



# RapidEye РСМ – эффективная технология обновления карт и баз пространственных данных

Б. А. ДВОРКИН (компания «Совзонд», Москва)



Дворкин Борис Аркадьевич в 1974 г. окончил Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова по специальности «картография». Работал в ПКО «Картография», ООО «Картография Хубер», МОО «ГИС-Ассоциация», Научном геоинформационном центре РАН. В настоящее время – главный аналитик компании «Совзонд», кандидат географических наук.

**Р**азработка новых месторождений полезных ископаемых, промышленное и транспортное строительство, развитие городов приводят к постоянному появлению новых антропогенных объектов на земной поверхности. В связи с этим карты и базы пространственных данных быстро устаревают. Их регулярное обновление традиционными методами требует больших временных и финансовых затрат, особенно если речь идет об огромных территориях (регионах и целых странах). Компания BlackBridge предложила оригинальную автоматизированную систему обновления карт и баз пространственных данных – продукт Persistent Change Monitoring (PCM) на базе космических снимков с группировки спутников RapidEye, владельцем и оператором которых она является. Продукт RapidEye РСМ опирается на запатентованную технологию выявления изменений (change detection) компании MDA, использующую алгоритмы, независимые от типа сенсоров, для сравнения ряда снимков, сделанных в течение определенного периода времени, и бы-

строго определения изменившихся районов. Для понимания технологии функционирования продукта RapidEye РСМ рассмотрим кратко ее суть.

## Технология выявления изменений компании MDA

Технология, запатентованная компанией MDA (Канада), позволяет определять изменения на растровых изображениях путем применения взаимно-корреляционного анализа (Cross-Correlation Analysis – CCA), представляющего собой стандартный метод оценки степени корреляции двух последовательностей. Эту методику MDA успешно использует для обновления глобального продукта EarthSat GeoCover, представляющего собой карты земельных угодий, созданные по данным дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) со спутника Landsat. Процесс состоит из двух основных этапов: выявление изменений земельных угодий и обновление данных. Этап обнаружения изменений выполняется с помощью метода CCA, в то время как автоматизированное обновление данных использует технологию Inverse (обратной) CCA. Метод CCA используется в тех-

нологии обнаружения изменений, разработанной MDA специально для обновления информации о земельных угодьях. Проект по глобальному картографированию земельных угодий демонстрирует эффективность предложенной технологии. Метод не имеет ограничений на выявление процессов типичных изменений. Многие традиционные сложности обнаружения изменений не являются препятствием при использовании метода CCA.



Выявление изменений с использованием продукта RapidEye РСМ. Токио:  
а) снимок RapidEye от 3 ноября 2011 г. с индикаторами изменений (зеленые пиксели);  
б) увеличенный фрагмент снимка до появления изменений;  
в) увеличенный фрагмент снимка с индикатором изменений (зеленые пиксели);  
г) новое здание видно на снимке сверхвысокого разрешения от 15 августа 2012 г.



**2** Выявление новых дорог. Тегеран: а) новые дороги, выявленные RapidEye PCM; б) векторный слой с новыми дорогами (показан синим)

Сезонные, радиометрические и спектральные отклонения в анализируемых данных не мешают проводимому анализу. Влияние сезонных особенностей незначительно. Технология Inverse CCA (автоматизированное обновление) теоретически снижает человеческий субъективизм. Метод является обучаемым и использует в качестве эталонов уже интерпретируемые ранее данные. Технология позволяет маркировать районы изменений, сравнивая с уже полученным эталоном, однако на практике результат необходимо проверять, потому что имеются неоднозначные ситуации. Двумерный анализ показывает всю необходимую информацию для выявления изменений между двумя изображениями.

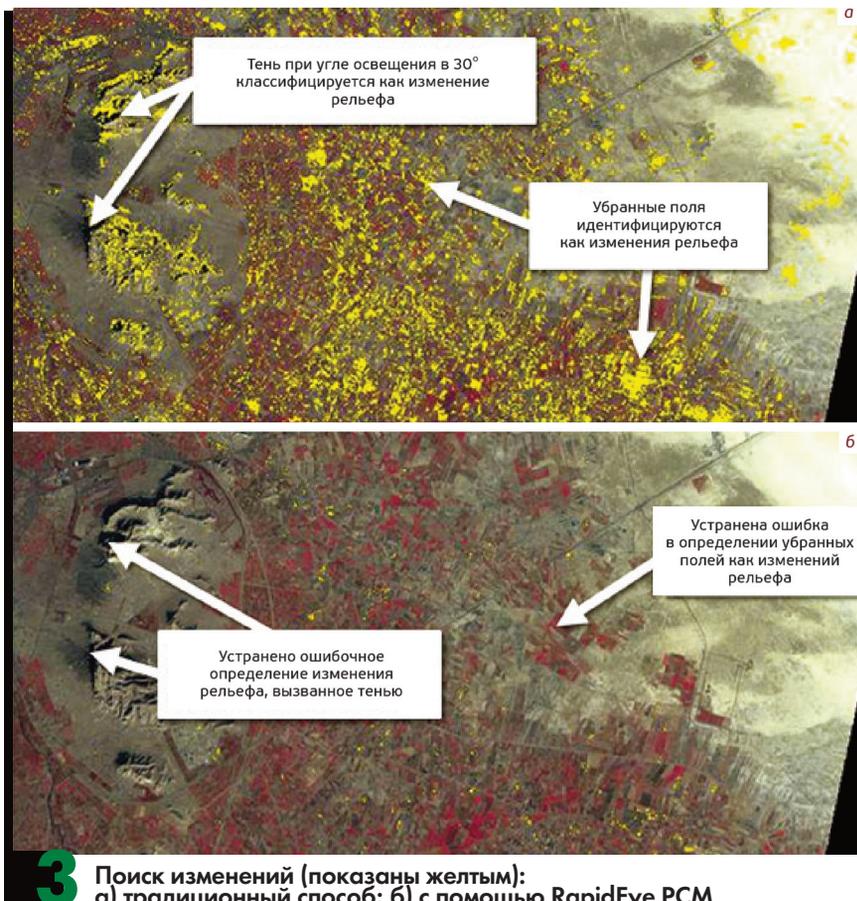
Это третий шаг в технологии обновления после CCA и Inverse CCA. Метод CCA позволяет определить ареал изменения. Inverse CCA интерпретирует эти изменения. Двумерный анализ обновляет изображение и помогает в анализе изменений. Кроме того, он позволяет аналитику переходить от старых данных к новым, чтобы увидеть разницу. Одним из выходных документов этой процедуры является полностью обновленное изображение.

### RAPIDEYE PCM

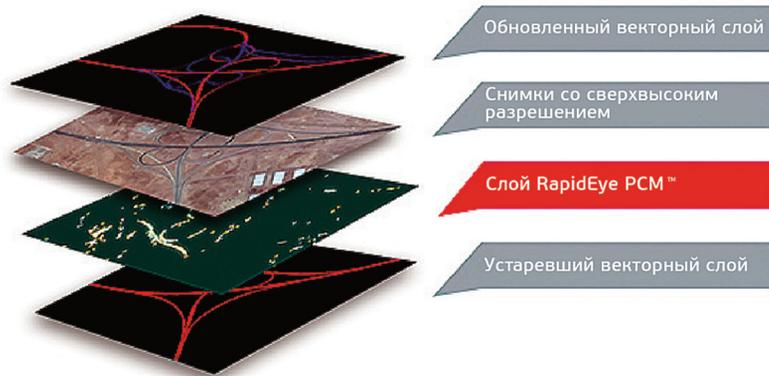
Как было отмечено выше, основанный на технологии выявления изменений компании MDA и на данных со спутников RapidEye продукт PCM облегчает задачу обновления огромных массивов

баз пространственных данных (Big Data) за счет простого способа выявления областей постоянных изменений. Используя снимки RapidEye и продукт PCM, пользователи могут определять даже небольшие по масштабу изменения объектов размером до 5x5 м для обновления карт вплоть до масштаба 1:5000 (рис. 1).

Продукт RapidEye PCM может обнаруживать изменения и более узких дорог, и небольших объектов. Он может привлечь внимание на новые или изменившиеся объекты, показав их следы: дороги, аэропорты, морские порты, небольшие построенные объекты в городских или сельских районах и т. д. (рис. 2). RapidEye PCM использует несколько одновременных 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 по снимку со спутника сверхвысокого разрешения наносится выявленный и отмеченный индикатором объект. Традиционное выявление изменений приводит к большому количеству ошибок. Например, к изменениям могут быть отнесены тени объектов или убранные поля (рис. 3а). RapidEye PCM устраняет эти ошибки (рис. 3б). Продукт считает окончательно измененными те объекты, изменения в которых сохраняются в ходе трех наблюдений. Эта методика позволяет отфильтровывать временные изменения в окружающей среде, например, тени от облаков, снег, наличие или отсутствие листвы и т. д. Такой алгоритм работы PCM значительно уменьшает количество ложных определений изменений, которые свойственны традиционным методам. Большим



**3** Поиск изменений (показаны желтым): а) традиционный способ; б) с помощью RapidEye PCM



**4** Схема обновления карты с помощью сервиса RapidEye PCM

Режим съемки	Мультиспектральный
Спектральный диапазон, мкм	0,44 – 0,51 (синий) 0,52 – 0,59 (зеленый) 0,63 – 0,685 (красный) 0,69 – 0,73 (крайний красный или red-edge) 0,76 – 0,88 (ближний ИК)
Пространственное разрешение (в надире), м	6,5 (после обработки – 5)
Максимальное отклонение от надира, град	77
Радиометрическое разрешение, бит на пиксель	12
Точность геопозиционирования, м	30–90
Ширина полосы съемки, км	77
Производительность съемки, млн кв. км/сутки	5
Периодичность съемки, сутки	1
Скорость передачи данных на наземный сегмент, Мбит/с	80

**5** Основные технические характеристики съемочной аппаратуры спутников RapidEye

преимуществом по сравнению с традиционными методами является то, что аналитикам, обновляющим пространственные базы данных, используя RapidEye PCM, нет необходимости просматривать изображения целиком, достаточно просмотреть только районы, выделенные системой как имеющие изменения. Алгоритм работы PCM предусматривает использование нескольких снимков за разное время, чтобы найти постоянные изменения.

PCM проверяет каждый пиксель по трем критериям на наличие постоянного изменения:

1. Не должно быть никаких изменений пикселя на три даты съемки после выявления изменения.
2. Не должно быть никаких изменений пикселя на три даты перед выявлением изменения.
3. Все три новые пиксели (на трех снимках) должны отличаться от всех трех предшествующих пикселей.

Следует отметить, что наличие облачности будет влиять на возможность достижения успешных результатов. Кроме того, продукт RapidEye PCM базируется на достаточном количестве снимков в ар-

хиве RapidEye, отсутствие снимков в котором может ограничить необходимую временную цепочку для выявления изменений. RapidEye PCM представляет заказчику растровый файл (рис. 4), который легко совмещается с существующей картой, требующей обновления. Комбинирование картографического векторного слоя и снимка с высоким разрешением позволяет быстро создавать новый обновленный векторный слой карты. Минимальный заказ – 5 тыс. кв. км.

Продукт RapidEye PCM может использоваться также для определения приоритетов при обновлении баз пространственных данных. Территории с большими изменениями могут быть рекомендованы к немедленному обновлению, в то время как обновление районов с меньшим количеством изменений может быть отложено. А на территории, где изменения происходят постоянно, может быть предложена программа регулярного обновления. Это позволяет более эффективно работать с пространственными данными и поддерживать их в актуальном состоянии. RapidEye PCM позволяет повысить эффективность и производитель-

ность труда при работе с пространственными данными.

Аналитику предоставляется возможность сосредоточиться только на новых или изменившихся объектах. Этому способствуют:

- использование ярких индикаторов для быстрого и эффективного поиска изменений;
- возможность постоянно видеть данные в Google Earth на снимках сверхвысокого разрешения для проверки изменений;
- наблюдение за эталонами для оценки ситуации и выработки дальнейшей стратегии;
- непосредственное использование данных в системах принятия решений;
- отсутствие необходимости тратить время и средства на анализ территорий, не подвергшихся изменениям.

По заявлению представителей компании BlackBridge, использование продукта RapidEye PCM снижает издержки на обновление баз пространственных данных и карт до 90% по сравнению с традиционными визуальными методами. Заказчик, один раз приобретая снимок интересующего его района, в дальнейшем может заказывать только информацию о местах и сроках изменений.

## Справка

Группировка из пяти мини-спутников RapidEye предназначена для решения мониторинговых задач во многих отраслях. Параметры спутников (табл. 1) особенно подходят для использования в сельском и лесном хозяйстве, нефтегазовом комплексе, энергетике, телекоммуникации, тематическом и специальном картографировании, экологии и охране окружающей среды, управлении ЧС. В 2019 году планируется запуск новой группировки спутников RapidEye+, которая будет также состоять из пяти спутников с 14 спектральными каналами, включая панхроматический канал сверхвысокого разрешения – лучше 1 м. Благодаря беспрецедентной производительности (5 млн кв. км съемки в сутки) и высокой частоте съемки (повторная съемка любой точки земной поверхности с интервалом 24 часа) данные RapidEye успешно применяются для мониторинга изменений, происходящих на земной поверхности. ■