

УДК 681.7

Ивуть П. В., Ломако А. А., Голубев Ю. В., Хомицевич А. Д., Сосенко В. А.

СТАЦИОНАРНЫЙ БЛОК СПЕКТРОЗОНАЛЬНОЙ СЪЁМКИ НА БАЗЕ ГИПЕРСПЕКТРОМЕТРА ВЫСОКОГО РАЗРЕШЕНИЯ

Научно-исследовательское учреждение «Институт прикладных физических проблем имени А. Н. Севченко» Белорусского государственного университета, Минск, Беларусь

На сегодняшний день одним из способов калибровки спутниковых систем является полетная калибровка по специальным наземным полигонам. В качестве таких полигонов зачастую используется международная сеть для радиометрических калибровок RedCalNet. В настоящее время на территории СНГ нет полигонов, входящих в эту сеть. В то же время, на орбите работают Белорусский космический аппарат и российско-белорусская группировка спутников «Канопус». В данной работе представлен комплекс аппаратуры, являющийся средством мониторинга состояния подстилающих поверхностей в наземных условиях, позволяющий осуществлять регистрацию спектральных отражательных характеристик объектов с высокой частотой, а также с высоким пространственным и спектральным разрешением.

Гиперспектральные системы (ГСС) достаточно широко используются при дистанционном зондировании Земли с различных носителей, а также при наземных и полетных калибровках авиакосмических систем. Разработанная аппаратура ГСС имеет свои новые элементы формирования гиперспектральных изображений в диапазоне 400 – 900 нм.

Изделие предназначено для решения задач полетной калибровки спутниковых сенсоров и валидации спутниковых измерений, создания спектральных баз данных коэффициентов отражения природных и искусственных объектов для решения задач диагностики и мониторинга состояния объектов на поверхности Земли.

Блок спектральной съемки, производящий регулярные измерения спектров отражения одних и тех же природных и искусственных эталонных площадок, обеспечивает получение данных для калибровки спутниковых сенсоров и валидации решения задач космического мониторинга территорий Беларуси с частотой не ниже 1 раза в сутки.

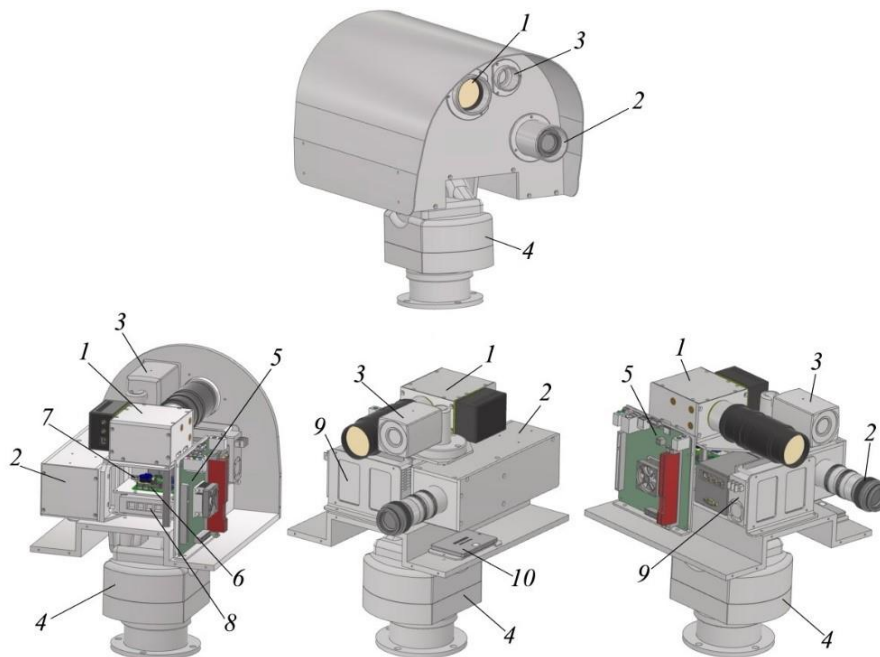


Рисунок 1 – Внешний вид и состав БСС

1 - ГСС; 2 - ШСР; 3 - ВН; 4 - СНС; 5 - управляющий компьютер; 6 - контроллер управления; 7 - датчик метео; 8 - коммутатор Ethernet; 9 - блок питания; 10 - SSD-накопитель.

В состав блока спектральной съёмки (рисунок 1) – входят следующие модули: гиперспектральная система (ГСС); широкодиапазонный спектрорадиометр (ШСР); видеокамера наведения (ВН); система наведения и сканирования по азимуту и углу вертикальной плоскости (СНС); управляющий компьютер; контроллер управления; датчик метеопараметров; коммутатор Ethernet; блок питания; SSD-накопитель.

ГСС обеспечивает получение спектральной плотности энергетической яркости объектов в диапазоне 400 - 900 нм и состоит из входного объектива, узла входной щели, полихроматора, приемной матрицы. В состав полихроматора входит вогнутая отражательная голографическая дифракционная решетка, формирующая изображение входной щели в плоскости фотоприемника (ПЗС-матрицы). Решетка выполняет функции коллиматора, диспергирующего элемента и камерного объектива одновременно. Размер и количество чувствительных элементов приемной ПЗС матрицы в направлении дисперсии полихроматора определяют ширину, число и локализацию спектральных рабочих интервалов. Число и размер пикселей матрицы в перпендикулярном направлении определяет размер полосы пространственного спектрометрирования и пространственное разрешение. Число приемных элементов матрицы 2044×2044 , с размером элемента $5,0 \times 5,0$ мкм.

Широкодиапазонный спектрорадиометр (ШСР), обеспечивает получение и регистрацию спектров отражения природных и антропогенных объектов в диапазоне 900-2500 нм и состоит из входного объектива, полихроматора, линейчатого приемника излучения InGaAS G9208-256W с числом приемных элементов 256, размером элемента 50×250 мкм, со скоростью съёмки 5 кадров в секунду.

Цифровая цветная видеокамера наведения предназначена для привязки гиперспектральных данных к тестовым объектам съёмки.

СНС обеспечивает поворот оптических осей ГСС, ШСР и ВН в плоскостях:

- в горизонтальной плоскости (по азимуту) до 350° ;
- в вертикальной плоскости на угол до 35° .

Скорость сканирования и точность наведения СНС по азимуту и углу вертикальной плоскости соответствуют пространственно-временным характеристикам ГСС и ШСР.

Для управления и контроля ГСС разработан программный комплекс (ПК), состоящий из ряда взаимосвязанных компонентов: модуля управления спектрорадиометрами; модуля управления метеоблоком; модуля управления СНС по азимуту и углу вертикальной плоскости; модуля управления и сбора данных ВН; модуля контроля текущего состояния системы. Особенностью компонентов, отвечающих за взаимодействие с метеоблоком и СНС, является использование специального протокола связи управляющего компьютера с микроконтроллером через СОМ-порт, разработанного в ходе данной работы.

Для получения необходимых выходных данных всего программного комплекса существует итеративный алгоритм выполнения съёмки. В результате выполнения одной итерации регистрируется один спектр отражения ШСР, одна строка ГСС, одно изображение ВН. Данные связываются по временным меткам в именах файлов. Все данные, регистрируемые различными модулями ПК, можно представить в привязке к данным ВН.

Программный комплекс реализован на языке программирования C++ с использованием фреймворка Qt. В целях оптимизации работы программы были использованы возможности языка программирования и фреймворка – разделение процессов регистрации и сохранения данных различными сенсорами на связанные с использованием слот-сигнальной системы потоки. За счет этого удается ускорить процесс получения данных.

Заключение

Расчеты и первые тестовые включения аппаратуры показывают, что разработанный блок спектральной съёмки, производящий в автоматическом режиме регулярные измерения спектров отражения, должен позволить осуществлять полетные калибровки спутниковых сенсоров с высокой частотой. Это может существенно увеличить уровень валидности данных, регистрируемых спутниковыми системами (в том числе, БКА, Канопус-В).