

**Генеральная Ассамблея**

Distr.: General
5 November 2024
Russian
Original: English

**Комитет по использованию космического
пространства в мирных целях**
Научно-технический подкомитет
Шестьдесят вторая сессия
Вена, 3–14 февраля 2025 года
Пункт 5 предварительной повестки дня*
Космический мусор

**Исследования, касающиеся космического мусора,
безопасного использования космических объектов
с ядерными источниками энергии на борту и проблем
их столкновений с космическим мусором**

Записка Секретариата

I. Введение

1. На своей шестьдесят первой сессии Научно-технический подкомитет Комитета по использованию космического пространства в мирных целях постановил, что следует и далее предлагать государствам-членам и международным организациям, имеющим статус постоянного наблюдателя при Комитете, представлять сведения об исследованиях, посвященных космическому мусору, безопасности космических объектов с ядерными источниками энергии на борту, проблемам столкновения таких объектов с космическим мусором, а также мерам, принимаемым для осуществления на практике руководящих принципов предупреждения образования космического мусора (A/AC.105/1307, п. 82). В этой связи государствам-членам и международным организациям, имеющим статус постоянного наблюдателя, была направлена нота от 18 сентября 2024 года с предложением представить сообщения до 31 октября 2024 года, с тем чтобы полученная информация могла быть представлена Подкомитету на его шестьдесят второй сессии.

2. Настоящий документ подготовлен Секретариатом на основе информации, полученной от трех государств-членов, а именно от Бахрейна, Мьянмы и Японии. Поступившая от Японии дополнительная информация, в том числе диаграммы, касающиеся проблемы космического мусора, будет представлена в качестве документа зала заседаний на шестьдесят второй сессии Подкомитета.

* A/AC.105/C.1/L.418.



II. Ответы, полученные от государств-членов

Бахрейн

[Подлинный текст на английском языке]
[27 октября 2024 года]

С засоренностью космоса связан серьезный риск для космических миссий, поскольку она угрожает безопасности космических аппаратов и астронавтов. Национальное агентство космической науки (НАКН) активно занимается исследованиями и разработками для выработки инновационных решений, направленных на снижение этого риска и обеспечение устойчивого освоения космоса. Примером такой деятельности является разработка бортовой системы обнаружения и локализации объектов космического мусора на основе искусственного интеллекта. Проблема в том, что частицы космического мусора размером менее 2 миллиметров невозможно обнаружить с Земли. Поэтому задача этого исследования — предложить бортовую систему обнаружения и классификации по крупности частиц космического мусора с возможностью расчета кеплеровских элементов на низкой околоземной орбите на основе искусственного интеллекта. Предлагаемая система будет анализировать изображения с целью обнаружения объектов с использованием глубокого обучения. При обнаружении мусора будет подаваться тревожный сигнал, и изображение можно будет загрузить вместе с результатами анализа, такими как ширина, высота, время обнаружения и местоположение объекта. Выходную информацию от предлагаемой системы можно использовать в наземных операциях для расчета всех орбитальных параметров космического мусора и прогнозирования его движения и связанного с ним риска. Предлагаемая система показала многообещающие результаты, способствуя глобальным усилиям по отслеживанию космического мусора и предотвращению столкновений.

Еще один пример деятельности Агентства по разработке инновационных решений по защите от космического мусора — использование данных радиолокационного обнаружения в оптимизированной несложной и недорогостоящей системе для обнаружения и классификации космического мусора. Разработана модель глубокого обучения на основе искусственного интеллекта с использованием глубокой нейросети для обнаружения объектов и классификации космического мусора в режиме реального времени. Было продемонстрировано, что эта система адекватно различает и классифицирует объекты, поскольку архитектура модели основана на включении в список и классификации целей и на маркировке и фильтрации данных о них. Впоследствии был проведен анализ модели глубокого обучения, включающий объединение объектов в кластеры вместо классификации. Эта модель может быть интегрирована в многочисленные датчики приборно-измерительной аппаратуры и другие радиолокационные устройства, которые будут помогать в мониторинге космического мусора, предотвращении столкновений и принятии решений и тем самым способствовать долгосрочной устойчивости космической деятельности.

Агентство продолжает осуществлять различные инициативы и проекты, направленные на повышение устойчивости космической деятельности и снижение засоренности космоса на благо будущих поколений.

Япония

[Подлинный текст на английском языке]
[31 октября 2024 года]

Общий обзор

В ответ на просьбу, полученную от Секретариата, в настоящем сообщении представляется информация о деятельности по тематике космического мусора, в основном осуществляемой Японским агентством аэрокосмических

исследований (ДЖАКСА). По состоянию на октябрь 2024 года исследования и разработки, связанные с проблемой космического мусора, осуществляются по следующим направлениям:

- a) активное удаление мусора;
- b) маневры уклонения от фрагментов мусора и исследования, касающиеся технологий обеспечения осведомленности об обстановке в космосе;
- c) исследования, касающиеся методов наблюдения за объектами на низкой околоземной и геостационарной орбитах и определения их орбит;
- d) система непосредственного измерения микрофрагментов мусора;
- e) разработка композитного топливного бака;
- f) наблюдение за космическим мусором с помощью спутниковой лазерной дальнометрии и разработка отражателя общего назначения для спутниковой лазерной дальнометрии.

Положение дел

Активное удаление мусора

ДЖАКСА учредило программу исследований, цель которой заключается в осуществлении малозатратных миссий по активному удалению космического мусора. Исследования и разработка ключевых технологий, предназначенных для активного удаления мусора, ведутся по трем основным направлениям: сближение с пассивными объектами, методы захвата пассивных объектов и методы увода с орбиты неповрежденных крупных объектов. В рамках усилий по передаче этих ключевых технологий ДЖАКСА сотрудничает с японскими частными компаниями в целях обеспечения возможностей для проведения малозатратных миссий по активному удалению космического мусора на коммерческой основе.

Кроме того, ДЖАКСА руководит осуществлением демонстрационного проекта по удалению мусора на коммерческой основе (CRD2). Этот проект состоит из двух этапов и имеет целью осуществление миссий по активному удалению мусора в партнерстве с частными компаниями. В ходе первого этапа в 2024 году была проведена демонстрация таких ключевых технологий, как сближение с пассивным объектом, выполнение операций в непосредственной близости и обследование второй ступени ракеты Н-IIА. Спутник ADRAS-J, созданный компанией Astroscale Japan Inc. при поддержке правительства Японии, успешно сблизился с этим целевым объектом на расстоянии около 50 м и с фиксированной точки на этом удалении обследовал его. В ходе второго этапа, который планируется начать после завершения в Японии 2026 финансового года, будет продемонстрировано активное удаление отработавшей второй ступени Н-IIА. По итогам открытого конкурсного отбора партнером по проекту стала компания Astroscale Japan Inc.

В ноябре 2021 года Япония опубликовала «Руководящие принципы выдачи лицензий на эксплуатацию космических аппаратов, выполняющих обслуживание на орбите», в которых установлены требования по обеспечению безопасной, надежной и прозрачной практики обслуживания на орбите. В частности, оператор таких работ на орбите, включая активное удаление мусора, обязан получить согласие от структуры, обладающей полномочиями в отношении объекта-клиента, и предоставить информацию о плане операции и порядке управления, чтобы правительство Японии могло заблаговременно объявить о проведении сервисного обслуживания на орбите, обеспечивая тем самым прозрачность такой деятельности. Вышеупомянутый первый этап проекта CRD2 был реализован в соответствии с Руководящими принципами, а информация о миссии размещена на веб-сайте правительства с февраля 2024 года.

Маневры уклонения от фрагментов мусора и исследования, касающиеся технологий обеспечения осведомленности об обстановке в космосе

ДЖАКСА регулярно получает уведомления о сближениях от Центра совместных космических операций (ЦСКО). В 2022 году ДЖАКСА выполнило два маневра уклонения своих низкоорбитальных космических аппаратов от фрагментов мусора. Являясь оператором действующих спутников, ДЖАКСА сознает растущие риски сближения с фрагментами космического мусора в условиях ухудшающегося состояния космической среды.

Основные технологии обеспечения осведомленности об обстановке в космосе

Министерство обороны и ДЖАКСА разработали систему обеспечения осведомленности об обстановке в космосе, которая была полностью введена в эксплуатацию в апреле 2023 года. Система состоит из следующих компонентов:

а) радиолокационная станция: ДЖАКСА разработало новую радиолокационную станцию для низкой околоземной орбиты, способную обнаруживать объекты размером 10 см на высоте 650 км;

б) телескопы: ДЖАКСА провело восстановительный ремонт своих телескопов класса 1 м и 50 см, чтобы расширить их возможности по наблюдению за космическим мусором на высоких, в том числе на геостационарной, орбитах;

в) система анализа: ДЖАКСА внедрило новую систему для анализа данных наблюдений, получаемых с радиолокационной станции и телескопов. Эта система играет важную роль в проведении оценок рисков и составлении планов предотвращения столкновений в случае приближения фрагментов мусора к спутникам ДЖАКСА.

ДЖАКСА также разработало программное средство в поддержку планирования маневров уклонения после получения сообщений от ЦСКО с данными о сближении. С марта 2021 года ДЖАКСА бесплатно предоставляет его всем спутниковым операторам через свой веб-сайт.

Ожидается, что это программное средство упростит процесс маневров уклонения и сделает его менее трудоемким. ДЖАКСА намерено и впредь оказывать постоянную поддержку этой инициативе.

Исследования, касающиеся методов наблюдения за объектами на низкой околоземной и геостационарной орбитах и определения их орбит

Как правило, наблюдение за объектами на низкой околоземной орбите осуществляется с помощью радиолокационных систем, однако ДЖАКСА разрабатывает для этих целей оптическую систему, чтобы снизить расходы на строительные работы и эксплуатацию. Поэтому для наблюдения за низкой околоземной орбитой разработан большой датчик на основе комплементарной структуры «металл-оксид-полупроводник» (КМОП). Применение для анализа данных, поступающих с КМОП-датчика, технологий обработки изображений с использованием графического процессора может содействовать обнаружению на низкой околоземной орбите объектов размером 10 см или меньше. Чтобы расширить возможности для наблюдения объектов на низкой околоземной и геостационарной орбитах, были развернуты два периферийных пункта наблюдения в Австралии. Эти два дополнительных пункта наблюдения наряду с Ньюкасамской обсерваторией в Японии позволяют точно определять параметры орбит и оценивать высоту объектов на низкой околоземной орбите, используя данные, поступающие с пунктов наблюдения в Австралии.

Система непосредственного измерения микрофрагментов мусора

Для измерения милли- и микроразмерных фрагментов мусора на орбитах используется специальный датчик — индикатор частиц космического мусора. Последний летный эксперимент с ним проводился на борту транспортного

корабля Н-II Kounotori-5 (HTV-5). Данные фактических измерений столь мелких фрагментов мусора необходимы для понимания того, насколько велико количество мелкого космического мусора на низких околоземных орбитах, поскольку он становится одним из преобладающих факторов риска на орбите.

Уникальными особенностями индикатора частиц космического мусора являются простая система обнаружения, не требующая специальной калибровки перед запуском, и способность взаимодействовать с другими датчиками. Индикатор частиц космического мусора состоит из двух основных компонентов: детектора и микросхем. Детектор выполнен из тончайшей полиамидной пленки с сеткой из тысяч электропроводящих линий шириной 50 мкм, способной детектировать сталкивающиеся с ней частицы мусора диаметром от 100 мкм до нескольких миллиметров. Размер врезавшихся частиц мусора определяется по количеству линий сетки, разорванных при соударении частиц с пленкой и проникновении в нее.

В настоящее время ДЖАКСА сотрудничает с Управлением программы по орбитальному мусору Национального управления по аэронавтике и исследованию космического пространства (НАСА) Соединенных Штатов Америки в разработке нового индикатора частиц космического мусора. В рамках этой инициативы впервые обеспечивается возможность интегрировать индикатор частиц космического мусора с другими датчиками, такими как датчик частиц мусора НАСА, и предполагается определять не только размер частиц мусора, но и их скорость, физические и другие значимые характеристики.

Разработка композитного топливного бака

Для изготовления топливных баков обычно используется титановый сплав, который наиболее пригоден благодаря малому весу и хорошей химической совместимости с компонентами ракетного топлива. Однако его температура плавления столь высока, что топливный бак не сгорает при входе в атмосферу, что представляет опасность для людей на поверхности Земли.

Уже несколько лет ДЖАКСА занимается разработкой бака с внутренним покрытием из алюминия и оболочкой из углеродных композитов, у которого будет более низкая температура плавления. С целью оценки возможности создания такого бака ДЖАКСА провело основные испытания, в том числе проверку совместимости алюминия в качестве материала для внутреннего покрытия с ракетным топливом на основе гидразина, а также испытание электродуговым нагревом.

После того как была изготовлена и испытана уменьшенная технологическая модель бака (ТМ-1), ДЖАКСА изготовило полноразмерный бак (ТМ-2). Форма бака ТМ-2, в котором имеется топливозаборное устройство, не отличается от формы обычного бака. Бак ТМ-2 прошел испытания на избыточное давление, вибростойкость (во влажных и сухих условиях), внешнюю течь, цикл изменения давления и на действие внутреннего давления, и все они показали положительные результаты. После этого был выполнен критический анализ проекта.

Следует отметить, что композитный топливный бак отличается от титанового бака более коротким сроком поставки и меньшей стоимостью. В настоящее время ведется экспериментальная и аналитическая оценка вероятности прекращения его существования при входе в атмосферу.

Наблюдение за космическим мусором с помощью спутниковой лазерной дальнометрии и разработка отражателя общего назначения для спутниковой лазерной дальнометрии

ДЖАКСА уделяет особое внимание спутниковой лазерной дальнометрии как третьему методу наблюдения за космическим мусором после радиолокационных и оптических наблюдений. В рамках этих усилий в июне 2023 года была

введена в эксплуатацию станция спутниковой лазерной дальнометрии в городе Цукуба.

В последние годы все большее значение приобретает улучшение заметности объектов на орбите. Для решения этой задачи ДЖАКСА разработало недорогой и компактный отражатель для спутниковой лазерной дальнометрии, названный Mt.FUJI («гора Фудзи»), который можно универсально использовать на низкой околоземной орбите. Отражатель был установлен на малом спутнике CE-SAT-1E, который в феврале 2024 года был выведен на орбиту ракетой-носителем Н-III в рамках пробного пуска № 2. В августе того же года было подтверждено, что отражатель работает на орбите штатно. Для того чтобы отражатель мог быть установлен на многих космических аппаратах (спутниках, верхних ступенях ракет и т. д.), ДЖАКСА в настоящее время передает технологию его производства нескольким компаниям. ДЖАКСА содействует его применению на международном уровне для повышения возможности слежения за объектами на орбите, внося тем самым вклад в устойчивое использование космического пространства.

Мьянма

[Подлинный текст на английском языке]
[31 октября 2024 года]

Представитель Мьянмы участвовал в этапе заседаний высокого уровня ЮНИСПЕЙС+50, который проводился 20 и 21 июня 2018 года. Участие Мьянмы в праздновании исторической годовщины первой Конференции Организации Объединенных Наций по исследованию и использованию космического пространства в мирных целях, организованной Управлением по вопросам космического пространства, было отмечено присутствующими государствами, которые выразили ей свои поздравления в этой связи. Мьянма как и прежде будет участвовать в деятельности международного космического сообщества в целях более активного освоения космоса для достижения целей в области устойчивого развития.

Правительство Республики Союз Мьянма, развивающегося государства, завершило разработку спутниковых систем MyanmarSat-1 и MyanmarSat-2, направленных на претворение в жизнь стремления запустить в космос мьянманский национальный спутник и тем самым получить контроль над национальными стратегическими услугами в области телекоммуникации и радиовещания. При эксплуатации спутниковой системы Мьянма будет использовать потенциал космической науки, техники, права и политики на благо регионального и международного сообщества, а также содействовать реализации таких глобальных инициатив, как Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года.

Поскольку проект создания мьянманского национального спутника MyanmarSat-3 находится на стадии планирования, страна еще не испытывала потребности в решении вопросов космического мусора, ядерных источников энергии и связанных с ними проблем. Хотя Мьянма еще не рассматривала вопрос о проведении исследований по данной тематике, учитывая важность обеспечения безопасной и мирной космической среды, страна будет уделять особое внимание сотрудничеству с международным сообществом и международными организациями в разработке и реализации мер по предупреждению образования космического мусора, занимаясь параллельно созданием собственной спутниковой системы.