

## ПРИМЕНЕНИЕ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

**Ивановская В.В., Голубева Е.И.**

*Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,  
г. Москва, Российская Федерация, ivanovskaya-valeriya@mail.ru, egolubeva@gmail.com*

Данные дистанционного зондирования вот уже несколько десятилетий применяются для решения сельскохозяйственных задач. Данный способ получения информации о состоянии сельскохозяйственных культур вполне можно назвать традиционным. Спутниковые системы, предоставляющие космические снимки, постоянно модернизируются. Следовательно, появляется необходимость познания новых спутниковых систем и их методов сбора информации о состоянии природных сообществ. Ранее действующие космические системы устаревают, на смену старым приходят новые усовершенствованные системы, поддерживающие технологии и опыт предшественников.

*Ключевые слова:* сельское хозяйство; точное земледелие; прецизионное земледелие; рациональное природопользование; дистанционное зондирование земли; беспилотные летательные аппараты; космические снимки.

## APPLICATION OF DISTANCE SENSING DATA FOR SOLVING AGRICULTURAL PROBLEMS

**Ivanovskaya V.V., Golubeva E.I.**

*Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russian Federation,  
ivanovskaya-valeriya@mail.ru, egolubeva@gmail.com*

Remote sensing data has been around for several decades. This method of obtaining information about the state of cultural heritage can be called traditional. Satellite systems, satellite imagery, are constantly being upgraded. Consequently, there is a need to learn new satellite systems and their methods of collecting information about the state of natural communities. Previously operating space systems were equipped with the latest advanced systems supporting the technologies and experience of their predecessors.

*Key words:* agriculture; precision farming; precision farming; environmental management; remote sensing of the earth; unmanned aerial vehicles; space images.

Современное сельское хозяйство требует постоянного контроля и анализа качества развития сельскохозяйственных культур, прогнозирования урожайности, своевременного проведения агротехнических и агрохимических мероприятий и совершения управленческих действий по минимизации производственных потерь.

Дистанционное зондирование сельскохозяйственных полей при помощи беспилотных летательных аппаратов позволяет получить достоверные данные о состоянии сельскохозяйственных культур, оценить различную степень вегетации растений. Анализ полученных данных БПЛА способствует принятию эффективных мер для повышения урожайности.

Существует две разновидности БПЛА – самолетный и коптерный типы. БПЛА совершают облет над интересующей территорией и предоставляют данные для обработки. Во время полета БПЛА осуществляет съемку территории при помощи установленной на борту камеры. Камеры могут быть разных типов, в зависимости от поставленных целей: цифровая камера, видеокамера, мультиспектральная камера, гиперспектральная камера, тепловизионная и прочее.

Видеокамеры чаще всего устанавливаются для определения границ территории, выявления проплешин или вымочек, обнаружения участков незаконного возделывания сельскохозяйственных полей.

Мультиспектральная и гиперспектральная съемка представляют собой метод сбора и обработки информации из различных участков электромагнитного спектра.

Каждый объект имеет собственную отражательную способность. Именно эта уникальность позволяет классифицировать объекты на получаемых изображениях. Мультиспектральная и гиперспектральная камеры используются для более детального анализа растительных сообществ. Такие камеры предназначены как для одноразового, так и многовременного исследования территории.

Мультиспектральные и гиперспектральные сенсоры способны обнаружить у сельскохозяйственных культур разную степень вегетации, угнетенные участки или заболевания, содержание хлорофилла, насыщенность азотом, насыщенность влагой и многое другое. Также камеры возможно использовать для выявления разных сортов и типов культуры.

Качество мультиспектральных и гиперспектральных камер обычно характеризуется спектральным разрешением, то есть шириной каждой полосы снятого спектра. В мультиспектральных камерах применяются от 4 до 30 спектральных каналов. В гиперспектральных камерах количество спектральных каналов может достигать 1000. Гиперспектральные камеры обладают высоким спектральным разрешением в отличие от мультиспектральных. Такие камеры более чувствительны к выявлению изменений в ходе роста растений.

Растительность – один из наиболее динамичных объектов мониторинга земли. Она обладает типовыми, сезонными, а также возрастными характеристиками. При дешифрировании растительности сезонность имеет особое значение. Ввиду изменения биофизических параметров в период роста растений и их увядания происходит преобразование спектральных значений, что является своеобразным ключом для распознавания отдельных типов растительности. Возможность доступа к свободным данным с высокой частотой съемки неотъемлемая составляющая при изучении динамических процессов.

Живые зеленые растения поглощают солнечную радиацию как источник энергии в процессе фотосинтеза. Хлорофилл, содержащийся в растительности, поглощает большую часть видимого света, но рассеивает излучение с длиной волны более 700 нанометров. Характерная разница в отражательной способности растений позволяет использовать мультиспектральные спутниковые снимки для классификации, изучения состава, состояния и изменчивости культур в процессе жизнедеятельности.

Несмотря на то, что космические системы имеют ограничения в использовании. В частности, лимитирующим фактором при получении точных значений для радарных съемочных систем является влажность почвы, для оптических – облачность. Совместное использование съемочных систем компенсирует недостатки отдельно взятой системы. Ввиду особой чувствительности отдельно взятой съемочной системы к различным явлениям, оптический датчик способен выявить изменения отражательной способности поверхности, в то время как радарный сенсор способен выявить изменения в структуре растительности и влажности.

При мониторинге сельского хозяйства важным фактором является его своевременная регулярность. Радиолокационные данные не зависят от солнечной активности и облачности, что позволяет контролировать фазы растений у условия их произрастания в течение всего вегетационного периода. Комбинирование различных видов поляризации способно значительно улучшить детальность классификации объектов, к примеру, позволяет определять различные классы растительности [1].

Тепловизионная съемка также, как и ранее перечисленные камеры, широко применяются в сельском хозяйстве. Принцип работы тепловизора отличается от оптической камеры. Оптическая камера, работающая в режиме видимого диапазона, улавливает отраженный свет от объекта. Тепловизор работает в инфракрасном диапазоне, съемочная система улавливает излучение объекта и фиксирует степень его нагретости. Преимуществом тепловизионной съемки является возможность сбора

данных в любое время суток. В сельском хозяйстве тепловизоры применяются для определения степени прогрева территории, для подсчета количества плодов на кронах деревьев, для обнаружения незаконного выпаса скота и т.д.

В настоящее время беспилотные летательные аппараты стали незаменимыми помощниками в агропромышленном секторе. Применение БПЛА оправдано, что связано с высоким пространственным разрешением снимков, доступностью и мобильностью, а также контролируемой периодичностью в отличие от космических спутников. Грамотное использование данных беспилотных летательных аппаратов позволяет значительно улучшить эффективность сельскохозяйственного производства.

Данные дистанционного зондирования удобны для инвентаризации и учета сельскохозяйственных земель. С помощью космической съемки возможно получить информацию не только о расположении, но и о фактическом или нецелевом использовании земельных участков.

Мониторинг посевов – одна из актуальных задач в сельскохозяйственном планировании. Регулярные данные космической съемки способствуют качественному контролю всхожести и созревания растительности, прогнозированию урожайности, выявлению заболеваний. По результатам анализа космических снимков составляются карты неоднородности полей, а также технологические карты дифференцированного внесения удобрений или гербицидов.

В сельскохозяйственном мониторинге важно учитывать агроклиматические условия. Потенциальные риски природных катаклизмов возможно отследить, ввиду расположения на сенсорах спутниковых систем специальных датчиков, фиксирующих движения воздушных масс, тепловых аномалий. Космический мониторинг также, как и съемка с применением БПЛА, способствуют созданию карт структуры посевов, выявлению технологических операций, диагностике последствий в результате природных катаклизмов.

Наиболее известные сервисы, предоставляющие данные космической съемки в свободном доступе, – Национальная геологическая служба США, NASA и Европейское космическое агентство [2].

Использование космических систем при сельскохозяйственном мониторинге имеет ряд преимуществ и недостатков в сравнении с беспилотными летательными аппаратами. Главным преимуществом космических систем над БПЛА является возможность съемки обширных территорий. Для БПЛА лимитирующим фактором облета значительных по размеру массивов выступает продолжительность полета (в среднем заряд БПЛА рассчитан на 1 час) и погодные условия (в частности, сильный ветер и облачность).

Оптические данные космических систем, предоставляемые в свободном доступе, имеют высокое разрешение, но они уступают по пространственному разрешению данным БПЛА. Совершенно иная ситуация складывается при сравнении радиолокационных данных. Высокое разрешение радиолокационных данных достигается как при съемке БПЛА, так и при съемке спутниковыми системами, однако доступность последних – выступает в качестве лидирующего преимущества.

Спутниковые данные в отличие от данных БПЛА не обременены полевыми выездами, что немаловажно при исследовании труднодоступных мест, либо мест с тяжелыми условиями полета. Таким образом, космический мониторинг и съемка с использованием БПЛА является достоверным источником информации о состоянии сельскохозяйственных земель, тем не менее при исследовании сельскохозяйственных полей необходимо применение космических снимков с высоким пространственным, временным и спектральным разрешением и возможностью анализа значительных по масштабам территорий.

Однако, стоит отметить важное преимущество космической съемки в сравнении с беспилотными летательными аппаратами. В частности, лимитирующим фактором для функционирования беспилотников является площадь снимаемой территории. Беспилотники не способны снимать одновременно массив значительных по площади сельскохозяйственных полей. Съемка возможна для полей площадью 3000 га при высоте 600 метров в течение дня, однако при большем наборе высоты БПЛА ухудшается качество предоставляемой информации, а обработка гиперспектрального изображения занимает продолжительное время и требует высоких технологических характеристик вычислительной машины. Космические снимки способны компенсировать этот недостаток.

Помимо прочего, стоит рассмотреть временное разрешение космоснимков. Космоснимки предоставляют информацию о состоянии исследуемой территории с частотой в 1-2 недели. Использование данных дистанционного зондирования помогает выявить изменения сельскохозяйственных полей во времени. Несмотря на то, что данные, полученные с орбит, бесспорно уступают по точности данным беспилотных летательных аппаратов, важным преимуществом космической съемки является ее сводный доступ. К основным преимуществам использования данных ДЗЗ также относят возможность накопления статистической информации для проведения ретроспективного анализа, прогнозирования урожайности и оценивания текущего состояния посевов [3,4].

Основываясь, на ранее перечисленные преимущества и недостатки, автор подтверждает высокий потенциал использования данных дистанционного зондирования при изучении сельскохозяйственных угодий. Данные дистанционного зондирования введены в оборот и расцениваются в качестве надежного и актуального источника информации о состоянии растительности, но требуют тщательной проверки временем. В частности, необходимо заполнить пробел, связанный с низким уровнем обеспеченности дополнительной литературой в области применения растительных индексов.

#### **Библиографические ссылки**

1. Балдина Е. А., Трошко К. А., Николаев Н. Р. Радиолокационные данные sentinel-1 и возможности их обработки для дешифрирования форм рельефа острова котельный. Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка – 2016. № 3 – С.78-85.
2. Мышляков С. Г. Как космические технологии помогают сельскому хозяйству. 2016. [Электронный ресурс]. - <https://rb.ru/opinion/agro-space/>
3. Барталев С. А., Егоров В. А., Ершов Д. В., Исаев А. С., Лупян Е. А., Плотников Д. Е., Уваров И. А. Спутниковое картографирование растительного покрова России по данным спектрорадиометра MODIS // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2011. Т. 8. № 4. С. 285–302.
4. Барталев С. А., Лупян Е. А., Нейштадт И. А., Щербенко Е. В. Разработка методов мониторинга пахотных земель России по данным спутниковых наблюдений радиометром Modis. М. ИКИ РАН, 2007, с. 222.