

КОНЦЕПЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МАЛОГО КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Высокие конкурентные преимущества малых космических аппаратов (МКА) определяют их широкое применение в различных областях. Так, опыт эксплуатации МКА дистанционного зондирования Земли «Аист-2Д» показал, что он по многим аспектам способен серьёзно конкурировать с более дорогостоящими КА среднего класса [1, 2].

Несмотря на наличие недостатков у МКА технологического назначения есть и несомненные преимущества:

- полноценные экспериментальные возможности по сравнению с параболическими лабораториями [3] и суборбитальными полётами [4];
- короткий срок реализации проектов МКА по сравнению с КА среднего класса [5];
- низкая стоимость реализации и доступность для широкого круга исследователей [6].

Эти преимущества в ближайшем будущем позволят занять МКА технологического назначения свою нишу в области космических технологий. Однако для их широкого использования требуется разработка концепции проектирования, учитывающей основные особенности МКА по сравнению с другой космической техникой, используемой для реализации гравитационно-чувствительных процессов.

Основные особенности МКА определяются условиями реализации гравитационно-чувствительных процессов. Так, требования энерговооружённости приводят к необходимости использовать большие по площади панели солнечных батарей. Применение традиционной конструктивно-компоновочной схемы с двумя панелями приведёт к тому, что при управляемом движении будут возникать собственные колебания панелей. В целом, вопрос оптимального выбора количества и параметров панелей солнечных батарей при проектировании МКА технологического назначения остаётся открытым.

Большая длительность реализации гравитационно-чувствительных процессов требует периодического снижения кинетического момента двигателей-маховиков системы ориентации и управления движением [7]. Однако ЖРД МТ, применяемые на КА среднего класса, имеют слишком высокую тягу для МКА и требуют значительного расхода рабочего тела. Магнитные исполнительные орга-

ны не всегда способны эффективно решить задачу снижения кинетического момента. Поэтому вопрос выбора исполнительных органов для решения этой задачи является актуальным и неоднозначным, как и для КА других классов.

Таким образом, особенности МКА весьма существенны, однако их объединяет одна важная деталь. Все они, по сути, относятся к выполнению требований по микроускорениям.

Материалами для работы служат:

- опыт разработки и эксплуатации КА технологического назначения среднего класса (серии технологических КА «Фотон» [5, 7], биомедицинских КА «Бион» [8, 9], научно-исследовательских КА «SJ» [3, 10]; проекты специализированных КА «НИКА–Т» [8], «ОКА–Т» [11], «Vozvrat-МКА» [12]);
- результаты научных и технологических экспериментов, проведённых в космических условиях [3, 4, 8, 10];
- опыт разработки и эксплуатации МКА серии «Аист» [1, 2];
- результаты эксплуатации МКА Techosat [13].

При этом, как отмечалось выше, опыт разработки и эксплуатации КА среднего класса должен быть существенно переработан с учётом особенностей МКА. В качестве основного метода при проектировании космической техники используется системный подход [14]. В рамках этого метода и создаётся концепция проектирования МКА технологического назначения.

Согласно [10], проектирование может быть формализовано как переход от одного описания объекта проектирования к другому. Причём начальным рассматривается целевое описание. На рис. 1 схематично в общем виде показаны первые три этапа процесса проектирования.

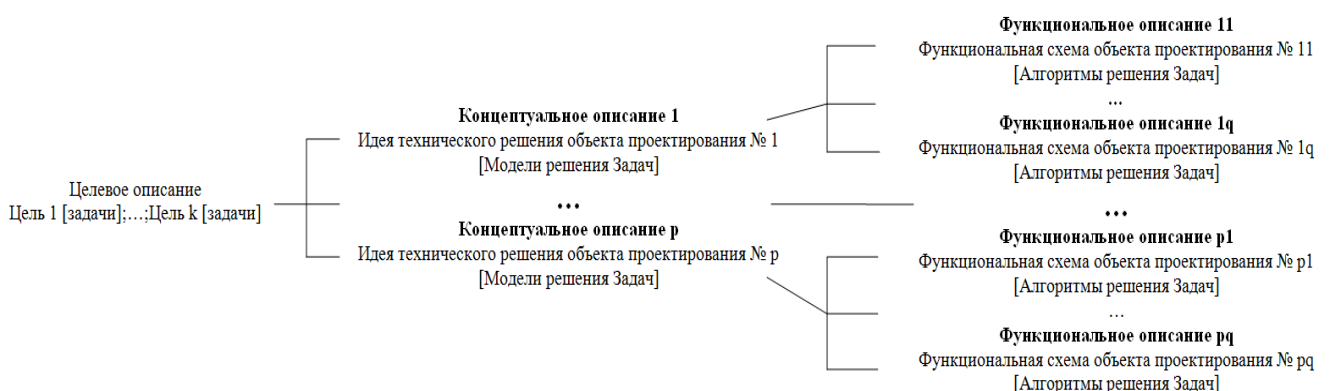


Рис. 1. Первые три этапа проектирования

Будем исходить из того, что главной целевой задачей МКА технологического назначения является реализация гравитационно-чувствительных процессов. Поэтому в качестве цели может быть выбрано обеспечение условий для успешной их реализации.

Предполагается в качестве МКА использовать платформу типа «Аист–2» [1, 2]. При этом целевой аппаратурой будут являться «Ростовская установка» и автоматическая поворотная платформа «Флюгер» [15]. Тогда концептуальное описание проектируемого МКА, можно представить в виде схемы (рис. 2).

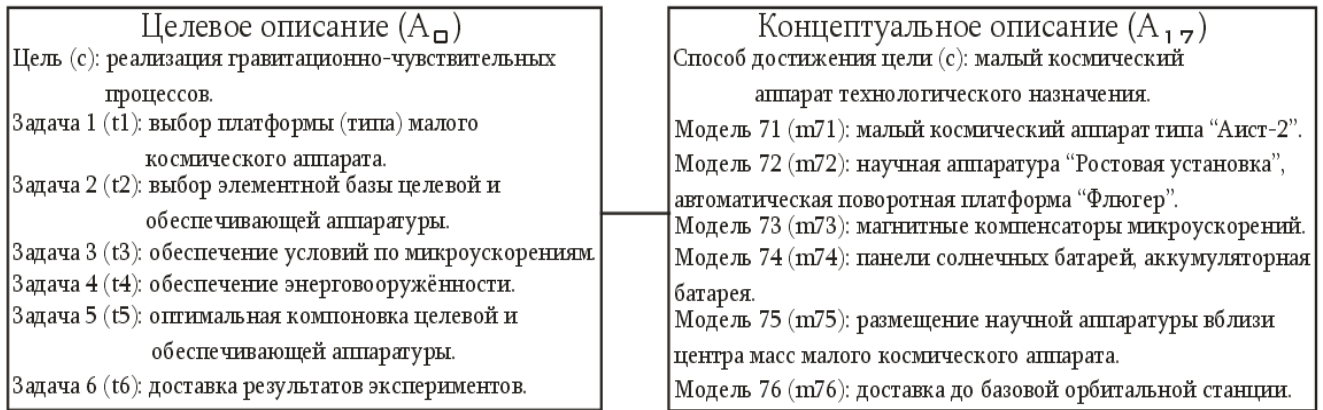


Рис. 2. Целевое и концептуальное описание МКА технологического назначения

Фактически реализация концептуального описания МКА технологического назначения приводит к появлению его приближённого проектного облика, который служит основой для следующего этапа проектирования – функционального описания МКА.

Однако перед разработкой функционального описания необходимо, исходя из проектного облика, показать возможность удовлетворения всех проектных требований и ограничений, представленных в техническом задании на МКА. Для МКА технологического назначения одним из важнейших требований являются требования по микроускорениям.

Таким образом, в работе представлено применение системного подхода при проектировании МКА технологического назначения, построено его концептуальное описание и представлен проектный облик. Концептуальное описание является новым теоретическим результатом, позволяющим удовлетворять требования по микроускорениям при проектировании МКА технологического назначения.

Библиографический список

1. Кирилин А.Н., Ткаченко С.И., Салмин В.В. и др. Малые космические аппараты серии «АИСТ» (проектирование, испытания, эксплуатация и развитие). – Самара: Самарского научного центра РАН, 2017. – 348 с.
2. Sedelnikov A.V. The Assessment Problem of Microaccelerations at the Experimental Sample of the Small Spacecraft “AIST” after the Battery Degradation and the Method of its Solution, *Microgravity Science and Technology*. – 2020. – Vol. 32. – № 4. – P. 673–679.
3. K.S. Bisht, M.E. Dreyer, Phase Separation in Porous Media Integrated Capillary Channels, *Microgravity Science and Technology*. – 2020. – Vol. 32. – №6. – P. 1001–1018.

4. McDowell, J. Space Report, Jonathan's Space Report № 484. Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics. – Cambridge. USA. – 2002.
5. Sedelnikov A.V., Accuracy assessment of microaccelerations simulation on the spacecraft “Foton-M” no. 2 according to magnetic measuring instruments data, Microgravity Science and Technology. – 2020. – Vol. 32. – № 3. – P. 259–264.
6. T. Lyubimova, N. Zubova, V. Shevtsova, Effects of Non-Uniform Temperature of the Walls on the Soret Experiment, Microgravity Science and Technology. – 2019. – Vol. 31. – №1. – P. 1–11.
7. Anshakov G.P., Belousov A.I., Sedelnikov A.V., The problem of estimating microaccelerations aboard Foton-M4 spacecraft, Russian Aeronautics. – 2017. – Vol. 60. – № 1.– P. 83–89.
8. Sedelnikov A.V., Control of microaccelerations as the major characteristics of space laboratory of specialized technological appointment as constructive methods, Testing. Diagnostics. – 2014.– №7. – P. 57–63.
9. Abrashkin V.I., Puzin Y.Y., Voronov K.E., Piyakov I.V., Semkin N.D., Sazonov V.V., Chebukov S.Y. Determining the rotational motion of the BION M-1 satellite with the GRAVITON instrument, Cosmic Research. – 2015. – Vol. 53.– № 4. – P. 286–299.
10. Hu W.R. Space Program SJ-10 of Microgravity Research / W.R. Hu, J.F. Zhao, M. Long et al. // Microgravity Science and Technology. – 2014. – Vol. 26. – № 3. – P. 159–169.
11. A. Ivanov, K. Elkin, G. Karabadzhak, V. Mironov, L. Neznamova, G. Uspensky Served by ISS free-flying spacecraft OKA-T and its usage for microgravity experiments and technological exploration of space, 65th International Astronautical Congress 2014 (IAC 2014). – 2014. – Vol. 1. – P. 607–612.
12. Orlov D.I. Modeling the temperature shock impact on the movement of a small technological spacecraft, Proceedings International Conference “Problems of Applied Mechanics”, Bryansk, Russia, 1–3 December 2020, 050001.
13. M.F. Barschke, P. Werner, K. Gordon, M. Lehmann, W. Frese, D. Noack Initial Results from the TechnoSat in-Orbit Demonstration Mission, 32nd Annual AIAA/USU Conference on Small Satellites. – 2018. – SSC18-WKX-03. – P. 1–11.
14. Схиртладзе А.Г., Ярушин С.Г. Проектирование нестандартного оборудования: учебник. – М.: Новое знание, 2006. – С. 424.
15. Naumov A. The method of world creation to the 100th anniversary of discovery of the method Chochral and 60th anniversary of receiving the first crystal germany in Russia, Electronics: science, technology, business. – 2016. – № 9. – P. 157–167.

УДК 528.837:629.78; УДК 621.003

Кучеров А.С., Пупков Е.А.

ОЦЕНКА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ КОСМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ НАБЛЮДЕНИЯ КАК СИСТЕМЫ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ

Для оценки одного из основных показателей эффективности космической системы наблюдения (КСН) – показателя производительности – могут использоваться методы теории массового обслуживания. При съёмке точечных объектов