

ИНФОРМАЦИОННАЯ КОСМИЧЕСКАЯ СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО СБОРА ДАННЫХ С НАЗЕМНЫХ ДАТЧИКОВ ПОСРЕДСТВОМ НИЗКООРБИТАЛЬНЫХ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

АХУНБАЕВ Ж.А.¹, ПОЛУШКОВСКИЙ Ю.А.²

johnikg@mail.ru, yapolu@cpi.space.ru

¹*«Космические информационных технологий (КИТ)», Московского государственного института радиотехники электроники и автоматики (МИРЭА), г. Москва, Россия*

²*Научно-технологический центр «Космонит», ОАО «Российские космические системы», г. Москва*

Актуальность системы

Информационное обеспечение современного общества данными о состоянии и тенденциях изменения характеристик окружающей среды имеет крайне важное значение. Традиционным способом решения задачи наблюдения за процессами, протекающими на поверхности и в атмосфере Земли является организация соответствующей наземной сети пунктов и постов наблюдения. Однако этот метод сбора информации о состоянии окружающей среды требует больших человеческих и материальных ресурсов, работы людей в труднодоступных районах, в том числе в суровых климатических условиях.

В то же время развитие передовых космических технологий позволяет осуществлять сбор необходимых данных о природе более эффективно и с меньшими затратами, более надежно и регулярно, получать значения характеристик и параметров окружающей среды с большей точностью.

Весь круг решаемых космическими системами задач может быть условно разбит на две большие группы:

- 1) задачи, при решении которых невозможно обойтись без спутниковых данных;
- 2) задачи, при решении которых спутниковые данные играют вспомогательную роль, либо их использование предпочтительно по каким-либо причинам (например, они дешевле).

К первой группе задач относятся глобальный мониторинг поверхности и атмосферы Земли, измерение потоков заряженных частиц и электромагнитных полей в околоземном космическом пространстве и т.д.

Ряд задач второй группы представлен обширным перечнем проблем локального и регионального масштабов, имеющих значение для конкретных отраслей хозяйственной деятельности. Практическое значение привлечения здесь спутниковой информации связано с существенной экономией трудозатрат, материальных, финансовых и временных ресурсов.

Таким образом, развитие работ в области изучения, мониторинга и прогнозирования состояния Земли как планеты, ее климата, опасных стихийных явлений, катастроф и чрезвычайных ситуаций, влияния человеческой деятельности на состояние окружающей среды и гидрометеорологические процессы требует расширения использования космических методов и средств наблюдений.

Описание аналогов системы

Космическая система «Курс» предназначена для сбора метеорологической и экологической информации с неподвижных и движущихся платформ с одновременным определением их местоположения в любой точке земного шара. Первый ИСЗ системы «Курс» был запущен 5 июля 1995 года на круговую околополярную орбиту с космодрома Плесецк. Орбита ИСЗ «Космос-2315» имеет высоту 1000 км и угол наклона к плоскости экватора ~82°.

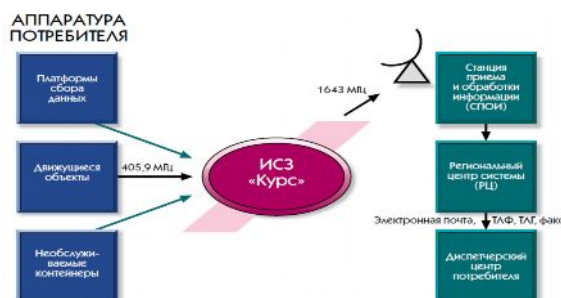


Рис. 1. Состав системы «Курс».

Разработку системы «Курс» и её функционирование финансирует Российское космическое агентство (РКА). Система «Курс» состоит из космической и наземной частей (рис. 1). В космическую часть входят ИСЗ с бортовой приемопередающей аппаратурой. В наземную часть входят станции приема и обработки информации (СПОИ), региональные центры (РЦ), совмещенные территориально со СПОИ, и аппаратура потребителя (АП).

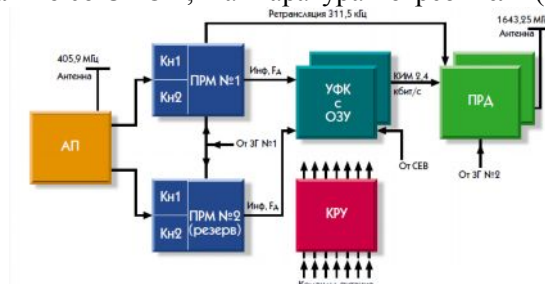


Рис. 2. Структурная схема БРК ИСЗ «Курс» («Космос-2315»).

Условные обозначения:

АП – антенный переключатель,
БРК – бортовой радиокомплекс,
ЗГ – задающий генератор,
КИМ – кодовая импульсная модуляция,
Кн – канал приема,
КРУ – командно-распределительное устройство,

ОЗУ – оперативное запоминающее устройство,
ПРД – передатчик,
ПРМ – приемник,
СЕВ – система единого времени,
УФК – устройство формирования кадра.

Бортовой приемник-процессор (рис. 2) в течение сеанса связи АП с ИСЗ длительностью от 3 до 15 минут принимает от 4 до 16 посылок от АП. Он выделяет цифровые данные, измеряет доплеровский сдвиг частоты с точностью до 0,3 Гц для каждой посылки и обеспечивает привязку измеренных значений частоты с точностью 10 мс к московскому времени. Цифровые данные, значения доплеровского сдвига и время его измерения записываются в бортовую память ИСЗ. Будучи принятыми на СПОИ, эти данные совместно с точно известными эфемеридами ИСЗ обеспечивают определение координат АП. Бортовой приемник-процессор представляет собой систему приема данных от АП со свободным доступом. При длительности единичного сообщения, равного ~0,5 секунды, и периоде повторения один раз в 50 секунд двухканальный бортовой приемник-процессор обеспечивает прием посылок от 70 АП, одновременно работающих в зоне видимости ИСЗ. Для увеличения производительности в системе «Курс» используются 7 частотных литер несущей частоты. Так как предполагается, что каждый радиопередатчик АП будет работать сеансами, определяемыми программным устройством, то общая производительность системы составляет 100 тысяч АП.

О необходимости создании собственной космической системы мониторинга

Спутниковая информация сегодня активно используется во многих отраслях человеческой деятельности. Современное развитие систем мониторинга и средств коммуникации, в частности глобальные сети интернет, создают условия для возможности оперативного использования спутниковых методов для создания систем мониторинга в интересах различных стран и регионов. При этом в настоящее время в силу открытости значительной части спутниковых данных, а также информации, полученной на основе их обработки, становится возможным достаточно быстро создавать системы спутникового

мониторинга, ориентированные на решение задач для конкретных территорий. Следует отметить, что начальные конфигурации таких систем фактически могут представлять собой системы сбора, архивации и представления пользователям стандартных информационных продуктов, получаемых из крупных систем мониторинга и центров приема и обработки спутниковой информации. Поэтому создание таких систем не требует крупных вложений и в то же время позволяет отработать требования, базовые подходы и решения, на которых следует строить полномасштабную систему мониторинга в интересах конкретной страны, региона или территории.

Для решения таких задач необходимо создать свою собственную информационную систему сбора, архивации и представления пользователям различных информационных продуктов, получаемых на основе спутниковых данных.

Основными задачами такой системы являются:

- организация получения исходной или обработанной информации спутниковых данных по району мониторинга;
- организация эффективного хранения собранной информации;
- построение на основе собранной информации различных информационных продуктов по региону мониторинга;
- организация доступа различных специалистов к информационным продуктам для проведения их анализа.

Общий облик информационной космической системы

В настоящее время широкое распространение получила технология сбора контактных измерений (параметров среды, фактов обнаружения аномальных (аварийных) ситуаций и т.п.), производимых датчиками сбора данных (ДСД), через ИСЗ. Под ДСД понимаем измерительные станции, располагаемые на поверхности земли (воды) или подвижных объектах.

Космическая система автоматического сбора и передачи данных (КСАСПД) обеспечивает передачу буквенно-цифровой информации с автоматических ДСД в центр сбора и обработки данных в реальном масштабе времени. КСАСПД может обслуживать и коммерческих абонентов.

Общие сведения о системе

КСАСПД состоит из космического и наземного сегментов, состав и конфигурация которых приведены на рис. 3. Она обслуживает абонентов полярно-орбитальными КА типа "Метеор-ЗМ"(Роскосмос), NOAA(США), MetOp (Европейское космическое агентство), обеспечивающими прямую ретрансляцию сигналов территориально распределенной сети абонентов различных регионов в центр сбора данных.

Задачами системы являются:

- периодический сбор посредством бортовой аппаратуры ИСЗ данных от различных ДСД, сопрягаемых с радиотерминалами;
- ретрансляция радиоканалом ИСЗ на станции приема данных (СПД),
- первичная обработка сообщений;
- передача сообщений по наземному каналу связи из центра приема в центр обработки данных (ЦОД) для их тематической обработки, архивации и передачи информационной продукции потребителям через автоматизированную систему передачи данных (АСПД).

Основные технические характеристики КСАСПД:

- в системе обеспечивается многостанционный доступ с частотно-временным разделением каналов;
- количество абонентов системы – неограниченно;
- количество ДСД – неограниченно;
- вероятность ошибочного приема символа не ниже 10^{-5} ;
- каналы передачи системы "прозрачны" при передаче информации от ДСД до потребителя.

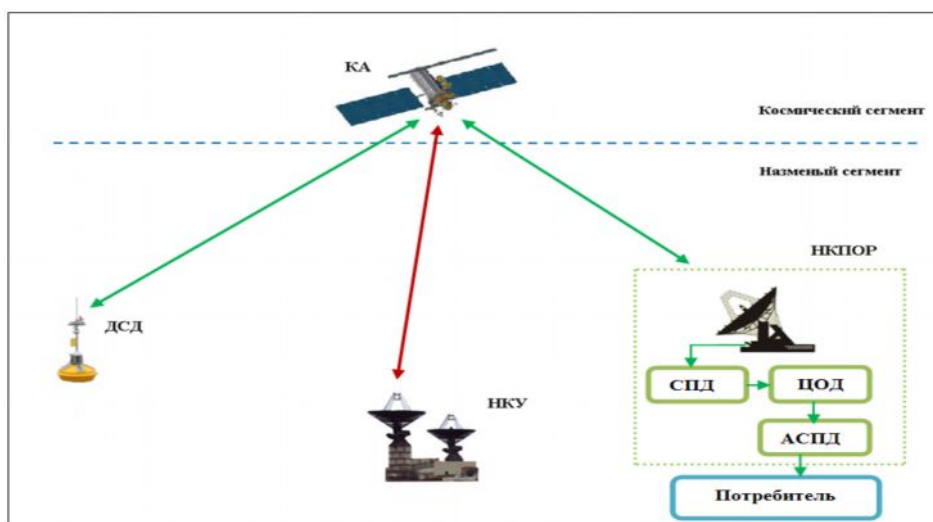


Рис. 3 Структурная схема КСАСПД.

Условные обозначения:

ДСД – датчик сбора данных,

НКУ – наземный комплекс управления,

КА – космический аппарат,

НКПОР – наземный комплекс приема, обработки, архивации и распространения,

СПД – станции приема данных,

ЦОД – центр обработки данных,

АСПД – автоматизированная система передачи данных.

Наземный комплекс управления полетом КА

Наземный комплекс управления создается для круглосуточного автоматизированного управления КА, системами обеспечения функционирования полезной нагрузки и решения целевой задачи КА.

Построение и функционирование НКУ осуществляется с учетом общих и специальных требований и задач управления КА:

- командно-программного обеспечения;
- информационно-телеметрического обеспечения;
- навигационно-баллистического обеспечения задач управления КА.

Наземный комплекс приема, обработки и распространения

НКПОР должен создаваться для решения следующих задач:

1. Планирование, составление и коррекция (при необходимости) программ работы бортовой целевой аппаратуры с учетом имеющегося ресурса, условий функционирования элементов космического комплекса, состояния средств НКПОР и заявок потребителей с последующей выдачей их в НКУ в установленные сроки.
2. Анализ и оценка качества информации, принимаемой в сеансе связи, средствами центра приема и обработки данных ЦПОД, а также центра приема, обработки и контроля качества космической информации.
3. Формирование и выдача данных в соответствии с «Каталогами форм обмена» для обмена информацией с НКУ.
4. Прием информации с платформ сбора данных, ретранслированной через КА, в режиме частотно-временного разделения каналов по линии вниз в диапазоне 1,7 ГГц ($F_{\text{нес}}=1696.4$ МГц; $F_{\text{нес}}=1697$ МГц), со скоростями передачи 100, 400, 1200 бит/с и объемом передаваемых данных от 5192 бит до 15000 бит в каждом сообщении.

Кроме того, НКПОР должен обеспечивать выполнение телекоммуникационных функций по распространению, обмену обработанными данными.

Область применения системы

КСАСПД можно использовать для контроля транспортных операций. При перевозке всевозможных опасных грузов с помощью железнодорожного и автомобильного транспорта

необходимо четкое отслеживание как местоположения транспортных средств, так и определенных физических параметров перевозимых веществ.

Технические средства космической системы могут использоваться не только для наблюдения за подвижными объектами, но и в качестве стационарных ДСД для организации независимого экологического мониторинга деятельности промышленных объектов. Такие устройства, установленные вблизи какого-либо предприятия, дают возможность дистанционно получать данные о вредных примесях, содержащихся в воздухе или окрестных водоемах.

Что касается стационарных ДСД, то их можно широко использовать и в области изучения окружающей среды.

Подобные устройства оказываются особенно ценными в том случае, если возникает необходимость проведения периодических измерений в труднодоступных местах. Например, в рамках гляциологических исследований радиомаяки с измерительной аппаратурой устанавливаются на ледники, и ученые ежедневно получают данные от датчиков, подключенных к радиомаякам.

Таким образом, комплексный подход к использованию результатов функционирования космических систем дает возможность решать весьма сложные задачи, обеспечивая высокую надежность экологического мониторинга и позволяя проводить комплексные научные исследования.

Заключение

Опыт некоторых государств по использованию космического мониторинга показал перспективность данного направления как одного из источников объективной информации о параметрах наблюдаемого объекта. Очевидно, что внедрение национальной системы космического мониторинга позволит увеличить эффективность работы некоторых отраслей.

Литература

1. *Асмус В.В., Дядюченко В.Н., Загребав В.А., Макриденко Л.А., Милехин О.Е., Соловьев В.И.* Наземный комплекс приема, обработки, архивации и распространения спутниковой информации // Тез. докл. 4-й междунаро. конф. «Космонавтика. Радиоэлектроника. Геоинформатика». –Рязань, 2003.
2. *Захаров М.Ю., Лупян Е.А., Мазуров А.А., Назиров Р.Р., Прошин А.А., Флитман Е.В.* Система автоматического приема и архивирования спутниковых данных. –М.: ИКИ РАН. Препринт Пр-1988, 1998.
3. *Арнольд Селиванов, Владислав Рогальский, Николай Дедов.* Космическая Система Сбора Природоресурсных Данных С Наземных Платформ И Определения Их Местоположения «Курс».