

ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ И КОСМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ДОРОЖНОЙ ИНФРАСТРУКТУРОЙ И МОНИТОРИНГА СТРОИТЕЛЬСТВА

Современные геоинформационные технологии и данные дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) предоставляют обширные возможности для инвентаризации автомобильных дорог, управления дорожной инфраструктурой, производства проектно-изыскательских работ, а также для строительства объектов и планирования ремонтных мероприятий. Рассмотрим наиболее перспективные направления, развиваемые в своей проектной деятельности компанией «Совзона» – российским лидером в сфере космического мониторинга, геоинформационной обработки, анализа и интерпретации пространственной информации.

Космическая съемка

В настоящее время на орбите работают космические аппараты со съемочными системами нового поколения, позволяющие получать снимки со сверхвысоким пространственным разрешением (до 30 см у спутника WorldView-3). Съемки ведутся в мультиспектральном и гиперспектральном режимах. Основными тенденциями последних лет является формирование группировок спутников ДЗЗ, причем как с разным пространственным разрешением, так и, в перспективе, с различными физическими принципами (радарная плюс оптическая). Еще одной тенденцией становится формирование группировок малых спутников. Говоря о состоянии отрасли ДЗЗ в России, можно констатировать ряд положительных моментов, которые укладываются в мировые тенденции: в настоящее время разворачиваются группировки спутников сверхвысокого разрешения серии «Ресурс-П» (на орбите работает два аппарата, в 2015 году будет запущен еще один), группировки спутников высокого разрешения «Канопус-В».

Космические снимки являются хорошей основой для картографирования и инвентаризации дорожной инфраструктуры, эффективного управления отраслью, включая строительство новых дорог (рис. 1). Разнообразие космических аппаратов ДЗЗ позволяет получать данные для решения многочисленных задач:

- инвентаризация автомобильных дорог;

- оперативное картографирование вновь появившихся дорог;
- проектно-изыскательские и научно-исследовательские работы;
- мониторинг состояния, строительства и реконструкции объектов дорожно-транспортной инфраструктуры (развязки, мосты, автостоянки, АЗС, пункты комплексного обслуживания);
- изучение транспортной доступности в пределах тех или иных территорий по данным ДЗЗ и дополнительным картографическим и статистическим материалам;
- оперативная логистика – построение графов дорог и улиц, с последующей

возможностью их использования для оптимизации планирования перевозок.

Особое значение для картографирования и выполнения проектно-изыскательских работ в последнее время приобретает космическая съемка с высочайшим разрешением со спутника WorldView-3 (30 см), которая обладает целым рядом преимуществ перед аэрофотосъемкой: низкая стоимость, оперативность проведения и поставки, покрытие одним снимком больших площадей, возможность частого обновления, отсутствие необходимости согласования для проведения съемки.

Появление программных средств автоматизированного дешифрирования и обработки космических снимков, совершенствование геоинформационных приложений и программно-аппаратных комплексов визуализации пространственных данных, развитие технологии облачных вычислений кардинально меняют взаимоотношения поставщиков и заказчиков на рынке геоинформацион-



Рис. 1. Пример мониторинга строительства крупной многоуровневой транспортной развязки (Москва, МКАД развязка Косинская)

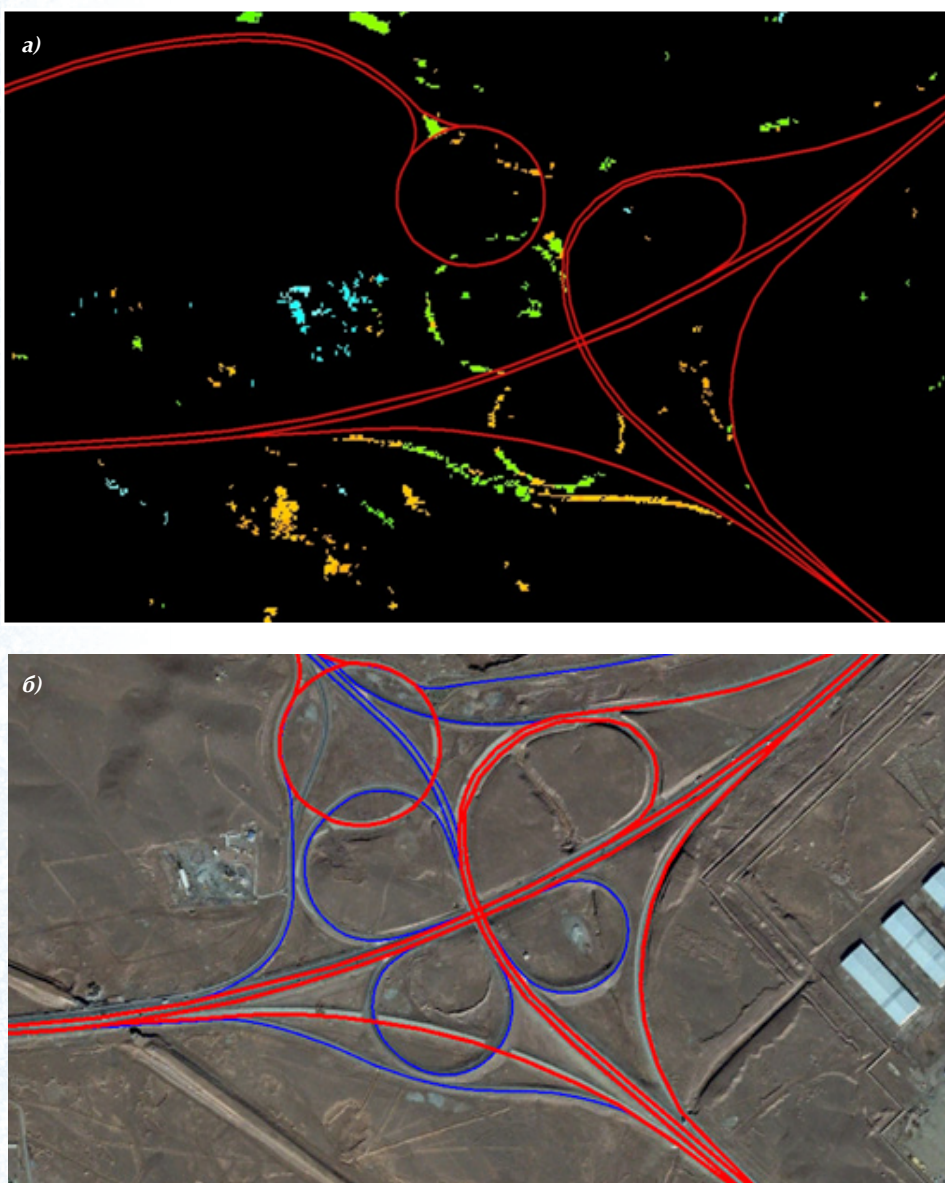


Рис. 2. Выявление новых дорог.

а) новые дороги, выявленные RapidEye PCM
б) векторный слой с новыми дорогами (показан синим)

ных услуг. Появился и активно развивается такой сегмент геоинформатики, как геоинформационные онлайн-сервисы. Для решения задач мониторинга дорожно-транспортной инфраструктуры представляют интерес сервисы автоматизированного выявления изменений, к которым относится RapidEye Persistent Change Monitoring (PCM), предназначенный для обеспечения непрерывного и экономически эффективного процесса обновления карт и баз пространственных данных по данным космической съемки.

PCM использует несколько разновременных снимков (не менее восьми), что позволяет отслеживать изменения с большой эффективностью. При этом в процессе анализа каждый пиксель

изображений тестируется на наличие потенциальных изменений, а каждое потенциальное изменение рассматривается с точки зрения продолжительности, чтобы не учитывать временные (например, сезонные) изменения земной поверхности. Затем, уже по снимку со спутника сверхвысокого разрешения, наносится выявленный и отмеченный индикатором объект. Используя снимки RapidEye и продукт PCM, пользователи могут определять даже небольшие по масштабу изменения объектов размером до 5×5 м для обновления карт вплоть до масштаба 1:5000, обнаруживать изменения узких дорог и небольших объектов.

В целях своевременного выявления смещений земной поверхности, а также для

мониторинга природных и техногенных смещений и деформаций сооружений, развивается методика интерферометрической обработки серий спутниковых радарных изображений. Эта технология позволяет определять смещения и деформации земной поверхности и сооружений с очень высокой точностью (вплоть до нескольких миллиметров). Основное преимущество метода – это независимая дистанционная оценка смещений по всей площади снимка, причем охват территории в этом случае может составлять площади от 10×10 км до 100×100 км. Для расчета смещений используется массив спутниковых данных, которые получаются с космических аппаратов с определенной периодичностью (до восьми раз в месяц).

Перспективно использование радарных данных для выявления деформаций мостов (рис. 3), насыпей и других объектов дорожной инфраструктуры. Под эти технологии на сегодняшний день в наилучшей степени подходят космические снимки с радарных спутников COSMO-SkyMed 1-4, RADARSAT-2, TerraSAR-X, TanDEM-X.

Беспилотные летательные аппараты

Одной из современных тенденций в использовании данных ДЗЗ является совместное использование авиационной и космической съемки, широкое применение беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). Аэрофотосъемка с беспилотных летательных аппаратов – эффективное дополнение космического мониторинга. Для аэрофотосъемки создаются специализированные комплексы БПЛА или используются многоцелевые системы. Для проведения оперативной аэрофотосъемки более предпочтительны БПЛА сверхлегкого и легкого классов, так как для них не требуются аэродромы или специально подготовленные площадки.

Аэрофотосъемка с БПЛА при установке соответствующего съемочного оборудования позволяет получить цифровые снимки сверхвысокого пространственного разрешения (до 4 см). Следует иметь в виду, что необходимым условием для использования методики съемки с БПЛА является получение разрешения на полеты аппарата.

Лазерное сканирование

Развитие систем спутникового позиционирования GPS/ГЛОНАСС, лазерной локации, инерциальных систем и циф-

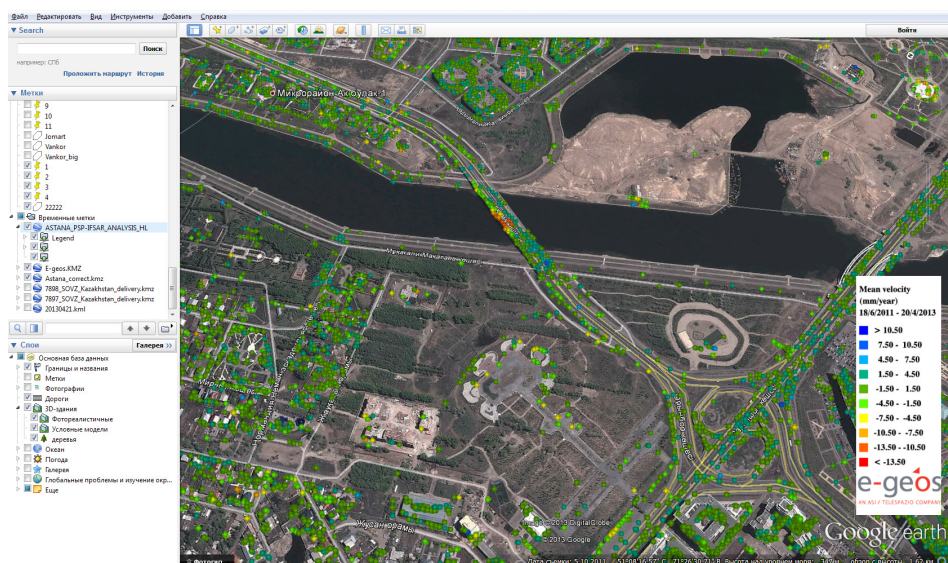


Рис. 3. Динамика деформаций северо-западной части моста (г. Астана, Казахстан)

рового фотографирования привело к появлению одного из наиболее инновационных направлений – мобильного лазерного картографирования.

Полученные по этой технологии данные могут быть использованы для производства карт, трехмерных моделей объектов, систем профилей и разрезов, виртуальных моделей объектов и т. д.

Мобильный картографический комплекс позволяет получать до 600 тыс. точек отражений лазерного луча в секунду, до 15 кадров с каждой из установленных камер. Работы могут вестись на расстояниях 200 м и более с точностью до 5–8 см и подробностью до 2 см. Скорость съемки – от 5 до 120 км/ч. Метод допускает ограниченное кратковременное пребывание в закрытых средах (проезд под мостами, короткие тоннели).

При создании карт, планов и трехмерных моделей объектов транспортной инфраструктуры мобильный картографический комплекс обеспечивает съемку:

- улиц городских и сельских населенных пунктов для топопланов масштаба 1:500;
- автодорог для планов масштаба 1:500;
- развязок, мостов, эстакад для создания трехмерных моделей;
- тоннелей с последующим уточнением по данным маркшейдерии.

Региональные геоинформационные системы мониторинга дорожно-транспортного комплекса

Для сбора, хранения, обработки, доступа, анализа, интерпретации и графиче-

ской визуализации пространственных данных, получаемых из разных источников (космическая съемка, аэрофотосъемка с БПЛА, лазерное сканирование и т.д.), используются геоинформационные системы (ГИС).

ГИС являются мощным инструментом для работы и наглядного представления информации. Используя передовые возможности систем управления базами данных, являясь уникальными редакторами растровой и векторной графики и обладая широчайшим инструментарием для проведения аналитических операций, ГИС зарекомендовали себя в качестве эффективного средства решения задач в многих отраслях, включая транспортную.

Компания «Совзонд» работает над созданием региональных геоинформационных систем мониторинга дорожно-транспортного комплекса, которые служат для представления и обоснования управленческих и инвестиционных решений, территориального планирования, развития сети автомобильных дорог, маршрутной сети регулярных перевозок и инфраструктуры дорожно-транспортного комплекса, контроля хода строительства.

Региональная геоинформационная система мониторинга дорожно-транспортного комплекса решает следующие задачи:

- обработка и импорт в единую геоинформационную базу существующих схем сетей автодорог и маршрутов

регулярных перевозок, технических паспортов автодорог, информации об объектах инфраструктуры с точной геопривязкой и других пространственных данных с привязкой в требуемой системе координат, а также возможность представления, передачи этих данных и осуществления их поиска по заданным критериям;

- создание топографических карт, цифровых моделей местности и рельефа (ЦММ и ЦМР), 3D-моделей объектов дорожно-транспортной инфраструктуры;

- мониторинг состояния автомобильных дорог и полос отвода, трехмерные планы автомобильных дорог по данным ДЗЗ;

- территориальное планирование и развитие сети автомобильных дорог на основе аналитической информации о загруженности основных магистралей, учета маятниковых миграций, обеспеченности жителей населенных пунктов дорожно-транспортной инфраструктурой;

- развитие и планирование дорожной инфраструктуры на основе аналитической информации о количестве объектов определенного типа в искомом секторе региона;

- развитие маршрутной сети регулярных перевозок – мониторинг передвижения маршрутного транспорта (интеграция данных с передатчиков ГЛОНАСС, установленных на общественном транспорте), внесение данных о перевозимых пассажирах, планирование новых маршрутов на основе загруженности существующих, в т. ч. с учетом потребностей маломобильных граждан.

- разработка мероприятий по организации и обеспечению безопасности дорожного движения и проезда на общественном транспорте;

- автоматическое формирование отчетов на основе аналитической информации;

- вывод видеоданных с камер наблюдения.

Активное использование геоинформационных и космических технологий дает новый импульс к повышению эффективности управления дорожно-транспортной отраслью в России.

Б.А. Дворкин,

канд. геогр. наук,

главный аналитик

(Компания «Совзонд»)