

Гузайров М.Б., Бадамшин Р.А., Султанов А.Х., Багманов В.Х., Мешков И.К.

ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫЕ ЭКСПЕРИМЕНТЫ И ТЕХНОЛОГИИ НА БАЗЕ МИКРОСПУТНИКА «УГАТУ-САТ»

ВВЕДЕНИЕ

Использование космических систем на основе малых космических аппаратов (микро-, нано- и пикоспутников), является перспективным направлением развития космонавтики. Создание самих малых космических аппаратов (КА) и космических инфокоммуникационных систем на их основе возможно только с использованием новейших технологий по всему спектру проектной, производственной и эксплуатационной деятельности, связанной с космическими системами.

В рамках приоритетного национального проекта «Образование» в Уфимском государственном авиационном технологическом университете (УГАТУ) создан центр подготовки кадров мирового уровня в области инфокоммуникационных технологий на базе микроспутниковых систем. Микроспутник «УГАТУ-САТ» предназначен для решения образовательных и научно-исследовательских задач в данной области, призванных способствовать обучению студентов и аспирантов современным методам и технологиям передачи и обработки информации.

Научная программа направлена на реализацию инфокоммуникационных технологий по передаче и обработке информации с использованием космических средств, решения навигационных задач и задач управления с использованием систем GLOBALSTAR, ГЛОНАСС и GPS.

Проект запуска микроспутника является открытым для участия любых российских учебных заведений. Вся полученная в ходе выполнения проекта научная и образовательная информация является достоянием всего российского университетского сообщества.

Научные и образовательные задачи: проведение научных экспериментов по созданию высокоскоростных инфокоммуникационных каналов передачи данных; организация межспутникового обмена информации через терминал GlobalStar для расширения зоны наблюдения; испытания мультиспектральной оптико-электронной системы наблюдения; апробация перспективных технологий мониторинга окружающей среды; повышение технико-экономической эффективности и информативности систем мониторинга на основе комплексирования оперативных данных университетского спутника с данными действующих спутниковых систем дистанционного зондирования; апроба-

ция технологий навигации и управления с использованием систем ГЛОНАСС и GPS; ретрансляция данных наземных датчиков.

Прикладные задачи: получение изображения подстилающей поверхности Земли с разрешением до 50 м; тематическая обработка спутниковых данных для хозяйственных и управленческих структур; передача видеoinформации на Землю в режиме пакетной коммутации на приёмную станцию, находящуюся в зоне радиовидимости микро-спутника.

ХАРАКТЕРИСТИКИ МИКРОСПУТНИКА

Космический аппарат «УГАТУ-САТ» представляет собой микроспутник массой 30 кг и размерами 750x350x400 мм, высота орбиты которого колеблется в пределах от 500 до 800 км. Наклонение орбиты спутника составляет $60^{\circ} \dots 98^{\circ}$, точность ориентации – $0,1^{\circ}$, точность стабилизации 0,001 град/с. Среднее потребление мощности на виток – 30 Вт, пиковая мощность системы электропитания – 85 Вт. Спутник рассчитан на три года активного существования.

ПЕРЕДАЧА ДАННЫХ И УПРАВЛЕНИЕ МИКРОСПУТНИКОМ

Главные приоритетные технические задачи проекта – это передача и обработка информации, обеспечение постоянной связи и управление движением спутника. Трудности создания систем связи заключаются в том, что миниатюрность КА не позволяет установить на нем мощные приёмники и передатчики, а также крупногабаритные надёжные антенные устройства. В тоже время связь является основным жизнеобеспечивающим компонентом космических аппаратов, даже для тех из них, которые не являются связными по функциональному назначению, а используют системы связи в служебных целях или для передачи целевой информации потребителю. Наличие связи позволяет говорить о единой системе, в которой находятся КА, наземные средства и потребители.

Общая схема управления микроспутником представлена на рис. 1.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ВНЕДРЯЕМЫЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МИКРОСПУТНИКА «УГАТУ-САТ»

Для сжатия данных, полученных при помощи оптико-электронной системы на борту микроспутника, разработан соответствующий алгоритм. Базовой конструктивной идеей, лежащей в основе сжатия широкополосных спутниковых сигналов, является их принадлежность к классу фрактальных множеств [1]. Как показали проведённые исследования, квазинепрерывные развёртки изображений являются фрактальными структурами, масштабное самоподобие которых определяется показателем Херста H . Одним из

методов определения фрактальной самоподобной структуры данных космических систем наблюдения (КСН), которые включают данные дистанционного зондирования Земли, планет Солнечной системы и астрофизических объектов, является анализ Фурье-спектров корреляционных функций. В качестве альтернативного метода предлагается подход, основанный на анализе мультимасштабных структурных функций, определённых на квазинепрерывных рекурсивных [2] развёртках типа Пеано-Гильберта [3]. Показатель самоподобия развёрток спутниковых изображений определяется на основе логарифмических асимптотик мультимасштабных структурных функций.

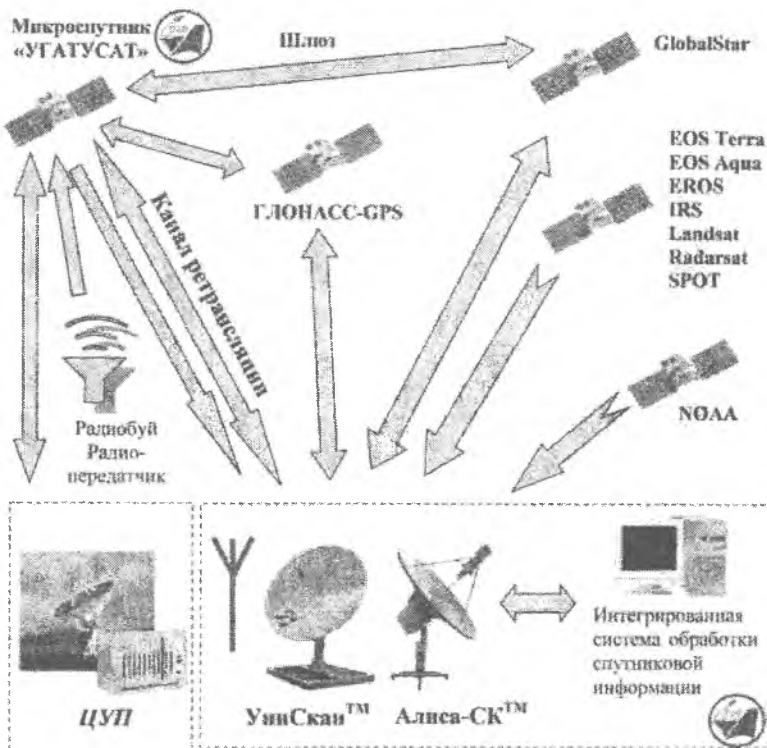


Рис. 1. Управление микроспутником «УГАТУ-САТ»

Предложенный метод мультимасштабной компрессии спутниковых изображений позволяет обеспечить сжатие спутниковых данных в 3-5 раз, при этом информация об аномальных явлениях не искажается. Также предлагается использовать вейвлет-анализ для фильтрации исходного спутникового сигнала в условиях сложной шумовой

обстановки. Метод вейвлет-фильтрации, основанный на ограничении по уровню детализирующих коэффициентов вейвлет-разложения сигнала, позволяет снизить уровень помех при приёме.

Данные, полученные с микроспутника «УГАТУ-САТ», а также с группировок спутников ДЗЗ EOS Terra, EOS Aqua, SPOT, NOAA и других, предполагается обрабатывать с использованием технологий, в основе которых лежит системная интеграция концепций фрактальных множеств, непрерывного вейвлет-анализа, дискретных вейвлет-преобразований и рекурсивных квазинепрерывных развёрток многомерных пространств в одномерные, позволяющая повысить эффективность обнаружения и оценки параметров аномальных сигналов в условиях априорной неопределённости и сложности фоновой обстановки (отношение сигнал/шум меньше единицы).

В число задач, решаемых с применением инфокоммуникационных технологий входят: мониторинг природных явлений (паводок, состояние снежного покрова, лесные пожары), космическое патрулирование территории особо опасных объектов, мониторинг экологического состояния природных ресурсов (загрязнение водоёмов, несанкционированные сбросы опасных веществ в атмосферу и гидросферу, несанкционированная вырубка), спутниковый мониторинг температурной и энергетической обстановки на территориях атомных электростанций.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Планируемый запуск и эксплуатация университетского микроспутника «УГАТУ-САТ» при успешном выполнении поставленных научных и прикладных задач можно считать базисом для создания в будущем орбитальной группировки спутников, с использованием которых будут решаться проблемы дистанционного зондирования Земли, разработки перспективных спутниковых телекоммуникационных систем, обучения и подготовки высококлассных инженерных и научных кадров.

Библиографический список

1. Мандельброт, Б. Фрактальная геометрия природы [Текст]/ Б. Мандельброт. – М.: Институт компьютерных исследований, 2002. – 656 с.
2. Федосеев, В.А. Компрессия изображений с помощью дискретных ортогональных преобразований, определенных на развёртках двумерных сигналов [Текст]/ В. Федосеев // Компьютерная оптика. – 2005. – № 28. – С. 132-135.
3. Александров, Р.В. Представление и обработка изображений: Рекурсивный подход [Текст]/ Р.В. Александров, И.Д. Горский. – Л.: Наука, 1985. – 102 с.