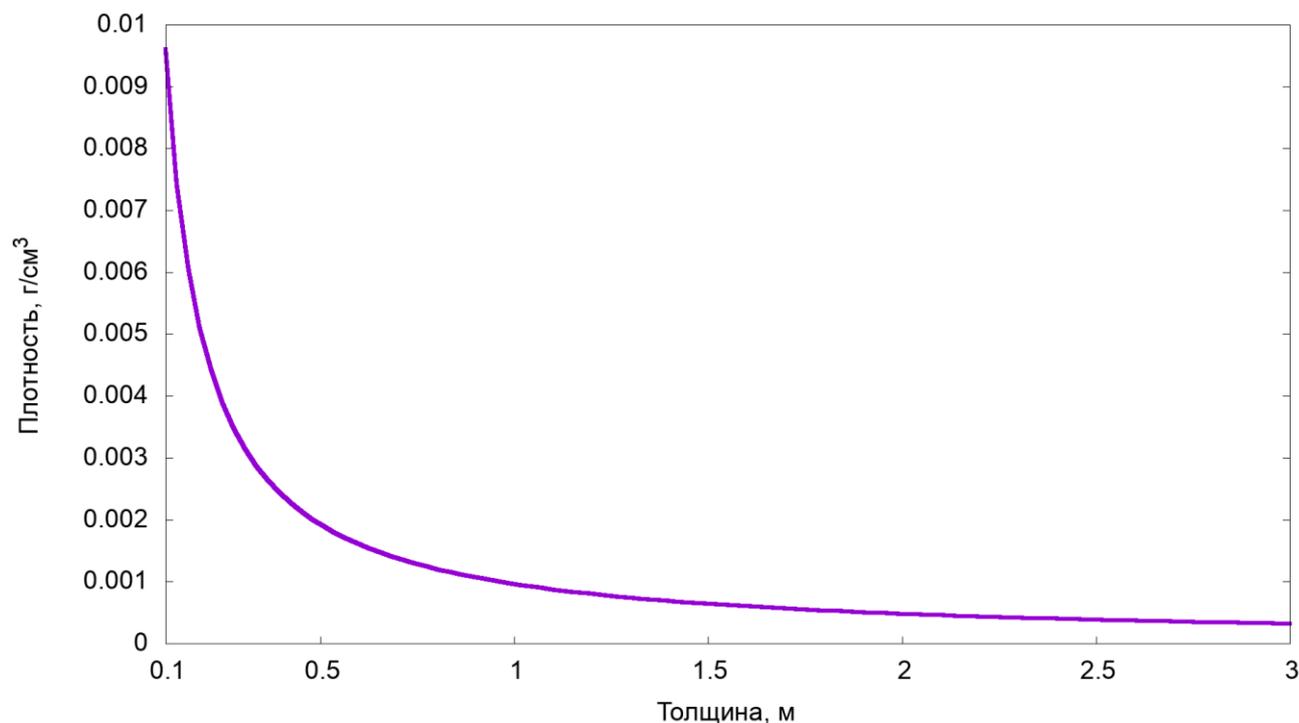


Кома ?

Световое давление



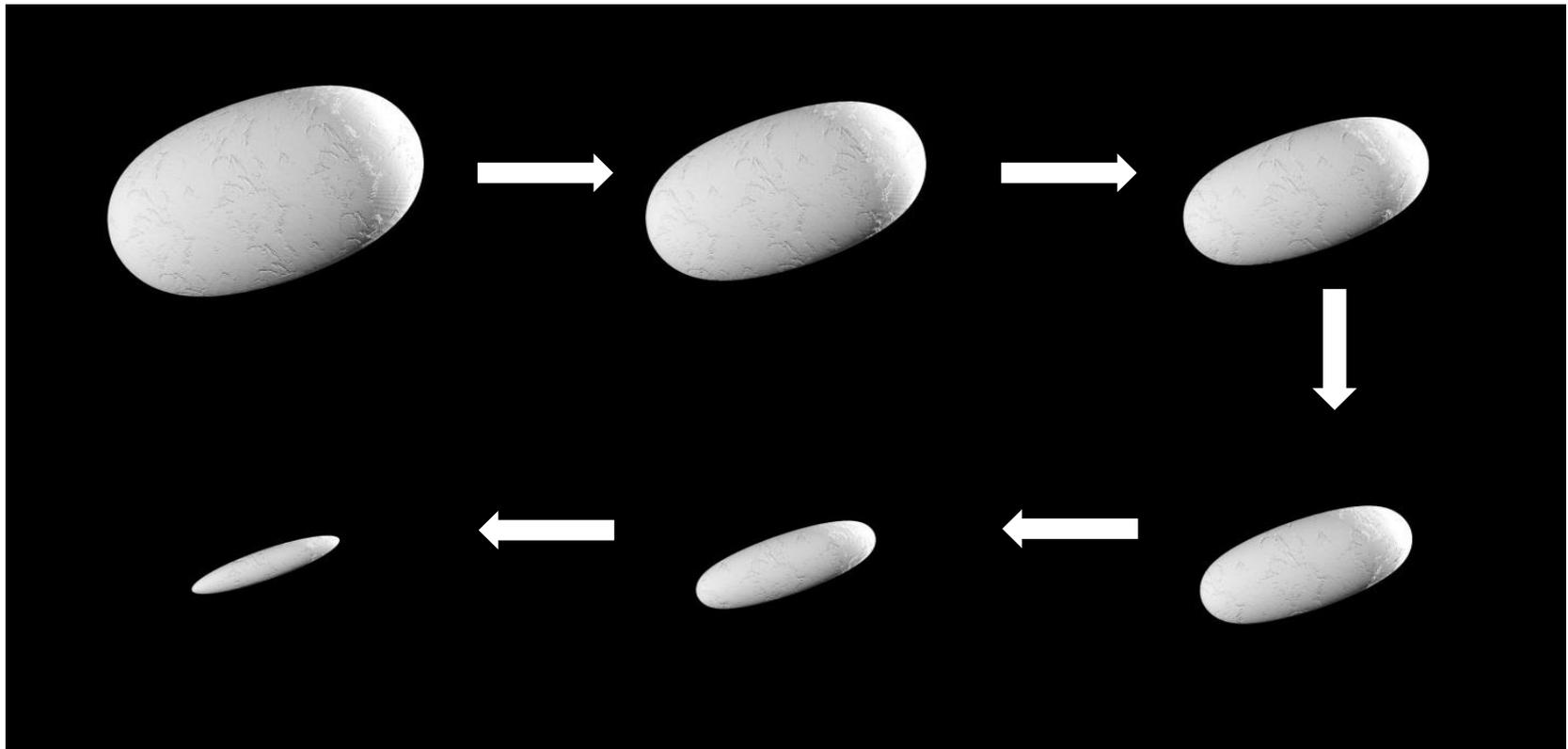
Очень высокая парусность ?



# Форма астероида результат эрозии ?



- Исследованы газовая и пылевая эрозии поверхности астероида.
- Показано, что пылевая эрозия в межзвездном пространстве может приводить к сильным изменениям формы астероида.



Для моделирования эрозии мы использовали комплекс программ SRIM (The Stopping and Range of Ions in Matter).

Моделировалось столкновение молекул Гелия, движущихся со скоростью 100 км/с. с кремневой поверхностью.

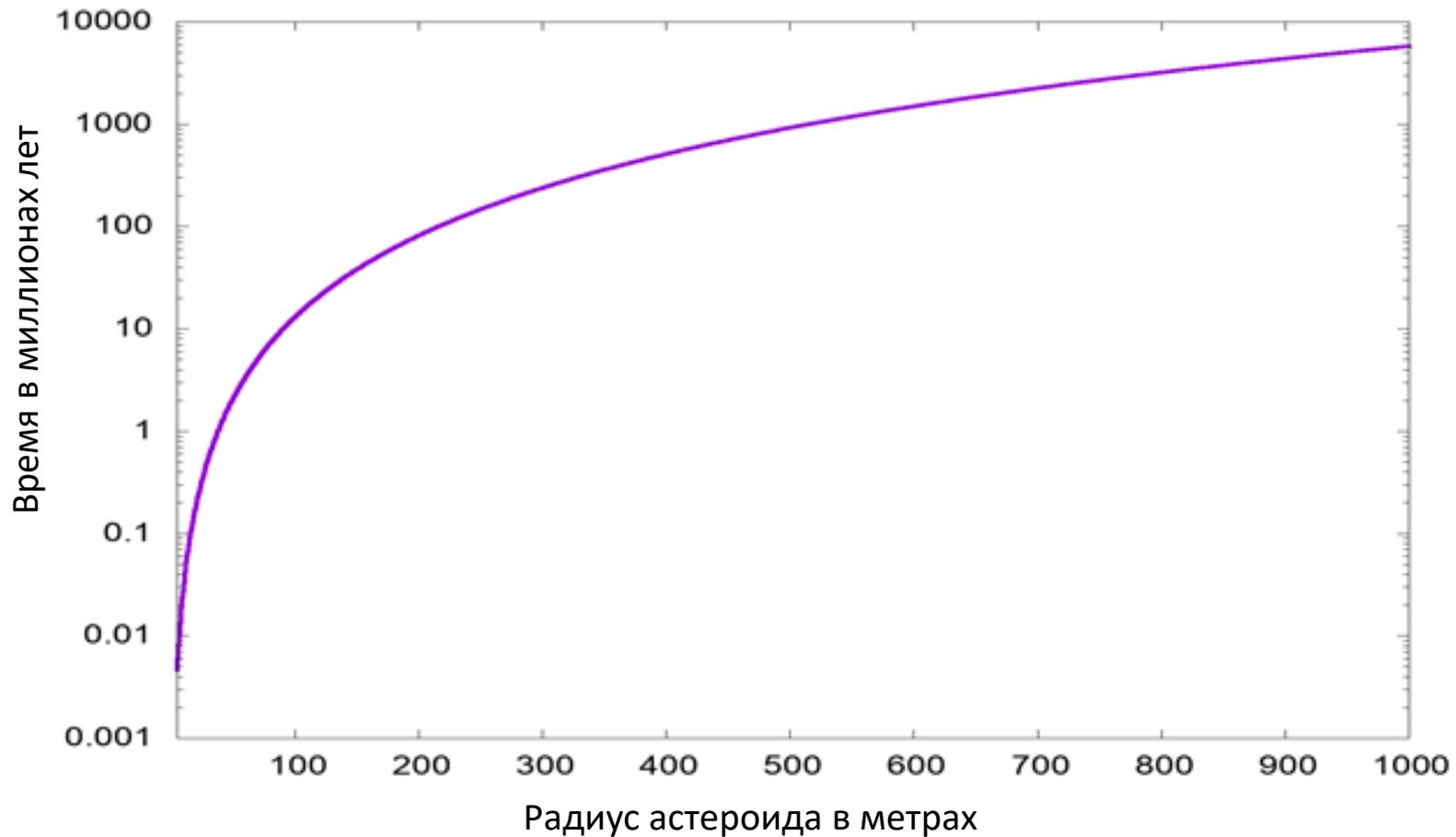
Вычисления показали, что скорость эрозии кремневой поверхности крайне мала (примерно в 1 миллиард медленнее, чем для пылинок).

- Оценена общая масса пыли необходимая для эрозии 125 метрового слоя астероидного вещества.
- Оценивался радиус кратера, который возникал в результате столкновения с пылевыми частицами.
- Варьировалась скорость пылинок от 20 до 200 км/с, а также физические свойства поверхностного слоя астероида, частности, плотность и его прочность.
- Вычисления показали, что требуется только от  $10^{-5}$  до  $10^{-3}$  грамм пыли на  $1 \text{ см}^2$ , чтобы сточить 125 метровый слой астероида.

# Пылевая эрозия поверхности



Относительная скорость пылинок – 100 км/с  
Межзвездная плотность -  $1.6 \cdot 10^{-27}$  г/см<sup>3</sup>



- Необычная форма астероида – результат пылевой эрозии поверхности. Столкновение  $\sim 10^{-4}$  г пыли с поверхностью астероида площадью  $1 \text{ см}^2$  приводит к уменьшению его размера на 125 м.
- Среднее время жизни 100 м астероида в галактическом диске – 5 миллионов лет.
- В движении астероида уверенно определяется радиальная составляющая негравитационного ускорения, величина которого  $A_1 = (25.93 \pm 0.6) \cdot 10^{-8} \text{ ае/сут}^2$ .
- Природа негравитационного ускорения, до сих пор, остается непонятной.

**Спасибо за внимание!**