

**АГРОНОМИЯ**

DOI: 10.25930/9yww-3r76

УДК 633:528.88

**ПРИМЕНЕНИЕ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ  
ДЛЯ ОЦЕНКИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ  
ТОВАРОПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ**

С.А. Антонов, А.В. Скрипчинский, А.В. Авдеев

В данной статье рассмотрены вопросы применения общедоступных данных дистанционного зондирования Земли для оценки деятельности сельскохозяйственных товаропроизводителей в Ставропольском крае. Описаны особенности использования картографических и дистанционных методов, а также геоинформационных технологий при проведении ретроспективного анализа использования земель. Подчеркивается особая роль архивных данных дистанционного зондирования Земли, позволяющих контролировать не только текущую деятельность товаропроизводителей, но и использование земельных участков в прошлом. Анализ деятельности товаропроизводителей осуществляется на основе дешифрирования снимков при помощи прямых дешифровочных признаков и расчета нормализованного разностного вегетационного индекса (NDVI) как индикатора состояния растительности. В Институте Космических Исследований РАН разработан сервис «ВЕГА», который позволяет проводить оценку состояния растительности на разных территориальных уровнях: федеральном, региональном и локальном. Работа сервиса основана на еженедельных композитных изображениях, полученных со спутника Terra MODIS. Основным недостатком космических снимков является получение изображения низкого пространственного разрешения, поэтому в качестве дополнительных источников спутниковых данных необходимо использовать другие спутниковые системы, предоставляющие данные с более высоким пространственным разрешением. В мире отмечается тенденция увеличения доступности данных дистанционного зондирования Земли, что находит отражение в возрастающем количестве спутников, предоставляющих космические снимки оперативно, бесплатно и с высоким пространственным разрешением. Доказана эффективность данных дистанционного зондирования Земли для контроля использования земельных участков, не только участвующих в различных программах субсидирования, но и служащих для контроля использования земельных ресурсов Ставропольского края, соблюдения экологически безопасной структуры посевных площадей.

**Ключевые слова:** дистанционное зондирование Земли, геоинформационные технологии, вегетационный индекс, ретроспективный анализ, субсидии, контроль, использование земель

**APPLICATION OF THE EARTH REMOTE SOUNDING DATA TO VERIFY  
THE ACTIVITIES OF AGRICULTURAL PRODUCERS**

S.A. Antonov, A.V. Skripchinsky, A.V. Avdeev

This article discusses the use of publicly available data of the Earth remote sounding to verify the agricultural producers activities in the Stavropol Territory. The features of cartographic and remote sounding methods use, as well as geo-information technologies when conducting a retrospective analysis of lands use are described. It is emphasized the special



role of the Earth remote sounding archival data, allowing monitoring not only the current activities of producers, but also the use of lands in the past. The analysis of the commodity producer's activity is carried out on the basis of images interpretation using direct interpretive features and the calculation of the normalized differential vegetation index (NDVI) as an indicator of the vegetation state. The VEGA service has been developed at the Space Research Institute of the Russian Academy of Sciences, which allows evaluating the vegetation state at different territorial levels: federal, regional and local. The work of the service is based on the weekly composite images obtained from the Terra MODIS satellite. The main disadvantage of satellite images is to obtain images of low spatial resolution, therefore, as an additional source of satellite data, it is necessary to use other satellite systems that provide data with a higher spatial resolution. There is a tendency in the world to increase the availability of Earth remote sounding data, which is reflected in the increasing number of satellites providing space images quickly, free of charge and with high spatial resolution. The effectiveness of remote sounding data has been proved for controlling the lands use not only participating in various subsidy programs, but also serving for full control of the land resources use in the Stavropol Territory and observing the environmentally safe structure of sown areas.

**Key words:** Earth remote sounding, geo-information technologie, vegetation index, retrospective analysis, subsidies, control, lands use

**Введение.** В Российской Федерации вопросам развития овощеводства уделяется немало внимания, что актуализируется Программой импортозамещения. На поддержку производителей сельскохозяйственной продукции выделяются значительные бюджетные средства. Не всегда бюджетные средства, предназначенные для погектарной поддержки для производителей овощей, расходуются должным образом. Проблема проверки деятельности производителей связана с необходимостью анализа использования земельных угодий на время предоставления субсидий. Зачастую качественно и объективно оценить состояние земельных угодий на время субсидирования возможно только на основании космической информации. Данные дистанционного зондирования, находящиеся в свободном доступе, охватывают значительный временной период - с начала 70-х годов XX века.

**Материал и методы исследований.** Объектом исследования служил земельный участок на территории Левокумского района Ставропольского края, на котором предполагалось в 2012-2013 гг. выращивание продукции овощеводства. Основными методами, использованными для выявления сельскохозяйственных культур и фактов обработки почвы на земельных участках, являются дешифрирование, атмосферная и радиометрическая коррекция, ретроспективный анализ космических снимков, динамика вегетационного индекса. В качестве дополнительных методов были использованы методы геоинформационных технологий, которые были положены в основу проведения пространственного анализа. В качестве основных материалов дистанционного зондирования Земли использовались космические снимки, полученные со спутников Landsat 7, Terra с сенсором MODIS. Легитимность использования космических снимков с космических аппаратов Landsat 7 и Terra подтверждается соглашением об их использовании, размещенном на сайте Геологической службы США [1].

Координаты анализируемого земельного участка, расположенного в Левокумском районе Ставропольского края, представлены в таблице.



Таблица – Координаты территории исследования

№ точки	Координаты точек	
1	44°54'44,92" с.ш.	44°58'37,11" в.д.
2	44°54'52,20" с.ш.	44°55'24,94" в.д.
3	44°57'39,84" с.ш.	44°55'34,21" в.д.
4	44°57'06,72" с.ш.	44°58'51,44" в.д.

Для выявления характеристик исследуемого земельного участка были использованы информационные ресурсы «Публичной кадастровой карты», портала услуг Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии [2], дата запроса - 12.06.2018 г. Совмещение границ земельного участка с космическими снимками проводилось на основе геоинформационных технологий. Для анализа хода вегетации был использован сервис «ВЕГА», разработанный в Институте Космических Исследований РАН, который позволяет проводить анализ хода вегетации на основе расчета вегетационного индекса (NDVI) [3].

**Результаты исследований и их обсуждение.** При рассмотрении материалов космической съемки со спутника Landsat 7 важно отметить факт наличия черных полос (пропусков информации), что связано со сбоем в 2003 году прибора Scan Line Corrector. Несмотря на последующее отключение данного прибора, это не повлияло на радиометрическую точность и качество работы фотодиодов. Недостающая информация влияет на точность результатов исследования и требуется ее восстановление на основе других источников.

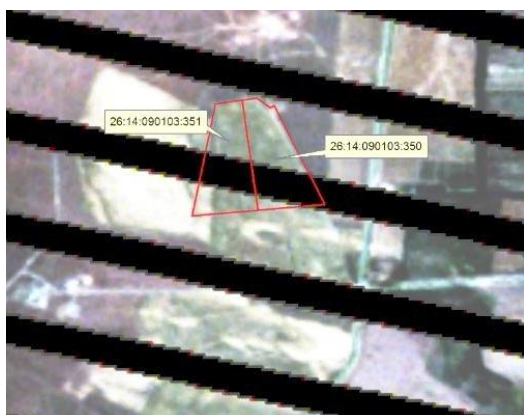
Значительное количество использованных временных срезов (хроносрезов) – 2 и более в месяц – исключает вольное трактование информации, представленной на космических снимках, поскольку в различные временные промежутки не охваченными съемкой являются различные части земельных участков.

Для данных, полученных со спутника Landsat 7, построение мультивременных композитов индекса NDVI невозможно, поскольку они имеют пропуски информации. Оценка использования земельных участков проводилась на основе визуального дешифрирования различных комбинаций каналов космических снимков.

Ретроспективный анализ – это получение сведений за определенные периоды времени. Подобный анализ проводится для выявления изменений в качественном и количественном аспектах через определенные временные промежутки, устанавливаемые в зависимости от тематики исследования. Ретроспективный анализ применяется для изучения современного состояния территории и оценки динамики ее развития [4].

Данный вид анализа используется с привлечением разнообразных материалов, которые применительно к данному исследованию характеризуют пространственную информацию.

Для исследования были использованы 22 космических снимка со спутника Landsat 7, охватывающие период с 01.05.2012 г. по 02.09.2013 г., с пространственным разрешением 30 метров в «естественных цветах» и в виде индексного изображения NDVI (рис. 1).



Комбинация «естественные цвета»



Вегетационный индекс NDVI

Рисунок 1 - Фрагмент космического снимка Landsat 7, дата съемки 01.05.2013 г., с наложенными границами изучаемых земельных участков

Согласно ретроспективному анализу данных космических снимков со спутника Landsat 7, мы отметили прохождение процесса вегетации на указанных территориях путем дешифрирования на основе прямых признаков (изменение цвета и тона изображения).

Однако существующие материалы не позволяют получить достоверную информацию о размещенной культуре в связи с неполными данными (невозможно оценить динамику NDVI) и низким временным разрешением (съемка проводилась 1 раз в 16 суток).

В качестве дополнительного источника информации использовали данные со спутника Terra MODIS, который проводит ежедневную съемку территории. Таким образом, за счет формирования недельных композитов удалось получить непрерывный ряд наблюдений, но основным их недостатком является низкое пространственное разрешение (250 м). Архив сервиса «ВЕГА» включает данные начиная с 2001 г. со спутника Terra и регулярно пополняется. С помощью сервиса была получена динамика вегетационного индекса NDVI за 2012-2013 гг. на исследуемом участке и проведено ее сравнение с ходом вегетационного индекса для основных культур в Ставропольском крае с целью поиска совпадений [5, 6].

Проведенный анализ динамики вегетационного индекса NDVI на исследуемой территории подтвердил ее схожесть с динамикой NDVI для озимых культур в среднем по административному району в 2013 г. Однако для исследуемого участка характерен сдвиг кривой вегетационного индекса, что может быть связано с использованием раннеспелых сортов озимых культур (рис. 2).

В настоящее время данные дистанционного зондирования Земли регулярно пополняются за счет запуска новых искусственных спутников Земли, среди которых следует выделить ресурсные спутники Landsat 8 (пространственное разрешение 30 м, временное – 16 суток, дата запуска 2013 г.), Sentinel 2 a/b (10 м, 5 суток, 2015-2017 гг.). Тем самым увеличиваются архив и периодичность получения спутниковой информации, которые позволяют объективно оценивать особенности использования земельных ресурсов любого региона [7].

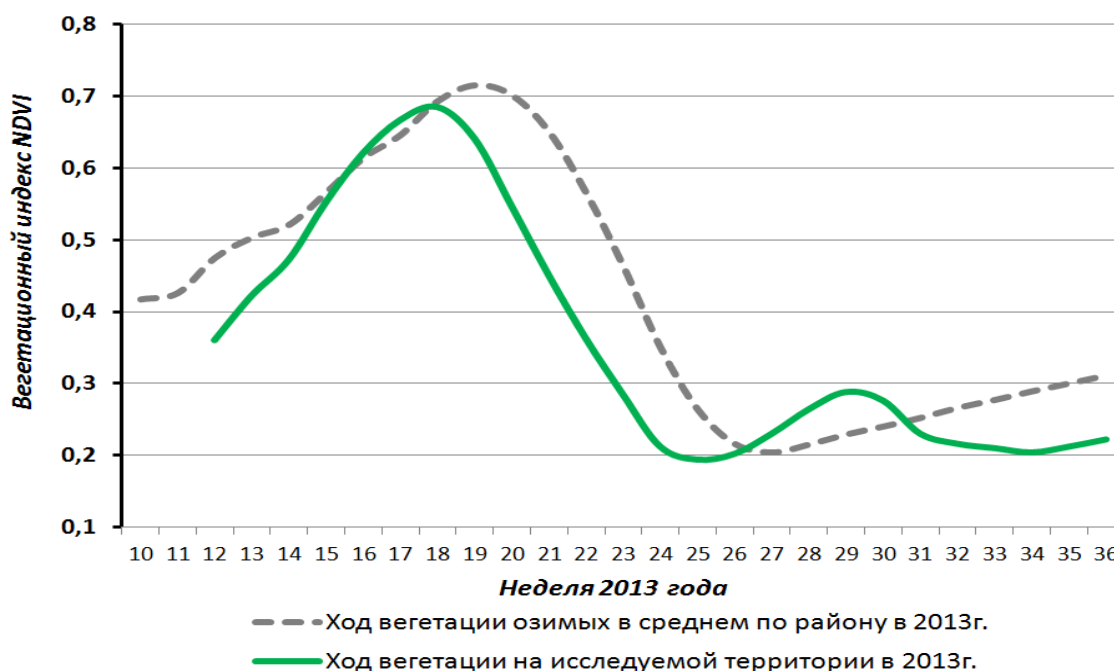


Рисунок 2 – Динамика вегетационного индекса NDVI на исследуемой территории и в среднем по административному району в 2013 г.

**Заключение.** На основании полученных результатов было установлено, что на исследуемой территории, расположенной в Левокумском районе Ставропольского края, в период 2012-2013 гг. размещалась озимая культура, а не продукция овощеводства, выращивание которой было субсидировано Министерством сельского хозяйства Ставропольского края.

В связи с этим установлена эффективность использования данных дистанционного зондирования Земли, геоинформационных технологий и методов ретроспективного анализа для контроля над расходованием бюджетных средств по различным направлениям субсидирования растениеводства.

#### Литература

1. EarthExplorer Home USGS [Электронный ресурс]: Официальный сайт: Федеральная геологическая служба США. – [Режим доступа]: <https://earthexplorer.usgs.gov/> - Загл. с экрана (дата обращения: 22.05.2018).
2. Публичная кадастровая карта [Электронный ресурс]: Официальный сайт Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии. – [Режим доступа]: <https://pkk5.rosreestr.ru/> - Загл. с экрана (дата обращения: 22.05.2018).
3. Толпин В.А., Лупян Е.А., Барталев С.А., Плотников Д.Е., Матвеев А.М. Возможности анализа состояния сельскохозяйственной растительности с использованием спутникового сервиса «ВЕГА» // Оптика атмосферы и океана. 2014. Т.27. №7(306). С. 581-586.
4. Жекулин В.С. Историческая география: предмет и методы. – Л.: Наука, 1982. 224 с.
5. Плотников Д.Е., Барталев С.А., Жарко В.О., Михайлов В.В., Просяникова О.И. Экспериментальная оценка распознаваемости агрокультур по данным сезонных спутниковых измерений спектральной яркости // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2011. Т.8. №1. С. 199-208.
6. Антонов С.А. Методика определения структуры посевных площадей по данным космической съемки // Бюллетень СНИИСХ. 2017. №9. С. 6-12.



7. Казяк Е.В., Терехина Э.А. Картографирование структуры посевных площадей с применением снимков Landsat 8 (на примере Минской области Республики Беларусь) // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки. 2015. №21 (218). Вып. 33. С. 127-131.

**Антонов Сергей Анатольевич**, кандидат географических наук, ведущий научный сотрудник, заведующий лабораторией ГИС-технологий ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр», г. Михайловск. Тел. +79034093827, E-mail: santosb@mail.ru

**Скрипчинский Андрей Владимирович**, кандидат географических наук, доцент кафедры социально-экономической географии, геоинформатики и туризма, Северо-Кавказский федеральный университет, г. Ставрополь, ул. Пушкина, 1, корп. 2, ауд. 122. Тел. +79054120722

**Авдеев Андрей Викторович**, магистр направления подготовки «Картография и геоинформатика» Института математики и естественных наук Северо-Кавказского федерального университета. Тел. +79187839291

**Antonov Sergey Anatolevich**, Cand. of Geographical Sciences, Leading Researcher, Head of laboratory for GIS technologies, FSBSI «North Caucasus Federal Agricultural Research Centre», Михайловск, Stavropol Territory, 356241. Tel. +79034093827, E-mail: santosb@mail.ru

**Skrpichinsky Andrey Vladimirovich**, Cand. of Geographical Sciences, Assistant Professor of Department for Social and Economic Geography, Geo-Informatics and Tourism, North Caucasus Federal University, Stavropol, Pushkin St., 1, Building. 2. Tel. 89054120722, E-mail: ron1975@list.ru

**Avdeev Andrey Viktorovich**, Master of training "Cartography and Geoinformatics", North-Caucasus Federal University, Stavropol, Pushkin St., 1, Building. 2. Tel. +79187839291

DOI: 10.25930/vnwk-bn10

УДК 633.39:631.550

## ОСОБЕННОСТИ ТРАНСПИРАЦИИ ФИТОМЕЛИОРАНТА ТЕРЕСКЕНА СЕРОГО В РОССИЙСКОМ ПРИКАСПИИ

Д.В. Аркинчеев, Б.А. Гольдварг, Н.Л. Цаган-Манджиев,  
Н.З. Шамсутдинов

Эколого-физиологические свойства видов растений согласно Salisbery (1929), составляющие "биологическую вооруженность вида", имеют важное значение в рациональном освоении и использовании ресурсов среды, следовательно, в формировании ими той или иной величины растительной продукции.

Согласно Е.М. Лавренко и В.М. Свешниковой (1965, 1968), жизненные формы растений или биоформы рассматриваются как адаптационные системы, характеризующиеся высокой жизненностью и продуктивностью в определенных условиях среды.

Жизненные формы растений, относящихся к пустынным кустарникам и полукустарникам, наделены ксероморфной структурой листьев и побегов, мощной и глубокопроникающей в почву корневой системой и повышенной засухо- и жароустойчивостью, обеспечивающей им высокую экологическую и фитоценотическую устойчивость. Терескен серый, выбранный нами в качестве объекта селекции, относится к жизненной форме «полукустарник».

**Ключевые слова:** фитомелиорация, полукустарник терескен серый, интенсивность транспирации