

УДК 681.7

## АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ВИДЕОСПЕКТРАЛЬНОЙ СЪЕМКИ С БОРТА МКС

Веллер В.В.<sup>2</sup>, Гусев В.Ф.<sup>1</sup>, Домарацкий А.В.<sup>2</sup>, Иванов В.А.<sup>2</sup>, Крот Ю.А.<sup>2</sup>, Нестерович Э.И.<sup>2</sup>,  
Рязанцев В.В.<sup>1</sup>, Хомицевич А.Д.<sup>2</sup>, Чумаков А.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Ракетно-космическая корпорация «Энергия» имени С.П. Королева,  
Москва, Российская Федерация

<sup>2</sup> Институт прикладных физических проблем имени А.Н. Севченко БГУ,  
Минск, Республика Беларусь

Научная аппаратура (НА) видеоспектральная система (ВСС) предназначена для проведения измерений характеристик отраженного излучения подстилающих поверхностей в диапазоне длин волн от 400 до 950 нм на служебном модуле (СМ) Российского сегмента (РС) Международной космической станции (МКС) при выполнении мониторинга земной поверхности в ходе проведения научно-прикладных исследований в космическом эксперименте «Экспериментальная отработка наземно-космической системы мониторинга и прогноза развития природных и техногенных катастроф» («Ураган»).

Цель проведения эксперимента – дальнейшее развитие системы мониторинга с использованием НА ВСС для проведения мониторинга земной поверхности с борта РС МКС:

- отработка методов визуальных наблюдений, ручной съемки и автоматической регистрации с борта МКС цветных фотоизображений высокого пространственного разрешения и «привязанных» к ним спектров высокого разрешения видимого и ближнего инфракрасного диапазона от нескольких пространственных зон в каждом изображении для исследования природных и инженерно-технических объектов, природных ресурсов, изучения, моделирования и прогнозирования природных и техногенных катастроф;

- отработка методов расчета гиперспектральных изображений (по полученным изображениям и спектрам пространственных зон) и их использования в задачах классификации и дешифрирования параметров объектов и признаков катастрофических явлений;

- усовершенствование методов распознавания и классификации объектов с использованием спектров и текстуры изображения подстилающих поверхностей.

НА ВСС конструктивно выполнена в виде компактного переносного автономного моноблока, который включает в свой состав: базовый блок (ББ); блок объектива (БО); блок аккумулятора (БА); блок монитора (БМ) и кронштейн установочный (КУ). ВСС позволяет проводить съемку как с рук оператора, так и с КУ.

ББ состоит из корпуса, в котором установлены одноплатный компьютер, блок питания,

блок изображений (БИ) и устройством светоделиителя (УСД), а также три полихроматора, соединенные жгутами передачи изображения с УСД.

Одноплатный компьютер работает под управлением Windows XP и предназначен для выполнения задач по управлению режимами работы НА ВСС, приему, сжатию и хранению данных.

Блок питания предназначен для питания всех составных частей НА ВСС.

БИ предназначен для регистрации цветного изображения высокого пространственного разрешения спектрометрируемого участка земной поверхности в видимом диапазоне длин волн и представляет цифровой адаптер Hasselblad CFV-39 с числом элементов  $7304 \times 5478$  и с электронным экспонометром.

УСД предназначено для: разделения световых потоков после объектива между полихроматорами и БИ; формирования полей зрения полихроматоров в поле зрения БИ; формирования световых потоков спектрометрируемых зон съемки; формирования светового потока пропорционально уровню освещенности БИ; пропорционального масштабирования световых потоков полихроматоров по размерам их входных щелей.

УСД состоит из плоской полупрозрачной пластины, разделяющей световой поток, спроецированный объективом, на два. Один из них проецируется на приемную матрицу БИ, а второй фокусируется на второй дополнительной плоскости изображения. На этой плоскости формируются 3 области (зоны) спектрометрирования, которые жгутами передачи изображения передаются на три полихроматора. С этой же плоскости с помощью световодов сигнал уровня освещенности передается на БИ.

Каждый из трех матричных полихроматоров предназначен для диспергирования светового потока от объекта исследования и проецирования спектра на приемник излучения (высококочувствительную ПЗС матрицу с разрешением  $1044 \times 1044$ ) для регистрации спектров в диапазоне длин волн от 0,40 до 0,95 мкм.

БО состоит из входного объектива, конвертера, устройства установки на КУ и камеры

видеосопровождения съемки. Фокусное расстояние БО 500 мм, что обеспечивает пространственное разрешение не хуже 8 м и поле зрения с высоты 400 м в надир  $36,9 \times 28,5$  км.

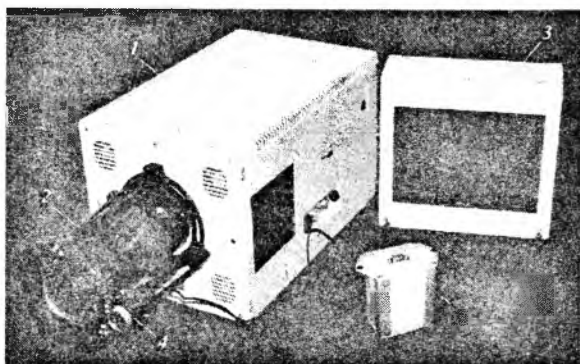
Камера видеосопровождения БО (электронный видеоискатель) предназначена для контроля оператором объектов съемки на мониторе и представляет собой цветную цилиндрическую видеокамеру.

БА состоит из аккумулятора NY-Line и корпуса с элементами крепления к ББ. БА предназначен для проведения съемок в автономном режиме (при отключении ББ от бортовой сети). Аккумулятор NY-Line представляет собой Li-ионную батарею.

БМ состоит из монитора, корпуса монитора с устройством фиксации его на ББ (либо в любом другом месте с помощью ленты «ВЕЛКРО») и кабеля подключения к ББ.

КУ предназначен для надежной фиксации НА ВСС на иллюминатор  $\varnothing 420$  мм СМ РС МКС, обеспечения «прокачки» полей зрения НА ВСС в двух плоскостях, высокоточного определения углов «прокачки» и точной привязки спектров и изображений к углам наблюдения объектов относительно надира.

Внешний вид НА ВСС приведен на рис. 1.



1 – ББ; 2 – БО; 3 – БМ; 4 – камера видеосопровождения БО; 5 – БА

Рисунок 1 – Внешний вид НА ВСС:

В комплект НА ВСС также входят: зарядное устройство (ЗУ) аккумулятора; контрольно-поверочная аппаратура (КПА); ком-

плект кабелей (КК); специальное программное обеспечение (СПО).

ЗУ аккумулятора состоит из корпуса с системой подключения БА, в котором установлен блок зарядки БА от сети 27 В постоянного тока.

КПА предназначена для проверки работоспособности НА ВСС при проведении автономных испытаний и проверочных включений. КПА состоит из единого блока, в котором размещены диффузная сфера, излучатель из восьми светодиодов, коллимационный объектив и кронштейн крепления КПА к БО с фланцем, позволяющие провести проверку работоспособности НА ВСС. Светодиодный излучатель представляет собой имитатор световых потоков со схемой управления.

КК предназначен для подключения НА ВСС и ЗУ к бортовой сети электропитания.

СПО предназначено для тестирования блоков, управления работой НА ВСС, приема данных матричных полихроматоров, блока изображений и датчиков углов поворота, сохранения данных на диске и их просмотр. СПО адаптировано для сенсорных экранов и оптимизировано для работы на компьютере с низким электропотреблением (56 Вт).

Алгоритм работы СПО состоит из следующих этапов:

1) Тестирование модулей НА ВСС. По результат тестирования, определяется режим работы комплекса: стандартный, ограниченный либо критический (работа не возможна).

2) Выбор оператором НА ВСС параметров регистрации, в том числе, возможен выбор параметров по умолчанию.

3) Выбор оператором НА ВСС числа кадров, которые будут сняты за одну серию съемки.

4) Синхронная регистрация данных со всех модулей НА ВСС и их сохранение на диск.

5) Просмотр оператором НА ВСС снятых ранее кадров.

6) После окончания работы с СПО, возможно, копирование данных с НА ВСС на внешний носитель информации.

К настоящему времени создан опытный образец НА ВСС, проводятся его конструкторско-доводочные испытания.