

## ПРОБЛЕМА КОСМІЧНОГО СМІТТЯ

**Олександр Мозговий, Дарина Семенюк, Ярослав Коломісць**

Питання проблеми «космічного сміття» стало актуальним вже в 70-ті роки, коли в 1978 році на півночі Канади впали уламки «Космосу-594», а ще роком пізніше частини американської космічної станції «SkyLab» впали на пустельні райони Австралії. Згодом в липні 1983 року частинка фарби, розміром менше ніж міліметр, потрапила в ілюмінатор американського космічного «човника» «Challenger», де зробила кратер діаметром 2,4 міліметра, після повернення на Землю ілюмінатор довелося замінити. Проте лише порівняно недавно, в 1993 році проблема отримала офіційний міжнародний статус [1].

На рис. 1 змодельовано схему розміщення «космічного сміття» навколо Землі. Під « космічним сміттям » маються на увазі всі штучні об'єкти та їх фрагменти в космосі, які вже несправні, не функціонують і ніколи більше не зможуть служити ніяким корисним цілям, але вони є надзвичайно небезпечним фактором впливу на функціонуючі космічні апарати.

Виходячи з такого визначення, «космічним сміттям» може бути:

- супутники на орбіті, які більше не використовуються і не можуть бути використані за своїм прямим призначенням;
- використані ступені ракет та обладнання, яких позбавляються під час рутинних операційних етапів польоту;
- об'єкти, частини об'єктів та обладнання, що виникли внаслідок руйнування (в результаті вибуху чи зіткнення);
- сміття, що виникло в процесі експлуатації космічних об'єктів (частинки фарби, твердого палива та ін.);
- сміття, що виникло внаслідок життєдіяльності екіпажу космічного об'єкта.

У деяких офіційних документах зустрічається термін «орбітальне сміття», де, відповідно, маються на увазі всі штучно створені об'єкти, включаючи їх фрагменти та частини, що не функціонують і більше не зможуть функціонувати та рухаються в космічному просторі по навколоремній орбіті. Тому, знову ж таки, виходячи з визначення, «космічне сміття» можна класифікувати за таким принципом:

- «орбітальне сміття» («космічне сміття», що знаходиться на орбіті);
- «космічне сміття», що повернулось на Землю;
- «космічне сміття», що не виходило за межі повітряного простору Землі [1].



Рис.1. Космічне сміття навколо планети Земля

«На жаль, на даний момент ефективних способів знищення космічного сміття не існує», – вважає Ефраїм Акім. Він вважає, що збирати уламки за допомогою американських шатлів шалено дорого, та й човники ось вже кілька років стоять на приколі (рис.2). Ще більше божевільня спалювати космічне сміття за допомогою лазера, оскільки розплавлений метал, остигаючи, перетвориться в смертоносну «шрапнель», яка розповзеться по орбіті, ще більше забруднивши космос. Замінити багатоступінчасті ракети багаторазовими системами теж поки не представляється можливим, занадто вже вони дорогі. «Звичайно, добре запускати і забирати супутники за допомогою літаючих тарілок. У будь-який момент злетів, зачепив його і сів назад на Землю, – сміється Ефраїм Акім. – На жаль, людство подібними технічними пристроями не забезпечене. Поки вони не з'явилися, нам треба всіма силами запобігти подальшому забрудненню космосу, інакше в майбутньому через небезпеку зустрічі з космічним сміттям його освоєння перетвориться на дуже ризикований захід».

ООН неодноразово зверталась до питання безпеки в космосі. Розроблені і прийняті керівні принципи по попередженню утворення космічного сміття [2].



Рис.2. Зображення американського Спейс-Шаттла

Єдине, що поки можуть запропонувати вчені на даний час, – ретельне картографування космічного звалища. Але і тут все не так просто. «На сьогоднішній день лише дві країни у світі здатні ефективно відслідковувати поведінку космічного сміття», – вважає головний балістик ЦУП Микола Іванов. Легко здогадатися, що це Росія і США, які є головними забруднювачами космосу [3]. «У нас, як і в Америці, існують унікальні наземні комплекси, що дозволяють виявляти на низьких орбітах шматочки до кількох сантиметрів в діаметрі, але необхідно також спільно розробляти заходи щодо їх нейтралізації. Було б непогано створити міжнародну систему

стеження, об'єднати каталоги об'єктів, розробити загальну систему попереджень про ризики зіткнень, тільки в цьому випадку можна реально забезпечити польоти», – продовжує Микола Іванов. «Щоб на космічних дорогах не було аварій, необхідно виробити міжнародні правила космічного руху», – вторить йому Ефраїм Акім.

Перші кроки на шляху до врегулювання питання щодо утилізації «космічного сміття» вже зроблені Федеральною комісією зв'язку США (FCC — Federal Communications Commission). Відтепер американські супутники зв'язку, що були запуснені після 18 березня 2002 р. та відпрацювали свій ресурс, мають бути переведені на так зване космічне кладовище (орбіта на 200 – 300 км вище геостационарної).

Окрім збитку, який «космічне сміття» спричиняє космічними апаратам на орбіті Землі або іншим об'єктам на поверхні Землі, в повітряному просторі, існує ризик для екологічної безпеки нашої планети. Можливий варіант сміття на навколосемній орбіті (рис. 3).



Рис. 3. Варіант космічного сміття поблизу Землі

За порівняно невеликий проміжок часу антропогенний вплив на навколосемний космічний простір досяг такого рівня, якого людство не змогло досягти щодо інших природних сфер за тривалий період. Наприклад, викиди хімічних речовин і виділення енергії у

результаті польотів космічних ракет уже зараз практично зрівнялись з природними джерелами, а глобальне забруднення твердими фрагментами, тобто космічним сміттям, відносно природного вмісту речовин перевищило всі допустимі норми.

На нашу думку, щоб вирішити цю проблему необхідні:

- формування технологій і конструкцій, що призводять до мінімізації відходів;
- необхідно заздалегідь продумати заходи по ліквідації космічного сміття;
- важливо скоротити число виведених у космос апаратів і використання багатощільових супутників;
- після відпрацювання ресурсів відводити їх в щільні шари атмосфери, де вони згорять, або на менш «заселені» орбіти;
- сміття, що виникло внаслідок життєдіяльності екіпажу космічного об'єкта, повертати на Землю у кораблях- човниках.

Вчені та інженери пропонують велику кількість різноманітних стратегій для прибирання космічного сміття. Найбільш реальні [4]:

сітка і гарпун (ідея під назвою ElectroDynamic Debris Eliminator (EDDE) – підходить для великих об'єктів ); космічні повітряні кулі (ідея під назвою Gossamer Orbit Lowering Device або GOLD System); реактивний буксир (для великих об'єктів); сонячний парус, перезагрузка низької орбіти вольфрамовим пилом або водою, яка замерзла (сповільнює рух усіх тіл і об'єктів на орбіті, але може визвати катастрофічні наслідки для планети і діючих штучних супутників); перенаправлення за допомогою лазера, космічний сміттєвоз з можливим переробленням сміття, телескоп з лазером (потрібні міжнародні договори про винесення лазера (як зброї) на орбіту тощо.

На нашу думку доповнити цей перелік можна потужним електромагнітом кільцевої форми, який буде магнітні частинки сповільнювати і тим самим переводити на нижчу орбіту у густі шари атмосфери для згорання; постійний магніт з малопотужним двигуном може для маневрування і збирати на орбіті магнітні частинки до тих пір, поки маса набуде критичної і зійде з орбіти. Перший магніт запускати проти руху основної частини сміття, другий магніт запускати в сторону руху частинок для мінімізації швидкості зближення.

Проблема боротьби з «космічним сміттям» на даний час має актуальне значення. І якщо в найближчий час не будуть врегульовані питання, пов'язані з попередженням і зменшенням кількості «космічного сміття», що передбачали б перехід на нову технологію експлуатації ракетно-космічної техніки, встановлення відповідальності за збільшення кількості таких об'єктів, розробку міжнародних засобів врегулювання даної проблеми, то через певний час рівень засміченості навколосезного космосу зробить неможливим подальше здійснення космічної діяльності.

### Література

1. Борзак А.П. «Космический мусор» — организационно-правовые и методологические аспекты / А. П. Борзак. // Юридичний вісник «Повітряне і космічне право», 2006. – Т. 1 – № 1. – С. 48 – 51.
2. Руководящие принципы Комитета по использованию космического пространства в мирных целях по предупреждению образования космического мусора (Электронный ресурс): [http://www.un.org/ru/documents/decl\\_conv/conventions/space\\_debris.shtml](http://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/space_debris.shtml)
3. Проблеми космічного сміття (Електронний ресурс) <http://teplotokot.ru/stat/3100-problemi-kosmchnogo-smttya.html>
4. Как очистить орбиту от космического мусора? (Электронный ресурс) <https://hi-news.ru/space/kak-ochistit-orbitu-ot-kosmicheskogo-musora.html>

У статті розглянуто проблеми космічного сміття та найбільш ймовірні шляхи як його позбутися.

**Ключові слова:** космічне сміття, проблеми космічного сміття, прибирання космічного сміття

### THE PROBLEM OF SPACE DEBRIS

**Oleksandr Mozhovyy, Daryna Semenyuk, Yaroslav Kolomiyets**

The article rapant the problem of space debris and the most likely way how to get rid of it.

**Key words:** space debris, the problem of space debris, cleaning space debris