УДК 629.78

А. П. АЛПАТОВ

КОСМИЧЕСКИЙ МУСОР: АСПЕКТЫ ПРОБЛЕМЫ

Институт технической механики
Национальной академии наук Украины и Государственного космического агентства Украины,
ул. Лешко-Попеля, 15, 49005, Днепр, Украина; e-mail:aalpatov@ukr.net

Целью работы является системный анализ технологических особенностей увода фрагментов космического мусора (КМ) с рабочих орбит. Новые результаты отражают возможность изменения концепции борьбы с загрязнением околоземного космического пространства. Суть состоит в обеспечении возможности утилизации космического мусора (КМ) вместо его уничтожения. В статье выполнен краткий анализ различных аспектов проблемы борьбы с КМ в околоземном космическом пространстве. Рассмотрены различные методы и средства предотвращения образования КМ и уменьшения его количества. Сформулированы научные задачи, возникающие при разработке различных средств и методов борьбы с загрязнением ближнего космоса.

Ключевые слова: *космический мусор, защита космического аппарата, очистка околоземного пространства, тросовые системы, увод космического мусора, активное удаление, кластер, орбита утилизации.*

1. Техногенное засорение околоземного космического пространства. Под ред. докт. техн. наук, проф. А. П. Алпатова. Днепропетровск: Пороги, 2012. 378 с.
2. Космический мусор. В 2 кн. Кн. 1. Методы наблюдения и модели космического мусора. Под науч. ред. докт. техн. наук, проф. Г. Г.Райкунова. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2014. 245 с.
3. Космический мусор. В 2 кн. Кн. 2. Предупреждение образования космического мусора. Под науч. ред. докт. техн. наук, проф. Г. Г. Райкунова. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2014. 188 с.
4. Technical report on space debris. United Nations. New York, 1999. 50 p.
5. *Алпатов А. П., Закржевский А. Е.* Пассивное развертывание связки двух тел на орбите. Прикладная механика. 1999. Т. 35. № 10. С. 87–92.
6. Alpatov A. P. Shape control of large reflecting structures in space / A. P. Alpatov, V. P. Gusynin, P. P. Belonozhko, S. V. Khoroshilov, A. A. Fokov // 62nd International Astronautical Congress, Cape Town, SA. Copyright ©2011 by the International Astronautical Federation. All rights reserved. IAC-11.C2.3.6
7. *Bombardelli C., Herrera J., Iturri A., Pelaez J.* Space debris removal with bare electrodynamic tethers. Proceedings of the 20th AAS: AIAA Spaceflight Mechanics Meeting, San Diego, CA, 2010.
8. *Bombardelli C., Pelaez J.* Ion beam shepherd for contactless space debris removal. Journal of guidance, control and dynamics. 2011. V. 34. № 3. P. 916–920.
9. *Estes R. D., Lorenzini E. C., Sanmartin J., Pelaez J., Martinez-Sanchez M., Johnson C. L., Vas I. E.* Bare Tethers for Electrodynamic Spacecraft Propulsion. Journal of Spacecraft and Rockets. 2000. V. 37. P. 205–211.
10. *Бомбарделли К., Алпатов А. П., Пироженко А. В., Баранов Е. Ю., Осиновый Г. Г., Закржевский А. Е.* Проект "космического пастуха" с ионным пучком. Идеи и задачи. Космічна наука і технологія. 2014. Т. 20. № 2. С. 55–62.
11. *Alpatov A. P., Fokov A. A., Khoroshylov S. V.* Определение оптимального положения "пастуха с ионным лучом" относительно объекта космического мусора. Ukrainian Conference on Space Research. Abstracts (Odessa, Ukraine, August 25–28 2015). Одесса, 2015. С. 126.
12. *Alpatov A., Cichocki F., Fokov A., Khoroshylov S., Merino M.* Algorithm for Determination of Force Transmitted by Plume of Ion Thruster to Orbital Object Using Photo Camera. Proceeding of the 66th International Astronautical Congress (Jerusalem, Israel, 2015. IAC-15-A6.5.5-27732). Jerusalem, 2015.
13. *Alpatov A., Cichocki F., Fokov A., Khoroshylov S., Merino M.* Determination of the force transmitted by an ion thruster plasma plume to an orbital object. Acta Astronautica. 2016. №119. С. 241–251.
14. *Алпатов А. П., Палий А. С., Скорик А. Д.* Аэродинамические системы увода космических объектов. Техническая механика. 2015. № 4. С. 126–138.
15. *Поляхова Е. Н.* Космический полёт солнечным парусом: проблемы и перспективы. М.: Наука, 1986. 304 с.
16. *Алпатов А. П., Белоножко П. П., Тарасов С. В., Фоков А. А., Храмов Д. А.* Перспективы космической робототехники. Информационные технологии в металлургии и машиностроении; материалы (ИТММ-2014): Материалы научно-технической конференции (Днепропетровск, 25–27 марта 2014). Днепропетровск, 2014. С. 5–6.
17. Sanjurjo Rivo M. Self Balanced Bare Electrodynamic Tethers. Space Debris Mitigation and other Applications : tesis doctoral N 1839 / Manuel Sanjurjo Rivo. Madrid, 2009. 215 c.
18. *Alpatov A. P., Beletsky V. V., Dranovskii V. I., Khoroshilov V. S., Pirozhenko A. V., Troger H., Zakrzhevskii A. E.* Dynamics of Tethered Space Systems. Boca Raton, London, New York: CRC Press, 2010. 223 p.
19. *Levin E. M.* Dynamic analysis of space tether missions. San Diego: American Astronautical Society, 2007. 453 p.

20. *Fujii H. A. & others* Sounding rocket experiment of bare electrodynamic tether system. Journal of Acta Astronautica. 2009. V. 64, № 2–3. P. 313–324.
21. *Алпатов А. П., Горбулин В. П.* Космические платформы для орбитальных промышленных комплексов: проблемы и перспективы. Вісн. НАН України. 2013. № 12. С. 26–38.
22. *Алпатов А. П., Гольдштейн Ю. М.* Баллистический анализ распределения орбит космических аппаратов различного функционального назначения. Техническая механика. 2017. № 2. С. 33–41.