

International Society for Optics and Photonics, 2012. – Т. 8428. – С. 84280С.

3. Bezuglyi M. et al. The non-invasive optical glucometer prototype with ellipsoidal reflectors //2018 IEEE 59th International Scientific Conference on Power and Electrical Engineering of Riga Technical University (RTUCON). – IEEE, 2018. – С. 1-4.

4. M. Bezuglyi, N. Bezuglaya, Raman spectroscopy principles for in vivo diagnostic by ellipsoidal reflectors // Electrical, Control and Communication Engineering, 2019, Vol. 15, No.1 pp.39-46.

5. Lundsgaard-Nielsen S. M. et al. Critical-depth Raman spectroscopy enables home-use non-invasive glucose

monitoring //PloS one. – 2018. – Т. 13. – №. 5. – С. e0197134.

6. Li N. et al. A Noninvasive Accurate Measurement of Blood Glucose Levels with Raman Spectroscopy of Blood in Microvessels //Molecules. – 2019. – Т. 24. – №. 8. – С. 1500.

7. M.A. Bezuglyi, et al. Angular Photometry of Biological Tissue by Ellipsoidal Reflector Method // Devices and Methods of Measurements. 2019, vol. 10, no. 2, pp. 160–168.

Bezuglyi M.A., Bezuglaya N.V., Helich I.V. Ray tracing in ellipsoidal reflectors for optical biometry of media. Appl Opt., 2017, no. 56 (30), pp. 8520–8526.

УДК 528.8; 629.78

### **АВИАЦИОННЫЙ МОДУЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС МУЛЬТИСПЕКТРАЛЬНОЙ СЪЕМКИ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ «МУЛЬТИСКАН»**

**Беляев Б.И., Домарацкий А.В., Ивуть П.В., Кучинский П.В., Нестерович Э.И.,  
Хомицевич А.Д., Чумаков А.В.**

*Научно-исследовательское учреждение «Институт прикладных физических проблем  
имени А.Н. Севченко» БГУ  
Минск, Республика Беларусь*

Выполнение национальной космической программы и развитие Белорусской космической системы дистанционного зондирования Земли являются приоритетными направлениями развития научно-технической деятельности в Республике Беларусь.

В НИИПФП им. А.Н. Севченко БГУ в течении многих лет ведутся разработки аппаратно-программных средств и комплексов для дистанционной диагностики состояния различных сред и объектов [1]. В настоящее время в рамках мероприятия подпрограммы 7 «Исследование и использование космического пространства в мирных целях» Государственной программы «Наукоемкие технологии и техника» на 2016-2020 годы в отделе аэрокосмических исследований разрабатывается модульный комплекс мультиспектральной съемки (МКМС) «Мультискан».

«Мультискан» представляет собой модульный комплекс, предназначенный для решения прикладных задач различных отраслей хозяйств РБ путем совмещения возможности регистрации излучений широкого диапазона электромагнитных волн с малых авиационных средств для анализа оптических параметров объектов с учетом спектральных, поляризационных и пространственных характеристик. Например, для МЧС РБ результаты авиасъемки МКМС можно использовать в технологиях для получения оперативной информации при мониторинге: пожаров или взрывов, паводков и половодий, загрязнения водотоков нефтепродуктами, а также при оценке последствий от ЧС.

Конструктивно МКМС выполнен в виде отдельных оптических модулей, объединенных в

блок датчиков (БД), и соединенных по Bluetooth с блоком электроники (БЭ).

БД включает в свой состав:

– модуль гиперспектрометра (МГ), который обеспечивает получение изображений не менее чем в 128 спектральных каналах в диапазоне 0,4 - 0,9 мкм и включает в свой состав гиперспектрометр собственной разработки, микро персональный компьютер, внешний аккумулятор/портативное зарядное устройство;

– модуль ИК изображений (МИК), обеспечивающий получение тепловых изображений в спектральном диапазоне 8,0 – 14,0 мкм и выполненный на базе тепловизора FLIR Vue Pro;

– модуль цветной цифровой камеры (МК) для видеопривязки ИК и мультиспектральных изображений, который состоит из камеры “Baumer” MXGC40 и входного объектива 56-527 12 мм FL Compact Fixed Focal Length Lens;

– модуль авиационного поляриметра (МП), обеспечивающий получение изображений в поляризованном свете и состоящий из камеры “Baumer” MXGC40, входного объектива 56-529 25 мм FL Compact Fixed Focal Length Lens, электродвигателя привода поляриметра и привода вращения вокруг оптической оси с определенной скоростью поляризационного фильтра Ноуа HD для получения изображений в поляризованном свете;

– модуль навигационный GPS/GLONASS (МН), обладающий функцией дополнительной синхронизации (PPS);

– кронштейн установочный (КУ) для крепления модулей БД при установке МКМС на носителе.

Для защиты от внешних воздействий (пыль, влага, удары) устанавливается защитный кожух, закрывающий все модули БД МКМС (рис. 1).

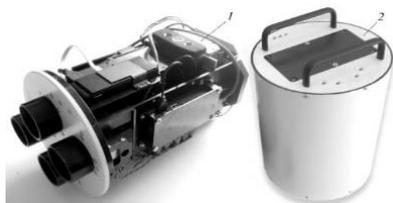


Рисунок 1 – Внешний вид БД МКМС:  
1 – БД; 2 – защитный кожух

БД рассчитан на работу с внутренним автономным источником питания (аккумулятор 13,5 Ah) заряжаемым в наземных условиях и есть возможность подзарядки в полете.

В состав БЭ входит модуль управления и регистрации (МУР), управляющий работой МКМС и обеспечивающий накопление получаемой информации. В качестве МУР используется стандартный ноутбук HP 15 da0233ur 4PT21EA с предустановленным специальным программным обеспечением (СПО).

Модульное построение МКМС обусловлено тем, что оптические модули для получения изображений различного рода устанавливаются, как правило, вне кабины пилотов авианосителя либо на КУ закрепленном на специальном иллюминаторе. С блоком электроники блок датчиков связан по Bluetooth.

СПО «Мультискан» предназначено для управления модулями МКМС и регистрации данных дистанционного зондирования Земли с борта авиационных носителей. Функционально оно делится на ПО геопривязки, записывающее GPS трек полета прибора и отображающее его текущее местоположение на местности, ПО управления тепловизором FLIR Vue Pro, ПО управления камерами «Baumer» (камера визуального сопровождения полёта, поляризационная камера и камера гиперспектрометра), ПО управления приводом вращения поляризационного фильтра и СПО (системное программное обеспечение).

Управление модулями МКМС в полётных условиях осуществляется с ноутбука МУР по Bluetooth соединению. МН (GPS-сенсор Garmin GPS 18xUSB) подключен к МУР. Канал Bluetooth также используется для предварительной настройки режимов работы МИК (тепловизора FLIR Vue Pro).

Для управления и отображения сигналов модулей МГ, МИК, МП, МК комплекса МКМС используется мультисCREENная технология на базе протокола RDP, разработанная в НИИПФП им. А.Н. Севченко БГУ для повышения эффективности управления и наглядности работы многочисленных модулей МКМС, показания которых трудно одновременно отобразить на одном экране (рис. 2).

Каждый из экранов рис. 2 представляет собой автономную операционную среду управления своим функциональным модулем прибора (камерой или сенсором). Оператор может контролировать визуально работу всех сенсоров на одном экране или вмешиваться в управление ими путём переключения в полноэкранный режим любого из окон (рис. 2).



Рисунок 2 – МультисCREENное отображение работы МКМС в реальном времени

На рис. 3 - 5 отображены окна управления ПО «Мультискан» модулями: МН; МИК; МП и МК.

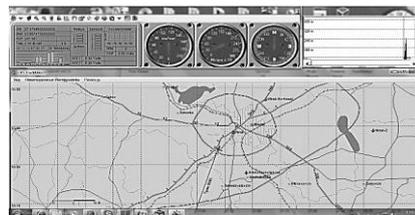


Рисунок 3 – Окно геопривязки «Мультискан» МН МКМС



Рисунок 4 – Окно управления тепловизором Flir Vue Pro МИК МКМС

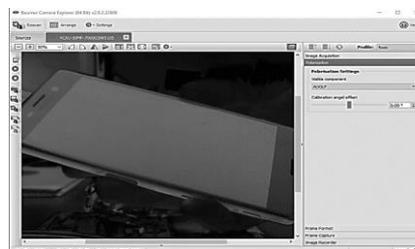


Рисунок 5 – Окно последовательного управления камерами «Baumer» МП и МК

#### Литература

1.Беляев, Б.И. Разработка и создание авиакосмических систем и технологий в дистанционном зондировании Земли // Journal of Siberian Federal University, Engineering & Technologies. – 2015. –№ 6(8). – С. 690–700.