

УДК 629.78

ОБ ОПЕРАТИВНОМ УПРАВЛЕНИИ КА «РЕСУРС-ДК1»

Соколов Н.Л., Бендяков В.Ф.

Центр управления полетами Федерального государственного унитарного предприятия "Центральный научно-исследовательский институт машиностроения", Королев, Московская обл., Россия

Космический аппарат «Ресурс-ДК1» предназначен для оперативного получения высокоинформативных изображений и научной информации. Управление КА осуществляется из ЦУП ЦНИИмаш, г. Королев, Московской области. Разработчиком КА является ГНП РКЦ «ЦСКБ-Прогресс», г. Самара. За три года активного существования на орбите КА осуществил около 6140 сеансов передачи целевой информации на наземные пункты. В настоящее время от многочисленных потребителей продолжают поступать заявки на различные виды информации.

Ключевые слова: КА «Ресурс-ДК1», ЦУП ЦНИИмаш, управление, целевая аппаратура, задачи управления, итоги

1. Введение

Завершены три года активного существования космического аппарата (КА) «Ресурс-ДК1», выведенного на орбиту искусственного спутника Земли 15.06.2006г. ракетой-носителем "Союз-У" с космодрома "Байконур".

Параметры рабочей орбиты: максимальная высота 604 км, минимальная высота 306 км, наклонение 70,4°, период обращения 94,02 минуты.

С 15.09.2006 г. после завершения этапа летных испытаний КА «Ресурс-ДК1» решением Государственной комиссии был переведен в режим штатной эксплуатации для получения целевой информации.

КА оптико-электронного наблюдения «Ресурс-ДК1» является многоцелевым искусственным спутником Земли и предназначен для многоспектрального дистанционного зондирования земной поверхности и обеспечивает [1]:

- оперативное получение высокоинформативных изображений в различных диапазонах видимого спектра с заданным качеством и количеством;

- доставку видео и научной информации по радиоканалу непосредственно на средства наземной инфраструктуры в масштабе времени близком, к реальному.

Заказчиком КА является Федеральное космическое агентство (Роскосмос). Разработчиком-изготовителем является Государственный научно-производственный ракетно-космический центр (ГНПРКЦ) «ЦСКБ-Прогресс», г. Самара в кооперации с предприятиями – ОАО «Красногорский завод», НПП «ОПТЕКС», ФГУП НИИ ТП, ФГУП РНИИ КП. Управление полетом КА осуществляется из Центра управления полетами (ЦУП ЦНИИМаш), город Королев Московской области.

2. Состав и задачи целевой и научной аппаратуры КА «Ресурс-ДК1»

Целевая аппаратура используется для получения информации дистанционного зондирования Земли по заявкам потребителей, научная аппаратура предназначена для изучения космического пространства.

В состав целевой аппаратуры входят:
- оптикоэлектронная аппаратура «Геотон-Л1», предназначенная для формирования изображения в плоскости чувствительных элементов;

- система приема и преобразования информации «Сангур-1»;

- бортовая аппаратура высокоскоростной радиолнии (ВРЛ), предназначенная для приема, хранения и передачи с высо-

кой скоростью на Землю информации, полученной с целевой и научной аппаратуры.

Комплекс аппаратуры «Геотон-Л1», «Сангур-1» и ВРЛ позволяет обеспечить космические снимки заданной территории поверхности Земли по заявкам потребителей. Аппаратура позволяет осуществить съемку с разрешением на местности не менее 1 метра в панхроматическом диапазоне и от 2-х до 3-х метров в трех узких спектральных диапазонах. Ее производительность - до 700 000 км² в сутки.

Информация, полученная с КА, может быть использована для решения различных социально-экономических задач, в том числе:

- информационное обеспечение рационального природопользования и хозяйственной деятельности: составление кадастров природных ресурсов, топографическое и тематическое картографирование;

- контроль состояния источников загрязнения атмосферы, воды и почвы с целью обеспечения природоохранных органов федерального и регионального уровней информацией для принятия управленческих решений;

- оперативный контроль чрезвычайных ситуаций техногенного и природного характера с целью эффективного планирования и своевременного проведения мероприятий по ликвидации их последствий.

На КА установлена научная аппаратура:

- итальянская аппаратура «Памела», предназначенная для поиска и исследования античастиц ядерного и электронно-позитронного состава первичных космических лучей в околоземном пространстве с целью решения фундаментальных проблем в области космологии. Состав участников эксперимента - Италия, Россия, Швеция, США, Германия;

- российская аппаратура «Арина» разработки МИФИ, предназначенная для регистрации высокоэнергичных электронов и протонов, их идентификации, выделения всплесков высокоэнергичных частиц - предвестников землетрясений.

3. Кооперация участников управления КА

Согласно концепции Роскосмоса, задачи управления КА научного и социально - экономического назначения (НСЭН), в том числе и КА «Ресурс-ДК 1», были возложены на ЦУП ЦНИИМаш. В ЦУП ЦНИИМаш созданы и неоднократно апробированы технические и программные средства, подготовлены квалифицированные специалисты, организована надежная связь со многими российскими и зарубежными организациями.

Для выполнения программы полета КА «Ресурс-ДК 1» была создана Главная оперативная группа управления (ГОГУ). Функции руководителя и заместителей руководителя полета, сменных руководителей полета, руководителей групп планирования и анализа были возложены на специалистов ЦУП ЦНИИМаш.

Головной организацией по КА "Ресурс-ДК 1" являлся ГНПРКЦ «ЦСКБ-Прогресс». На их представителей в ГОГУ были возложены функции технического руководства при управлении КА.

Головной организацией по наземному комплексу управления КА "Ресурс-ДК1" являлся Научно-исследовательский институт точных приборов.

Головной организацией по использованию КА "Ресурс-ДК1" в интересах решения целевых задач - Главным оператором КА являлся Научный центр оперативного мониторинга Земли.

4. Основные задачи управления полетом

Для обеспечения эксплуатации КА по целевому применению персонал управления в этот период решал следующие задачи:

- командно-программно-контрольного обеспечения;

- баллистико-навигационного обеспечения;

- информационно-телеметрического обеспечения;

- информационного взаимодействия ЦУП-ЦНИИМаш с организациями, участвующими в управлении КА;

- оперативного анализа работоспособности бортовой аппаратуры по данным

телеметрической информации, включая выработку рекомендаций по выдаче командных воздействий на КА;

- детального анализа работоспособности бортовой аппаратуры с целью выявления тенденций и особенностей функционирования приборов. Это дает возможность скорректировать программу управления с целью обеспечения более эффективного получения целевой информации;

- расчета рабочих программ для закладки на борт;

- реализации программ сеансов связи с КА.

Программы включали в себя списки разовых команд немедленного исполнения и программные команды, обрабатываемые бортовым комплексом управления в заданное время.

Закладка на борт рабочей программы целевой аппаратуры проводилась с возможностью оперативной коррекции режимов съемки, на основе исходных данных, полученных из КТОИ;

Качественное выполнение задач управления КА позволяло с максимальной эффективностью реализовать программу управления бортовой аппаратуры, оперативно получать целевую информацию.

5. Состав и принципы построения аппаратно - программных средств ЦУПКА

Аппаратно-программные средства состоят из блоков, обеспечивающих независимое выполнение следующих специфических функций управления КА «Ресурс-ДК1»:

- формирования планов полета и массивов командно-программной информации;

- диагностирования состояния работоспособности бортовой аппаратуры КА;

- расчета прогноза движения КА, светотеневой обстановки, зон радиовидимости;

- обмена полетными данными с предприятиями Главного конструктора, Главного оператора, разработчиков бортовой аппаратуры.

Кроме того, для обеспечения управления привлекались средства инфраструктуры ЦУП ЦНИИмаш: комплекс внешних

информационных обменов, приема полных потоков телеметрической информации, передачи командно - программной информации на наземные средства управления, локальная вычислительная сеть, средства связи.

Для обеспечения управления КА в ЦУП ЦНИИмаш были созданы высокотехнологичные аппаратно - программные средства. При этом была реализована направленность на достижение следующих целей [2]:

- оперативность выполнения функций управления. Это было достигнуто с использованием параллельного решения задач управления. Вычислительный сервер выполнял только функции базы данных о полетной информации, а все функциональные задачи параллельно решались на персональных компьютерах.

- надежность решения задач управления. При этом использовался принцип горячего резервирования. В случаях неисправностей сервера или компьютеров решение задач автоматически переводилось на резервные средства без информационных и временных потерь.

- информационная безопасность вычислительного процесса. Для этого применялись как программные, так и аппаратные средства защиты информации (минимизация доступа входной информации через внешние устройства), реализованные группой СОБИ (система обеспечения безопасности информации).

6. Особенности управления КА

Одним из основных достоинств объекта «Ресурс-ДК1» являлось возможность оперативной коррекции бортового программно-математического обеспечения с помощью командных воздействий, выдаваемых из ЦУП. Благодаря такой возможности персоналу ГОГУ удавалось оперативно парировать обнаруженные неисправности в работе бортовой аппаратуры КА, предотвращать развитие нештатных ситуаций и тем самым существенно повысить эффективность управления КА.

Другое достоинство заключалось в возможности самодиагностирования состояния работоспособности бортовых систем. На основе оценки телеметрической

информации предусмотрено автоматическое выявление неисправностей или сбоев в работе бортовой аппаратуры и выдача команд либо для переключения неисправных блоков на дублирующие, либо для выключения целевой и научной аппаратуры. В последнем случае персонал ГОГУ организовывал работы по выяснению причин неисправностей и вырабатывал программы управления для восстановления нормальной работы КА.

Научная аппаратура «Памела» и «Арина» работали в режиме мониторинга, т.е. осуществляли непрерывные измерения и исследования научных данных. Бортовой комплекс, состоящий из аппаратуры «Геотон-Л1», «Сангур-1» и ВРЛ, обеспечивал получение космических снимков заданных районов Земли и работал в соответствии с исходными данными Главного оператора, передаваемых из ЦУП на борт КА.

КА «Ресурс ДК1» имеет возможность коррекции орбиты. Для этого предусмотрена комплексная двигательная установка (КДУ). С помощью КДУ на пятидесятом витке был осуществлен двухимпульсный маневр перехода КА на рабочую орбиту. За период эксплуатации с 15.06.06г. потребовалось лишь однажды производить подъем орбиты с помощью КДУ: так на витке 14876 04.02.2009г. была включена КДУ и за счет расхода 11,2 кг топлива была поднята орбита на 10 км. При помощи КДУ по окончании эксплуатации КА «Ресурс-ДК1», запланировано его затопление в акватории Тихого океана.

Система управления движением позволяла получать снимки не только «в плане», но и проводить азимутальные съемки, благодаря чему стала возможна съемка маршрутов, расположенных под углом к трассе полета спутника и, следовательно, увеличение площади снимаемой поверхности.

7. Основные итоги управления КА

К моменту завершения трехлетнего срока эксплуатации КА совершил 16300 витков вокруг Земли, в течение этого срока проведено более 3880 сеансов связи по

командной радиолинии и более 2300 телеметрических сеансов. Осуществлено около 6140 сеансов передачи целевой информации, в том числе и информации, полученной с научной аппаратуры. С использованием целевой аппаратуры были получены изображения по заявкам потребителей. За три года полета со спутника получены космические снимки с площади более 57 млн. км² поверхности Земли. С использованием аппаратуры «Геотон-Л1» и «Сангур-1» было осуществлено более 18500 маршрутов съемки. Нарботка аппаратуры «Памела» составила более 23500 часов, наработка аппаратуры «Арина» более 24700 часов. Аппаратура ВРЛ произвела запись информации в 28900 режимах, которую передала на наземные пункты приема в 6140 сеансах. Использовались два постоянно действующих пункта приема целевой информации, расположенные в г. Москве и г. Улан-Уде.

Получаемые космические снимки пользуются значительным спросом потребителей, в том числе российских организаций Минтранса, Минприроды, МЧС и других ведомств. Опыт эксплуатации КА показал, что конкурентными преимуществами получаемых снимков является достаточно широкий размер кадра - 28-48 км в зависимости от высоты орбиты и высокое разрешение в спектральных зонах - на 1 -2 и 3 метра.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Космический аппарат «Ресурс-ДК1». Центр управления полетами. ЦНИИмаш. 2006. С.4.
2. Удалой В.А., Иванов Н.М., Соколов Н.Л. Оптимизация структурного состава универсального ЦУП автоматическими КА. Международный симпозиум Аэрокосмические приборные технологии, г. Санкт-Петербург. 2002. С. 10.

ABOUT OPERATIVE CONTROL OF RESURS-DK-1 SATELLITE

Sokolov N.L., Bendyakov V.F.

Mission Control and Modeling Center of the Federal Unitary Enterprise “Central Research Institute of Machine Building” Korolev, Moscow region, Russia

“Resurs DK” spacecraft is designed for operative reception of informative images and scientific information. The spacecraft is controlled from TsUP TsNIIMash, Moscow region, Korolev. The Samara Space Rocket Centre “TsSKB Progress” is the designer of the spacecraft. During three years of its active in-orbit life this spacecraft has accomplished about 6140 data-transmission sessions of purpose information to the ground stations. At present requests are received from the large number of customers for different types of information.

Keywords: “Resurs DK” spacecraft, TsUP TsNIIMash, control, purpose designed equipment, control problems, results