

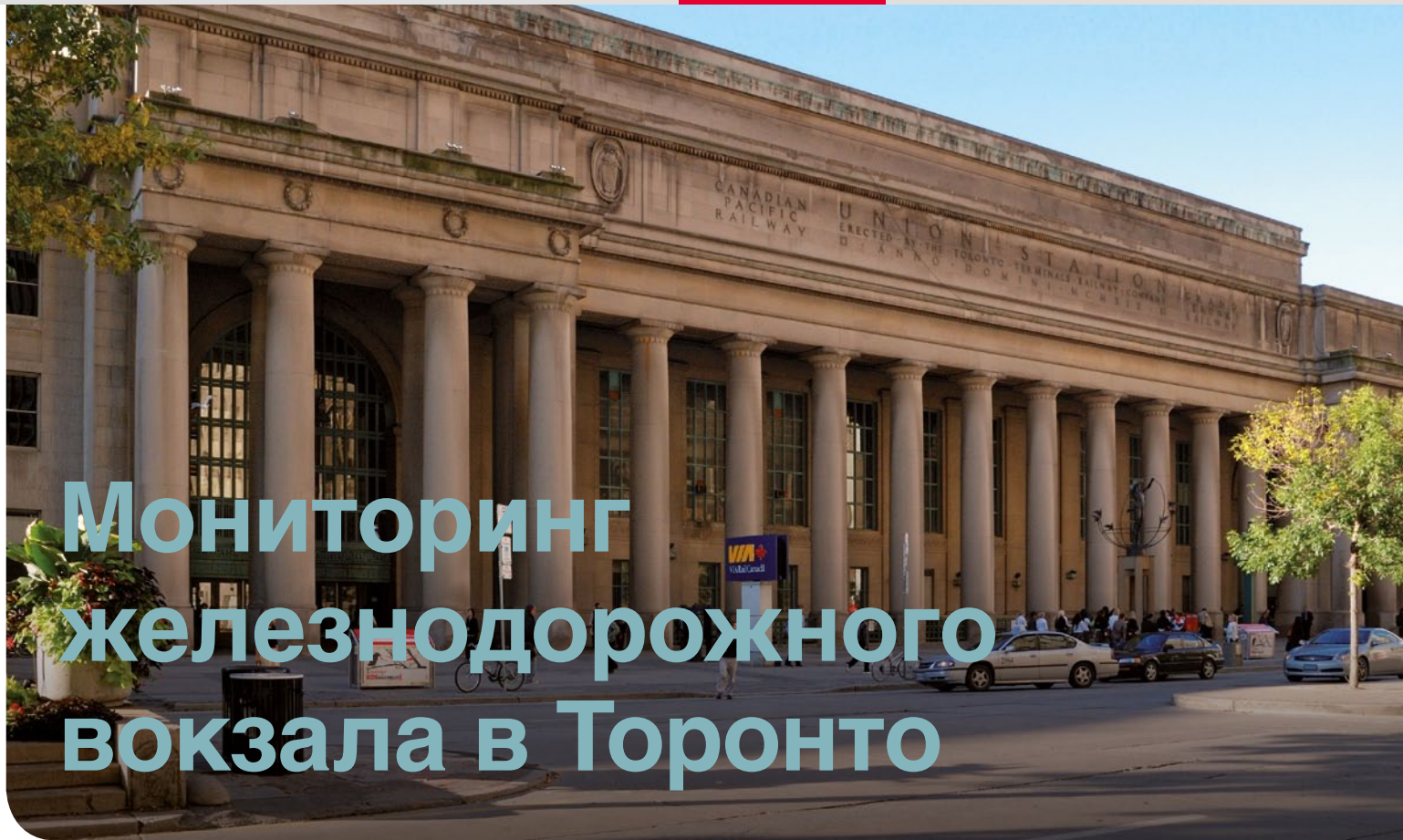
Reporter 65

Периодическое издание Leica Geosystems. Русская версия.



- when it has to be **right**

Leica
Geosystems



Мониторинг железнодорожного вокзала в Торонто

Автор: Брэд Лонгстрит

Вокзал в центре Торонто (Юнион Стэйшн) – самый многолюдный железнодорожный терминал в Канаде. Ежегодно он обслуживает около 65 млн пассажиров. Вокзал строился с 1915 по 1920 гг. и считается шедевром архитектуры. Его украшают фронтальная колоннада с орнаментом, Гранд-холл площадью 76x27 м с уникальным мраморным полом, сводчатая крыша и окна высотой в 4 этажа.

В 2010 г. на вокзале началась реконструкция, призванная модернизировать здание под современные требования. Стоимость проекта составила 650 млн долларов. Реставрации подлежала надземная часть здания; три верхних уровня западного крыла должны были превратиться в головной офис регионального транспортного агентства Metrolinx, а привокзальная площадь – увеличиться втрое, до 11 300 кв. м.

Все эти работы потребовали обновления фундамента. Колонны у основания предстояло поочередно обрезать, зафиксировать домкратами, затем – немного удлинить и установить заново. Два условия превращали эту и без того трудную рабо-

ту в очень сложную: во-первых, нельзя было допустить повреждения исторической конструкции, а во-вторых, движение поездов не должно было прерываться.

Поэтому, чтобы гарантировать безопасность проводимых работ и не допустить осадки или сдвигов, способных повредить столетнее здание, был необходим постоянный контроль. Учитывая все это, подрядчики, отвечающие за реконструкцию фундамента, поняли, что им понадобится очень точная система мониторинга в режиме реального времени при замене колонн. Фирм, способных решить подобную задачу, не так уж много. И одна из них находится как раз в Торонто.

Monir Precision Monitoring, Inc., дочерняя компания Isherwood Associates – фирмы, занимающейся земельным проектированием, расположенной в провинции Онтарио. Изначально в ней работали всего 17 человек, но в течение 9 лет ежегодный рост компании составлял примерно 20%.

Для проекта реконструкции Юнион Стэйшн специалистам Monir было необходимо совместить точность и скорость выполнения работ. Подрядчики на строительной площадке должны были немедленно



узнавать о том, не превышает ли движение колонн заданное изначально значение. Пороговые значения были очень низкие: превышение всего на 2,5мм стало бы сигналом тревоги, а превышение на 3мм привело бы к немедленному прекращению работ. При этом движение поездов не должно было оставаться ни на минуту, и вибрации от прохода тяжелых составов должны были учитываться системами контроля.



■ Для замера пороговых величин минимального движения, вызванного строительством и движением поездов, вместо тензометров использовались тахеометры.

Преимущество тахеометра

Поэтому компания Moniġ начала поиски самого подходящего оборудования. Ведущие подрядчики проекта решили, что достаточную точность обеспечат только тензометры, но у геодезиста Moniġ, землестроителя Томаса Гондо было иное мнение. «Да, тензометры очень точные, – полагал он, – но они работают по точно замеренным движениям на малой площади, и данные затем экстраполируются. А для этого характеристики должны быть однородными по всей площади контроля, что вряд ли выполнимо».

Вместо тензометров Томас хотел использовать тахеометр, способный быстро измерить все необходимые площади. Но прежде Moniġ предстояло убедить клиентов, что тахеометр может быть достаточно точным. Беспокойство вызывало измерение расстояний. «На практике, – говорит Томас, – лазер-

ный дальномер тахеометра является достаточно точным. Но в процессе измерений мы могли превысить спецификации изготовителя, и никто не хотел брать на себя ответственность за последствия».

Чтобы обеспечить нужную точность измерений, Moniġ решила сотрудничать с компанией Leica Geosystems. Ее представитель Дон Эдгар предложил при проведении фундаментных работ зафиксировать расстояние для нескольких важных точек. Предварительно замеренное расстояние до нескольких призм должно всегда оставаться постоянным, а смещение должно быть рассчитано из одних угловых значений. Такой подход должен быть оправдан, ведь спецификации изготовителя для угловых замеров (при учитываемом расстоянии) находились в пределах требуемых допусков.

Бригада Moniġ установила 23 призмы на и вокруг каждой колонны, на которой велись работы. Три наиболее важные призмы (одна на колонне и две вблизи нее) были измерены, как описано выше, а остальные измерялись стандартным методом. Для измерений использовался установленный в стороне на устойчивой поверхности роботизированный тахеометр Leica TS30.

Для обработки данных и получения результатов в реальном времени Moniġ использовала программное обеспечение для управления автоматизированными системами деформационного мониторинга Leica GeoMoS. Программа помогала контролировать Leica TS30 и задавала алгоритм для серии автоматических измерений. Все 23 призмы находились в поле зрения и автоматически измерялись каждые семь с половиной минут, а три основные призмы замерялись раз в минуту.

Программа GeoMoS также использовалась для обработки данных датчиков, измерявших давление возле домкратов, поддерживавших колонны. Эти данные показывались вместе с данными TS30 на одном экране GeoMoS. «То, что видно на экране, – это изменения давления по каждому объекту, – объясняет Марчело Чоки, президент и председатель правления Moniġ. – Мы должны были получить и представить все эти данные одновременно».

Чтобы избежать погрешностей, обусловленных пылью и выхлопными газами, некоторые контрольные работы были запланированы на 3 часа ночи, ког-



да воздух чистый и на вокзале не очень шумно. Для учета вызванных поездами вибраций и определения базовых линий Moniḡ использовала график движения поездов и предварительно собранные данные измерений. Затем программа GeoMoS коррелировала эти данные. Это было необходимо, чтобы смещения, вызванные вибрацией от проходящего поезда, которые противоположны движению при фундаментных работах, не привели бы к срабатыванию сигнала тревоги.

После окончания проекта инженеры отметили, насколько незначительными оказались смещения, вызванные вибрацией от поездов. «Самый высокий показатель составил 0,6мм, – сказал геодезист Moniḡ, землеустроитель Колин Хоуп. – Инженеры по конструкциям даже не хотели в это верить. Но мы отвечаем за свои цифры. А результаты могут быть удивительными. В данном случае плиты вокзала оказались намного прочнее, чем все полагали».

Дублирующие данные – независимыми методами

«Обратите внимание на дублирующие данные, которые получены с помощью независимых методов», – говорит Чоки. В проекте Юнион Стэйшн использовались датчики давления и два дополнительных

метода: нивелирование и контрольная съемка до и после измерений.

Для нивелирования специалисты Moniḡ использовали цифровой нивелир с инварной рейкой. Этот прибор помог проверить показания тахеометра до, во время и после проведения фундаментных работ. Результаты подтвердили показания тахеометра и убедили инженеров проекта.

На вопрос, можно ли назвать проект Юнион Стэйшн обычным, Чоки, смеясь, отвечает: «Это типично «специальный» проект. А обычных проектов у нас не бывает. Мы, как правило, собираем воедино разные методики и оборудование, предназначенное для конкретных задач».

По словам Чоки, заказчик данного проекта был «потрясен нашей способностью предоставлять результаты немедленно; они могли просто взглянуть на экран и сразу понять, что происходит. В итоге это позволило выполнять все работы с большей уверенностью».

Перепечатано с разрешения журнала Professional Surveyor.