**МАЛІ ТІЛА**

Малі тіла Сонячної системи — астрономічні об'єкти Сонячної системи менші за планети.

Окрім восьми планет та Сонця у Сонячній системі існують малі тіла. До них належать: астероїди, комети, метеорні тіла та метеорити, міжпланетний пил.

У наш час з’явилося нове поняття – космічне сміття. Космічне сміття – це сукупність штучних об’єктів та їх уламків чи фрагментів у космосі, які не здатні функціонувати, але можуть завдати шкоди чи зруйнувати космічний корабель, супутник чи міжпланетну станцію.

Астероїди – тверді небесні тіла, які рухаються навколо Сонця еліптичними орбітами і мають діаметр від 50 м до 1000 км.

Перша мала планета була відкрита [1801](https://uk.wikipedia.org/wiki/1801) року і отримала назву Церера. Вона залишається найбільшим відомим астероїдом, маючи діаметр близько 800 км.

Комета — мале тіло [Сонячної системи](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BE%D0%BD%D1%8F%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0), яке обертається навколо [Сонця](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BE%D0%BD%D1%86%D0%B5) і має [кому](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%BC%D0%B0_(%D0%B0%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%BC%D1%96%D1%8F)) (атмосферу навколо комети) та/або [хвіст](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A5%D0%B2%D1%96%D1%81%D1%82_%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%82%D0%B8), причому кома і хвіст є наслідками [випаровування](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%83%D0%B1%D0%BB%D1%96%D0%BC%D0%B0%D1%86%D1%96%D1%8F_(%D1%84%D1%96%D0%B7%D0%B8%D0%BA%D0%B0)) поверхні  [ядра комети під](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%AF%D0%B4%D1%80%D0%BE_%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%82%D0%B8)  дією сонячного випромінювання

Комети мають діаметри від кількох сотень метрів до десятків кілометрів.

Ядро комети складається з льоду та [дрібних](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%82%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%BF%D0%B8%D0%BB) пористих кам'янистих частинок.

**НЕБЕЗПЕКА**

Потенційно небезпечний астрономічний об'єкт (ПНАО) —астероїд (чи комета) з орбітою, що допускає зближення із Землею на небезпечну відстань, і який має достатньо великі розміри для того, щоб падіння завдало шкоди.

Науковці вважають потенційно небезпечними ті астрономічні об’єкти, які наближаються до Землі на відстань меншу за 0,05 а.о. та діаметр яких більший за 100-150 метрів.

Такі об'єкти мають достатню масу, щоб викликати досить значні руйнування на суші або цунамі (у випадку падіння в океан). Наразі вчені налічують близько 4700+/-1500 потенційно небезпечних об’єктів з діаметром більше 100 метрів (на основі інформації, отриманої з космічного телескопа WISE).

Проте астероїди діаметром понад 35 метрів також можуть становити значну загрозу у випадку їх падіння, наприклад, на місто. Тунгуську катастрофу викликало падіння об'єкта розміром 50—80 метрів, а Челябінський метеорит мав розміри близько 15—20 метрів.

Для визначення рівня небезпечності об’єкта були придумані різні шкали. Однією з основних є Турінська шкала - індекс небезпеки об’єктів, що наближаються до Землі (запропонована Р.Бінзелем професором Массачусетського технологічного інституту і затверджена ООН).

Величина небезпеки за Турінською шкалою визначається на основі кінетичної енергії тіла та ймовірності зіткнення.

Біла зона - небезпеки немає

Зелена зона - потрібна перевірка

Жовта зона - посилена увага (дуже щільне зближення в найближчі 100 років)

Помаранчева зона - загроза ( дуже щільне зближення в найближчі 10 років)

Червона зона - неминуче зіткнення

Отже, астероїди і комети, які можуть перетинати орбіту Землі, можуть бути небезпечними, тому потрібно відшукувати способи уникнення зіткнення Землі з астероїдами.

**СПОСОБИ УНИКНЕННЯ**

**Ядерна зброя**

Одним із багатьох варіантів уникнення загрози від космічного тіла є ядерний вибух над, на або під поверхнею астероїда. При цьому оптимальна висота вибуху залежить від розмірів та складу об’єкту. Для уникнення небезпеки повне знищення об’єкту не є обов’язковим, необхідно лише змінити траєкторію його руху.

Якщо об’єкт представлений купою уламків варто здійснити вибух на деякій відстані від них для того щоб запобігти розсіюванню уламків. Для монолітних об’єктів можна здійснювати вибух на або під поверхнею. При цьому ефективність цих технік може бути більшою, але з’являється ризик розбити об’єкт на уламки, траєкторія яких може бути непередбачуваною.

**Кінетичний таран**

Іншим методом є використання масивного об’єкта (космічного корабля чи іншого навколоземного об’єкту) в якості тарану. Коли астероїд знаходиться на достатній відстані від Землі змінити його траєкторію можна через кінетичний вплив.

Наразі НАСА готується до здійснення у липні 2021 року місії DART (Double Asteroid Redirection Test). У рамках цієї програми до астероїду Дідім (діаметр 780 м), який має власне супутникове тіло (діаметр 160 м), буде відправлено космічний корабель.

Корабель місії DART буде запущено на борту ракети SpaceX Falcon 9, після запуску корабель розгорне сонячні панелі ROSA (Roll Out Solar Arrays), які забезпечать постачання енергії до двигунів.

Після польоту тривалістю приблизно рік корабель у 2022 році досягне астероїда і зіткнеться з його супутником зі швидкістю приблизно 6,6 км/с.

**Гравітаційний трактор**

Гравітаційний трактор - теоретичний космічний апарат, який може змінити напрямок руху потенційно небезпечного астероїда без фізичного контакту з ним завдяки використанню гравітаційного поля для передачі потрібного  імпульсу.

Гравітаційна сила космічного апарату, хоч і буде незначною, проте здатна вивести набагато більший астероїд на безпечну орбіту, якщо апарат перебуватиме поблизу нього досить довго (декілька років).

**Ракетні двигуни на поверхні астероїда**

Ракетні двигуни можна встановити на потенційно-небезпечному об’єкті і вони, створюючи тягу, будуть давати постійне відхилення яке призведе до зміни траєкторії астероїда.

Проте недоліком такого способу є те, що ракетні двигуни складно встановити на об’єктах, що обертаються, тому в таких випадках доцільніше використати ядерну зброю чи кінетичний таран.

**Сонячне вітрило**

Сонячне вітрило використовує тиск фотонів для того щоб надати прискорення космічному апарату чи іншому об’єкту.

Сонячне вітрило можна закріпити на астероїді для зміни його траєкторії руху. Перевагою такого способу є те, що сонячне вітрило може працювати надзвичайно довгий час, адже не використовує паливо. Проте в наш час тяга, створена таким вітрилом, є мізерною, тому використання цього способу на даному етапі розвитку технологій не є вигідним.

Інший недолік цього способу – неможливість встановлення вітрила на астероїд, що обертається.

**ВІЗУАЛІЗАЦІЯ**