

Обоснование востребованности легких и сверхлегких РН для запуска малых КА

Бородавкин В.А.

д.т.н., профессор, БГТУ «Военмех» имени Д.Ф.Устинова, г. Санкт-Петербург

Гусева В.Н.

к.т.н., доцент, БГТУ «Военмех» имени Д.Ф.Устинова, г. Санкт-Петербург

Петров М.Н.

РНК «Энергия» имени С.П. Королёва, г. Королёв, Московская обл.

Аннотация

В докладе изложена методика обоснования прогноза востребованности средств запуска КА, сформулированы основные принципы формирования критерия принятия решений при выборе системы запуска малых и сверхмалых КА, отражающие противоречивость качеств систем при использовании их для реализации как коммерческих, так и некоммерческих операций запуска.

Ключевые слова: космический аппарат; востребованность; средства запуска; удельная стоимость вывода; полезная нагрузка.

Введение

Мировая космонавтика переживает этап бурного нарастания интереса к оперативному выводу на орбиту малых (МКА) и сверхмалых (СМКА) космических аппаратов информационного обеспечения и созданию их орбитальных группировок. Этот процесс квалифицируется специалистами как новое направление в непилотируемой космонавтике [1].

Одной из составляющих «малой» информационной космической системы является система запуска МКА и оперативного восполнения состава орбитальной группировки [1]. Обоснование выбора наиболее эффективной системы запуска определяется эффективностью операции запуска в целом, то есть её целью.

Цели программы вывода и критерии эффективности

При создании группировок, предназначенных преимущественно для обеспечения потребителей персональной видеосвязью [1], критерий выбора мотивирован, прежде всего, коммерческим интересом. Он должен включать в себя как стоимость выполнения программы по созданию работоспособной группировки, так и сроки ее реализации, в ускорении которых заинтересованы как заказчик, так и провайдер.

При создании группировок, предназначенных для решения задач фундаментальной науки, значимость оперативности запуска, по всей видимости, снижается, и на первый план выходит стоимость выполнения программы пусков.

Особое место занимают задачи обеспечения безопасности государства на основе информационной сети МКА для освещения обстановки в околоземном пространстве. Современные требования к подобным системам в США устанавливают жесткие временные ограничения: средства космического базирования должны быть на месте и готовы к эксплуатации в течение нескольких часов от момента получения запроса на поддержку.

А в соответствии с эксплуатационными требованиями к оперативно адаптируемому космическим средствам (Operative Response Space - ORS) результаты применения космических систем должны быть доступны в реальном времени в соответствии с темпом изменения ситуации на поле боя (*непрерывно/секунды*) [2]. В этом случае с очевидностью усиливается роль фактора оперативности запуска вплоть до изменения роли времени ожидания запуска: будучи частным критерием в других задачах, время запуска в этом случае может оказаться главным функциональным ограничением (в терминах оптимизационной задачи – ограничением второго рода).

Таким образом, в зависимости от цели программы запусков при формировании критерия принятия решений об оптимальной системе пуска необходимо принимать во внимание стоимость выполнения программы и значимость оперативности пуска.

Способы запуска

Имеется несколько возможностей выведения на орбиту малых КА:

- пакетный запуск – запуск нескольких КА одной РН среднего или тяжелого класса – возможен при формировании систем из нескольких КА, расположенных в одной орбитальной плоскости; после запуска совершаются манёвры для обеспечения заданного положения на орбите каждого КА; экономическая эффективность такого запуска снижается из-за необходимости утяжелять полезную нагрузку оснащением КА автономными ДУ и потерей оперативности из-за ожидания комплектности;
- попутные запуски малых КА с помощью РН среднего и тяжелого классов энергетически более экономичны, но также связаны с ожиданием запуска «главной» полезной нагрузки, что обесценивает их экономическую эффективность;
- в одиночных запусках малых КА задействованы РН легкого класса; их главным недостатком является высокая удельная стоимость вывода на орбиту 1 кг полезной нагрузки, что может привести к увеличению стоимости выполнения программы запусков.

Перспективные средства запуска МКА

Сегодня есть информация о широкомасштабных работах в США по созданию РН легкого и среднего классов (РН Falcon-1, Falcon-9, Scorpius и др.) с низкой стоимостью изготовления и запуска. Основные технические решения, применяемые в этих проектах РН:

- простые моноблочные компоновочные схемы РН;
- ЖРД с низким давлением в камере сгорания и вытеснительной системой подачи топлива;
- композитные топливные баки и баллоны на основе тонкостенного лайнера, армированного намоткой углеродных или органических волокон, углепластиковые сухие отсеки;
- простые по конструкции стартовый стол и наземные системы для обеспечения подготовки и запуска РН.

ЗАО «РК «СТАРТ» представлена информация [3] о концепции РН сверхлегкого класса (РН СЛК), при разработке которой обобщен научно-практический опыт проектирования, накопленный ракетно-космической отраслью, в частности, РКК «Энергия».

Главная особенность предлагаемого проектного решения заключается в снижении удельной стоимости вывода полезной нагрузки до уровня ракет средней грузоподъемности (15 \$/кг) [3,4]. Кроме того, наземные структуры, обеспечивающие подготовку и запуск РН, для РН СЛК имеют более низкую стоимость, а индивидуальный запуск МКА не требует оснащения КА автономными двигателями. Если же принять во внимание тот факт, что оперативность запуска является важным фактором при осуществлении как коммерческих пусковых услуг, так и услуг по обеспечению безопасности государства, то интерес к РН СЛК возрастает. Таким образом, оправдана постановка задачи сравнения эффективности решения задач вывода МКА с помощью РН различной грузоподъемности с учетом роли оперативности запуска.

Методика проектного прогноза

Предложена методика проектного прогноза востребованности средств запуска МКА и СМКА. Методика включает в себя следующие этапы: анализ опережающей научно-технической информации с целью выявления перспективных средств запуска; разработку моделей функциональных характеристик и модели оценки эффективности в зависимости от целей программы запусков; выбор или разработку инструмента оптимального проектирования, а также инструмента сравнительного анализа возможных вариантов решения по сформулированному критерию эффективности.

Методика реализована применительно к описанному концептуальному решению РН СЛК. В качестве одного из критериев эффективности была рассмотрена оценка прибыли от коммерческих запусков на низкую круговую орбиту фиксированной суммарной массы полезной нагрузки за фиксированное время, с учетом фактора оперативности пусков. Выявлены преимущества РН СЛК по сравнению с РН средней грузоподъемности в широком диапазоне параметров программ запуска.

Заключение

Предложена методика проектного прогноза перспективного средства выведения МКА и СМКА, которая может быть использована при обосновании выбора средства выведения, предназначенного для обеспечения различных программ запуска.

Литература

1. Фатеев В.Ф. Состояние и перспективы создания группировок информационных малых космических аппаратов. Тезисы докладов 9-й Международной конференции «Авиация и космонавтика – 2010». 16-18 ноября 2010 года. Москва. СПб.: Мастерская печати. 2010. 354 с.
2. Романов А.А., Концептуальные подходы к созданию перспективных космических систем. ОАО «Российские космические системы». Доклад на семинаре «Перспективные компьютерные системы: устройства, методы, концепции». Таруса. 2011. http://www.iki.rssi.ru/seminar/2011030204/presentation/20110303_01.
3. Ракета-носитель сверхлегкого класса с элементами конструкции из композиционных материалов. Техническое описание проекта, результаты расчетов и обоснование параметров проекта. «ЗАО РК «Старт». Москва. 2012. <http://www.rks.name/Project/Project0001.html>.
4. Чёрная О.А. Цена на запуск ракетносителя, как один из центральных факторов международной конкурентоспособности. «Вестник Донецкого национального университета». сер.В. 2007. вып. 2.

Для цитирования:

Бородавкин В.А., Гусева В.Н., Петров М.Н. Обоснование востребованности легких и сверхлегких РН для запуска малых КА // *i-methods*. 2013. Т. 5. № 1. С. 5–7.

The main justification of demand light and more light RN for start small spaceship

Borodavkin V.A.

Ph.D., professor, Baltic state technical University "voenmeh" named after D. F. Ustinov, Saint-Petersburg;

Gusev V.N.

PhD, Professor, Baltic state technical University "voenmeh" named after D. F. Ustinov, Saint-Petersburg;

Petrov M.N.

RSC "Energia" named after S. P. Korolev, Korolev, Moscow region

Abstract

This article sets out the methodology for the substantiation of the justification of demand light and more light RN for start small spaceship, basic principles of formation of the criteria of decision making when selecting the system run slow and super spaceship, reflecting the contradictory qualities of the systems when using them for the realization of both commercial and non-commercial operations start.

Keywords: spacecraft; demand; Launcher; the unit cost of output; payload.

References

1. Fateev, V. F., the State and prospects of creation of information groups of small satellites. Abstracts of 9-th International conference "aviation and cosmonautics – 2010". 16–18 November 2010. Moscow. SPb.: Workshop print. 2010. 354 p.
2. Romanov A. A., Conceptual approaches to development of advanced space systems. JSC "Russian space systems". Report on the seminar "Advanced computer systems: devices, methods, concepts". Tarusa. 2011. http://www.iki.rssi.ru/seminar/2011030204/presentation/20110303_01.
3. Booster light class with structural elements made of composite materials. Technical description of the project, the results of calculation and justification of the project. "Of CJSC of the Republic of Kazakhstan "Start". Moscow. 2012. <http://www.rks.name/Project/Project0001.html>.
4. Black O. A. Price on the launch of the rocket, as one of the Central factors of international competitiveness. "Bulletin of Donetsk national University". ser.In. 2007. vol. 2.

For citation:

Borodavkin V.A., Gusev V.N., Petrov M.N. The main justification of demand light and more light RN for start small spaceship // *i-methods*. 2013. Vol. 5. No. 1. Pp. 5–7.