

СЕКЦИЯ «ЭЛЕКТРОНИКА»

УДК 528.83, 528.851, 528.852, 528.854

МАЛОМАССОГАБАРИТНЫЙ СПЕКТРОМЕТР ДЛЯ БЕСПИЛОТНОГО КОМПЛЕКСА АВИАЦИОННОЙ СЪЁМКИ

Гуторов А.В., студент гр.844101

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь*

Аннотация. Для проведения авиационных экспериментов по измерению спектрально-отражательных характеристик лесных покровов и почв, картографирования последствий их деградации и последствий опасных геологических процессов был специально разработан и создан маломассогабаритный беспилотный комплекс авиационного спектрометрирования Бекас на базе используемого в ходе разработки летного средства *MATRICE 300 RTK*.

Ключевые слова. Дистанционное зондирование земли, спектрометрирование, аэрофотограмметрия, картографирование, беспилотный летательный аппарат, оптика, мультиспектральный комплекс, разработка отдельного проекта, авиационное спектрометрирование, разработка комплекса авиационной съёмки.

В настоящее время изучение последствий антропогенного и естественного воздействия на земную поверхность и окружающую среду, а также оценка их состояния требуют использования данных дистанционного зондирования (ДЗЗ). При пассивном дистанционном зондировании применяются мультиспектральные и гиперспектральные датчики, которые измеряют полученное количество сигнала с помощью сочетаний разнообразных диапазонов. Эти сочетания могут включать разное количество каналов (с двумя длинами волн и более). Диапазоны охватывают спектры в пределах и за пределами восприятия органами зрения человека (видимый, инфракрасный, ближний, тепловой инфракрасный диапазон).

Актуальность представляют спектрометрические устройства в составе беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), которые позволяют оперативно получать качественные пространственные и спектральные характеристики исследуемой местности на небольшой территории. Дистанционное зондирование с использованием БПЛА систематически применяется для мониторинга параметров растительности и окружающей среды, направленное на оптимизацию деятельности в сельском и лесном хозяйстве, инспекцию лесохозяйственной деятельности, обнаружение лесных пожаров, мониторинг здоровья растений и сохранения лесов.

Разрабатываемое устройство содержит спектрометр, соединенный через микроконтроллер с управляющим компьютером, который связан со съёмным *usb*-флеш-накопителем, блоком питания и видеокамерой. Устройство дополнительно содержит подвес с виброразвязкой. При этом спектрометр отъюстирован точной привязкой спектра к изображению видеокамеры. Использование данной технологии, позволит повысить возможность выявления идентификаций аномалий на исследуемом участке. Управляющий компьютер проводит первичную обработку поступающих данных со спектрометра и видеокамеры и связывает их, что позволит облегчить последующую обработку данных оператором. Подвес с виброразвязкой используется для стабилизации устройства в воздухе под действием турбулентности, позволяет использовать заявляемое устройство с различными типами БПЛА.

В представленной на чертеже форме реализации устройства содержит видеокамеру типа RGB. Видеокамера предназначена для получения высококачественных изображений и передачи их на управляющий компьютер типа *Raspberry Pi 4* с операционной системой *Raspbian* и предустановленным специальным программным обеспечением. Спектрометр предназначен для получения изображений не менее чем в 3600 спектральных каналах в диапазоне от 400 до 900 нм, и снабжен точной привязкой спектра к изображению видеокамеры.

Спектрометр соединен с микроконтроллером, который предназначен для управления, обработки спектральных данных и передачи их на управляющий компьютер. Управляющий компьютер дополнительно параллельно соединен со съёмным *usb*-флеш-накопителем, который предназначен для хранения поступающих данных, блоком питания. Блок питания выполнен на основе аккумуляторной батареи с напряжением 5 В и емкостью 10000 мА/ч, что позволяет осуществлять замену аккумуляторных блоков, не отключая устройство и не обесточивая нагрузку. Подключение и взаимосвязь между элементами устройства

БЕСПИЛОТНЫЙ КОМПЛЕКС АВИАЦИОННОГО СПЕКТРОМЕТРИРОВАНИЯ



3-Д изображение БЕКАС, вид слева 3-Д изображение БЕКАС, вид снизу
производится через интерфейс USB с пассивным питанием.

Список использованных источников:

1. Беляев Б.И., Катковский, Л.В. Оптическое дистанционное зондирование / Л.В. Катковский – Минск: БГУ, 2006. – 455 с.
2. Дейвис, Ш.М. Дистанционное зондирование: количественный подход / Ш.М. Дейвис – Москва: Недра, 1983. – 415 с.
3. Алексеев, А.С. Развитие и использование аэрокосмических методов изучения природных явлений и ресурсов / А.С. Алексеев – Новосибирск: издательство «Наука», 1979. – 172 с.
4. Сутырина, Е.Н. Дистанционное зондирование земли: учебное пособие / Е.Н. Сутырина – Иркутск: Изд-во ИГУ, 2013. – 165 с.
5. Чумаков А.В., Ивуть П.В., Хомицевич А.Д., Станчик В.В. Устройство для авиакосмической мультиспектральной съёмки / П.В. Ивуть – Патент 20200157, 2020. – 6 с.
6. Спецификация Microsoft на основные функции RDP [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.securitylab.ru/ /analytics/367591.php>.
7. Общее представление о протоколе удаленного рабочего стола (RDP) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.microsoft.com/ /troubleshoot/windows-server/remote/understanding-remote-desktop-protocol>.
8. Бручковский И.И., Литвинович Г.С., Попков А.П., Цикман И.М., Домарацкий А.В. Автономный многоканальный спектральный сенсор для БПЛА // Материалы тринадцатой Международной научно-технической конференции «Приборостроение – 2020». – Минск, 2020. – С. 354–355.
9. Бручковский И.И., **Гуторов А.В.**, Домарацкий А.В., Ивуть П.В., Литвинович Г.С., Ломако А.А., Хомицевич А.В. устройство для авиаспектральной съёмки / А.В. Гуторов – Заявка на патент №20220119, от 25.04.2022 г.
10. Катковский, Л.В., Беляев Б.И., Силюк О.О., Литвинович Г.С., Мартинов А.О., Ломако А.А., Бручковская С.И. Методики полётных калибровок спутниковой спектральной аппаратуры / Л.В. Катковский – Минск: Космическая техника и технологии, 2020, 110-120 с.
11. Беляев Б.И., **Гуторов А.В.**, Ивуть П.В., Ломако А.А., Сосенко В.А. Беспилотный комплекс авиационного спектрометрирования / А.В. Гуторов – VIII Белорусский космический конгресс, 2022, 4 с. [в печати]
12. Кэлер А., Брэдки Г. Изучаем OpenCV 3/ пер. с англ. А. А. Слинкина. Москва: ДМК Пресс, 2017. С. 434–490.
13. Джгаркава Г.М., Лавров Д.Н. Использование метода SURF для обнаружения устойчивых признаков изображения при создании сферических панорамных снимков // Математические структуры и моделирование. 2011. Вып. 22. С. 95–100.
14. Макаров А.С., Болсуновская М.В. Сравнительный анализ методов обнаружения особых точек на изображениях при различных уровнях освещения // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Информатика. Телекоммуникации. Управление. 2018. Т. 11. № 2. С. 7–18. DOI: 10.18721/JCSTCS.11201.
15. **Гуторов А.В.**, Ломако А.А., Катковский Л.В. Предварительная обработка видеоспектральных данных беспилотного комплекса авиационного спектрометрирования // VIII Белорусский космический конгресс, 2022, 4 с. [в печати]
16. Ломако А.А. Метод формирования изображений по мультиспектральным данным БПЛА, учитывающий дисторсию камеры // Весник БГУ. 2022. С. 18 [в печати]