

3. Ніцше Ф. Так казав Заратустра. Київ: Основи, 2000. 167 с.
4. Хвильовий М. Я (Романтика). Харків: Фолі, 1924. 160 с.
5. Шинкарук, В.І. Філософський енциклопедичний словник. Київ: Абрис. 2002. 751 с.

ЕКОЛОГІЧНІ МЕТОДИ ОЧИЩЕННЯ ОРБИТИ: ФІЛОСОФСЬКИЙ ТА ТЕХНОЛОГІЧНИЙ АСПЕКТИ

*Марина Олександрівна Походун, еколог, здобувачка освіти 106 каф.,
Олексій Сергійович Кобцев, інженер,
Дар'я Михайлівна Чиж, інженер, здобувачка освіти 201 каф.,
Катерина Василівна Вартамян, художниця, здобувачка освіти 602 каф.
Національний аерокосмічний університет «Харківський авіаційний інститут»,
м. Харків, Україна*

Створення нового образу Землі нерозривно пов'язане з розвитком технологій очищення, що дозволяють нам відійти від спрощеного, схематичного бачення нашої планети. Водночас така ситуація породжує парадокси у дослідженні та взаємозв'язку між людиною і космосом: освоєння та дослідження космосу вимагає від нас одночасно і відповідальності, і глибокого переосмислення власного впливу на те, що є нашим спільним довкіллям.

У 2014 році Міжнародну космічну станцію тричі переміщували, аби уникнути можливого зіткнення з космічним сміттям. Цей факт яскраво підкреслює загрозливий характер проблеми, що постає перед людством у вигляді накопичення орбітального сміття. Колишній науковець NASA Дональд Кесслер нещодавно наголосив, що людство досягло «критичної щільності»: великі об'єкти на орбіті зіштовхуються один з одним, утворюючи дедалі більше дрібного сміття – темп його утворення перевищує здатність людини очищати орбіту. Це викликає ефект, відомий як «синдром Кесслера», коли ризик катастрофічних зіткнень зростає. Основним завданням людства є пошук дешевих, швидких і екологічно безпечних методів очищення орбіти Землі та космічного простору від уламків – включно з відпрацьованими ракетноносіями, непрацюючими супутниками, зондами, телескопами, безпілотними літальними апаратами (БПЛА) та численними дрібними фрагментами.

Космічне сміття, або орбітальне сміття, – це неконтрольовані об'єкти антропогенного походження, що залишаються на орбіті навколо Землі, а в окремих випадках – навколо інших планет. До таких об'єктів належать відпрацьовані супутники, фрагменти ракет-носіїв, уламки, що виникають унаслідок зіткнень космічних апаратів або випробувань протисупутникової зброї, а також дрібні предмети, зокрема інструменти, елементи конструкцій і навіть мікроскопічні частинки засохлої фарби, загублені під час космічних місій.

Кількість космічного сміття на орбіті невпинно зростає. За даними Європейського космічного агентства (ESA), оприлюдненими у звіті від 1 квітня 2025 року, проблема набуває загрозливих масштабів. Фахівці попереджають про серйозні ризики, що постають перед людством у контексті активного освоєння космосу. Так, у 2024 році було здійснено 254 орбітальні запуски, тоді як п'ять років тому, згідно з даними аналітичного сервісу Space Stat, їхня кількість становила лише 104 [1].

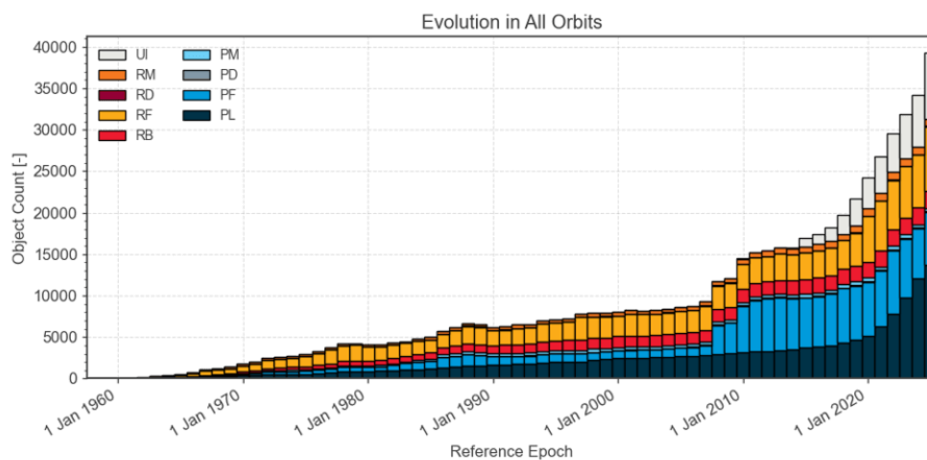


Рисунок 1 – Зростання кількості об’єктів на орбіті Землі за 60 років, за даними звіту ESA Space Environment 2025 [2].

За даними Європейського космічного агентства (ESA), від початку космічної ери людство здійснило понад 6000 запусків ракет, вивівши на орбіту 11370 супутників. Станом на сьогодні навколо Землі обертається приблизно 6900 супутників, з яких функціональними залишаються лише близько 4000 [3]. Решта – або виведені з експлуатації, або перебувають у стані деградації, поступово руйнуючись і утворюючи нові уламки. ESA попереджає, що без активного втручання та системного очищення орбіти може запуститися так званий синдром Кесслера – ланцюгова реакція зіткнень, яка зробить окремі орбітальні ділянки непридатними для подальшого використання. Навіть без нових запусків наявне сміття продовжує фрагментуватися, а ризики каскадних зіткнень – зростати [4].

У своєму дослідженні Дональд Кесслер, консультант NASA, та його співавтор Бертон Кур-Пале пояснили: «Зіткнення супутників призведуть до появи орбітальних фрагментів, кожен з яких збільшить імовірність подальших зіткнень, що призведе до накопичення поясу сміття навколо Землі» [5]. Експерти ESA наголошують, що проблема космічного сміття набагато масштабніша, ніж зазвичай вважається. Загрозу становлять не лише великі уламки, а й мікрочастинки діаметром менше 1 мм, які рухаються зі швидкістю понад 7 км/с і можуть спричинити серйозні пошкодження. Наприклад, зіткнення з частинкою діаметром 1 см на швидкості 10 км/с еквівалентне удару автомобіля на швидкості 40 км/год [6].

Мережа Space Surveillance Network відстежує понад 28 тисяч об’єктів, хоча реальна кількість значно більша. За оцінками, навколо Землі обертається близько 34 тисяч уламків понад 10 см, 900 тисяч – від 1 до 10 см, та понад 128 мільйонів – від 1 мм до 1 см. Загальна маса штучних об’єктів на орбіті перевищує 9800 тонн, а кількість уламків понад 1 см – понад 1,2 мільйона, що становить серйозну загрозу для діючих супутників і Міжнародної космічної станції [6].

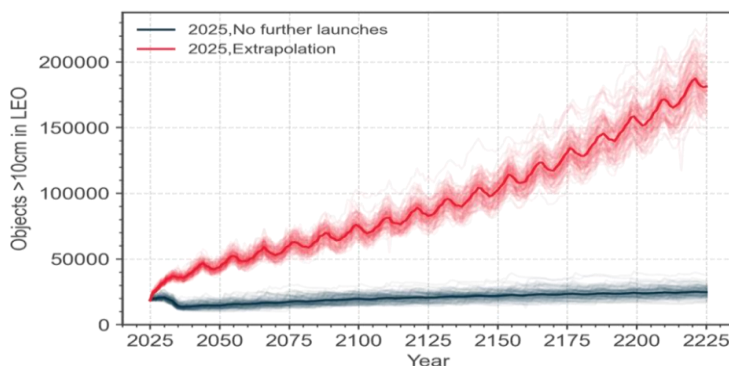


Рисунок 2 – Прогноз ESA про зміни кількості потенційних зіткнень у космосі до 2225 року [7].

Космічні уламки періодично досягають поверхні Землі, створюючи загрозу для людей. Щороку в атмосферу входить у середньому від 200 до 400 уламків космічного сміття, які здатні відстежити [6]. Більшість із них достатньо малі, щоб повністю згоріти в атмосфері. Однак відомо багато випадків, коли великі об'єкти досягали поверхні. Так, за деякими оцінками, уламки радянського супутника “Космос-1340” могли потрапити на Землю після випробування протисупутникової зброї, проведеного Росією у 2021 році [8]. У 2024 році зафіксовано випадок, коли космічний фрагмент пробив дах житлового будинку у Флориді [9], а в лютому 2025-го щонайменше три уламки ракети SpaceX Falcon 9 впали на території Польщі [10].

У короткостроковій перспективі проблему космічного сміття можна частково вирішити за допомогою технологій активного видалення – зокрема місії із захоплення та виведення об'єктів з орбіти, лазерної абляції чи роботизованих маніпуляторів. Такі рішення дозволяють оперативно знизити ризик зіткнень і стримати розвиток синдрому Кесслера.

Водночас стратегічний підхід має ґрунтуватися на превентивних заходах, що запобігатимуть утворенню нового сміття.

Головною перевагою проекту (БОП) є можливість модернізацій і розміщень в носовому блоці БПЛА, чотирьох малих керованих ракет з розміщеними в середині рідкими кисневими баками, для створення реактивних імпульсів за рахунок п'яти газових рулів, які дозволяють розкривати і закривати сітку та корегувати сход з орбіти заплутаного космічного сміття. Цей спосіб дасть економічні переваги, багаторазового використання і оснащення орбітального безпілотної, чотирма ракетами з прикріпленою до них кевларовою сіткою для збору і подальшого сходу з орбіти по спеціальній траскторії орбітального сміття та ракет. Після застосування оснащення безпілотної направляється до міжнародної космічної орбітальної станції для повторного оснащення і встановлення космонавтами в носовий блок БПЛА ракет і сітку. Згодом подається команда на закриття стулок носового обтічника і увімкнення реактивних двигунів, з метою імпульсного польоту до забрудненого сміттям квадрату орбіти та повторного запуску безпілотної, сітки і закріплених ракет до неї, які корегують, направляють сітку на космічні маси сміття для подальшого його захоплення.

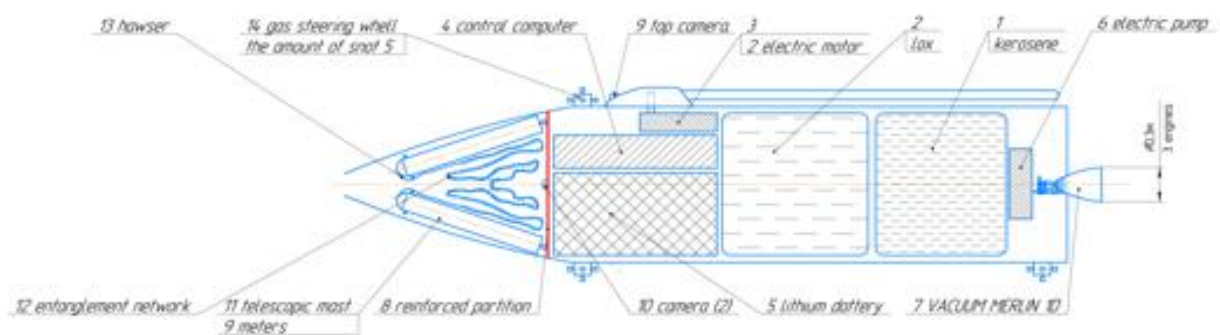


Рисунок 3 – Компонування (БОП) з керованими чотирма ракетами у складеному вигляді.

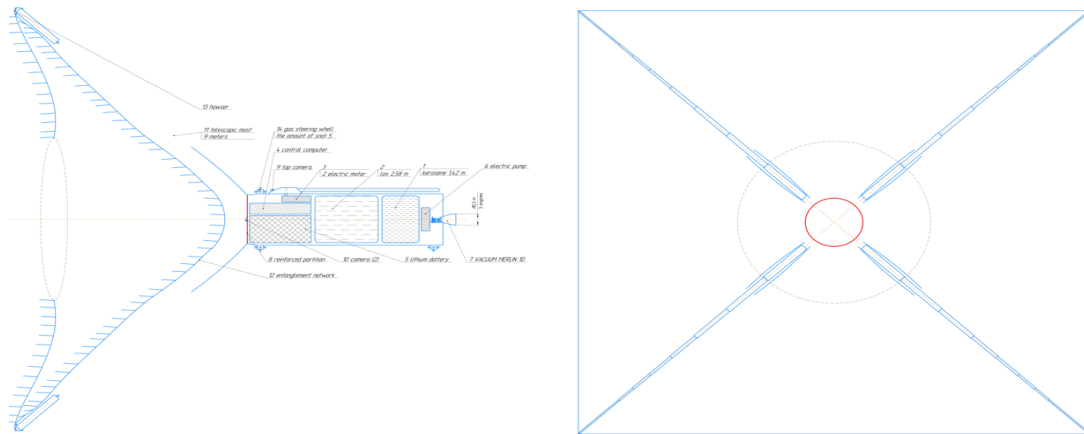


Рисунок 4 – Компонування (БОП) з керованими чотирма ракетами і закріпленою до них сіткою.

Додатково пропонується використовувати компоновку безпілотної з встановлення п'яти пружино-пневматичних гарпунів, оснащених міцними капроновими канатами й лебідками для захоплення великих об'єктів, таких як супутники, що вийшли з ладу. Використання гарпунної системи дозволяє БОП ефективно захоплювати одразу до п'яти таких об'єктів, що перетворилися на космічне сміття через зіткнення з іншими фрагментами. Цей метод значно розширює можливості для очищення орбіти, адже один БОП може загарпунити та стабільно утримувати кілька великих об'єктів, підготувавши їх для подальшої утилізації у щільних шарах атмосфери.

Головною перевагою компоновки БОП з гарпунами: є можливість захоплення величезних космічних об'єктів розміром до 100 метрів. Що дає в свою чергу можливість, очищення орбітального простору від ракето-носіїв або їх великогабаритних частин, які заважають запуском нових супутників та зондів.

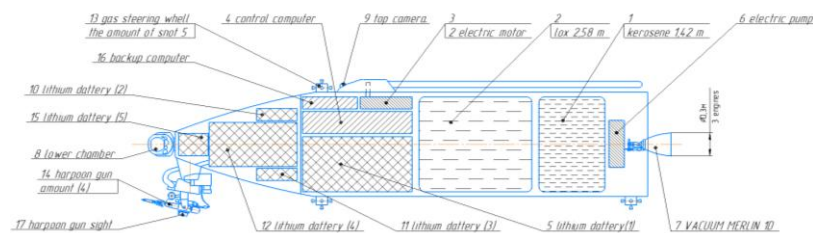


Рисунок 5 – Компонування (БОП) з п'ятьма пружино-пневматичними гарпунами.

Застосування БПЛА для видалення сміття з орбіти має працювати таким чином, щоб об'єкт втратив стійку орбіту і увійшов у щільні шари атмосфери або щоб сміття було безпечно виведено на траєкторію контрольованого сходу / м'яко доставлене на зону збору.

Основними складовими конструкції таких БПЛА є:

1. **RCS / реакційні двигуни** – для стабілізації та точної навігації під час захоплення.
2. **Енергетичні компоненти** – сонячні панелі + акумулятори, живлення тяги (якщо електрична).
3. **Система захоплення** – робот-рука, сітка, гарпун, липкий модуль, аеропарус/деорбітний парус, трос/електродинамічний якор.
4. **Навігація/датчики** – оптика (ширококутна + телескоп), LIDAR/лазерний далекомір, радар ближньої навігації, IMU, GPS/GNSS.
5. **Бортове керування та ЕОМ** – комп'ютер, алгоритми автономного зближення.
6. **Структура та інтерфейси** – стандартизовані кріплення, вузли для встановлення паруса.

7. **Елементи зв'язку** – командно-телеметричний канал, високошвидкісний канал для зображень.
8. **Система безпеки/аварійного від'єднання** – щоб уникнути фрагментації об'єкта.



Рисунок 6 – За рахунок розроблених креслень, створено комікс «Космічні пригоди безпілотників» художницею Катериною Варталян

Список використаних джерел:

1. https://www.esa.int/ESA_Multimedia/Videos/2025/04/Space_Debris_Is_it_a_Crisis
2. <https://esoc.esa.int/content/esa-space-debris-environment-report-2022>
3. [https://nauka.ua/card/zvidki-beretsya-kosmichne-smittya-chim-vono-zagrozhuje-yak-jogo-pibrati](https://nauka.ua/card/zvidki-beretsya-kosmichne-smittya-chim-vono-zagrozhuje-yak-jogo-pribrati)
4. https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B8%D0%BD%D0%B4%D1%80%D0%BE%D0%BC_%D0%9A%D0%B5%D1%81%D1%81%D0%BB%D0%B5%D1%80%D0%B0
5. <https://www.forkingpaths.co/p/the-catastrophic-risk-of-space-junk>
6. <https://maxpolyakov.com/ua/yak-novi-tehnologiyi-ta-startapi-ryatuyut-orbitu-vid-kosmichnogo-smittya-vid-lazeriv-i-garpuniv-do-dviguniv/>
7. https://www.esa.int/Space_Safety/Space_Debris/ESA_Space_Environment_Report_2025
8. <https://suspilne.media/181061-ssa-zaavili-so-rosia-znisila-radanskij-suputnik-ulamki-zagrozhuut-mks/>
9. <https://chas.news/news/kosmichne-smittya-z-mks-probilo-dah-budinku-u-floridi-foto>
10. <https://www.eurointegration.com.ua/news/2025/02/19/7205389/>

ПРОБЛЕМА ОСВІТНЬОГО ПРОСТОРУ В ІНФОРМАЦІЙНУ ДОБУ

Корж Г.В.

кандидат філософських наук, доцент, доцент кафедри філософії імені професора М.Д. Култаєвої Харківського національного педагогічного університету імені Г.С. Сковороди, м. Харків, Україна

В сучасному складно структурованому світі соціальні та цифрові трансформації, війна, скорочення ринку праці, екологічні виклики потребують від вітчизняної освітньої системи нових підходів до осмислення проблем людського буття, освітнього простору, завдань освіти й виховання - педагогічних, організаційних, філософських.

Сучасні інновації, соціокультурні процеси ускладнюють вимоги перед освітніми системами суспільств. В умовах технологізованого (й ускладненого) світу в академічних колах, ЗМІ все більше питань виникає щодо критеріїв «високого рівня» загального і професійного розвитку, наповненості освітнього простору, джерел індивідуальної та соціальної творчості. І дійсно, чи може освіта бути зведена до освіченості, обізнаності та вмінь володіння сучасними технічними засобами?