**Автор**: Голубицкая Екатерина Викторовна
**Учебное заведение**: Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение средняя общеобразовательная школа № 30 имени Марины Лаврентьевны Попович поселка Мостовского муниципального образования Мостовский район
**Должность**: учитель физики
**Наименование материала**: Статья
**Тема**: Использование методов дистанционного зондирования Земли

Дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ) — наблюдение поверхности Земли наземными, авиационными и космическими средствами, оснащёнными различными видами съёмочной аппаратуры. Технологии дистанционного зондирования Земли из космоса представляют собой незаменимый инструмент изучения и постоянного мониторинга нашей планеты, помогающий эффективно использовать и управлять ее ресурсами. Дистанционное зондирование наиболее часто применяется в сельском хозяйстве, геодезии, картографировании, мониторинге поверхности земли и океана, а также слоев атмосферы.

Космическая эра началась с запуска первого космического спутника в 1957 г. По данным исследовательской группы из Dewesoft (на основе баз данных спутников UCS, ESRI и Space Foundation) по состоянию на 1 сентября 2021 года на орбите Земли находилось 4550 активных спутников: 63% спутников на орбите предназначены для связи, 22% для наблюдения поверхности земли и 7% для развития новых технологий.

Размеры современных спутников малы, а расстояния между ними огромны. Примером типа современных спутников является кубсат, который может успешно осуществлять дистанционное зондирование земли. Кубсат (англ. Cubesat) — это небольшой космический аппарат или наноспутник. Самый маленький кубсат выглядит как кубик, габариты которого составляют 10х10х10 см, или один «юнит» (1U), а масса не превышает 1,5 кг. Но чаще аппараты представляют собой соединенные «кубики». Например, такие устройства бывают размерностью 3U, 6U, 12U.

**Оперативные данные о спутниках и их орбитах вы можете отслеживать на этом портале** https://geoxc-apps.bd.esri.com/space

И сейчас обсудим, для чего предназначены технологии дистанционного зондирования Земли из космоса? ДЗЗ - это инструмент изучения и постоянного мониторинга нашей планеты. Космические снимки помогают эффективно использовать и управлять ресурсами. Дистанционное зондирование наиболее часто применяется в навигации, сельском хозяйстве, геодезии, картографировании, мониторинге поверхности земли и океана, а также слоев атмосферы. Есть множество бесплатных общедоступных приложений и сайтов ДЗЗ, но не все умеют получать информацию на их основе.

Примеры открытых, то есть бесплатных общедоступных источников (на январь 2023 г):

1. **Яндекс.Карты** – <https://yandex.ru/maps>.

Яндекс Карты — это бесплатный сервис, с помощью которого вы можете посмотреть карту города, найти нужное место и построить к нему маршрут. Яндекс Карты доступны на мобильных устройствах в виде приложения и в браузере. Для доступа ко всем возможностям требуется авторизация.

1. **Google Earth Pro** – <https://www.google.ru/intl/ru/earth/versions/#earth-pro>
Google Earth Pro (Google Планета Земля Pro)- отличный трехмерный глобус, позволяющий обрабатывать, анализировать и визуализировать геоданные на основе спутниковых фотографий высокого разрешения. Этот инструмент является расширенной версией Google Earth Free, предоставляя доступ аэрофотоснимкам, ГИС-данным, панорамам просмотра улиц, историческим снимкам, а также и другим интересным сведениям. Благодаря продвинутому функционалу, в Google Планета Земля можно чертить план местности, измерять и визуализировать объекты на карте, в том числе и трехмерные. Кроме того, Google Планета Земля обладает и рядом других полезных профессиональных опций и функций:
* печать скриншотов в высоком разрешении,
* добавление на карту больших наборов ГИС-данных,
* быстрый импорт большого количества адресов,
* запись видеороликов для показа коллегам и заказчикам,
* измерение площади с помощью многоугольника или окружности,
* включение слоев с демографической статистикой, данными о земельных участках и загруженности дорог.

Программа Google Earth Pro полностью бесплатна, однако перед использованием потребуется простая регистрация.

1. **Sentinel Hub** – <https://apps.sentinel-hub.com/eo-browser/>

EO Browser объединяет полный архив Sentinel-1, Sentinel-2, Sentinel-3, Sentinel-5P, архив ESA Landsat 5, 7 и 8, глобальный охват продуктов Landsat 8, Envisat Meris, MODIS, Proba-V и GIBS. в одном месте и позволяет просматривать и сравнивать изображения в полном разрешении из этих источников. Вы просто переходите к интересующей вас области, выбираете источники данных, временной диапазон и облачное покрытие и проверяете полученные данные. Авторизованные пользователи могут использовать свои собственные темы, сохранять и загружать булавки, создавать булавочную историю, измерять расстояния, создавать замедленную съемку и использовать расширенную загрузку изображений. Удобный интерфейс программы позволяет настроить фильтры спутников для получения данных, облачность с помощью ползунка и диапазон времени, введя дату или выбрав дату в календаре.

1. **Карта пожаров** – <http://fires.ru/>

Система оперативного мониторинга природных пожаров разработана российской компанией [«СКАНЭКС»](http://scanex.ru/) и базируется на технологиях анализа спутниковой информации. Главная цель сервиса - предоставление результатов мониторинга пожаров всем заинтересованным пользователям. Проект ориентирован как на обычную интернет-аудиторию, так и на специалистов. В качестве базовой компоненты сервиса используется технология, основанная на алгоритме автоматического детектирования пожаров по «тепловым» каналам космической съемки с аппаратов дистанционного зондирования Земли. Область мониторинга включает в себя всю Россию и сопредельные территории, где обеспечивается оперативный прием спутниковых данных, необходимых для детектирования пожаров. Глобальное покрытие основывается на данных системы [NASA FIRMS](http://earthdata.nasa.gov/firms). Информация о пожарах публикуется на интерактивной карте с предоставлением необходимых инструментов просмотра и навигации.

1. **Glovis** – <https://glovis.usgs.gov>

С 2001 года пользователям доступна программа просмотра глобальных визуализаций USGS (GloVis) для доступа к данным дистанционного зондирования. В 2017 году он был переработан с учетом меняющихся интернет-технологий. Благодаря простым в использовании инструментам навигации пользователи могут мгновенно просматривать и загружать сцены. Этот выпуск содержит несколько основных внутренних улучшений и доступ к Landsat 9.

1. **ArcGIS** – <https://www.arcgis.com/apps/mapviewer/index.html>

Данный сервис позволяет создавать интерактивные веб-карты на основе снимков дистанционного зондирования Земли высокого разрешения с помощью ArcGIS Online, картографического веб-приложения Esri. Существует возможность получения данных из архива или современные снимки, увеличивать масштаб и выполнять поиск на карте. Используются интеллектуальные стили картографирования на основе данных и интуитивно понятные инструменты анализа для получения сведений о местоположении. Есть возможность совместно создавая и использования карты.

1. **ScanEx Web Geomixer** – <http://maps.kosmosnimki.ru>

GeoMixer — веб-геоинформационная платформа для широкого спектра задач. C помощью GeoMixer возможно легко и быстро создавать собственные проекты в интернете или во внутренней сети предприятия (от отображения адресной базы объектов до создания тематических карт) и затем предоставлять к ним доступ для совместной работы неограниченному числу пользователей, разграничивая права доступа.

1. **Геопортал Роскосмоса** - <https://gptl.ru/>

Готовые продуктовые решения для пользователей Геопортала теперь формирует разработанный специалистами Научно-исследовательского института точных приборов (НИИ ТП, входит в холдинг «Российские космические системы» Госкорпорации «Роскосмос») комплекс автоматической потоковой обработки информации (АПОИ). Новый комплекс предназначен для работы Федерального фонда данных дистанционного зондирования Земли (ФФД ДЗЗ) и эксплуатируется оператором космических средств ДЗЗ Роскосмоса — Научным центром оперативного мониторинга Земли (входит в холдинг «Российские космические системы»). В личном кабинете Геопортала можно выбрать различные уровни обработки изображений с отечественных космических аппаратов ДЗЗ, заказать и быстро получить их, в том числе с использованием геопространственного анализа полученных данных.Созданный по заказу Роскосмоса комплекс АПОИ осуществляет полностью автоматическую высокоскоростную и качественную обработку больших объемов архивных и оперативных данных с орбитальной группировки космических аппаратов ДЗЗ высокого и среднего разрешения: «Ресурс-П», «Канопус-В» и «Метеор-М».

В сравнительную таблицу (табл.1) я внесла некоторые их возможности и характеристики.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Источник данных ДЗЗ****Функциональные возможности** | **Яндекс. Карты** | **Google Earth Pro** | **ArcGIS** | **Glovis** | **ScanEx Web Geomixer** | **Карта пожаров** | **Sentinel Hub** | **Геопортал Роскосмос** |
| **Измерение площади** | **-** | **+** | **+** | **-** | **+** | **+** | **+** | **-** |
| **Возможность изменять дату (шкала времени)** | **-** | **+** | **+** | **+** | **-** | **+** | **+** | **-** |
| **Дата первых снимков** | 2020г | 1985г | 2015 г | 1973г | 2018г | За последние 4 дня | 2015г | - |
| **Дата последних снимков** | 2020г | 2021г | 2021г | наши дни | наши дни |
| **Различные визуализации** | - | - | + | - | - | + | + | + |
| **Скорость работы источника** | высокая | средняя | средняя | средняя | средняя | высокая | низкая | средняя |
| **Качество снимков** | высокое | высокоесреднеенизкое | высокоесреднее | низкое | среднее | среднее | среднее | среднее |
| **Обучение работы с сервисом** | **-** | **-** | **+** | **+** | **-** | **-** | **+** | **-** |
| **Подробная информация о пожаре** | **-** | **-** | **-** | **-** | **-** | **+** | **-** | **-** |

Табл. 1 Функциональные возможности источников данных ДЗЗ

Каждый из Вас уже пользовался им в различных жизненных ситуациях, и Вы сами знаете его функции и назначение. Или можете загрузить в смартфон прямо сейчас и найти свое местоположение.

Источники данных ДЗЗ ArcGIS и Sentinel Hub имеют наибольшие возможности, при этом дата последних снимков у Sentinel Hub гораздо новее, иногда удается получить качественный снимок заданной территории всего с четырёхчасой задержкой! А низкая скорость работы источника объясняется большим количеством информации, предоставляемым на портале. При первом включении загружается Режим обучения на порталах ArcGIS, Glovis и Sentinel Hub, которыми можно пользоваться по мере необходимости. Также к нему можно обращаться при работе, чтобы наиболее эффективно воспользоваться разнообразными фильтрами и инструментами обработки данных.

Также можно заметить, что единственным источником ДЗЗ, который может предоставить подробную информацию о пожаре, причем в любой точке Земли, является Карта пожаров, а источником ДЗЗ, который может предоставить самый ранний снимок в среднем качестве, является Google Earth Pro.

В открытом источнике данных ДЗЗ Сентинэл Хаб Sentinel Hub можно отслеживать изменение местности в течение нескольких лет. Кроме того применение различных фильтров позволяет эффективно примения технологии ДЗЗ для девения сельского хозяйства. Спутники получают данные не только в видимом спектре, а гораздо в более широком диапазоне, что позволяет с орбиты в несколько сот километров определить, есть ли сокодвижение в растениях. То есть фермер может использовать дистанционное зондирование земли для контроля состояния почвы, роста посевов и степени их созревания, не зависимо от места их нахождения.

Сервис Гловис дает нам возможность отслеживать не только поверхность земли, но и облака! Задаем координаты. Используя фильтр облачный покров и приближение, мы можем определить высоту облака, его положение, и даже толщину и примерный объем.

Таким образом дистанционное зондирование земли в работе учителя физики может применятся в нескольких направлениях:

* формирование научного мировоззрения;
* развитие инженерных идей;
* расчет траектории движения спутника на орбите;
* функционирование средств связи;
* ведение сельского хозяйства.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сервис Яндекс.Карты <https://yandex.ru/maps>
2. Сервис Google Earth Pro <https://www.google.ru/intl/ru/earth/versions/#earth-pro>
3. Сервис ArcGIS <https://www.arcgis.com/apps/mapviewer/index.html>
4. Сервис Glovis <https://glovis.usgs.gov>
5. Сервис ScanEx Web Geomixer <http://maps.kosmosnimki.ru>
6. Сервис Карта пожаров <http://fires.ru/>
7. Сервис Sentinel Hub <https://apps.sentinel-hub.com/eo-browser/>
8. Официальный сайт Российские Космические Системы <https://russianspacesystems.ru/>