

## ОБРАБОТКА МУЛЬТИСПЕКТРАЛЬНЫХ ДАННЫХ АЭРОФОТОСЪЁМКИ С БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА SOVZOND AIR-CON 3

**Д.А. Гутовский, Д.С. Каменев**

кафедра геодезии и космоаэрокартографии факультета географии и геоинформатики  
Белорусского государственного университета, Минск, danilagut2908@gmail.com

**Е.О. Хрущёва**

преподаватель кафедры геодезии и космоаэрокартографии факультета географии и  
геоинформатики Белорусского государственного университета, Минск

В статье рассмотрены основы мультиспектральной аэрофотосъёмки, её применение, а также обработка мультиспектральных данных. В июне 2019 года в результате запусков беспилотного летательного аппарата Sovzond Air-Con 3 были получены материалы, послужившие исходными для их последующей обработки и расчёта вегетационных индексов. Были рассчитаны индексы NDVI, GNDVI, NDRE.

**Ключевые слова:** мультиспектральная съёмка; аэрофотосъёмка; беспилотный летательный аппарат, мультиспектральная камера; вегетационные индексы.

Мультиспектральная съёмка – вид фотосъёмки, в процессе которой происходит получение фотографических изображений одновременно в различных зонах спектра электромагнитных волн. Такая фотосъёмка эффективнее аэрофотосъёмки в отдельно взятой спектральной зоне, так как в зависимости от длины волны меняется отражательная способность как природных, так и искусственных объектов. Выбор зон спектра для проведения съёмки обычно осуществляется исходя из задачи, которую необходимо решить с применением спектральной съёмки, либо же исходя из спектральных свойств исследуемых объектов и их компонентов.

Основной областью применения мультиспектральной съёмки является сельское хозяйство. Она даёт возможность максимально точно определить качество растительности на поверхности земли. Каждый год фермеры теряют большие суммы из-за неточных или отсутствующих данных о состоянии полей. Спектральная съёмка позволяет значительно сократить потери. Анализ спектральных фотоснимков позволяет в режиме реального времени выявить очаги распространения вредителей, либо заражённые участки, что даёт возможность предотвратить их дальнейшее распространение и максимально быстро устранить. На основе спектральных фотоснимков можно составить карты качества почв, что может понадобиться в дальнейшем при внесении удобрений.

На беспилотный летательный аппарат возможно установить камеры двух типов: модифицированные и мультиспектральные. Камера первого типа имеет усовершенствованную линзу, которая фиксирует излучение в ближней инфракрасной области спектра. Такие камеры не отличаются высокой точностью, что сделало их значительно дешевле мультиспектральных, где количество линз может достигать 12. Каждая такая линза фиксирует излучение в узкой области спектра, позволяя получить более точные данные.

Для получения изображений в различных зонах спектра на гексакоптере Sovzond Air-Con 3 используется мультиспектральная камера Parrot *Sequoia*. С помощью *Sequoia* фермеры получают данные о состоянии растений на определённом участке и могут решать проблемы точно. Это позволяет сократить использование удобрений и пестицидов, распространяя их по мере надобности, а также анализировать поведение растений после полива. Это, в свою очередь, позволяет контролировать издержки производства и увеличивать урожайность.

Комплект камеры *Sequoia* включает в себя два сенсора (рисунок 1). Мультиспектральный сенсор снимает цвет, который отражают растения, в 4 разных диапазонах: зелёный и красный свет и два инфракрасных канала, невидимых для человеческого глаза. Размещённый на верхней части дрона сенсор освещённости регистрирует интенсивность света, излучаемого солнцем, для 4 диапазонов.



Рисунок 1 – Мультиспектральная камера Parrot Sequoia

Внутри мультиспектрального сенсора *Sequoia* встроен собственный GPS приёмник, что значительно повышает точность съёмки. Для получения собственных координат камеру не нужно подключать к дрону, беспилотнику, самолёту или трактору. Внутренние датчики постоянно передают информацию о высоте, скорости и положении во время полёта. Таким образом камера сама формирует скорость съёмки, в зависимости от внешних условий [1].

Мультиспектральная аэрофотосъёмка проводилась 1 июня 2019 года на территории ГС «Западная Березина». Высота полёта беспилотного летательного аппарата Sovzond Air-Con 3 составляла 100 метров. Была выбрана оптимальная скорость полёта – 8 м/с. Продольное перекрытие фотоснимков в процессе аэрофотосъёмки с целью исключения разрывов в изображаемой на них местности составило 80%, а поперечное – 60%. В программе управления камерой эти параметры позволяют выбрать оптимальное время между регистрируемыми изображениями, которое рассчитывается автоматически в самой программе.

Обработка снимков проводилась в программе Agisoft PhotoScan. Для этого полученные в результате аэрофотосъёмки фотографии загружались в программу, проводилось выравнивание снимков. После этого было построено плотное облако точек для лучшей детализации рельефа. Затем создавалась модель местности. На основании модели рельефа местности проводилось ортотрансформирование фотографий. В результате получился ортофотоплан в четырёх спектральных диапазонах.

Для визуализации и практического использования полученной мультиспектральной информации используются различные индексы. Состояние растительности определяется посредством вегетационных индексов. Наиболее распространённый индекс для определения количества фотосинтетически активной биомассы – нормализованный вегетационный индекс (NDVI). Для его расчёта используется ближний инфракрасный и красный каналы. NDVI используется для оценки активности вегетации растений. Для оценки угнетённой и стареющей растительности по содержанию азота в листьях используется нормализованный разностный Red Edge индекс (NDRE) (рисунок 2). Для растительности индекс NDRE принимает положительные значения, чем выше содержание азота в листьях растений, тем больше значения индекса. Данный индекс использует отражение в ближней инфракрасной и крайней красной области спектра. При отсутствии крайнего красного канала для этой цели используется GNDVI, в котором вместо Red Edge используется зелёный канал [2].



Рисунок 2 – Ортофотоплан, полученный с использованием NDRE





Рисунок 3 – Ортофотоплан, полученный с использованием NDVI

В Agisoft PhotoScan расчёт индексов производится с помощью инструмента калькулятор растра [3]. Для этого задаётся формула индекса, выбирается градиент и границы отображаемых значений. В рамках данной работы были рассчитаны индексы NDVI, GNDVI, NDRE. На рисунке 3 чётко дифференцируется древесная растительность – более тёмным и насыщенным зелёным цветом. Так как съёмка проводилась в период активного роста растительности различия между индексированными изображениями минимальны. Однако, увеличение частоты съёмки позволит проследить динамику вегетации растительности.

Материалы мультиспектральной съёмки являются важным источником информации о растительности, а их анализ позволяет проводить эффективный мониторинг сельскохозяйственных угодий. Использование беспилотных летательных аппаратов позволяет максимально оперативно отслеживать изменения, происходящие с растительным покровом.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЕ ССЫЛКИ

1. Романкевич А.П., Хрущёва Е.О., Лукашик А.А., Черняков Г.В. Воздушная съёмка с использованием гексакоптера Sovzond Air-Con 3 на территории ГС «Западная Березина» // ГИС-технологии в науках о Земле: материалы респ. науч.-практ. семинара студентов и молодых ученых, Минск, 14 нояб. 2018 г. / Белорус. гос. ун-т ; редкол.: Н. В. Жуковская (отв. ред.) [и др.]. Минск: БГУ, 2018. С. 128–133.
2. Геоаналитика.Агро // Sovzond Company [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://agro.geoanalitika.com/ru/products/rastitelnost/> (дата обращения: 10.10.2019).
3. Расчет NDVI с помощью Agisoft Photoscan // Группа компаний Геоскан [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.geoscan.aero/ru/blog/781> (дата обращения: 10.10.2019)