

## **Спутники дистанционного зондирования земли**

Мониторинг окружающей среды имеет важнейшее значение в современном мире для обеспечения безопасного и комфортного проживания людей. Он позволяет понять, как меняется наша планета и ее климат, какую роль в этих изменениях играют антропогенные и техногенные факторы.

Дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ) и мониторинг состояния окружающей среды с помощью спутников с оптической бортовой аппаратурой стали возможными благодаря нескольким десятилетиям технического совершенствования сенсоров и спутниковых платформ. В 1972 г. США вывели на орбиту спутник природно-ресурсного назначения Landsat со съемочной аппаратурой, обеспечивавшей получение мультиспектральных снимков. Примерно в это же время в СССР началась разработка, а позднее и эксплуатация спутников серии «Ресурс-Ф», снабженных камерами, изготовленными компанией Carl Zeiss Jena (ГДР), предназначенными для проведения мультиспектрального фотографирования поверхности Земли в видимом и ближнем инфракрасном диапазоне с высокими геометрическими и фотометрическими характеристиками.

Рассмотрим основные спутниковые системы ДЗЗ

### **Российская группировка спутников.**

Формирование современной российской орбитальной группировки ДЗЗ началось в июне 2006 г. запуском первого гражданского космического аппарата (КА) высокого разрешения «Ресурс-ДК1» (разработчик — АО «РКЦ «Прогресс»). Его особенностью были повышенные оперативные и точностные характеристики получаемых изображений. Расчетный срок существования космического аппарата истек в 2009 г., но он продолжает работу и передает на Землю данные, которые используются для создания и обновления топографических и специальных карт, информационного обеспечения рационального природопользования и хозяйственной деятельности, инвентаризации лесов и сельскохозяйственных земель, решения других задач. В настоящее время российская группировка состоит из четырех функционирующих космических аппаратов:

- «Ресурс-ДК1»;
- «Ресурс-П» №1;
- «Ресурс-П» №2;
- «Канопус-В» №1;

Пространственное разрешение снимков спутников находится в пределах от 60 м до 1 м для монохроматического режима и от 120 м до 3 м в мультиспектральном режиме.

### **Европейская программа GMES и группировка спутников ДЗЗ Sentinel**

В 1998 г. для обеспечения всеобъемлющего мониторинга окружающей среды руководящими органами Европейского Союза было принято решение о развертывании программы GMES (Global Monitoring for Environment and Security), которая должна осуществляться под

эгидой Еврокомиссии в партнерстве с Европейским космическим агентством (European Space Agency, ESA) и Европейским агентством по окружающей среде (European Environment Agency, EEA), GMES обеспечит государственные органы и других пользователей высокоточной, современной и доступной информацией для улучшения контроля изменений окружающей среды, понимания причин изменения климата, обеспечения безопасности жизни людей и решения других задач.

Для реализации данной программы были запущены два космических аппарата. Первый спутник, **Sentinel-2A**, запущен 23 июня 2015 года. Запуск второго спутника, **Sentinel-2B**, произведён 7 марта 2017 года. На каждом спутнике установлена мультиспектральная камера с пространственным разрешением от 10 м. до 60 м.

В январе 2016 года с **Airbus Defence and Space** подписан контракт на создание ещё двух спутников, **Sentinel-2C** и **Sentinel-2D**, которые будут запущены после 2021 года и обеспечат продолжение функционирования программы.

#### **Дистанционный мониторинг с помощью группировки спутников Rapid Eye.**

Группировка спутников Rapid Eye была запущена на орбиту российской ракетой "Днепр-1" 29 августа 2008 г. Группировка состоит из 5 одинаковых микроспутников, на каждом из которых установлена мультиспектральная камера высокого разрешения.

Группировка Rapid Eye позволяет осуществлять мониторинг состояния окружающей среды, в частности состояния лесов из космоса. Это достигается благодаря трем уникальным характеристикам группировки:

- высокая повторяемость съемки, благодаря которой возможно многократное получение данных на интересующую территорию на протяжении всего вегетационного периода;
- большая площадь покрытий при высоком пространственном разрешении (до 6,5 м);
- 5-канальная мультиспектральная съемка, включая канал "крайний красный" (Red Edge)

Эта уникальная группировка спутников ДЗЗ позволяет сравнивать состояние больших площадей леса в различные периоды времени, используя снимки высокого разрешения. Кроме того, благодаря высокой повторяемости съемок повысилась возможность получения безоблачных и малооблачных снимков. Наличие 5 спутников позволяет оперативно реагировать на стихийные бедствия, включая крупные лесные пожары, оперативное получение данных о появлении очагов насекомых-вредителей леса, таких, как шелкопряд-монашенка (*Lymantria monacha*), непарный шелкопряд (*Lymantria dispar*), короед-типограф (*Ips typographus*). Аналогичным образом высокая повторяемость

съемок со спутников Rapid Eye позволяет проводить и другие наблюдения, например контроль незаконных рубок леса или мониторинг деградации лесов.

### **Проект Landsat**

Программа **Landsat** — наиболее продолжительный проект по получению спутниковых фотоснимков планеты Земля. Первый из спутников в рамках программы был запущен в 1972; последний, на настоящий момент, Landsat 8 – 11 февраля 2013 г.

Данные со спутника Landsat 8 доступны для всех пользователей. Ежедневно спутник снимает порядка 400 сцен (площадь около 12.5 млн. кв. км), которые после обработки в соответствии с текущим стандартом продуктов Landsat, хранятся в Центре хранения данных Геологической службы США. Большая часть данных предоставляется пользователям менее чем через 24 часа после приема.

На борту космического аппарата установлены многоканальный сканирующий радиометр OLI (Operational Land Imager) и сканирующий двухканальный ИК-радиометр TIRS (Thermal Infrared Sensor). Радиометр OLI позволяет получать изображения земной поверхности с максимальным разрешением 15 м с использованием усовершенствованных технологий космической съемки. ИК-радиометр TIRS предназначен для получения «теплого» изображения земной поверхности с разрешением 100 м.

Таким образом, созданная система сплошной космической съемки лесов с высоким пространственным разрешением может широко использоваться для решения следующих задач:

- оценка состояния лесов;
- лесопатологический мониторинг;
- мониторинг организации и состояния лесопользования;
- мониторинг лесных пожаров;
- лесоустроительные работы.

Современные компьютерные технологии позволяют на основе аэрофотоснимков и многозональной спутниковых снимков создавать различные карты для лесного хозяйства, которые, в сочетании с другими картами, могут стать основой геоинформационных систем для лесохозяйственного производства.