

Учениця 11 класу
Семенець Анна Олександрівна
Вчитель: Завірова М.Л.

Космічне сміття: хто винен і що робити?

Людство виявилось надзвичайно активним біологічним видом. Воно постійно щось продукує, вдосконалює, змінює оточуюче середовище, причому не завжди на краще. В останні століття, коли панування людей на планеті стало безсумнівним, одним із найпомітніших напрямків розвитку людства стало продукування сміття. На перший погляд виглядає дивно, але насправді так воно і є. Діяльність людей безпосередньо пов'язана з виникненням цілих гір сміття, мотлоху та непотрібних речей, які займають корисний життєвий простір. Ця проблема сьогодні дуже гостро стоїть на Землі, але не менш гострою вона виявилась і в навколоземному середовищі.

Невже люди встигли засмітити і космічний простір? Виявляється, що так. Незважаючи на те, що космічна ера людства розпочалась порівняно недавно, люди вже встигли залишити свій брудний слід і на безкраїх космічних просторах.

Як і на Землі, в космосі сміттям вважаються будь які штучні об'єкти, які вже не працюють і ніколи не будуть виконувати корисні функції, але залишаються небезпечним чинником впливу на діючі космічні апарати. Ці об'єкти несуть потенційну загрозу не лише на навколоземній орбіті, а й безпосередньо Землі, адже, у разі їх сходження з орбіті та потрапляння в щільні шари атмосфери, уламки можуть впасти на населені пункти, промислові підприємства або об'єкти інфраструктури. Звичайно, скоріш за все, вони просто згорять у атмосфері, але, якщо ці об'єкти за будь-яких

причин не встигнуть згоріти, їхнє падіння може призвести до небажаних наслідків.

Наразі на орбіті нашої планети знаходиться велика кількість діючих супутників та міжнародна космічна станція, для яких космічне сміття становить неабияку загрозу. Але звідки ж це сміття береться там, де люди надовго не затримаються та й перебувають у невеликій кількості? Переважна частина космічного сміття – це непрацюючі космічні апарати, які або вже виконали свою функцію, або вийшли з ладу з інших причин.

За прийнятими міжнародними характеристиками, космічне сміття поділяється на декілька категорій, переважно за розміром, але це не означає, що маленький космічний бруд є більш безпечним, адже все, що знаходиться на орбіті, утримується на ній лише завдяки величезній в порівнянні із земними швидкості. Отже, будь яка частинка, навіть засохла краплина фарби, яка відірвалася від космічного корабля, може наскрізь прошити скафандр космонавта.

Теоретично вчені занепокоїлись проблемою забруднення навколосемного простору відразу ж після запуску першого штучного супутника Землі, але на той час відправлених на орбіту апаратів, створених людьми, було замало, щоб становити серйозну загрозу. Насправді лише на початку 1990-х років, а саме 10 грудня 1993 року з доповіддю «Вплив космічної діяльності на оточуюче середовище» виступив Генеральний секретар ООН, проблему космічного сміття вперше сформулювали як глобальну проблему людства. В даному випадку слід зазначити, що не існує окремого космічного простору окремої країни, як, скажімо, територіальні води чи повітряний простір – є лише космічний простір Землі, отже, його забруднення негативно впливає на всі країни.

Найбільше занепокоєння у вчених викликає масштабна програма, запропонована відомим підприємцем та винахідником Ілоном Маском, - створення Starlink – угруповання космічних апаратів, які повинні забезпечити високошвидкісний доступ до мережі Інтернет в будь-якому місці планети.

При проектуванні всіх цих супутників передбачалось, що вони зможуть маневрувати в космосі, використовуючи іонний двигун, а, коли прийде час, попрямують з орбіти до Землі, щоб згоріти в атмосфері. Але супутники, двигуни або системи зв'язку яких вийшли з ладу, неминуче перетворюються на космічне сміття, неконтрольовано літають на величезних швидкостях і являють собою загрозу для інших супутників.

Перша партія з 60 супутників була запущена у травні 2019 року, а наразі на орбіті знаходиться вже більше 770 супутників Starlink, причому на цей час приблизно 3% космічних апаратів вже могли зламатись, і це не враховуючи ті 45 супутників, які SpaceX навмисно спалила в атмосфері.

Уряд США надав дозвіл компанії Ілона Маска запустити майже 12 тисяч супутників, але в планах компанії – запуск біля 42 тисяч апаратів. Навіть якщо з цієї кількості штучних супутників вийде з ладу лише 3%, це все рівно буде означати, що 1260 неробочих супутників масою 250 кілограмів та розміром з невеличкий стіл кожний будуть безцільно кружляти навколо нашої планети.

За підрахунками Європейської космічної агенції, наразі на орбіті знаходиться майже 30 тисяч фрагментів космічного сміття завбільшки 10 см. Будь-який з цих фрагментів при зіткненні з космічним апаратом чи орбітальною станцією гарантовано їх знищить, враховуючи їх розмір та величезну швидкість, з якою вони обертаються навколо Землі. Важко собі уявити, але сьогодні за кожним таким куском космічного сміття з Землі ведеться пильне спостереження.

Набагато більше навколо Землі обертається шматочків від 1 до 10 см, на які б на самій планеті ніхто б не звернув уваги. Інша річ – космічний простір. Майже 670 тисяч одиниць дрібного сміття також здатні заподіяти велику шкоду діючим космічним апаратам. Більш того, відстежувати з Землі такі об'єкти значно складніше, адже відповідних технологій та потужностей у людства ще немає.

Дональд Кесслер, що в 1978 році був науковим консультантом NASA,

спостерігаючи за стрімко зростаючою кількістю орбітальних апаратів, зробив не дуже приємний для людства прогноз, згідно з яким одного разу на орбіті може статись зіткнення, яке призведе до «ефекту доміно». Він мав на увазі, що при зіткненні, припустимо, двох космічних об'єктів їх уламки розлетяться в різні сторони, де, в свою чергу, зможуть зіткнутись з іншими космічними об'єктами, що знаходяться на орбіті.

Його несприятливий прогноз частково справдився в 2009 році, коли запущений в 1993 році російський супутник «Космос-2251», який, за даними росіян, вийшов з ладу десь у середині 1990-х, зустрівся з діючим американським супутником Iridium-33, внаслідок чого на навколоземній орбіті з'явилося приблизно 600 нових уламків завбільшки 5 см та декілька тисяч більш дрібних. До речі, американці і досі вважають, що російський супутник був цілком робочим.

Незважаючи на те, що перше таке зіткнення сталось більше, ніж через 30 років, і, на щастя, не призвело до масових подальших зіткнень, загроза реалізації цього сценарію залишається, адже сміття на орбіті не стає менше.

Найбільшими забруднювачами навколоземного космічного простору є три країни – США, Росія та Китай. На їх долю припадає майже 93% світового космічного бруду, адже саме ці країни запускають більше всього штучних супутників та космічних кораблів. Дивно, але, незважаючи на переконливі докази причетності цих країн до забруднення космічного простору навколо Землі, їхні космічні агенції ще не розробили дієвої програми прибирання, яку можна було б хоча б прийняти до уваги. Безперечно, розробки цих програм йдуть, але всі вони носять скоріш теоретичний характер, або дуже складні до реалізації, або невиправдано дорогі, або малоефективні.

Що ж пропонують країни, які вже доклали зусиль до забруднення навколоземного простору. На жаль, поки що нічого. Все, що зроблено до цього часу, звелось до організації спостереження за найбільшими та найнебезпечнішими фрагментами космічного сміття. Кожна країна веде свій власний каталог, в якому фіксуються найбільш помітні проблеми

забруднення. До того ж, науковці досить вправно маніпулюють цифрами, переконуючи пересічних громадян, що проблема забруднення навколоземного простору не така вже й серйозна та глобальна. В порівнянні з масштабами Всесвіту декілька тисяч тон залишків космічних апаратів на орбіті не становлять великої загрози для мешканців Землі. Можливо, це дійсно так, але все ж таки варто пам'ятати, що і на Землі величезні звалища виникли не одразу, і з ними таки довелось починати боротьбу, яка триває і зараз.

На сьогодні існує декілька цікавих проектів, які можуть претендувати на початок практичного втілення вже найближчим часом, але вони, на жаль, не мають відношення до державних космічних агенцій та державних програм з освоєння космосу. Всі ці проекти запропоновані приватними компаніями.

Так яка ж країна вже готова прибирати за собою у космосі? Ближче за всіх до реалізації цієї благородної мети, як не дивно, Швейцарія. Саме вона готується до запуску власного космічного прибиральника. Здавалось би, Швейцарія має на орбіті лише один супутник, який вже давно вийшов з ладу. Але, як повідомив прем'єр-міністр країни, «Швейцарія дуже любить чистоту», саме тому найближчим часом у космос направиться апарат CleanSpace-1, основне завдання якого полягатиме у виведенні з орбіти неробочого швейцарського супутника.

На жаль, швейцарці вирішили прибрати лише власне сміття, розроблений ними апарат – одноразовий, тому суттєво на ситуацію з космічним брудом не вплине, більша його частина поки що залишиться на орбіті.

Американські вчені теж пропонують цікаві проекти, але поки що жоден з них не претендує на реалізацію. Серед варіантів є, наприклад, спеціальна щільна сітка, яку пропонується накидати на великі сміттєві скупчення, щоб

потім спрямовувати їх у напрямку Землі, адже іноді достатньо лише пересунути об'єкт в бік планети, а далі вступає у гру сила земного тяжіння.

Ще один варіант прибирання сміття – використання лазера, який буде випаровувати частину об'єкту, змушуючи його змінювати орбіту, завдяки чому скоротиться час перебування сміття на орбіті. Цей проект отримав назву Laser Broom («Лазерна мітла»), але й він перебуває лише на стадії розробки.

Компанія Ілона Маска наполегливо працює над тим, щоб багаторазові космічні апарати стали новим технологічним стандартом, але й досі після кожного космічного запуску асортимент сміття на навколоземній орбіті розширяється, в першу чергу, завдяки відпрацьованим частинам ракет. Співробітники компанії Nanoracks запропонували амбіційний проект, який у разі успіху зможе докорінно змінити у майбутньому ситуацію із збереженням чистоти космічного простору. Розробники Nanoracks пропонують з використаних частин ракет будувати нові космічні станції та житлові модулі прямо на орбіті.

Особливу увагу інженери приділяють скинутим верхнім ступеням ракет. Вони підходять для перетворення в безпечні та практичні космічні приміщення. Оскільки подібні роботи в космосі ще жодного разу не проводились, компанія має намір запустити власного робота, якому доведеться практикуватись у різанні металу в умовах мікрогравітації. Зробити це планується вже у травні наступного року. На першому етапі цей процес відбуватиметься в закритій камері.

Представник Nanoracks Джеффри Манбер розповів, що NASA постійно розглядає різні ідеї щодо переробки або переобладнання використаних баків з-під ракетного палива, але кожного разу вимушена була відмовляти від цих задумів через неможливість їх реалізації, адже не існувало відповідної технології. Науковець сподівається, що ініціатива, з якою виступила

Nanoracks, дозволить змінити уявлення про космічне сміття, перетворивши його з загрози для освоєння космосу на потенційно корисний ресурс. З цим важко не погодитись, адже повторне використання фрагментів космічних апаратів замість безцільного спалення їх в атмосфері не тільки зменшить кількість небезпечних об'єктів на орбіті, але й дозволить значно зекономити на досить дорогих матеріалах для космічної техніки.

Таким чином, людство визнало існування проблеми, але поки що технологічно не готове її вирішити. Найбільш активні забруднювачі космосу ще не запропонували дієвих методів прибирання космічного сміття. Тем не менш, розробки проектів з усунення з орбіти фрагментів космічного сміття тривають і існує велика вірогідність того, що через деякий час буде винайдено ефективний спосіб очищення навколоземного простору. Поки тривають пошуки шляхів розв'язання проблеми, найефективнішим способом зменшити негативний вплив космічного сміття залишається постійне спостереження за найбільшими об'єктами на орбіті.

Список використаних джерел

1. <https://iz.ru/852256/mikhail-kotov/kosmicheskii-musor-vokrug-zemli-letaiut-tysiachi-opasnykh-obektov>
2. https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D1%81%D0%BC%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B5_%D1%81%D0%BC%D1%96%D1%82%D1%82%D1%8F
3. https://www.researchgate.net/publication/261706908_Pro_kosmicne_smitta
4. https://techno.24tv.ua/ru/nanoracks-prevratit-kosmicheskij-musor-orbitalnye-novosti-tehnologij_n1458783
5. https://techno.24tv.ua/ru/evrope-sproektirujut-apparat-dlja-uborki-kosmicheskogo-novosti-tehnologij_n1446432