

ВАРФОЛОМЕЕВ А. Ф., КИСЛЯКОВА Н. А., ШПАК Д. Д.

**ВОЗМОЖНОСТИ СЕТИ ИНТЕРНЕТ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ КОСМИЧЕСКОЙ
ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ МОРДОВИЯ**

Аннотация. За десятки лет существования искусственных спутников Земли и систем дистанционного зондирования Земли из космоса было собрано огромное количество изображений земной поверхности. Для их интерпретации были разработаны методики дешифрирования космических снимков, выявлены дешифровочные признаки объектов земной поверхности. Несмотря на это возникают большие сложности с получением качественной космической информации на конкретную территорию. В представленной работе предпринята попытка краткой характеристики некоторых серверов в сети Интернет для получения бесплатной космической информации для проведения ряда курсов, ориентированных на использование космических снимков.

Ключевые слова: дешифрирование, дешифровочные признаки, цветное синтезированное изображение, серверы для получения космической информации, электронный глобус Google Earth.

VARFOLOMEEV A. F., KISLYAKOVA N. A., SHPAK D. D.

**INTERNET SERVICES FOR OBTAINING SPACE INFORMATION
FOR THE TERRITORY OF THE REPUBLIC OF MORDOVIA**

Abstract. Over the decades of the existence of artificial Earth satellites and remote sensing systems, a huge number of images of the Earth's surface have been collected from space. For their interpretation, methods of decoding satellite images were developed, and decoding features of objects on the Earth's surface were identified. Despite this, there are great difficulties in obtaining high-quality space information for a specific territory. In the present paper, an attempt is made to briefly characterize some servers on the Internet for obtaining free space information for conducting a number of courses focused on the use of satellite images.

Keywords: decryption, decryption features, color synthesized image, servers for obtaining space information, Google Earth electronic globe.

В настоящее время космические снимки широко применяются в самых разнообразных областях деятельности человека. Данные дистанционного зондирования (ДДЗ) Земли являются актуальным источником для формирования баз пространственных данных, обновления тематических карт, мониторинга природных и хозяйственных процессов, решения задач рационального использования природных ресурсов [1–3; 6–7].

В настоящее время собрано большое количество космических снимков земной поверхности. Разработаны методики дешифрирования космических снимков, выявлены дешифровочные признаки объектов земной поверхности. Несмотря на это, на территорию Республики Мордовия (РМ) очень мало проектов, в которых были бы использованы космические снимки объектов. В качестве примера приведем работу, где использовался цветной синтезированный зональный космоснимок Landsat-8 ORL/TIRS на территорию восточной части Мордовии. Обработка космоснимка выполнялась в программе ScanEx Image Processor, которая позволяет открывать не только растровые изображения, но векторные слои в форматах MapInfo (MIF/MID) и ESRI (shp-файлы) [4].

В представленной статье предпринята попытка краткой характеристики некоторых серверов в сети Интернет для получения бесплатной космической информации для проведения ряда учебных курсов, ориентированных на использование космических снимков [8–9].

Окружающая нас действительность представлена множеством объектов, обладающих определенными свойствами (геометрическими, физическими, и т.д.) и связанных с другими объектами. Мы различаем объекты благодаря их отличительным свойствам. В свою очередь свойства объектов могут быть определены разными способами, в том числе и по снимкам – двумерным изображениям, полученным в результате съемки, выполненной специальной аппаратурой из космоса. Снимки аналогично картам и другим геоизображениям могут рассматриваться как образные модели действительности. Объекты действительности представлены на снимках в уменьшенном виде, с потерей деталей, из чего вытекает одна из основных черт снимков – изображение на них генерализовано, т.е. свойства объектов (размеры, яркость) искажены. Степень генерализации аэрокосмического изображения зависит, прежде всего, от технических параметров съемки (в первую очередь масштаба) и природных особенностей территории.

Дешифрирование – это процесс распознавания объектов, их свойств и взаимосвязей по их изображениям на снимке [2]. Дешифрирование должно дать ответ на основной вопрос – что изображено на снимке? Оно позволяет получать предметную, тематическую (в основном качественную) информацию об изучаемом объекте или процессе, его связях с окружающими объектами. В визуальном дешифрировании обычно выделяют чтение снимков и их интерпретацию (толкование). Умение читать снимки базируется на знании дешифровочных признаков объектов и изобразительных свойств снимков. Свойства объектов, нашедших отражение на снимке и используемые для распознавания называют дешифровочными признаками [2].

Множество классификаторов дешифрирования составлено таким образом, чтобы их было легко применять к данным дистанционного зондирования. К наиболее известным относятся классификатор Геологической службы США LULC (Land Use/Land Cover Classification System), классификатор Michigan Land Use Classification и классификатор Cowardin Wetland Classification System. В российском законодательстве также есть классификатор видов разрешенного использования земельных участков. В этом документе представлены 13 видов использования земель – сельскохозяйственное использование, жилищная застройка, общественное использование объектов капитального строительства, предпринимательство, отдых (рекреация), производственная деятельность, транспорт, обеспечение обороны и безопасности, деятельность по особой охране и изучению природы, использование лесов, водные объекты, земельные участки общего пользования, земельные участки общего назначения. Для выполнения поставленной задачи был проведен анализ нескольких источников ДДЗ, находящихся в свободном доступе.

Старейшей коллекцией бесплатных разнообразных ГИС-данных обладает USGS (Служба геологической съёмки США) [10]. Доступ к ним можно получить посредством сервиса EarthExplorer (<https://earthexplorer.usgs.gov>), который работает через Google Maps (см. рис.1). EarthExplorer предлагает 40-летние всеобъемлющие спутниковые снимки, которые можно использовать для получения новых знаний. Все снимки получены со спутников USGS-NASA. Это Terra и Aqua MODIS, ASTER, VIIRS и многие другие. В сервисе имеются наборы данных с открытым исходным кодом, которые были получены в результате сотрудничества с Индийской организацией космических исследований (ISRO) и Европейским космическим агентством (ESA). Это данные со спутников Resourcesat-1, 2 и Sentinel-2. Также имеется много данных с коммерческих спутников высокого разрешения, таких как IKONOS-2 OrbView-3 и исторических данных SPOT.

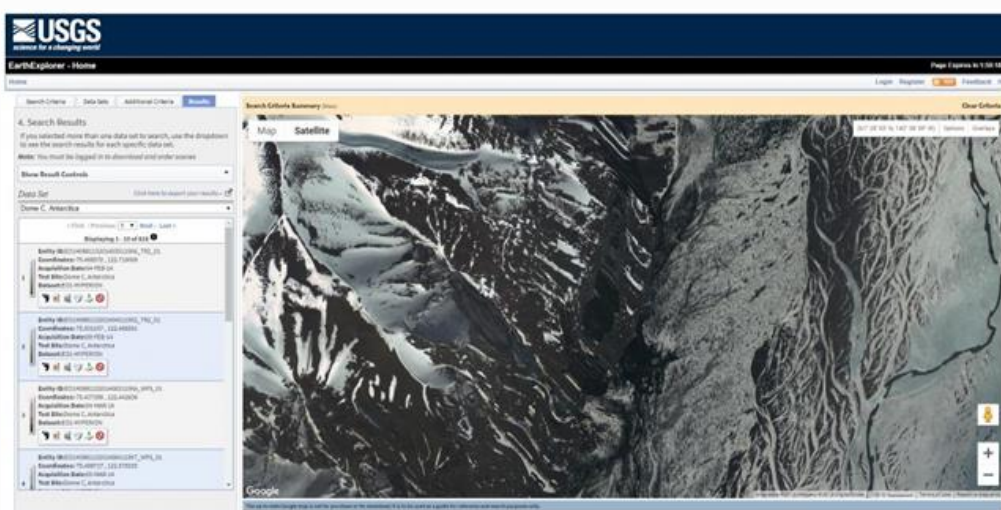


Рис. 1. Интерфейс сервиса EarthExplorer.

Сервис EarthExplorer позволяет фильтровать результаты поиска по дате, проценту облачности и любому количеству сенсоров. Загрузка снимков из USGS доступна через приложение массовой загрузки. Также можно загрузить множество продуктов с данными, включая уровни Level-1,2,3, снимки в естественных цветах, тепловизионные снимки и многое другое в зависимости от сенсора. EarthExplorer является наиболее богатым источником бесплатных спутниковых снимков. Пользовательский интерфейс не самый удобный для пользователя, и требуется некоторый навык, чтобы привыкнуть к этому приложению.

Другой современный источник спутниковых данных – LandViewer (<https://eos.com/landviewer>)[10]. Сервис представлен EOS, одним из ключевых официальных дистрибьюторов спутниковых снимков высокого разрешения (см. рис. 2). LandViewer охватывает огромное количество общедоступных библиотек. Это снимки со спутников CBERS-4, Sentinel-1, 2, MODIS / NAIP, Landsat-7, 8, а также Landsat-4, 5 для исторических снимков. Среди наборов снимков SPOT -5-7, Pleiades-1, Kompsat-2, 3, 3A, SuperView-1. Максимальное пространственное разрешение достигает 40 см на пиксель.

Таким образом, можно получить полный список спутниковых данных и приобрести крупные планы изображений сверхвысокого разрешения.

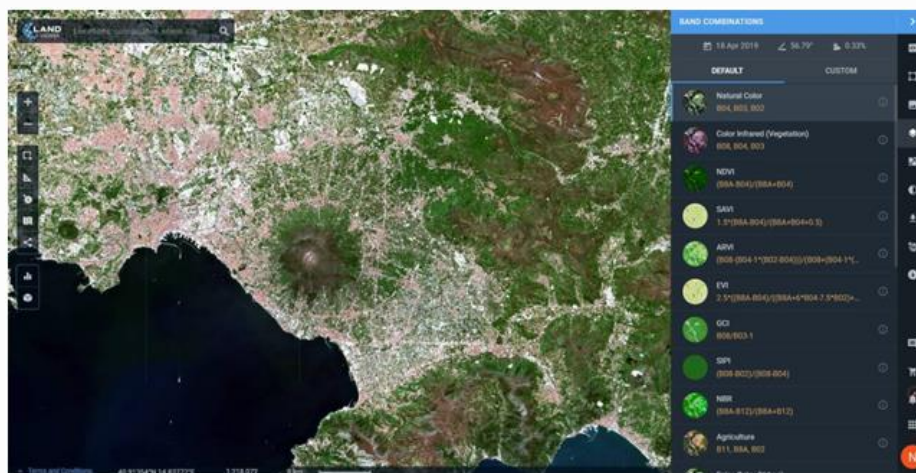


Рис. 2. Интерфейс сервиса LandViewer.

Снимки легко найти, задав интересующую область с помощью огромного количества опций и загрузки файла. Выбирается тип сенсора и интересующие даты. Процент облачного покрова, высота над уровнем моря и процент покрытия AOI доступны в качестве условий поиска фильтра. Кроме того, есть возможность сохранить свою область интересов и подписаться на новые сцены, чтобы легко получить то, что может понадобиться в будущем. Можно легко загрузить обработанный снимок, комбинацию каналов или рассчитанный индекс.

LandViewer сразу включает аналитические возможности визуализации выбранного снимка, что делает сервис уникальным среди многих других платформ. Предлагается более 20 стандартных комбинаций и индексов, в том числе: NDVI, NBR SAVI. Можно создать свой собственный пользовательский индекс, кластеризацию, анализ временных рядов и использовать множество других инструментов для адаптации снимков к заданным потребностям. Можно скачать любой спутниковый снимок с широким спектром каналов или в естественных цветах. Он может быть полным или обрезанным в формате JPEG, KMZ или GeoTIFF. LandViewer – универсальный источник спутниковых снимков для ГИС-специалистов. Ему удастся объединить огромный список аналитических функций в аккуратный пакет для исследований. Сервис имеет ограничение и позволяет просматривать и сохранять только 10 изображений в сутки.

В поиске наиболее удобного и простого сервиса для получения спутниковых изображений был найден сервис EO Browser [10]. С помощью Sentinel Hub открытые спутниковые снимки доступны через два основных сервиса: EO Browser (<https://apps.sentinel-hub.com/eo-browser>) и Sentinel Playground (<https://apps.sentinel-hub.com/sentinel-playground>).

В EO Browser (см. рис. 3) можно получить снимки со средним и низким разрешением. К ним относятся неограниченные коллекции от всех миссий Sentinel, Landsat -5, 6, 7 и 8, Envisat, Meris, MODIS, GIBS и Proba-V.

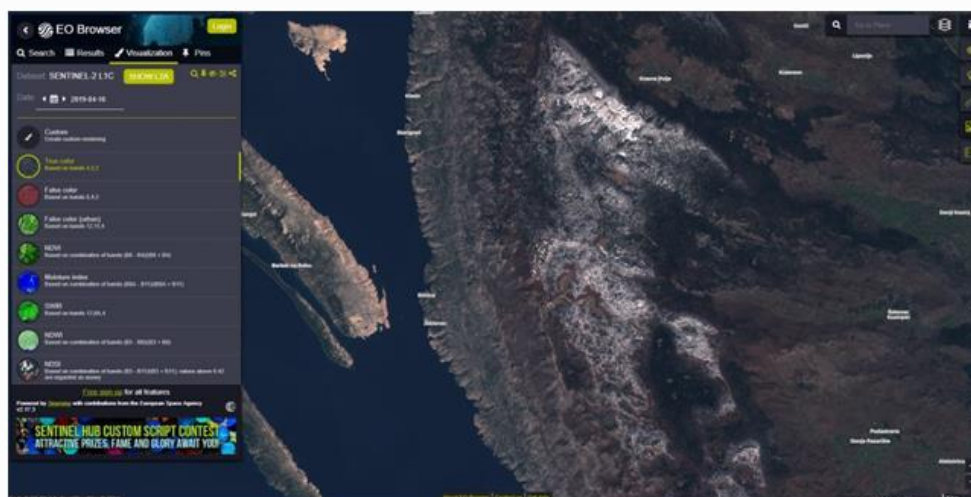


Рис. 3. Сервис по работе с космическими снимками от Sentinel Hub – EO Browser.

EO Browser обладает интуитивно понятным набором функций. Все, что нужно для исчерпывающего поиска снимков. Следует отметить одно важное ограничение: некоторые наборы данных ограничены рендерингом с определенного масштаба. Для Landsat он начинается только после увеличения на 20 км. Для одного снимка можно применить как

минимум 8 комбинаций каналов и даже добавить свои собственные. Временные ряды доступны, но не все используемые снимки могут быть визуализированы. EO Browser позволяет экспортировать снимки высокого разрешения в широком наборе форматов, включая JPEG, GeoTIFF и KMZ, каналы и комбинации каналов.

Наиболее привычный и удобный сервис и, конечно, самый популярный в использовании не только в научных исследованиях – это приложение Google Earth [5]. Большая часть Земного шара в Google Earth представлена базовым растровым покрытием – мозаикой цветных изображений, полученных космическими аппаратами. Вместе с тем, имеются и высокодетальные изображения, полученные либо с помощью спутников, либо с помощью авиационных систем. Особенность детального растрового покрытия геосервисов – в том, что их пространственное разрешение соответствует разрешению, с которым человек на реальной местности видит окружающее. Это позволяет визуально воспринимать местность на космических снимках такой, какой она является в действительности. Практически на сегодняшний день вся поверхность суши покрыта изображениями, полученными от компании DigitalGlobe и имеющими разрешение 15 м. Есть отдельные участки поверхности (как правило, покрывающие столицы и некоторые крупные города большинства стран мира), имеющие более подробное разрешение. Например, Москва снята с разрешением 0,6 м. На рисунке 4 представлен фрагмент космического снимка на часть территории Приволжского Федерального Округа, той его части, где наиболее четко представлена территория Республики Мордовия. Уже данный фрагмент позволяет четко представить размещение лесных и пахотных массивов, их сопряжения и продолжение на сопредельных территориях. Но предложенные технологии позволяют более подробно показать и значительно более мелкие участки территории республики.

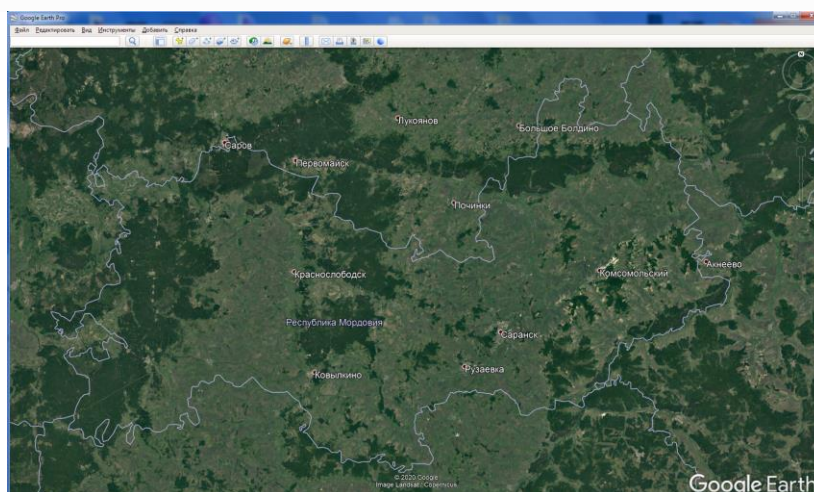


Рис. 4. Территория Республики Мордовия в проекте Google Earth.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Варфоломеев А. Ф., Кислякова Н. А. Использование космической информации в географических и краеведческих исследованиях территории Республики Мордовия // Теория и практика гармонизации взаимодействия природных, социальных и производственных систем региона: Мат-лы межд. науч.- практ. конференции. – Саранск, 2017. – С. 164–171.
2. Варфоломеева Н. А., Варфоломеев А. Ф., Манухов В. Ф. Определение структуры землепользования по данным космической съемки на примере территории Zubovo-Полянского района Республики Мордовия // Естественно-научные исследования: теория, методы, практика. – Саранск, 2009. – С. 19–22.
3. Варфоломеев А. Ф., Вакулич О. А., Манухов В. Ф. Применение космической информации для оценки экологического состояния Темниковского района Республики Мордовия // Известия Смоленского государственного университета. – 2015. – № 2–1 (30). – С. 89–95.
4. Долганина М. Ю., Манухов В. Ф. Обработка данных дистанционного зондирования Земли в программе ScanEx Image Processor [Электронный ресурс] // Огарев-online. – 2015. – № 24. – Режим доступа: <http://journal.mrsu.ru/arts/obrabotka-dannyx-distancionnogo-zondirovaniya-zemli-v-programme-scanex-image-processor> (дата обращения 15.12.2020).
5. Книжников Ю. Ф., Кравцова В. И., Тутубалина О. В. Аэрокосмические методы географических исследований: учебник для студ. учреждений высш. проф. образования. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Академия, 2011. – 416 с.
6. Кустов М. В., Зарубин О. А., Саулин В. А., Авдюшкина Ю. Н., Токарев А. А. Пространственно-временной анализ изменения состояния растительности по данным дистанционного зондирования земли (на примере зоны строительства юго-западного шоссе в г. Саранск) // Современные проблемы территориального развития. – 2018. – № 3. – С. 9.
7. Кустов М. В., Зарубин О. А., Саулин В. А. Анализ состояния растительности на основе вычисления вегетационных индексов по данным дистанционного зондирования земли (на примере городского округа Саранск) // XLVI Огарёвские чтения: Материалы научной конференции: в 3-х частях / Отв. за вып. П. В. Сенин. – Саранск, 2018. – С. 126–129.
8. Манухов В. Ф., Варфоломеева Н. А., Варфоломеев А. Ф. Использование космической информации в процессе учебно-исследовательской деятельности студентов // Геодезия и картография. – 2009. – № 7. – С. 46–50.
9. Манухов В. Ф., Кислякова Н. А., Варфоломеев А. Ф. Информационные технологии в аэрокосмической подготовке выпускников географов-картографов // Педагогическая информатика. – 2013. – С. 27–33.
10. Пять источников бесплатных спутниковых снимков [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://sovzond.ru/press-center/articles/ers/5823/> (дата обращения 15.12.2020).