

КОСМИЧЕСКАЯ ЭЛЕКТРОМЕХАНИКА. КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ

УДК 629.7

МАЛЫЕ КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ НПП ВНИИЭМ. ОТ КОНЦЕПЦИИ ДО ВОПЛОЩЕНИЯ В «МЕТАЛЛЕ»

С.Н. Волков, Л.А. Макриденко, В.П. Ходненко
(ФГУП «НПП ВНИИЭМ»)

Представлены результаты работ по созданию малого космического аппарата «Университетский – Татьяна-2» на основе микро-спутниковой платформы УМП-70. Концептуальные решения по созданию и применению малых космических аппаратов разработаны в НПП ВНИИЭМ и положены в основу созданных на предприятии микроспутниковых платформ УМП-70 и УМП-250. На примере исследований проблемы космического мусора в околоземном космическом пространстве, проводимых в НПП ВНИИЭМ в рамках ФЦП «Научные и педагогические кадры инновационной России», приведены результаты разработки технического облика бортовой аппаратуры малого космического аппарата для наблюдения за объектами, классифицируемыми как космический мусор.

Ключевые слова: малый космический аппарат, микроспутниковая платформа, космический мусор, геостационарная и солнечно-синхронная орбиты.

В НПП ВНИИЭМ в течение ряда лет разрабатывалась концепция создания и применения малых космических аппаратов (МКА) [1, 2].

Результатом этой работы явилась разработка универсальных спутниковых платформ УМП-70 и УМП-250, на базе которых в настоящее время создаются перспективные МКА, предназначенные для выполнения целевых задач в составе оптимизированных орбитальных спутниковых группировок.

Универсальная микроспутниковая платформа

Новая микроспутниковая платформа УМП-70 (рис. 1) предназначена для изготовления на её базе спутников различного назначения для проведения исследований по изучению Солнца и солнечно-земных связей, изучения малых тел солнечной системы, проведения экспериментов в области астрофизики, наблюдения Земли из космоса в интересах фундаментальных космических исследований, а также для нужд народного хозяйства.

В 2007 – 2009 гг. на базе микроспутниковой платформы совместно с МГУ им. М.В. Ломоносова в ФГУП «НПП ВНИИЭМ» был создан МКА «Университетский – Татьяна-2». Запуск МКА осуществлён 17.09.2009 г. попутно с КА «Метеор-М» № 1.

Основное предназначение МКА «Университетский – Татьяна-2» – выполнение международной научно-образовательной молодёжной программы под руководством МГУ им. М.В. Ломоносова, направленной на привлечение студентов, аспирантов и молодых исследователей ко всем этапам подготовки и проведения космического эксперимента, исследования и развития дистанционных методов обучения между университетами – участниками международной коллаборации по выполнению данного проекта.

Основные технические характеристики МКА на базе микроспутниковой платформы УМП-70

Масса МКА	до 130 кг
Средневитковое потребление	до 150 Вт
Ориентация	электромаховичная, трехосная: Земля – на Солнце
Точность ориентации на Землю	не хуже 15 угл. мин
Радиолиния передачи целевой информации	8,2 ГГц, 64 Мбит/с



Рис. 1. Универсальная микроспутниковая платформа УМП-70



Рис. 2. Научная аппаратура МКА «Университетский – Татьяна-2»

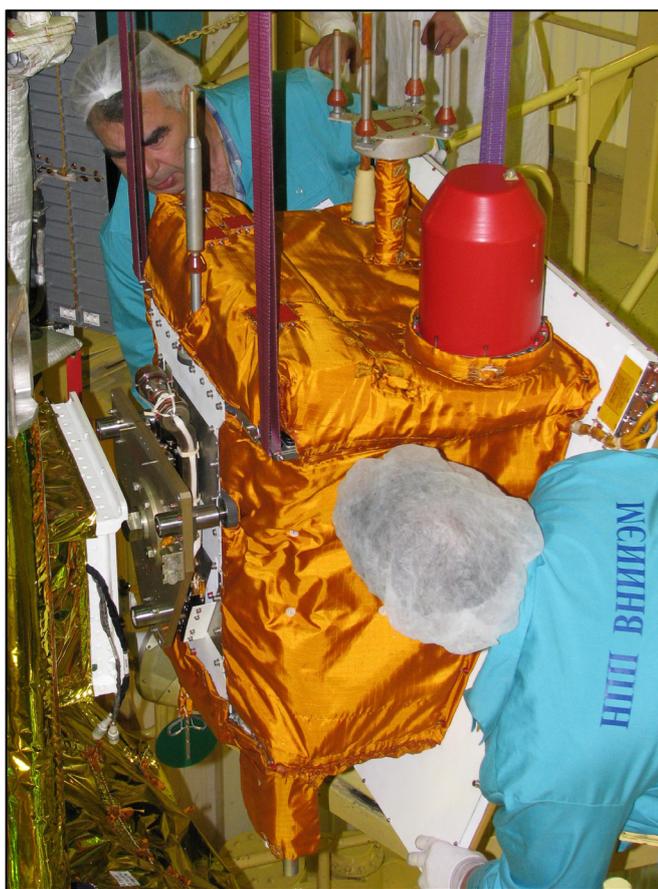


Рис. 3. Стыковка МКА «Университетский – Татьяна-2» в МИКе на Байконуре

На МКА было установлено восемь приборов для изучения световых явлений в атмосфере Земли под воздействием галактических космических лучей и энергичных заряженных частиц в авроральных и экваториальных областях, исследований радиационной обстановки на трассе полёта МКА, мониторинга вспышечной активности Солнца и изучения вариаций параметров ионосферы и верхней атмосферы (рис. 2, 3).

ФГУП «НИИ ВНИИЭМ» в кооперации с научными коллективами МИФИ и ИНАСАН в рамках ФЦП «Научные и педагогические кадры инновационной России» успешно выполняет научно-исследовательскую работу по исследованию проблем засорения околоземного космического пространства «Исследование проблем космического мусора, включая радиоактивное загрязнение» с разработкой предложений по созданию космического сегмента на базе МКА.

Проблема засорения околоземного космического пространства возникла по существу сразу же после первых запусков искусственных спутников Земли.

По разным оценкам на низких околоземных орбитах, вплоть до высот 1,5 – 2 тыс. км, к настоящему времени скопилось до 5 тыс. т техногенных объектов. Причем общее число фрагментов размером более 1 см (фрагменты именно такого и большего размера представляют серьезнейшую опасность) не поддается точному подсчёту и может существенно превышать 100 тыс. Из них обнаружена и отслеживается наземными радиолокационными и оптическими средствами лишь малая доля (несколько процентов). На конец 2010 г. в каталоге фрагментов космического мусора насчитывается не более 13 тыс. объектов. Конечно, это лишь самые крупные из существующих элементов космического мусора. Около 3 тыс. отслеживаемых объектов являются действующими КА.

Всего, как утверждают специалисты, на околоземных орбитах может находиться несколько сотен миллионов объектов, квалифицируемых как космический мусор. Наиболее засорены те орбиты, которые чаще всего используются для работы космических аппаратов: геостационарная и солнечно-синхронные.

Более половины объектов являются технологическими отходами, сопутствующими запускам, а также обломками и фрагментациями КА, возникающими при взрывах и нештатных ситуациях.

Пятая часть объектов – это космические аппараты, прекратившие своё существование. Примерно шестая часть представляет совокупность отработанных верхних ступеней и разгонных блоков ракет-носителей.

Большинство этих объектов находится на орбитах с высоким наклоном, плоскости которых пересекаются, средняя относительная скорость их взаимного пролёта превышает первую космическую. Столкновение с фрагментом размером всего в несколько миллиметров, мчащимся в пространстве с такой скоростью, будет подобно взрыву гранаты, поэтому любой из этих объектов может не

только повредить действующий космический аппарат, но и полностью вывести его из строя.

Эффективных мер защиты от объектов космического мусора размером более 1 см в поперечнике практически нет, поэтому крайне актуальными становятся работы по систематизации и каталогизации наблюдений космического мусора, а также разработке методов его уборки и уничтожения.

Основным содержанием НИР «Исследование проблем космического мусора, включая радиоактивное загрязнение» является:

- изучение и описание заселённости космическим мусором избранных областей космического пространства (точки стояния геостационарных спутников и др.);
- проведение исследований эволюций орбит элементов космического мусора;
- апробация методики наблюдений для получения физических характеристик элементов космического мусора;
- проведение исследований по совершенствованию бортовых спектрометров гамма-нейтронного излучения для обнаружения и мониторинга радиоактивных элементов в составе космического мусора, а также с целью решения задачи обнаружения и идентификации различных космических аппаратов, на борту которых имеются радиоактивные или ядерные материалы;
- проведение исследований космического мусора с использованием космических средств;
- разработка комплексного метода для спутникового мониторинга радиационного загрязнения околоземного космического пространства.

За полтора года проведения поисковых научно-исследовательских работ коллективом, состоящим в основном из молодых учёных, аспирантов и специалистов, достигнуты важные научные и практические результаты.

Созданы каталоги наблюдений элементов космического мусора и орбит наблюдаемых объектов. Получено более 5 тыс. измерений положений и оценок блеска 98 различных фрагментов космического мусора с помощью двухметрового телескопа Терскольского филиала ИНАСАН. Проведена апробация методик на избранных объектах.

Разработан гамма-нейтронный измерительный комплекс, предназначенный для обнаружения и идентификации элементов радиоактивных объектов космического мусора. В его состав входят четыре модуля: два для регистрации гамма-квантов и два для регистрации быстрых нейтронов.

Предложена методология обнаружения и идентификации радиоактивного мусора комплексом специализированной аппаратуры. Разработана методика повышения надёжности обнаружения

ядерного космического мусора космическими средствами.

Проведены исследования по наблюдениям элементов космического мусора на КА «КОРОНАС-ФОТОН». Обработано 35 тыс. файлов, в которых выделено 575 элементов космического мусора.

Проведены поисковые исследования методов очистки околоземного космического пространства, и выполнены патентные исследования по теме: «Исследования способов очистки околоземного космического пространства от космического мусора».

В круг задач, связанных с регистрацией космического мусора, решению которых будет способствовать создание и запуск экспериментального МКА, входит:

- отработка метода оптической регистрации элементов космического мусора из космоса;
- получение новых экспериментальных данных для расширения существующих каталогов космического мусора;
- определение дальнейших направлений развития космических методов обнаружения и каталогизации космического мусора.

Исходя из этих задач, определены основные технические характеристики оптического датчика бортовой научно-экспериментальной аппаратуры (рис. 4).

*Основные технические характеристики
оптического датчика*

Регистрируемые элементы космического мусора	размер от 5 см при альбедо $\geq 0,5$
Дальность обнаружения элементов космического мусора	до 5000 км
Поле зрения	$9 \times 9^\circ$
Предварительная обработка информации	на борту
Расчет орбит элементов космического мусора	в наземном пункте
Масса	8 кг
Энергопотребление	20 Вт



Рис. 4. Оптический датчик для регистрации космического мусора



Рис. 5. Главный зал сборки и испытаний больших КА в производственном МИКе



Рис. 6. Зал сборки и испытаний МКА



Рис. 7. Зал лаборатории виброиспытаний

По своим параметрам универсальная микроспутниковая платформа УМП-70 оптимально подходит для реализации проекта по созданию эксперимен-

тального МКА, предназначенного для регистрации космического мусора, что объективно ставит эти работы в разряд наиболее перспективных. В настоящее время прорабатывается облик бортовой научно-экспериментальной аппаратуры.

Успех данной работы имеет ещё и мощный позитивный мультипликативный эффект при подготовке высококвалифицированных научных и научно-педагогических кадров – широкое участие студенческой молодежи в инновационном проекте на всех его этапах, реализация разработок молодых ученых в фундаментальных и прикладных областях науки непосредственно в ходе проведения научно-исследовательских работ.

Производственная база для МКА

В результате реализации проекта реконструкции и технического перевооружения первой очереди на предприятии была создана уникальная научно-производственная база, включающая два современных МИКа (лабораторный и производственный).

Научно-производственный комплекс по космическим программам и системному развитию ФГУП «НПП ВНИИЭМ» обладает необходимым технологическим потенциалом для создания и отработки МКА, а также для их серийного производства (рис. 5 и 6).

В производственном МИКе имеются все возможности для реализации полного цикла сборки и испытаний как больших, так и малых космических аппаратов в условиях требуемого класса чистоты.

Испытательный центр

Для проведения полномасштабных натурных квалификационных испытаний МКА и изделий ракетно-космической техники на внешние воздействующие механические и климатические факторы и электромагнитную совместимость на предприятии создан испытательный центр, оснащённый самой современной испытательной аппаратурой. В новых реконструированных залах испытательных лабораторий обеспечивается требуемый температурно-влажностный режим и чистота.

Испытательный центр предприятия аккредитован в системе добровольной сертификации «Военный регистр», ГК «Росатом», Ростехрегулирование и Ростехнадзор, имеет необходимые сертификаты и проходит ежегодную инспекцию внешних контролирурующих органов.

В ходе реконструкции было приобретено, смонтировано и запущено в эксплуатацию новое уникальное испытательное оборудование (рис. 7 – 12).

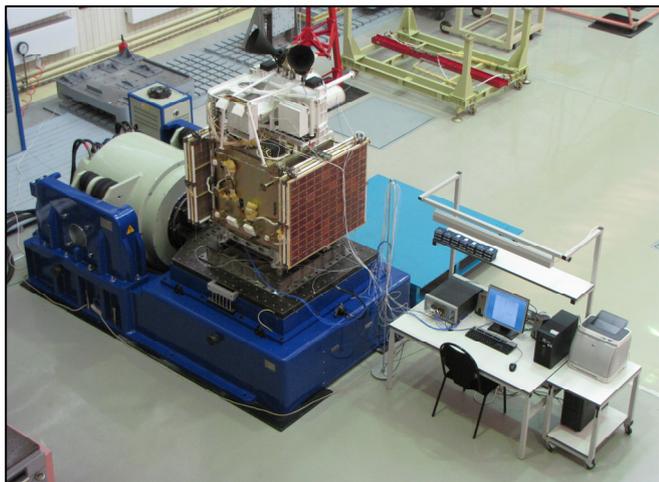


Рис. 8. Электродинамический вибростенд ракетно-космической техники



Рис. 9. Участок дегазации изделий



Рис. 10. МКА «Университетский – Татьяна-2» на платформе испытательного вибростенда



Рис. 11. Камера для термовакуумных испытаний МКА



Рис. 12. Новое оборудование климатической лаборатории. Оборудование позволяет проводить испытания к воздействию повышенных и пониженных температур, влажности до 98%, ультрафиолетового излучения и агрессивной среды (сухая коррозия)

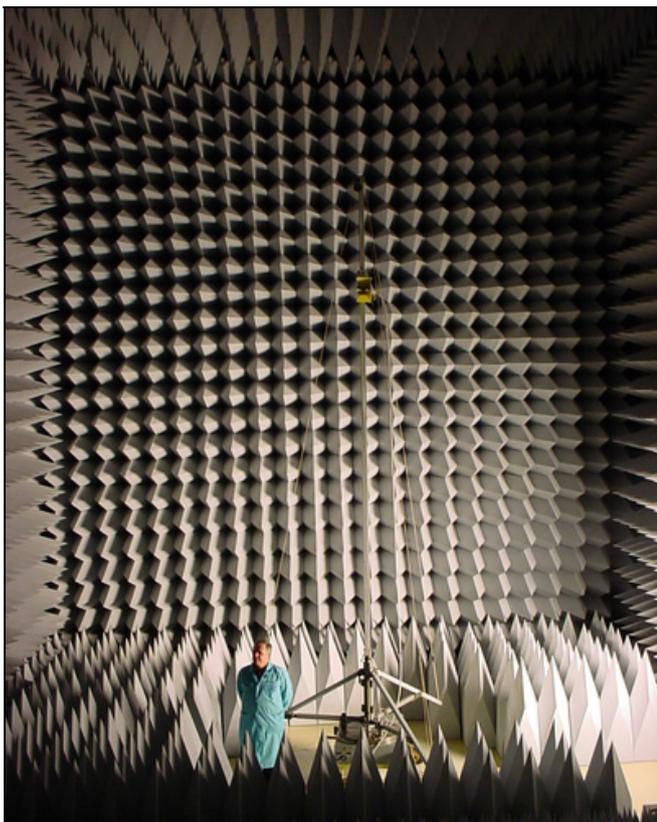


Рис. 13. Большая безэховая камера

Для проведения натуральных термовакуумных испытаний создана новая испытательная лаборатория, и приобретена уникальная термовакуумная камера с полезным объемом 12 м^3 , возможностью захолаживания внутренней поверхности жидким азотом и облучения испытуемых изделий от ИК-излучателей. В неё можно поместить полётный

образец МКА целиком со всей служебной и научной аппаратурой.

Эта камера позволяет воспроизвести условия, соответствующие воздействию факторам космического пространства – высокий вакуум, солнечную радиацию, градиент температур.

Для испытаний на электромагнитную совместимость создана большая безэховая камера объемом 1000 м^3 (рис.13).

На протяжении последних пяти лет научно-производственная и испытательно-стендовая базы непрерывно развиваются, реконструируются производственные площади и испытательные лаборатории, приобретается и вводится в эксплуатацию новое уникальное по своим параметрам оборудование.

В настоящее время специалистами предприятия разрабатываются предложения по использованию универсальной микроспутниковой платформы УМП-70 для создания базового МКА, который мог бы стать основой космической системы мониторинга ландшафтных пожаров, техногенных катастроф и т. п.

Литература

1. Концептуальные вопросы создания и применения малых космических аппаратов / Л. А. Макриденко, С. Н. Волков, В. П. Ходненко [и др.] // Вопросы электромеханики. Труды НПП ВНИИЭМ. – М. : ФГУП «НПП ВНИИЭМ», 2010. – Т. 114. – № 1. – С. 15 – 26.
2. Перспективные спутники ВНИИЭМ – новая ступень в развитии орбитальной космической техники / Л. А. Макриденко, Б. М. Шустов // Российский космос. – М., 2011. – № 2 (62). – С. 20 – 25.

Поступила в редакцию 12.04.2011

Сергей Николаевич Волков, д-р техн. наук, 1-й зам. генерального директора – генерального конструктора, т. (495) 366-42-56.

Леонид Алексеевич Макриденко, д-р техн. наук, генеральный директор – генеральный конструктор, т. (495) 365-56-10.

*Владимир Павлович Ходненко, д-р техн. наук, гл. научн. сотрудник, т. (495) 624-94-98.
E-mail: vniiem@orc.ru.*