

Концепция создания системы мониторинга и управления экологическим состоянием околоземного космического пространства

© Л. А. Ведешин

ИПА РАН, г. Санкт-Петербург, Россия

В статье рассмотрена проблема засорения ближнего космоса искусственными объектами и их фрагментами, ее влияние на безопасность полетов искусственных спутников Земли, пилотируемых космических кораблей и орбитальных космических станций, а также вопросы международно-правового регулирования проблемы космического мусора. Российской академией наук совместно с Роскосмосом разрабатывается Программа научных исследований космического мусора, выдаются задания по разработке эффективных методов изучения этой проблемы. На государственном уровне изучаются вопросы создания специальной службы по мониторингу и управлению экологическим состоянием околоземного космического пространства.

Ключевые слова: космический мусор, космические объекты, космические аппараты, околоземное космическое пространство, дистанционное зондирование Земли, орбитальные космические станции, геостационарные орбиты, автоматические межпланетные станции, ракета-носитель.

<https://doi.org/10.32876/ApplAstron.51.26-31>

Введение

В связи с освоением космического пространства и ростом количества запусков космических аппаратов (КА) возникла серьезная проблема засорения ближнего космоса искусственными объектами и их фрагментами. В настоящее время наземные и космические системы мониторинга космического пространства наблюдают до 23 тыс. крупных космических объектов (КО) размером свыше 10 см, из них отслеживается менее 5–6 %. По данным подкомитета ООН по космосу на низких околоземных орбитах находится до 10000 т техногенного мусора. Кроме того, в околоземном космическом пространстве (ОКП) находится огромное количество мелкогабаритного космического мусора (КМ): сотни тысяч КО размером 1–10 см, сотни миллионов КО размером 1 мм – 1 см, миллионы КО размером менее 1 мм [1].

В последнее время особую опасность представляет ухудшение обстановки в ОКП из-за взрыва ступени ATLAS-5 Centaur в августе 2018 г., намеренного разрушения Индией спутника Microsat-R в марте 2019 г., самопроизвольного разрушения спутника Intelsat-29e в апреле текущего года и более ранние случаи несанкционированных выходов из строя других КА.

При сохранении современных тенденций уже в недалеком будущем засорение ОКП примет катастрофические масштабы. Изменение количества КМ в ОКП в настоящее время определяется скоростью образования нового КМ и сгоранием его в атмосфере Земли. Наиболее быстрое очищение ОКП от КМ происходит на высотах до 500 км, где на пиках солнечной активности количество КМ может даже уменьшаться. На больших высотах КМ может находиться очень долго, десятки и более лет, а общее количество КМ без принятия мер по очищению ОКП будет только расти. Если еще совсем недавно в освоении космоса участвовали два государства, то в настоящее время их число стало резко возрастать, что также ведет к увеличению количества КМ. Еще одной проблемой является то, что КМ не может быть утилизирован без заметного экологического ущерба природе. К основным последствиям техногенного засорения ОКП можно отнести:

- экологический ущерб для Земли и околоземной среды;
- падение КМ на Землю;
- опасность столкновений КМ и КА в космосе.

К основным методам снижения опасности столкновения КМ и КА можно отнести следующие меры: конструктивная защита КА от столкновения с КМ путем бронирования КА или уклонения КА от столкновения; минитюаризация КА; минимизация количества КМ, возникающего в результате запусков новых КА. Эти методы могут значительно уменьшить рост опасности КМ и замедлить его накопление в некоторых областях ОКП.

В статье рассмотрены меры для решения проблемы КМ и предотвращения космических угроз, основанные на отечественном и зарубежном опыте.

Мониторинг и управление экологическим состоянием ОКП

Мониторинг и управление экологическим состоянием ОКП является актуальной задачей, поскольку часть КО постоянно меняет свою орбиту, сталкиваясь между собой, за счет чего количество КМ увеличивается. Замедление, сгорание и падение объектов на Землю происходит довольно медленно и долго. Особую опасность КМ представляет для безопасности полётов следующих КА:

- пилотируемых космических кораблей;
- орбитальных космических станций на высотах 250–300 км;
- КА дистанционного зондирования Земли на орбитах с высотой 600–800 км;
- связных и навигационных спутников на стационарных и геостационарных орбитах;
- автоматических межпланетных станций, выводимых на промежуточные орбиты.

В настоящее время эффективных мер защиты от столкновения с опасными фрагментами размером более 1 см на низких орбитах и более 3 см на геостационарных орбитах практически не существует. По прогнозам экспертов ООН, дальнейшее неконтролируемое засорение космоса может привести к ограничению использования или временному прекращению запусков КА в мире с 2050 г. При неконтролируемом сходе с орбиты и неполном сгорании

в атмосфере Земли крупные фрагменты КМ, такие как несгоревшие части разгонных блоков ракет-носителей, двигателей и др., могут угрожать населенным пунктам и промышленным объектам [2, 3].

В 1973 г. Генеральная ассамблея ООН заслушала доклад Генерального секретаря ООН «О воздействии космической деятельности на окружающую среду», который в своем выступлении отметил: «Нельзя говорить, что засоряется околоземное пространство какой-то отдельной страны, засоряется космическое пространство всей планеты, что отрицательно влияет на все государства в равной степени». Ежегодно в рамках подкомитета ООН по космосу с участием российских и иностранных представителей рассматриваются вопросы международно-правового регулирования проблемы КМ, проводятся консультации специалистов по разработке методики количественной оценки КМ и разрабатываются рекомендации по обеспечению безопасности полетов как пилотируемых, так и автоматических КА [4, 5, 6].

Госкорпорация Роскосмос, Российская академия наук (РАН), Минобороны России, МИД России уделяют большое внимание решению этой проблемы. На государственном уровне принят ряд совместных решений по созданию «Комплексной системы мониторинга опасных объектов и событий в ОКП и предупреждения космических угроз» (проект «Дозор»).

В рамках проработки проекта Федеральной целевой программы «Исследования научно-технических проблем и разработка предложений по созданию перспективных средств измерений, наблюдения и контроля, единой системы предупреждения и парирования космических угроз» при участии РАН предложено создание на территории РФ и за рубежом новых оптических средств мониторинга КМ в околоземном космическом пространстве, а также астероидов и комет.

С учетом важности этой проблемы в рамках Совета РАН по космосу создана Экспертная группа из ученых и специалистов по подготовке предложений о создании российской системы противодействия космическим угрозам. Совет РАН по космосу на своих заседаниях 11 мая и 27 июня 2019 г. под председательством президента РАН академика Сергеева А. М. заслушал доклады ученых и специалистов по фундаментальным и прикладным аспектам проблемы КМ и принял решение включить в Программу фундаментальных научных исследований РАН задания по разработке эффективных методов изучения проблемы КМ, а также провести в 2019 г. Всероссийскую конференцию по проблемам космического мусора [7, 8].

В ИПМ им. М. В. Келдыша РАН, ИНАСАН, ИКИ РАН, ИСЗФ СО РАН при участии вузов и организаций промышленности ведется разработка физических и математических моделей, которые качественно и количественно описывают процессы, приводящие к образованию КМ в результате воздействия факторов космической среды на материалы внешних поверхностей конструкции КА и ступеней ракет-носителей. В частности, большой интерес представляет разработка модели физических процессов, приводящих к расслаиванию экранно-вакуумной теплоизоляции и отрыву фрагментов экранно-вакуумной теплоизоляции от элементов конструкции КА, в том числе на геостационарных орбитах. Планируется проведение исследований по оценке изменений физических свойств материалов и отражательных характеристик

КА и фрагментов КМ по массе и размерам, образующихся при разрушении типовых конструкций КА, ракет-носителей и баллистических ракет в результате взрывов, обусловленных наличием на борту топлива и источников энергии. Разрабатываются технологии анализа и обработки больших массивов информации о КО с целью выявления закономерностей и тенденций их распределения на орбитах ОКП.

В России 1 января 2016 г. принята в штатную эксплуатацию автоматизированная система предупреждения об опасных ситуациях в околоземном космическом пространстве (АСПОС ОКП). Для мониторинга КО и событий в ОКП информационные возможности системы определяются использованием измерительной информации с российских и зарубежных радиолокационных, оптических и радиотехнических средств наблюдения КО: всего около 50 телескопов в 17 пунктах на территории РФ, а также за рубежом [9, 10].

Международное сотрудничество в создании достаточного количества географически разнесенных наблюдательных средств позволит обнаруживать малоразмерные объекты КМ для обеспечения высокоточных координатных измерений по каждому наблюдаемому объекту КМ. Зарубежными организациями рассматриваются перспективные проекты по минимизации количества КМ при запусках КА и технологических экспериментах по их уводу на орбиты захоронения с помощью сборщика КМ в виде буксира для крупных объектов, надувных шаров, аппаратов с солнечным парусом, с лазерными средствами изменения орбиты КМ и др.

В Федеральной космической программе России на 2016–2025 гг. включены работы по созданию КА для уборки мусора с геостационарных орбит, на которых находится большое количество неэксплуатируемых КО. ФГУП ЦНИИмаш совместно с АО «ИСС» и НИИ ПМЭ МАИ проводят исследования по уводу крупногабаритного КМ из защищаемой области геостационарных орбит на орбиты захоронения с использованием КА, оборудованного системой инжекции ионного пучка в качестве средства бесконтактного воздействия.

Среди предложений по борьбе с КМ за рубежом рассматриваются проекты по оснащению КА системой увода с орбиты в плотные слои атмосферы или перевода на другую орбиту после окончания срока активного функционирования.

В 2018 г. ООН выступила с инициативой сотрудничества в рамках программы «Открытая Вселенная», которая предусматривает установку телескопов в развивающихся странах, обучение наблюдателей, организацию наблюдений и создание общей базы данных по наблюдению за КО [6].

Заключение

Для решения проблемы КМ и предотвращения космических угроз, исходя из отечественного и зарубежного опыта, предлагается разработать предложения по созданию Государственной службы по мониторингу и управлению состоянием околоземного космического пространства [10, 11].

Литература

1. Space debris by the numbers [Электронный ресурс]. — URL: https://www.esa.int/Safety_Security/Space_Debris/Space_debris_by_the_numbers (дата обращения 11.09.2019).
2. Лаверов Н. П., Медведев А. А. Космические исследования и технологии: расширение знаний об окружающем мире. — М.: «Доброе слово», 2012. — С. 179.
3. Шустов Б. М. Астероидно-кометная опасность: о роли физических наук в решении проблемы // УФН, 2011. — Т. 181, № 10. — С. 1104–1108.
4. Лаверов Н. П., Ведешин Л. А. Аспекты международного сотрудничества стран-разработчиков национальных навигационных систем // Труды ИПА РАН. — СПб: ИПА РАН, 2015. — Вып. 38. — С. 25–30.
5. Данхэм Д. У., Назиров Р. Р., Фаркуар Р. У. и др. Космические миссии и планетарная защита. — М.: Физматлит, 2013. — С. 275.
6. Шустов Б. М. О роли РАН в организации системы обнаружения и мониторинга опасных космических объектов с применением средств наземного и космического базирования (презентация). — 2015.
7. Шустов Б. М. Итоги конференции «Космический мусор: фундаментальные и практические аспекты угрозы» // Совет РАН по космосу (презентация). — 2019.
8. Шустов Б. М. О состоянии и необходимости поддержки работ по проблеме космических угроз // Совет РАН по космосу (презентация). — 2015.
9. Ведешин Л. А. Фундаментальные основы создания системы мониторинга астероидно-кометной опасности Земли // Труды ИПА РАН. — СПб: ИПА РАН, 2017. — Вып. 42. — С. 64–70.
10. Ведешин Л. А. Научно-технический отчет «Обзор создания центра наблюдения за сближением астероидов с Землей». — ИПМ РАН, 2015. — 15 с.
11. Ведешин Л. А. Научно-технический отчет «Обзор космических проектов по исследованию и использованию природных ресурсов астероидов». — ИПМ РАН, 2016. — 25 с.

Concept of a System for Monitoring and Control of Near Space Environmental Condition

L. A. Vedeshin

This paper considers the problem of space debris in the near space caused by artificial objects and their fragments, its influence on safety of manned space flights and orbital space stations, as well as international legislation on the space debris. The Russian Academy of Sciences and the State Space Corporation ROSCOSMOS are working within fundamental scientific program, issuing assignments for the development of effective methods to investigate this problem. Establishing a special service for monitoring and control of the environmental condition of the near space is discussed at the governmental level.

Keywords: space debris, space objects, spacecrafts, near space, Earth remote sensing, orbital space stations, geostationary orbits, automatic interplanetary stations, carrier rocket.