

## ПРИМЕНЕНИЕ МУЛЬТИСПЕКТРАЛЬНОЙ КАМЕРЫ В ЗОНДИРОВАНИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УГОДИЙ

Поляков А.Ю., Швайко Е.П.

*Белорусская государственная академия авиации  
Минск, Республика Беларусь*

**Аннотация.** Автор посвятил работу рассмотрению и внедрению современных способов дистанционного зондирования сельскохозяйственных угодий. Внедрение инноваций в приборостроении является средством повышения эффективности производства продукции. Работа выявила перспективы использования беспилотного летательного аппарата, оснащенного мультиспектральной камерой в решении прикладных задач. Это ведет к снижению экономических расходов, производству высококачественной и конкурентоспособной продукции, улучшению процесса контроля посевов.

**Ключевые слова:** беспилотные летательные аппараты, дистанционное зондирование, вегетационный индекс, мультиспектральная камера, приборостроение.

## THE APPLICATION OF MULTISPECTRAL CAMERA IN AGRICULTURAL LAND SENSING

Polyakov A., Shvaiko A.

*Belarusian State Aviation Academy  
Minsk, Republik of Belarus*

**Abstract.** The study aims to investigate and implement modern methods of remote agricultural land sensing. Implementation of innovations in instrument engineering is one of the ways to improve the efficiency of production. The author revealed the prospects of use of unmanned aerial vehicle equipped with a multispectral camera to resolve different applied tasks. This leads to reduction of economic expenses, to production of high quality and competitive products, as well as to improvement of crop control processes.

**Key words:** unmanned aerial vehicles, remote sensing, vegetation index, multispectral camera, instrument engineering

*Адрес для переписки: Поляков А.Ю., ул. Уборевича 77, Минск 220096, Республика Беларусь  
e-mail: poliakou@yandex.by*

**Введение.** Аграрный сектор в большей мере нуждается в технологиях, так как используемые в настоящее время технологии несколько устарели, они менее эффективны, относительно времязатратны, трудоемки и, как следствие, неэкономичны, когда речь идет об обработке больших площадей земли.

Космическая съемка является актуальным методом дистанционного зондирования, но при возникновении потребности получения данных с большей периодичностью – беспилотные летательные аппараты (БЛА) становятся экономически выгодным и надежным решением.

В сельском хозяйстве БЛА способны охватывать большие расстояния, которые тяжело контролировать с помощью человеческого ресурса. БЛА, оснащенные оптическими приборами, позволяют получить детальные ортофотопланы сантиметровой точности, производить регулярный или внеплановый мониторинг участков, контролируя состояние растений.

**Принцип работы оптических устройств.** Оптические устройства работают по фотоэлектрическому принципу, при котором световая энергия преобразуется в цифровую информацию. Подробнее рассмотрим мультиспектральную камеру (МК).

**Формирование изображений МК.** Существуют различные способы получения мультиспектральных изображений. Один из них - при по-

мощи дифракции на призме, набора узкополосных оптических фильтров, расположенных на матрице камеры или многокамерной системы, когда каждая камера снимает в определенном спектральном диапазоне.

Электромагнитное излучение, например, видимый свет, проходит через объектив и, прежде чем зафиксироваться на матрице, сталкивается со светофильтром. Для сенсора он свой: красный, зеленый, синий, дальний красный или инфракрасный. Через фильтр проходит только один участок спектра: то есть, из всего электромагнитного пучка до матрицы добирается либо синий, либо красный и т.д. Таким образом, на сенсоре сохраняется цифровая информация только одного спектра.

Мультиспектральные изображения – это изображения, представленные в виде отдельных спектральных каналов или же как синтез отдельных каналов для получения цветного изображения. Где цвет – это набор участков, характеризующих интенсивность отражения света в этих спектральных диапазонах, другими словами, спектральная сигнатура. У объектов биологического происхождения в разных их состояниях есть явно выраженная спектральная сигнатура [2].

На основании спектральной сигнатуры появляется возможность отделить один объект от другого или разделить состояния объектов (рис 1).

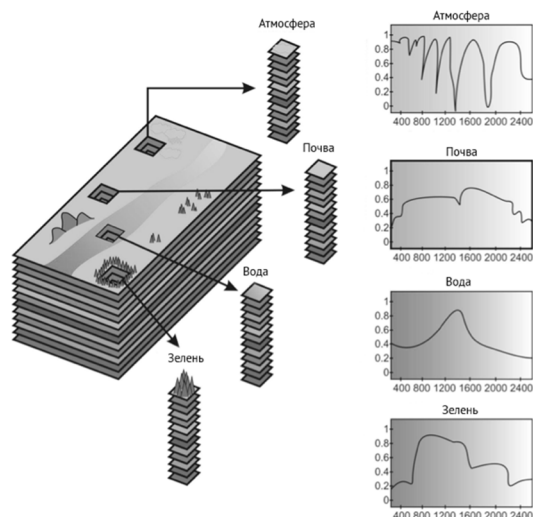


Рисунок 1 – Спектральные сигнатуры

Мультиспектральная камера способна производить съемку в следующих каналах (в скобках указана длина волны):

Дальний красный (RE, 730 нм ± 16 нм): в этом канале наиболее заметен пигмент хлорофилл, при участии которого происходит фотосинтез.

Инфракрасный (NIR, 840 нм ± 26 нм): канал используется для аналогичных целей.

Зеленый (G, 560 нм ± 16 нм): используется для визуализации вегетативной активности растений и процесса их старения, важен при созревании и подготовки к сбору с/х культуры.

Красный (R, 650 нм ± 16 нм): имеет первостепенное значение для анализа качества и состояния почвы.

Синий (B, 730 нм ± 16 нм): служит для отображения на снимках воды, а также для излучения дна водоемов,

Видимое излучение (RGB): стандартные фотографии

**Вегетационные индексы.** МК в зависимости от выбранных спектральных каналов формируют различные вегетационные индексы, например:

**NDVI** (нормализованный относительный индекс растительности) вычисляется по результатам съемки в красном и ближнем инфракрасном каналах, находится в диапазоне от 0 до 1 и указывает относительный объем биомассы зеленых растений. В реальных условиях не может превышать 0,95. Значение индекса указывает на состояние здоровья растений и их развития.

**GNDVI** (зеленый нормализованный относительный индекс растительности) аналогичен

NDVI, но с использованием зеленого канала вместо красного. Применяется для поиска насаждений, испытывающих дефицит или переизбыток влаги.

**GNDVI** (зеленый нормализованный относительный индекс растительности) аналогичен NDVI, но с использованием зеленого канала вместо красного. Характеризует фотосинтетическую активность растений и применяется для поиска насаждений, испытывающих дефицит или переизбыток влаги, также определяются растения других видов (сорняки), находящиеся на территории сельхозугодий;

**LCI** (индекс цвета почвы) предназначен для оценки плодородности почвы.

**NDR** (нормализованный разностный индекс красного края) служит для определения концентрации азота в листьях путем оценки активности фотосинтеза. Используется при исследовании старых и находящихся в неудовлетворительном состоянии посевов.

**Заключение.** Оценка посевов предоставляется в виде карты распределения вегетационного индекса по полям. Здесь главное – это умение производить анализ изображений, так как мультиспектральные сигнатуры очень сильно зависят и от особенностей их получения в конкретной местности, и от особенности роста самих растений. Мультиспектральное изображение поля в разных местах будет отличаться.

Благодаря применению БЛА, отпадает необходимость личного присутствия на полях, так как с высоты видна полная картина происходящего на поле, что, в свою очередь, дает сделать вывод о последующих действиях на основе полученных изображений.

### Литература

1. Загазежева, О. З., Инновационные технологии как фактор опережающего развития региона / О. З. Загазежева, А. Х. Мамбетов // Известия КБНЦ РАН. – 2017. – № 6-2 (80). – С. 97–101.
2. Применение мультиспектрального изображения при оценке состояния флоры [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.secuteck.ru>. – Дата доступа: 06.05.2020.
3. Применение беспилотных летательных аппаратов в географических исследованиях / Материалы Всероссийской научно-практической конференции (Иркутск, 22–23 мая 2018 г.). Иркутск: Издательство Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, 2018. – 135 с.
4. Zmarz, A. Application of UAV in forestry to acquire image data, Ph.D. thesis, WULS-SGGW, Warszawa. – 2011.