

Р. С. Салихов (ОАО «НИИЭМ»)

В настоящее время — заместитель генерального директора по космическим системам ОАО «НИИЭМ». Кандидат технических наук.

М. В. Туманов (ОАО «НИИЭМ»)

В 2006 г. окончил Московский государственный университет путей сообщения по специальности «вычислительные машины, комплексы, системы и сети». В настоящее время — начальник центра ОАО «НИИЭМ».

А. В. Карелин (ФГУП «ЦНИИмаш»)

В 1985 г. окончил Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ». Специалист в области дистанционного зондирования Земли. В настоящее время — начальник отдела ФГУП «ЦНИИмаш». Доктор физико-математических наук.

Перспективы применения космических аппаратов на платформе «Канопус-В» для мониторинга радиоактивных загрязнений

В 2012 г. были успешно запущены два малых космических аппарата (МКА), изготовленных на единой универсальной платформе: «Канопус-В» №1 и Белорусский космический аппарат (БКА). Разработчиком данных аппаратов является ОАО «Корпорация ВНИИЭМ».

Созданная служебная платформа МКА «Канопус-В» является универсальной и позволяет устанавливать полезную нагрузку различного назначения: как дополнительную съемочную аппаратуру ДЗЗ, так и научную аппаратуру для космических исследований (например, для МКА «Михайло Ломоносов»).

В настоящее время ведутся работы по созданию еще четырех аппаратов класса «Канопус-В» №1, а также МКА дистанционного зондирования Земли для обнаружения малоразмерных очагов лесных пожаров «Канопус-В-ИК» по заказу Федерального космического агентства (рис., табл. 1). Таким образом, будет сформирована орбитальная группировка из шести космических аппаратов,

созданных на базе универсальной платформы МКА «Канопус-В».

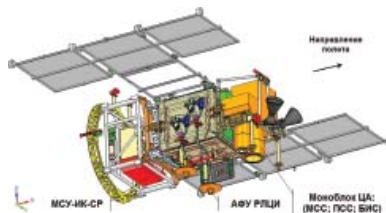


Рис. Облик перспективного космического аппарата «Канопус-В-ИК»

Основными задачами, решаемыми с помощью данных аппаратов, являются мониторинг техногенных и природных чрезвычайных ситуаций, мониторинг сельскохозяйственной деятельности и землепользования, мониторинг лесных пожаров, картографирование и т. д.

Увеличение количества КА на орбите, а также применение дополнительной целевой аппаратуры позволяют рассматривать новые перспективные методы обнаружения

Параметр		Значение
Полоса захвата (H=510 км), км		2000
Геометрия сканирования		Плоскостная
Пространственное разрешение в надири, м		200
Количество спектральных диапазонов		2 (+дублирование)
Границы спектральных диапазонов по уровню 0,5, мкм		$(3,50 \pm 0,02) \div (4,10 \pm 0,02)$
		$(8,4 \pm 0,02) \div (9,4 \pm 0,02)$
Эквивалентная шуму разность температур на уровне 300 К, К	Диапазон 1	$\leq 0,2$
	Диапазон 2	$\leq 0,1$
Диапазон измеряемых радиационных температур, К	Диапазон 1	290 ÷ 650
	Диапазон 2	210 ÷ 330
Погрешность определения радиационной температуры на уровне 300 К, К		$\leq 0,7$
Форма представления сигнала		Цифровая (10 p)
Информативность, Мбит/с		11,6
Бортовая калибровка		Есть
Масса аппаратуры, кг, не более		85
Габариты, мм		700×450×620

Табл. 1. Характеристики ИК-аппаратуры КА «Канопус-В-ИК»

и мониторинга природных и техногенных чрезвычайных ситуаций.

Например, применение ИК-аппаратуры позволит обеспечивать раннее обнаружение пожаров вблизи населенных пунктов, инфраструктур и особо охраняемых природных территорий, что является одной из приоритетных задач оперативного мониторинга. В виду того что пожары в ветреную сухую погоду распространяются за считанные минуты, проблемой в решении этой задачи является не только обнаружение возникшего пожара, но и оперативная передача информации потребителю. Особенно важна эта задача для лесов, загрязненных долгоживущими радиоактивными выбросами стронция-90 после Чернобыльской аварии (например, на Брянщине), где сильный пожар может привести к дальнейшему распространению радиации.

В целом проблема радиоактивного загрязнения возникла и остается актуальной со второй половины XX в. в связи с началом промышленного использования атомной энергии в развитых странах, постоянным

увеличением потенциально опасных ядерных объектов, а также рядом крупных аварий на АЭС.

В настоящее время существуют методы космического мониторинга приземных слоев атмосферы, поверхностей океана и Земли в сочетании с методами косвенной оценки уровня радиоактивного загрязнения по отклику окружающей среды на ионизирующее излучение [1].

Основное воздействие, которое оказывают продукты радиоактивного распада на окружающую среду, — это ее ионизация и как следствие этого протекание различных стимулированных ионами биологических и физических процессов, проявляющихся в виде поддающихся фиксации эффектов. На основе предварительных исследований определен ряд таких эффектов, позволяющих дистанционно определять наличие источника радиоактивной ионизации (табл. 2) [2].

Среди методов обнаружения радиоактивных загрязнений из космоса можно выделить существенные изменения абсолютной и относительной влажности и, что особенно

заметно, химического потенциала паров в атмосфере при воздействии источника ионизирующего излучения. Эти эффекты могут вызывать аномалии в исходящем от поверхности Земли тепловом ИК-излучении, что может наблюдаться с космических аппаратов дистанционного зондирования Земли из космоса при помощи ИК-радиометров и микроволновых температурно-влажностных зондировщиков. Например, это имело место в районе АЭС Фукусима-1 с 14 по 22.03.2011 г. со спутника NOAA с помощью радиометра AVHRR [1].

Одним из значимых эффектов является изменение спектральных характеристик растительности под действием радиоактивного излучения. Поэтому в качестве перспективной дополнительной полезной нагрузки можно рассматривать применение гиперспектральной камеры (ГСК), расширяющей возможности панхроматической и мульти-спектральной съемочных систем. Примером может служить ГСК фирмы «Лептон», имеющая успешный опыт летной эксплуатации на МКА-ФКИ (ПН 1) в 2012 г. в качестве дополнительной полезной нагрузки.

Параметры космических изображений, обеспечивающих полноту данных при принятии решений во время ЧС, зависят от характеристик аппаратуры, помещенной на съемочную платформу соответствующих КА ДЗЗ, среди которых можно выделить КА различного уровня обзорности. Основными характерными отличиями являются их разрешающая способность, спектральные диапазоны и размер полосы захвата территории. КА ДЗЗ высокого уровня обзорности (например, метеорологические), как правило, обладают камерами с небольшим пространственным разрешением на местности, но с большой полосой захвата территории и могут применяться для мониторинга чрезвычайных ситуаций, охватывающих значительные районы.

Эффекты	Объект измерения	Целевая аппаратура
Изменение цветности	Водная поверхность (фитопланктон)	Спектрометр/ гиперспектрометр
	Растительный покров	
Появление аномалий в исходящем излучении земной поверхности	Тепловое ИК-излучение Земли	Спектрозональный радиометр ИК-диапазона
Изменение химического потенциала паров воды	Температура и влажность	Микроволновый температурно-влажностный зондировщик

Табл. 2. Эффекты, позволяющие дистанционно определять наличие источника радиоактивной ионизации

Для раннего обнаружения локальных очагов и предотвращения развития их в крупные катастрофы требуются более детальные данные, получаемые с КА более высокого разрешения, например с КА «Канопус-В-ИК».

Таким образом, можно уверенно говорить о перспективе применения гиперспектральной ИК- и МКВ-аппаратуры для обнаружения радиоактивных загрязнений (как вариант — в качестве дополнительной полезной нагрузки на МКА типа «Канопус-В»), а уже создаваемая группировка КА ДЗЗ, включающая в себя КА «Канопус-В-ИК», позволит применить новые перспективные методы раннего обнаружения и мониторинга ЧС.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Боярчук К. А. *Дистанционный мониторинг обстановки окружающей среды вокруг атомных электростанций с космических аппаратов*/ Боярчук К. А., Туманов М. В., Панфилова Е. И., Милосердова Л. В., Карелин А. В., Пулинец С. А., Узунов Д. // *Геоматика*. –М., 2013. –№1(17).
2. Боярчук К. А. *Космические технологии мониторинга радиационной обстановки вокруг атомных электростанций* / К. А. Боярчук, Р. С. Салихов, Н. А. Сенник, М. В. Туманов, А. В. Карелин // *Космонавтика и ракетостроение*. –М., 2013. –Т. 4. –№ 73. –С. 27–35