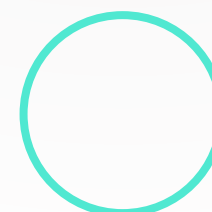


ПЕРШЕ ІНСТРУМЕНТАЛЬНО ЗАДОКУМЕНТОВАНЕ ПАДІННЯ ЗАЛІЗНОГО МЕТЕОРИТА

ОРБІТА ТА МОЖЛИВЕ ПОХОДЖЕННЯ



І. Кириленко, О.Голубов, І.Слюсарев, Я. Вісурі, М. Гріцевіч, Ю.Круглий,
І.Бельська, В.Шевченко



доповідач

Кириленко Ігор

Київ 2023

НАША КОМАНДА

Відділ фізики астероїдів і комет

це я



#ПереможціНФДУ



**Знайти залізо –
в космосі!**

Конкурс
"Підтримка досліджень провідних
та молодих учених"

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

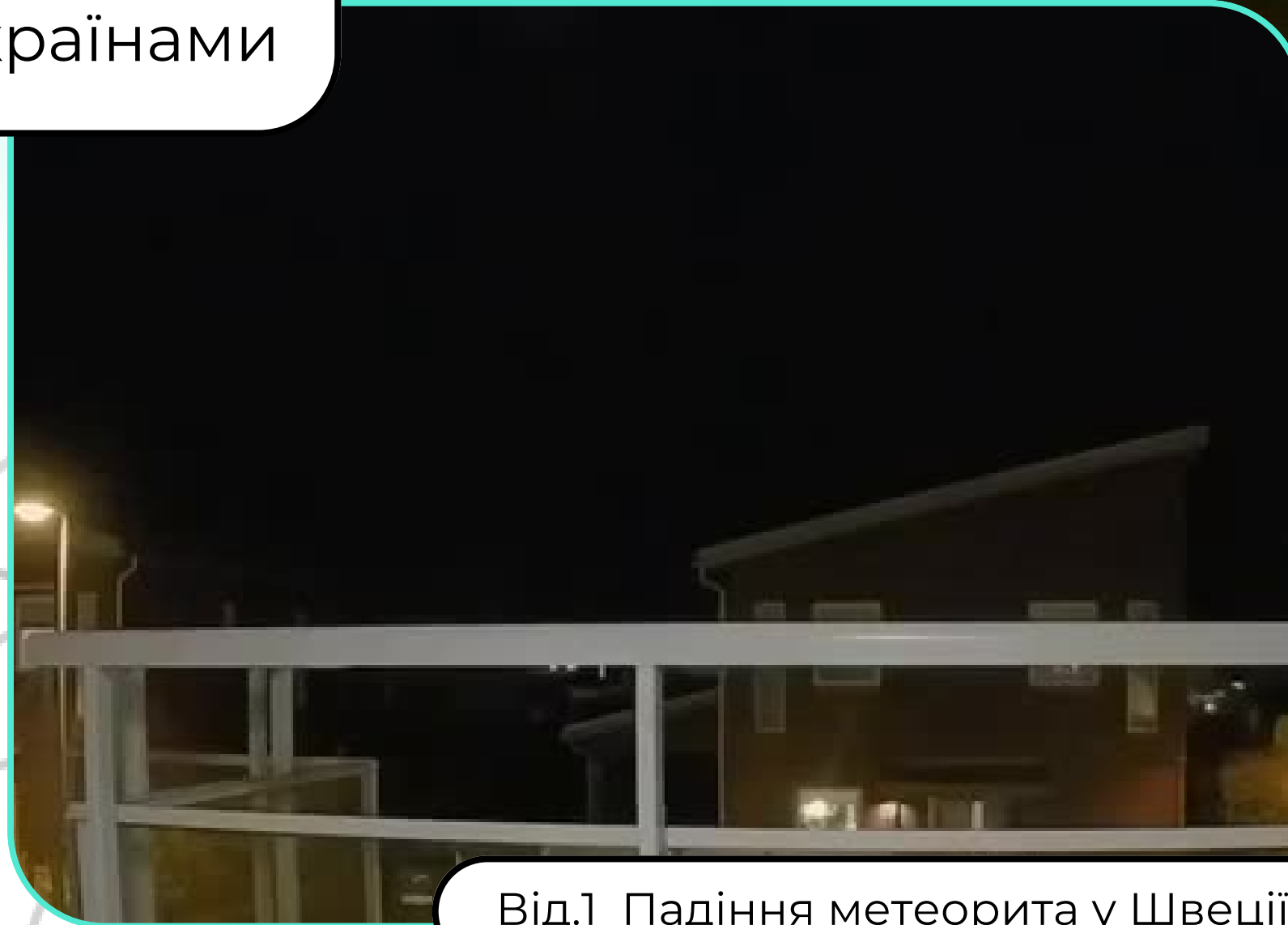


Науковий керівник:
Ірина Миколаївна
Бельська

Здобувачі гранту НФДУ,
проєкт «Металеві астероїди:
пошук батьківських тіл залізних
метеоритів, джерел позаземних
ресурсів»

ВІДКРИТТЯ

7 листопада 2020 року о
21:27:04 UTC було
зафіксовано болід над
територією Швеції та
скандинавськими країнами



Від.1 Падіння метеорита у Швеції, джерело, <http://norskmeteornettverk.no/>

ВІДКРИТТЯ

На місці падіння було знайдено фрагмент вагою 13.8 кг. На даний момент немає даних хімічного аналізу, але метеорит безперечно має металевий склад. (Moilanen & Gritsevich 2021)

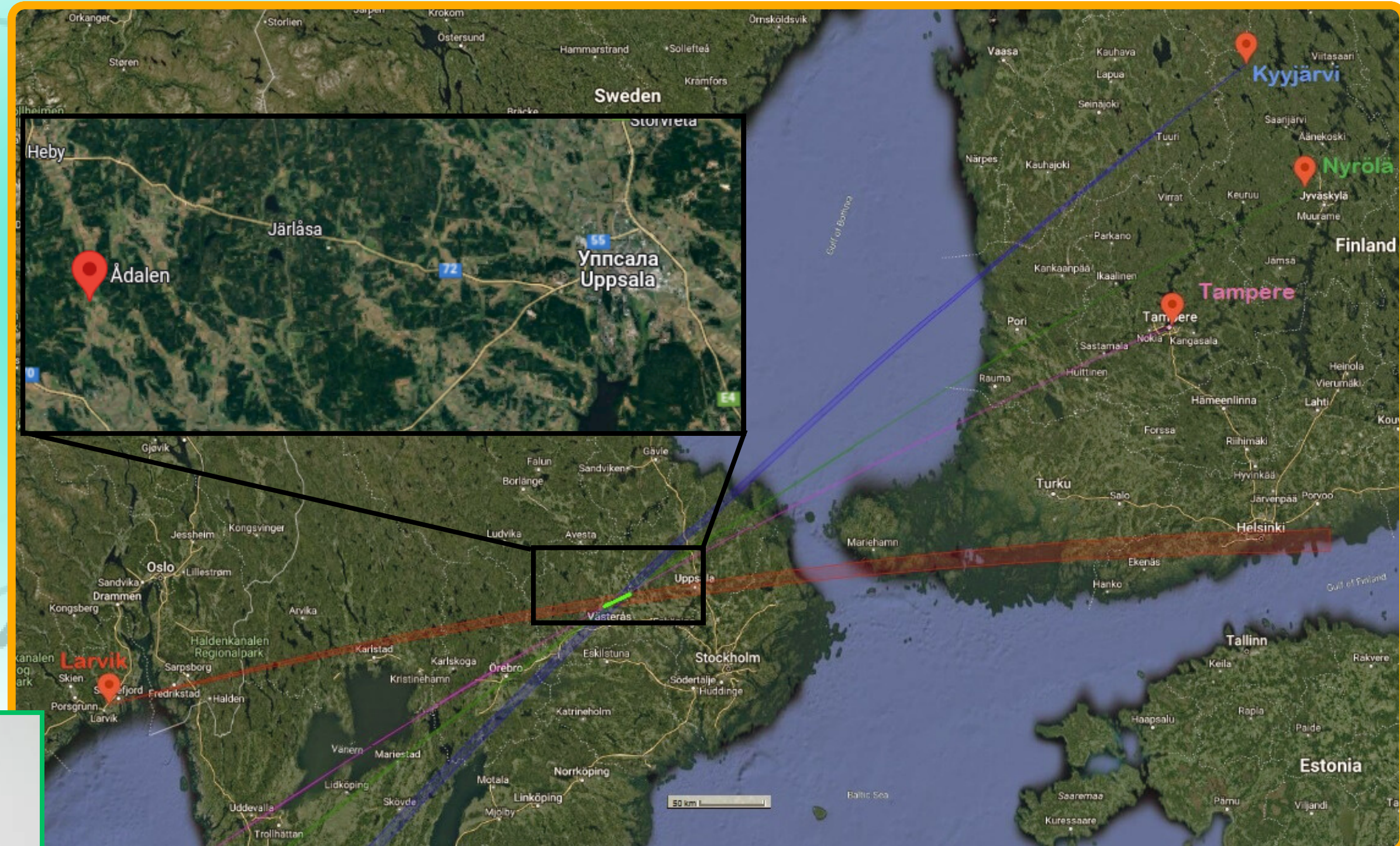


Рис.1 Місце падіння метеорита у Швеції та знайдений фрагмент.
Джерела: <https://www.imo.net/>, <http://norskmeteornettverk.no/>

РЕКОНСТРУКЦІЯ ОРБІТИ

Траєкторію та похибки орбіти було отримано за допомогою програмного забезпечення FireOwl групи Finnish Fireball Network ([Visuri & Gritsevich 2021](#)).

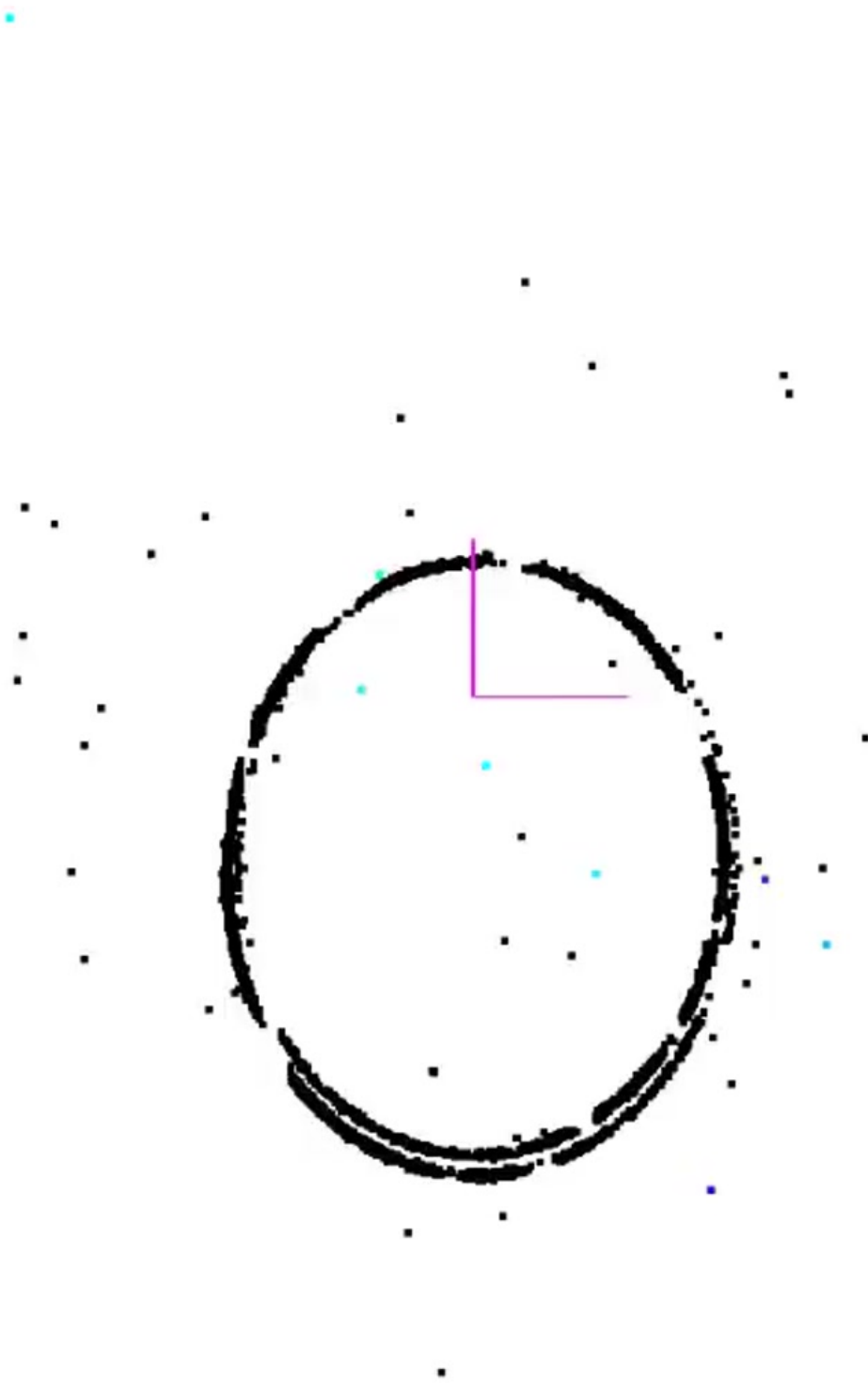
Початкова висота	Початкова координати	Напрям траєкторії	Нахил траєкторії	Швидкість входження
22.3 km	59.8175°N 16.7892°E	63.6 ±1.8°	72.1 ±1.8°	16.6 ± 0.3 km/s

Табл.1. Дані атмосферної траєкторії метеороїда

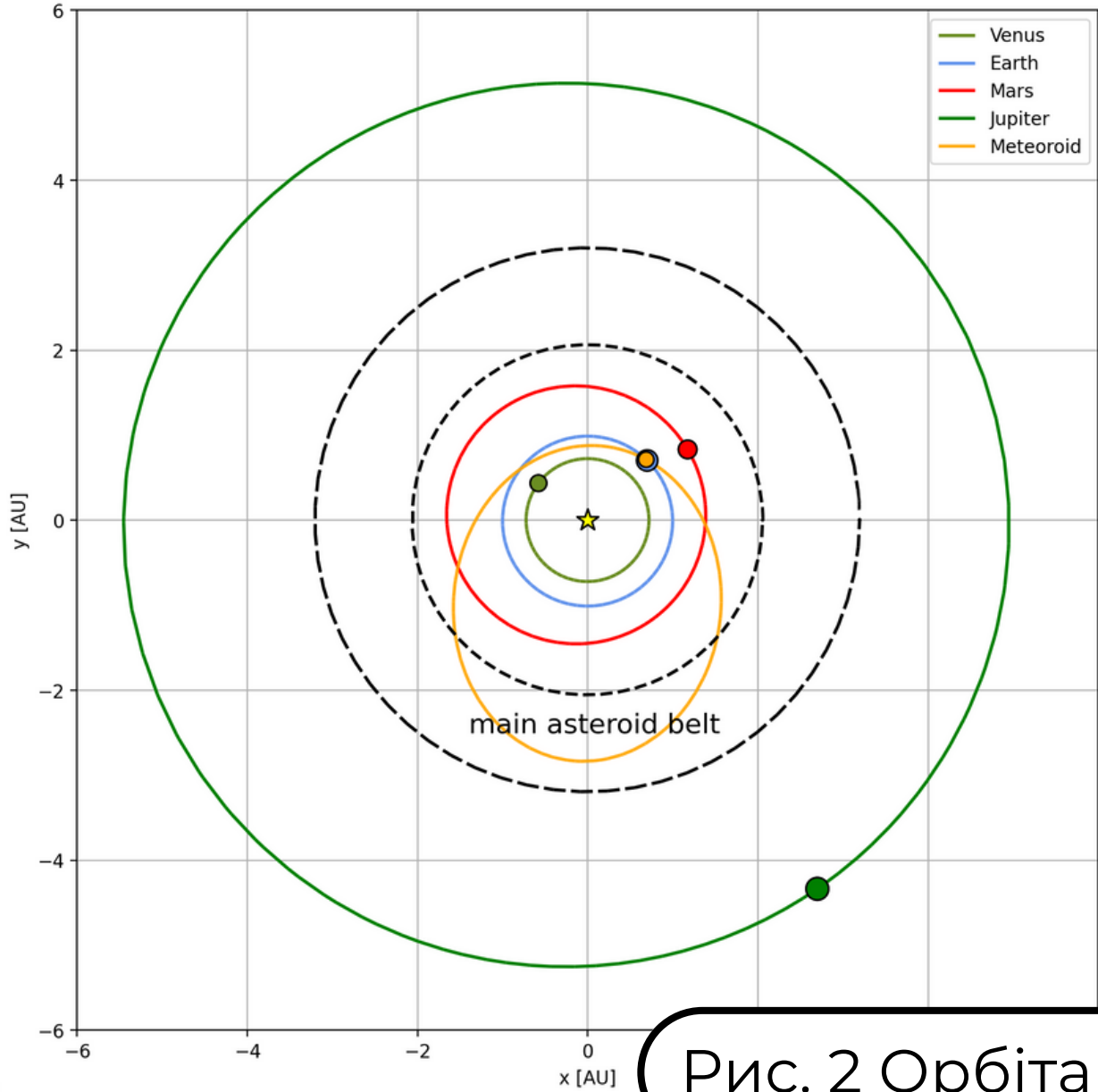
Параметр	Значення	Похибка
Велика півовісь a:	1.90 AU	0.025 AU
Ексцентриситет e:	0.53	0.006
Нахил i:	15.22°	0.16°
Довгота висхідного вузла Ω:	226.189°	0.0004°
Аргумент перігелію ω:	223.91°	0.5°
Середня аномалія M:	347.72°	0.5°

Табл 2. Отримані орбітальні параметри метеороїда на епоху JD 2459161.39375 (07.11.2020)

-44.0739 yr



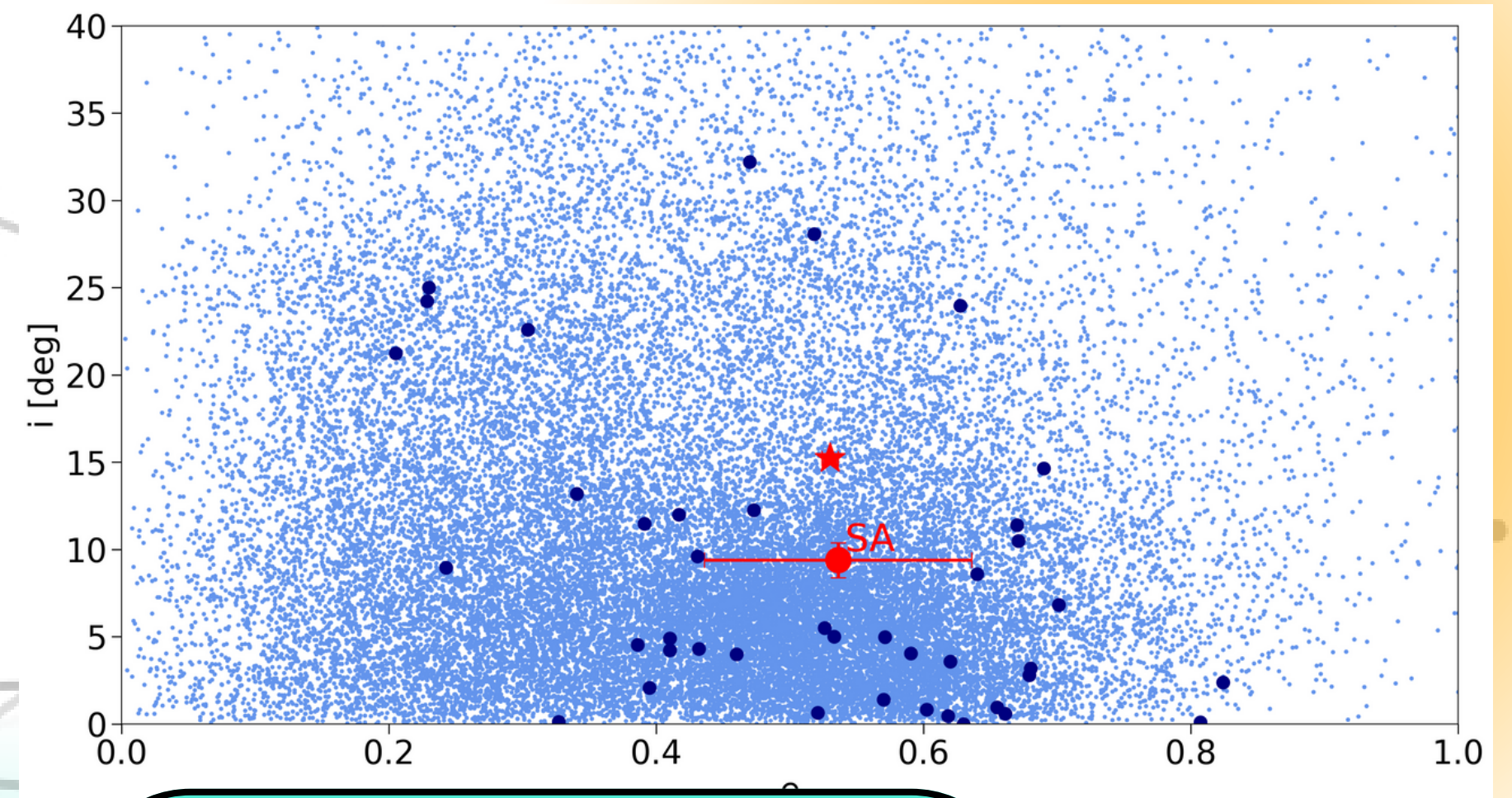
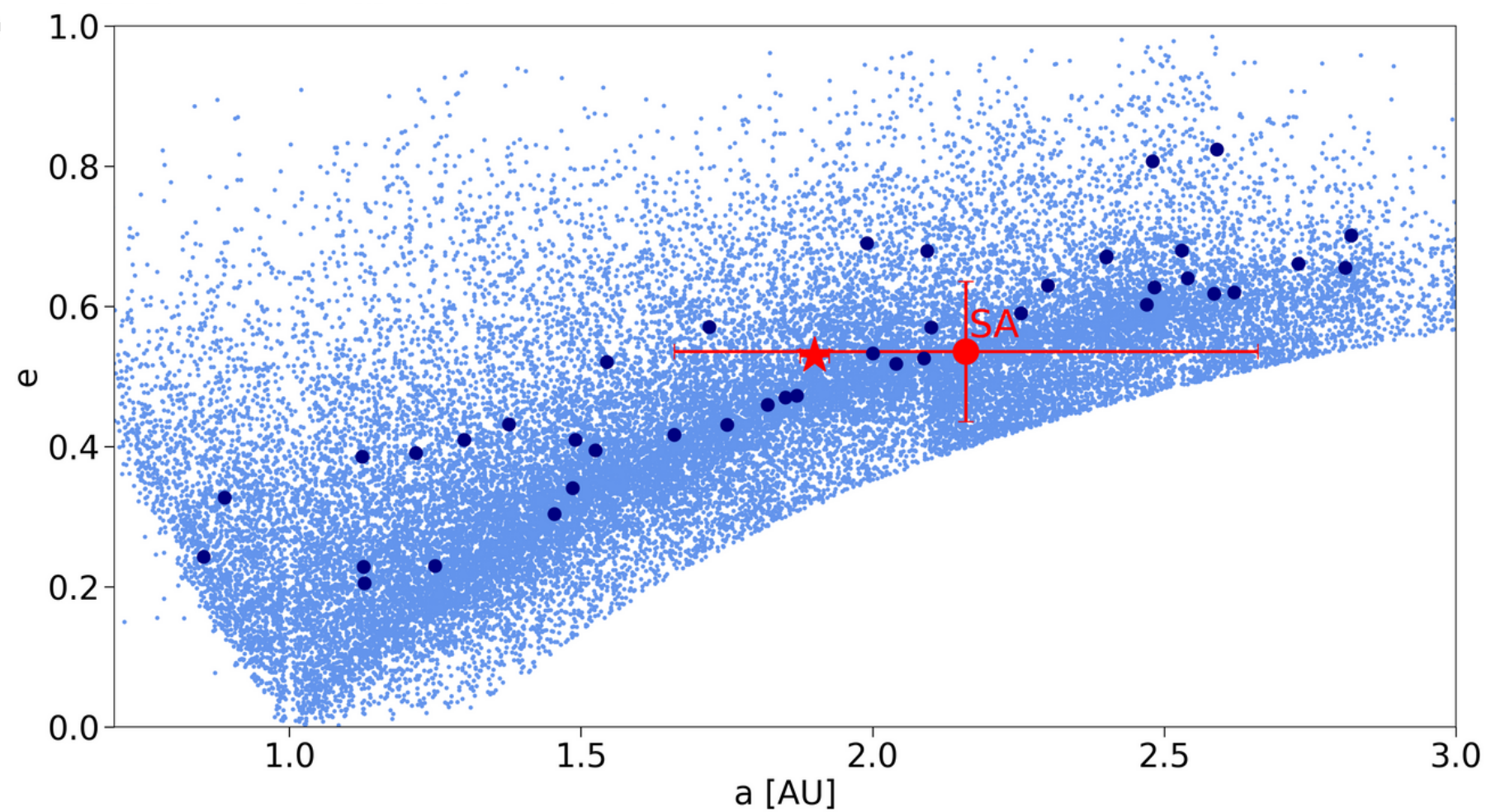
1 AU



ОРБІТА

МЕТЕОРОЇДА

Рис. 2 Орбіта метеороїда



ПОРІВНЯННЯ ОРБІТ

Рис. 3

Порівняння орбітальних параметрів метеороїда (зірка) та орбіт навколоземних астероїдів (www.meteoriteorbits.info)

Орбіта метеороїда не вирізняється з-поміж орбіт попередніх падінь **кам'яних метеоритів**, і є типовою для **навколоземних астероїдів**.

ПОПЕРЕДНІ ЗБЛИЖЕННЯ З ЗЕМЛЕЮ

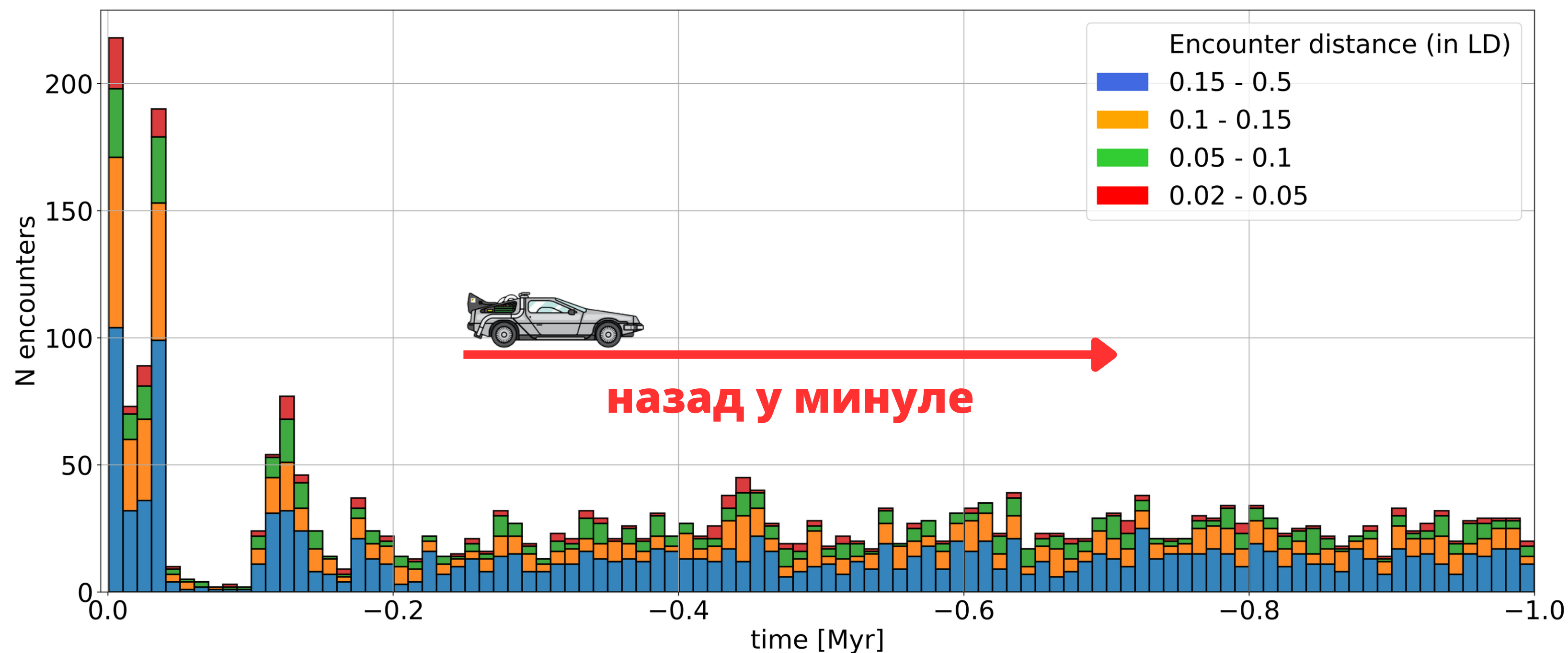


Рис. 4 Розподіл клонів метеороїда за мінімальною відстанню до Землі. Кольорами показано діапазон відстаней.

ПОШУК БАТЬКІВСЬКОГО ТІЛА МЕТЕОРОЇДА



Рис 5. Схема відбору клонів та чисельного моделювання

ВІДІБРАНІ

КАНДИДАТИ

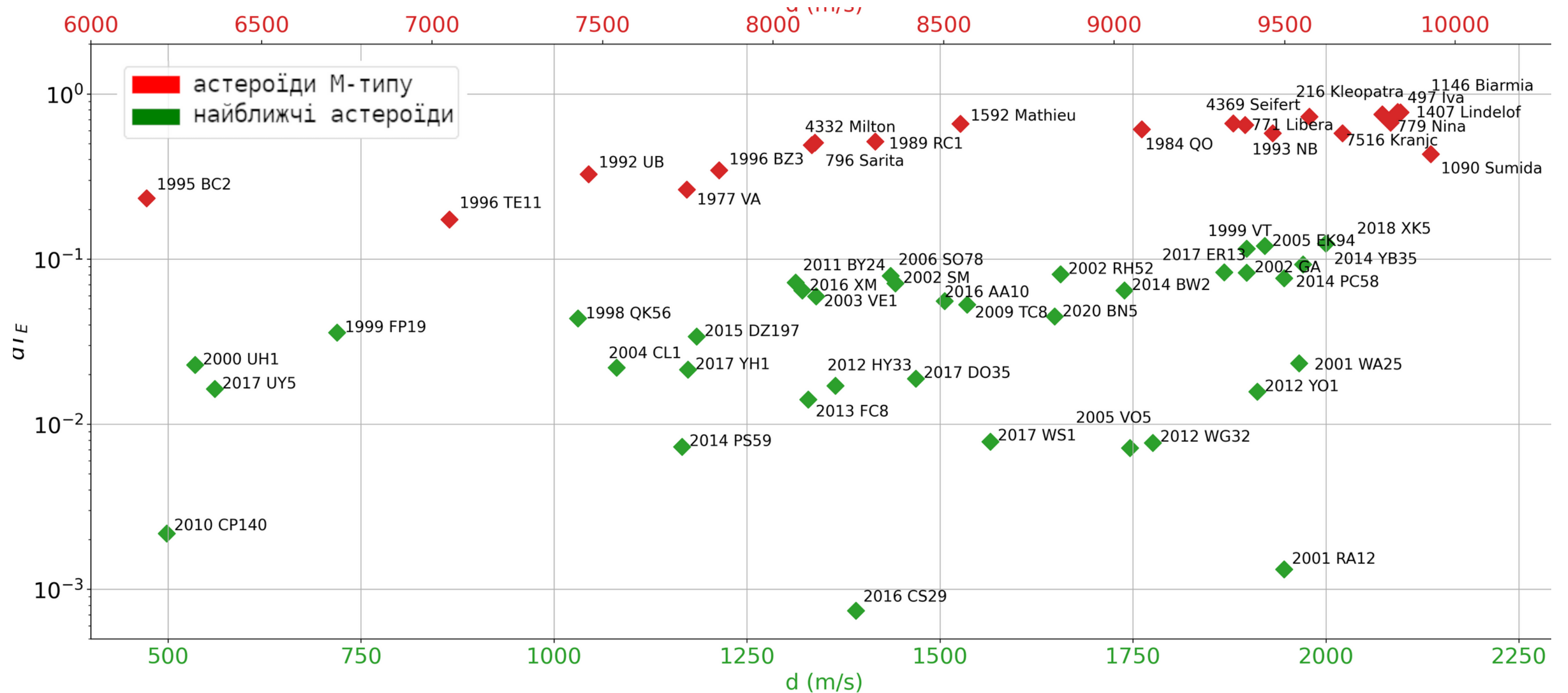


Рис.6. Відстань за 5d метрикою d vs різниця за параметром Тисерана dT для метеороїда та **найближчих астероїдів** та найближчих **астероїдів М-типу**.

ПОШУК ЗБЛИЖЕНЬ

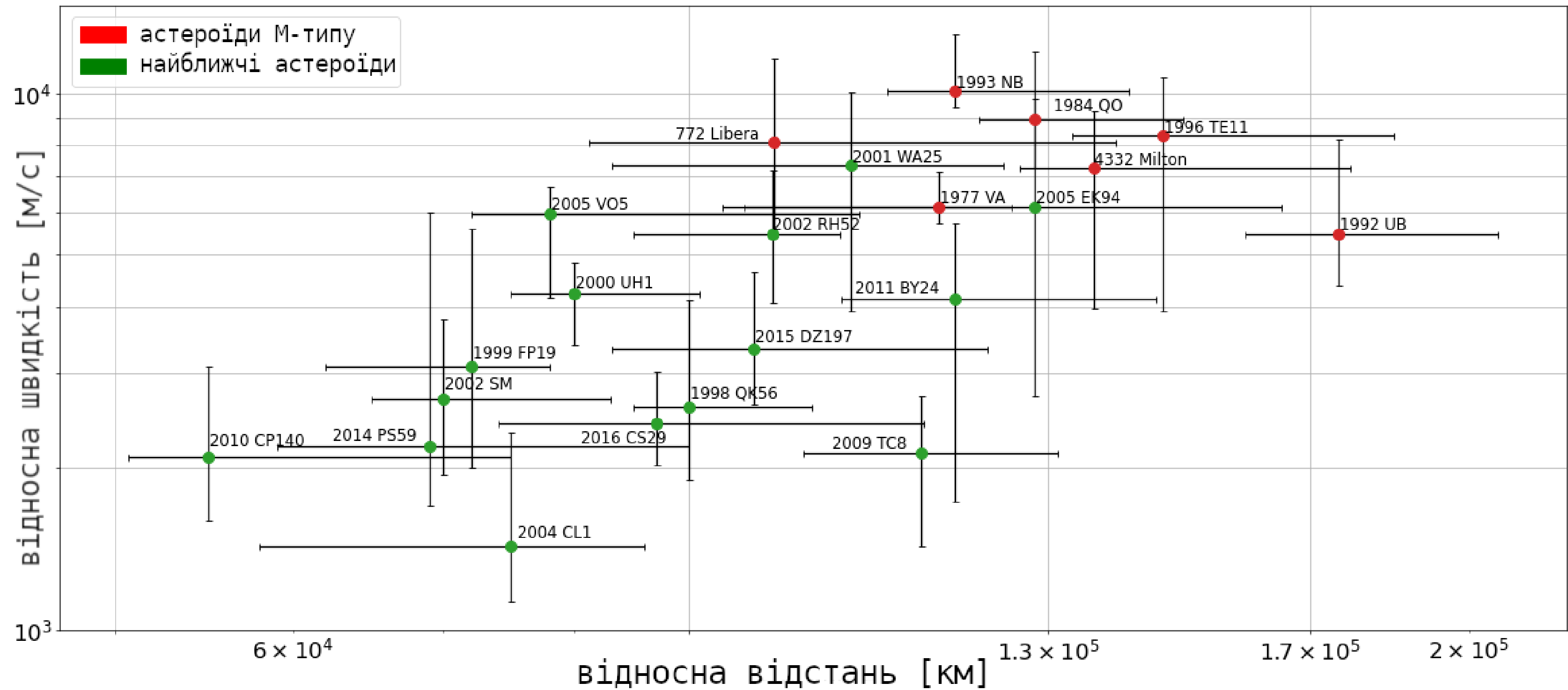


Рис 7. Найближчі астероїди та астероїди М-типу за відносними відстанями та швидкостями у моделюваннях до 1 млн. років у минуле.

МІСЦЕ ПОХОДЖЕННЯ У ГОЛОВНОМУ ПОЯСІ

Чисельне моделювання

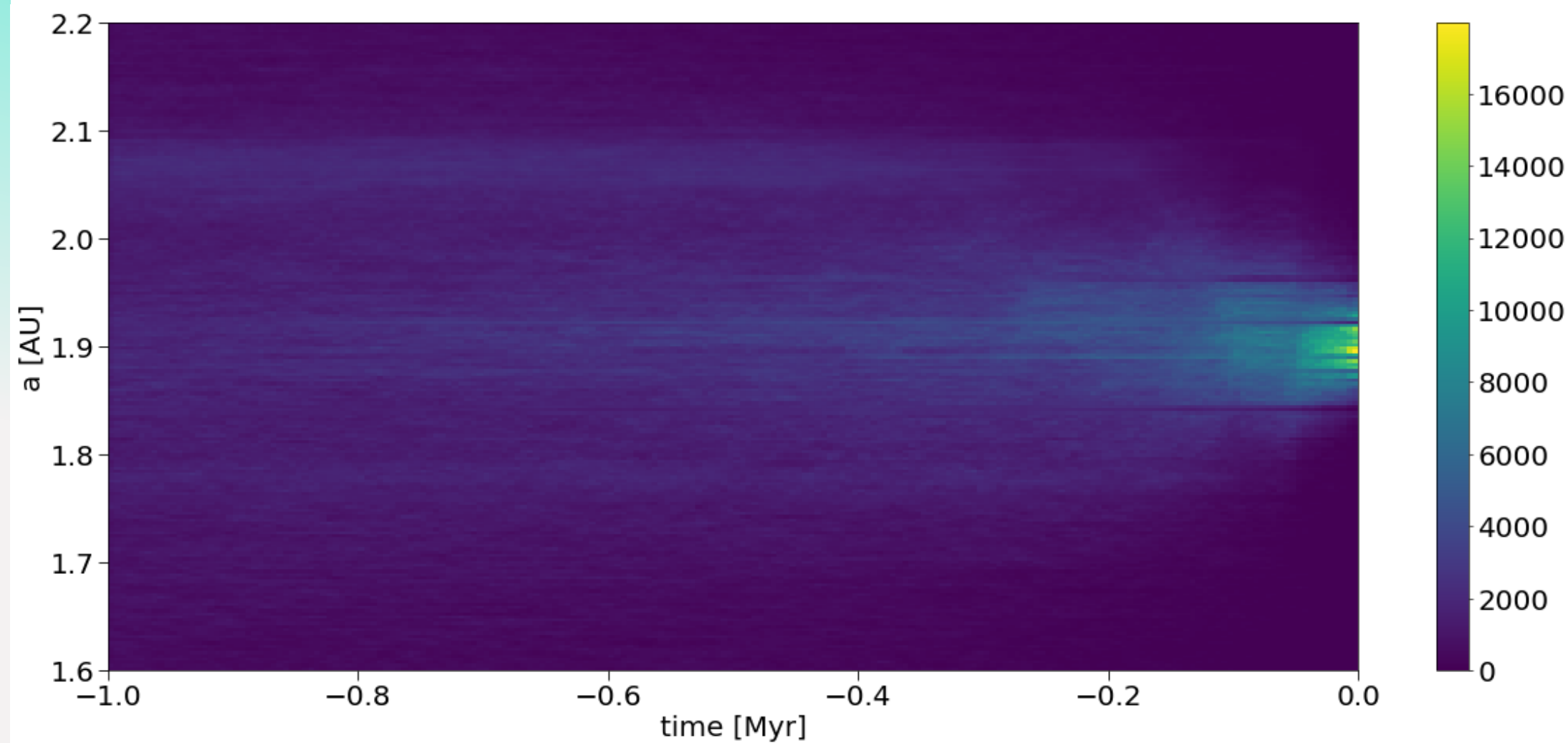


Рис 8.Розподіл великої півосі клонів метеороїда у моделюванні на 1 млн. років.

Ймовірність за моделлю НЕОРОР

Джерело	Ймовірність (%)
Секулярний резонанс ν_6	89
Резонанс J3:1	10
Резонанс J5:2	<1

Статистична модель вказує на секулярний резонанс ν_6 із Сатурном (89%) та резонанс 3:1 з Юпітером (10%) як на головні джерела метеороїда. Чисельне моделювання загалом узгоджується з даними результатами.

YORP

ЕФФЕКТ



Час життя під дією YORP ефекту:

$$t \approx \frac{8\pi rca^2 \sqrt{1 - e^2}}{15\Phi C} \sqrt{2\sigma\rho}$$

Вхідні параметри

$$\sigma \sim 43 - 438 \text{ MPa}$$

$$C \sim 0.002 - 0.02$$

$$r \approx 0.75 \text{ m}$$

$$\rho \approx 7.8 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

Оцінка часу життя t між **2** та **20** млн. років

ВИСНОВКИ

- Метеороїд наймовірніше прибав з внутрішньої частини головного поясу астероїдів.
- Очікуваний вік метеорита має бути не менше 1 млн. років, оскільки не було знайдено батьківське тіло у цих межах. Верхньою межею є час життя за YORP циклами, що знаходиться в межах 20 млн. років

ПЕРСПЕКТИВИ

2023-04-19 21:57:44

локація: Київська область

дата: 19 квітня 2023 року

**з попереднього аналізу ймовірно
металевого складу**

контакт: ihor.kyrylenko@karazin.ua

ЗАЦІКАВЛЕНІСТЬ СПІЛЬНОТИ

ТЕХНОЛОГІ ТА НАУКА

На Землю впав рідкісний метеорит: учені вперше отримали важливі дані про його "батька" (фото)

Андрій Кадук | 17 серпня 2023 в 14:24 | © 16500

Поширити



МАТЕРІАЛИ ПО ТЕМІ

Сьогодні 13:29

NASA показало новий знімок Південного полюса Місяця: видно місця майбутньої висадки астронавтів (фото)



Сьогодні 12:34

Учені створили крихітний двигун для космічних апаратів: використовує воду як паливо (фото)



Сьогодні 11:40

Зелена комета Нішімура



Рідкісний метеорит допоможе вченим розкрити таємниці ранньої Сонячної системи



Svitlana Anisimova - 17/08/2023

THE ASTROPHYSICAL JOURNAL, 953:20 (10pp), 2023 August 10

© 2023. The Author(s). Published by the American Astronomical Society.

OPEN ACCESS

<https://doi.org/10.3847/1538-4357/acdc21>



CrossMark

The First Instrumentally Documented Fall of an Iron Meteorite: Orbit and Possible Origin

Ihor Kyrilenko¹, Oleksiy Golubov^{1,2}, Ivan Slyusarev¹, Jaakko Visuri³, Maria Gritsevich^{3,4,5}, Yuriy N. Krugly^{1,2}, Irina Belskaya^{1,6}, and Vasilij G. Shevchenko¹

¹ Institute of Astronomy of V.N. Karazin Kharkiv National University, 35 Sumskaya Street, Kharkiv 61022, Ukraine; ihor.kyrilenko@karazin.ua

³ Fin

⁵ D

⁶ LESIA,



SPACE.com @SPACEdotcom · Aug 17

Rare iron meteorite could help reveal secrets of early solar system
trib.al/SArxwJ0



3

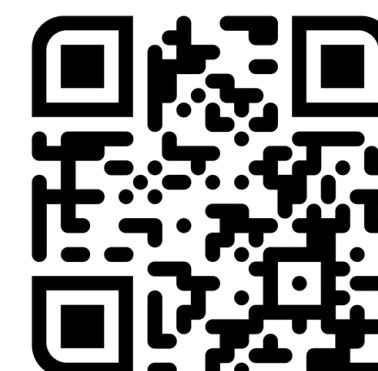
26

143

16.3K



ПОСИЛАННЯ:



ДЯКУЮ ЗА УВАГУ!