

Предложения по развитию технологии управления КА в перспективных командно-ретрансляционных системах

Травкин В.В.

к.т.н., профессор

Рыбочкин Ю.Н.

к.т.н., Военно-космической академии имени А.Ф. Можайского

Аннотация

Развитие и эффективное использование космических средств является одной из важнейших задач космической деятельности России. Значительный вклад в решение этой задачи вносит совершенствование системы управления космическими аппаратами (КА), поскольку применение космических средств в соответствии с их целевым назначением обеспечивается соответствующей организацией управления полетом и информационным обменом с КА. При этом основным методом управления КА в орбитальном полете является радиоуправление, и обеспечение нормального функционирования КА требует регулярного проведения сеансов управления радиоэлектронными средствами (РЭС) Наземного автоматизированного комплекса управления (НАКУ) КА.

Ключевые слова: космический аппарат; технология управления; командно-ретрансляционная система; массовое управление; наземный комплекс управления.

Ретрансляционная технология управления космическими аппаратами с ретрансляцией

Развитие средств НАКУ направлены на повышение глобальности и оперативности управления КА за счёт перехода к новым технологиям управления, в частности, к массовому управлению КА с ретрансляцией по радиоканалам космической командно-ретрансляционной системы (КРС). К настоящему времени накоплен определенный опыт управления и информационного обмена с КА с использованием КРС первого поколения на основе высокоорбитальных спутников-ретрансляторов (СР). Однако разработка перспективной КРС нового поколения требует поиска новых технических решений и информационных технологий, которые позволят обеспечить требуемое качество управления КА и использовать при этом современные достижения в области систем спутниковой связи и наземных беспроводных сетей передачи данных.

В статье рассмотрены общие принципы организации массового управления КА с ретрансляцией, технические решения и информационные технологии, которые могут быть использованы при разработке перспективных высокоорбитальной и низкоорбитальной космических КРС.

Управление КА с ретрансляцией обладает такими важными преимуществами как глобальность и оперативность. При использовании управления с ретрансляцией имеется возможность оптимального планирования сеансов управления КА, так как отсутствуют ограничения планов, связанные с нахождением КА вне зон видимости наземных РЭС. При реализации преимущественного управления КА с ретрансляцией может быть без ущерба для качества управления КА осуществлен переход от многопунктной к малопунктной структуре автоматизированной системы управления (АСУ) КА, что согласуется с тенденцией сокращения ресурсов и увеличения коэффициента использования средств НАКУ.

В представляющем наибольший интерес случае управления низкоорбитальными КА коэффициент глобальности связи многопунктного наземного комплекса управления (НКУ) без использования управления с ретрансляцией составляет 0,1-0,15. Соответственно, связь с КА возможна не более, чем в течение 10-15% от времени каждого витка. А в однопунктном НКУ, использующем управление с ретрансляцией через 2 геостационарных СР, достигается коэффициент глобальности связи не хуже 0,8, что позволяет устанавливать связь с КА в течение 80% времени каждого витка. При этом одна наземная РЭС, выполняющая управление КА с ретрансляцией, в рамках обеспечения программы полета КА мо-

жет провести столько же сеансов управления, сколько пять-шесть обычных РЭС, которые проводят сеансы управления при прохождении КА в зонах их видимости.

Управление КА с ретрансляцией может быть реализовано:

- через специализированный СР космической КРС;
- через выделенные для управления КА с ретрансляцией стволы многоцелевых СР;
- через бортовую ретрансляционную аппаратуру, дополнительно устанавливаемую на КА различного назначения.

Во всех случаях в АСУ КА в дополнение к наземному и бортовым комплексам управления появляется новый элемент – космический ретрансляционный сегмент, объединяющий бортовую ретрансляционную аппаратуру СР и КА, через которые осуществляется управление КА данной космической системы. Наземные РЭС проводят сеансы управления КА с ретрансляцией через КРС (основной режим) и по возможности – непосредственно при прохождении КА в зоне видимости. КРС становится наиболее важным элементом в такой АСУ КА. Если функции планирования всех операций управления КА, обработки информации и взаимодействия со специальным комплексом сохраняется за НКУ, то радиоуправление и информационное взаимодействие с КА обеспечивают совместно НКУ и КРС, причем именно КРС распределяет информацию по КА – объектам управления. Эта функция КРС, не столь значительная при второстепенной роли управления КА с ретрансляцией в многопунктной АСУ КА, в малопунктной АСУ КА с ретрансляцией выходит на первый план. Это требует специальной проработки вопросов организации массового управления КА с ретрансляцией через КРС.

При обосновании облика перспективной космической КРС в качестве основных ее задач выступают:

- обеспечение управления с ретрансляцией КА национальной орбитальной группировки;
- информационное обеспечение пусков и испытаний ракетно-космической техники (РКТ);
- использование в составе системы связи и передачи данных (ССПД) для информационного обмена между абонентами (средствами, пунктами, центрами).

Облик и экономические затраты на разработку и создание перспективной КРС в значительной степени определяются реализуемой в ней технологией управления и информационного обмена с КА. Существуют два основных варианта построения перспективной КРС для оперативного управления и информационного обмена с КА – высокоорбитальный и низкоорбитальный на основе высокоорбитальных и низкоорбитальных СР соответственно – и две базовых технологии управления КА – ретрансляционная и сетевая.

Ретрансляционная технология управления КА практически реализуется в существующих отечественных и зарубежных КРС на основе тяжелых высокоорбитальных СР на геостационарной орбите. Использование высокоорбитальных СР с обширными зонами обзора и ретрансляции без обработки сигналов является принципиальной особенностью ретрансляционной технологии управления и информационного обмена с КА. В перспективной КРС с ретрансляционной технологией могут быть использованы те же основные принципы построения, что и в существующих. Отличие состоит в использовании новой элементной базы и обеспечении возможности передачи всех видов информации (включая полные потоки телеметрической и специальной информации) со всех изделий ракетно-космической техники. Используемый в бортовой ретрансляционной аппаратуре СР принцип ретрансляции без обработки («прозрачный» ретранслятор с усилением сигналов на промежуточной частоте) используется на существующих высокоорбитальных СР и позволяет осуществлять информационный обмен с КА в режиме единого цифрового потока.

Заключение

Таким образом, для выполнения требований НАКУ к перспективным средствам управления и информационного обмена с КА по глобальности и оперативности управления КА необходимо создание перспективной космической КРС нового поколения для массового управления КА с ретрансляцией.

Литература

1. Макаренко Д.М. Современное состояние и перспективы развития космических систем / Д.М. Макаренко, А. Ю. Потюпкин. М.: ВА РВСН. 2005. 179 с.
2. Кравец В.Г. Автоматизированные системы управления космическими аппаратами. М.: Машиностроение. 1995. 194 с.
3. Соловьев В.А. Управление космическими полетами / В.А. Соловьев, Л.Н. Лысенко, В.Е. Любинский. М.: МГТУ имени Н.Э. Баумана. Ч.1. 2009. 476 с.; ч.2. 2010. 426 с.
4. Богинский Л.П. Командно-измерительные системы иностранных государств. СПб.: ВКА имени А.Ф. Можайского. 2010. 63 с.
5. Молотов Е.П. Наземные радиотехнические системы управления космическими аппаратами. М.: Физмалит. 2004. 256 с.
6. Лебедев А.А. Космические системы наблюдения. Синтез и моделирование. М.: Машиностроение. 1991. 224 с.

Для цитирования:

Травкин В.В., Рыбочкин Ю.Н. Предложения по развитию технологии управления КА в перспективных командно-ретрансляционных системах // *i-methods*. 2012. Т. 4. № 1. С. 5–7.

Proposals for the development of technology management in spacecraft prospective team-relay systems

Travkin V.V.

Ph.D., professor

Rybochkin Yu.N.

Ph.D., Military space Academy named after A. F. Mozhaysky

Abstract

The development and effective use of space resources is one of the most important tasks of space activity of Russia. A significant contribution to the solution of this problem makes improvement of the system of control of spacecraft (KA), since the use of space resources in accordance with their purpose is provided with the appropriate organization of flight control and data communications with the SPACECRAFT. The basic method of control of SPACECRAFT in orbital flight is radio control, and ensuring the normal functioning of the SPACECRAFT requires regular management sessions for radio-electronic means (RECs) and automated complex of management (NACU).

Keywords: spacecraft; control technology; command-relay system; weight management; ground control.

References

1. Makarenko D. M. current state and prospects of development of space systems. / D.M. Makarenko, A.Yu. Patyupkin. M.: VA strategic missile forces. 2005. 179 p.
2. Kravets V. G. Automated control systems of spacecraft. M.: Machine-building. 1995. 194 p.
3. Soloviev V. A. Office of space flight. / V.A. Solovyev, L.N. Lysenko, E.V., Liu-binski. M.: MSTU named after N. Uh. Bauman. Part 1. 2009. 476 p.; part 2. 2010. 426 p.
4. Boginsky L. P. Command-measuring systems of the foreign States. St. Petersburg.: Military space Academy of A. F. Mozhaysky. 2010. 63 p.
5. Molotov E. P. Ground-based radio control system of spacecraft. M: Fizmatlit. 2004. 256 p.
6. Lebedev A. A. Space observation systems. Synthesis and simulation. M.: Mashinostroenie. 1991. 224 p.

For citation:

Travkin V.V. Rybochkin Yu.N. Proposals for the development of technology management in KA prospective team-relay systems // *i-methods*. 2012. Vol. 4. No. 1. Pp. 5–7.