

# Reporter 63

Периодическое издание Leica Geosystems. Русская версия.



© СуАтк

- when it has to be **right**

**Leica**  
Geosystems



## От редакции

Дорогие читатели,

Под влиянием новых технологий изменяются методы работы практически всех специалистов, оперирующих геодезической информацией. За последние несколько десятилетий существенно изменились ежедневные задачи, стоящие перед специалистами, а также спектр работ в целом. И особенно заметно за последнее десятилетие распространение методов геодезической съемки в тех видах бизнеса, где они ранее не использовались.

Одной из таких технологий, которая помогла нам развить нашу индустрию, стало лазерное сканирование, позволяющее фиксировать миллионы мельчайших деталей (неважно, с земли или с воздуха) в кратчайшие сроки. Лазерное сканирование существенно расширило сферу применения традиционной геодезической съемки. Некоторые амбициозные проекты, как геодезическая съемка Национального мемориала «Гора Рашмор» в США (фото этого процесса представлено на обложке данного издания), уже реализованы с помощью сканера Leica ScanStation C10. Скотт Маклеод из Loy Surveys, который занимался доставкой одного из первых ScanStation C10 в Великобританию, поделился своими впечатлениями от работы с этим прибором.

Новая серия Leica Viva, представленная на последней выставке Intergeo, играет ведущую роль в главном инфраструктурном проекте швейцарского оператора мобильной связи Swisscom. А модели уже испытанных серий Leica GPS1200+ и TPS1200+ успешно применяются при строительстве «чудомоста» через пролив Босфор Восточный в России.

Приятного вам чтения!

Юрген Долд,  
Генеральный директор CEO Leica Geosystems

# СОДЕРЖАНИЕ

- 03 Сканирование на плечах Вашингтона
- 06 Аккредитация вызывает доверие
- 08 Ускорить строительство канала?
- 09 Используя облака точек
- 12 Мост через пролив Босфор Восточный – русское чудо 21-го века
- 14 3D модели зданий, полученные с помощью лазерного сканирования
- 17 Большое судно и низкий мост
- 20 Учет коммуникаций и спутниковые системы
- 22 Сеть CORS в Катаре: моментальное обновление картографических материалов
- 24 Реагирование на изменение климата
- 26 Модель Стамбула: самые масштабные в мире работы по сканированию
- 29 Контроль вертикальности сооружений

## Сведения о журнале

**Reporter:** журнал для клиентов Leica Geosystems.

**Отпечатано в типографии:** Leica Geosystems AG, CH-9435, Хеебрюгг.

**Адрес редакции:** Leica Geosystems AG, 9435 Хеебрюгг, Швейцария. Телефон: +41 71 727 34 08, reporter@leica-geosystems.com

**Ответственный за размещение материалов:** Alessandra Doëll (Директор по связям с общественностью).

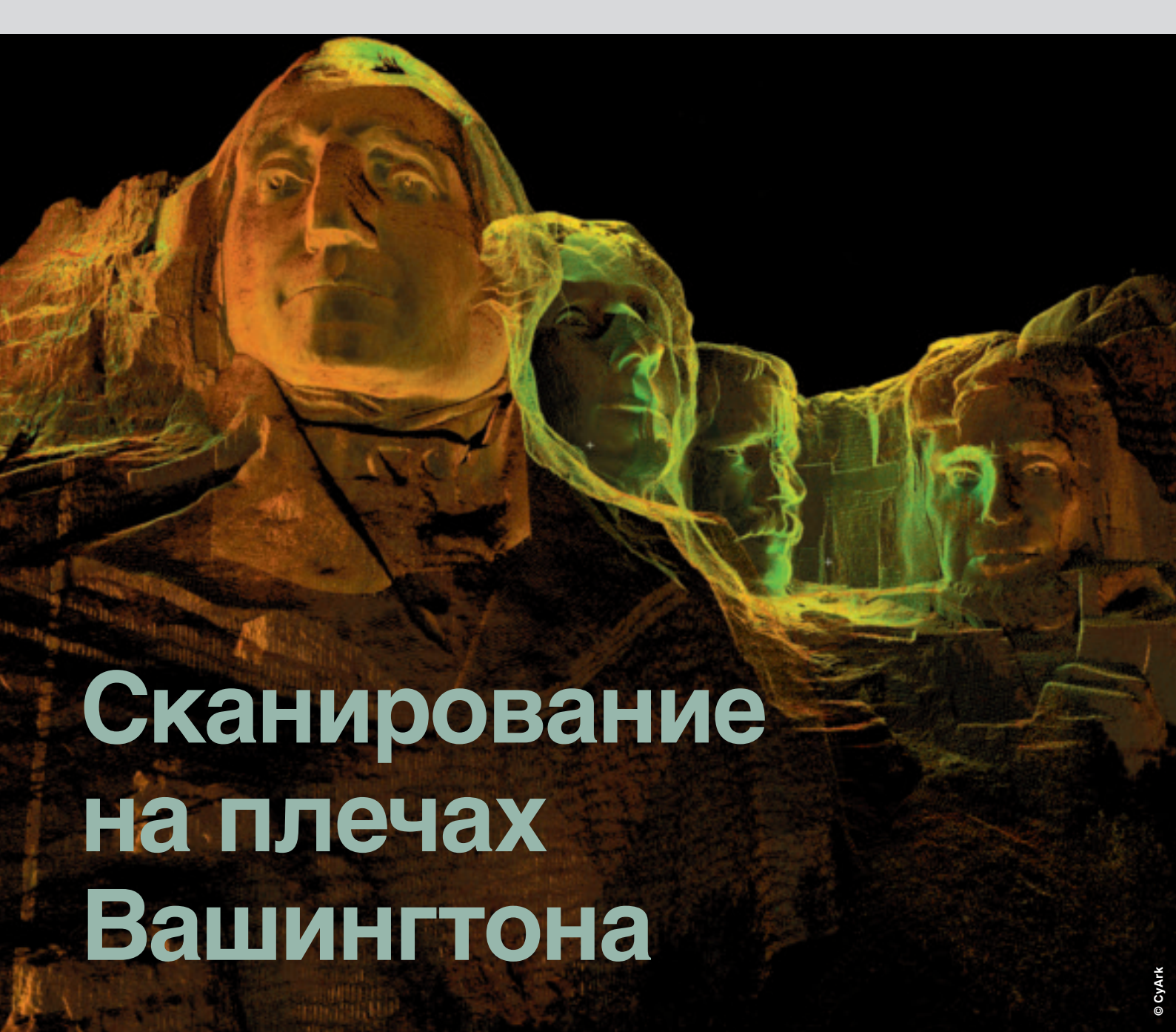
**Редактор:** Agnes Zeiner, Konrad Saal.

**Издание:** Reporter дважды в год издается на английском, немецком, французском, русском и испанском языках.

Перепечатка и перевод материалов допускаются только после согласования с редакцией.

© Leica Geosystems AG, Хеебрюгг (Швейцария) Сентябрь 2010.

**Обложка:** CyArk.



# Сканирование на плечах Вашингтона

Авт. Элизабет Ли

3D лазерное сканирование уже значительно изменило технологические подходы в геодезии, проектировании, строительстве и экспертизе. В настоящее время 3D лазерное сканирование становится востребованным в индустриях образования, туризма, сохранения и управления культурным наследием. При поддержке Шотландского центра цифровой документации и визуализации (the Scottish Center for Digital Documentation and Visualisation – CDDV) и компании Leica Geosystems некоммерческая организация CyArk впервые провела полную

геодезическую съемку Национального мемориала «Гора Рашмор» (США).

Мемориал находится в Южной Дакоте и представляет собой высеченные в гранитной скале 18-метровые портреты четырех президентов США: Джорджа Вашингтона, Томаса Джефферсона, Теодора Рузвельта и Авраама Линкольна. Геодезисты часто именуют мемориал памятником «трем топографам и еще какому-то парню», поскольку все эти президенты, кроме Рузвельта, действительно когда-то были топографами. В мае 2010 г. рабочие группы из CyArk установили комплекс лазерных сканеров Leica Geosystems, чтобы произвести циф-





© СуАрк

ровую съемку знаменитого мемориала. Мемориальный парк занимает площадь более 5 кв. км. и возвышается на 1745 м. над уровнем моря.

Проект комплексной съемки парка рассчитан на 5 лет. Первый его этап – сбор данных – специалисты СуАрк осуществляли совместно со Службой национальных парков США (the U.S. National Park Service – NPS). Необходимо было собрать точную информацию для решения таких задач, как мониторинг отдельных сегментов горной породы, анализ и управление ресурсами, а также для создания базы данных виртуального туристического маршрута, подготовки образовательных и PR- материалов. В реализации проекта участвовали три бригады, которые использовали одновременно пять сканеров в различных частях мемориального парка, в том числе и непосредственно на горе. Для верной оценки состояния мемориала необходимо было в процессе съемки охватить всю его территорию. При этом важно было добиться того, чтобы вся площадь была отсканирована максимально точно и с высоким уровнем разрешения.

При проведении работ были использованы четыре модели сканеров Leica Geosystems: Leica

ScanStation 2, Leica HDS6000, Leica HDS6100 и новая Leica ScanStation C10. Приборы были установлены в определенных местах таким образом, чтобы использовать преимущества каждой модели. Например, ScanStation 2 с возможностью работы на дальних расстояниях были использованы у подножия горы. Сканеры HDS6000 и HDS6100, характеризующиеся высокой скоростью и способностью собирать большое количество данных, были использованы для детальной съемки находящегося за скульптурой каньона и основной территории парка. А прибор ScanStation C10, благодаря удачному сочетанию дальности и скорости измерений, пригодился на самой вершине горы, для панорамного сканирования монумента.

Компактный дизайн и встроенная панель управления сканера ScanStation C10 позволили проводить съемку на опасных участках горы. В какой-то момент Дуглас Притчард из CDDV, руководитель команды альпинистов и специалист по сканированию из NPS спустились со сканером по веревке с самого верха монумента на плечо фигуры Джорджа Вашингтона. Надежно закрепив там сканер и задав необходимые параметры съемки, Притчард и его команда спустились с этого места, чтобы не попасть

## Программы CyArk 500 и Scottish 10

Некоммерческая организация CyArk была создана с целью использования преимуществ 3D лазерного сканирования (High-Definition Surveying™ – HDS™) для сохранения цифровых копий памятников истории и культуры. CyArk предлагает студентам и пользователям всемирной паутины совершить виртуальное путешествие по руинам индейских поселений Национального парка Меса-Верде (штат Колорадо, США) или на вершину Пизанской башни. CyArk занимается съемкой объектов культурного наследия по всему миру с целью создания доступного 3D архива материальной культуры человечества.

Компания CyArk была создана вскоре после трагического разрушения талибами Бамианских статуй Будды в Афганистане. Бэн Какура, которого часто называют отцом лазерного сканирования, прекрасно понимал, насколько полезна эта технология для съемки окружающих нас объектов. Намереваясь создать виртуальный архив всех культурных достояний человечества, в 2003 г. Какура осно-

вал компанию CyArk. Кроме того, он учредил и CyArk Technologies, являющуюся в настоящее время подразделением Leica Geosystems по вопросам лазерного сканирования.

На сегодняшний день CyArk использует HDS технологии для сбора, обработки и распространения цифровых данных о более чем 30 культурных объектах по всему миру. Столь серьезные успехи способствовали запуску программы «CyArk 500 Challenge», цель которой – сохранение в цифровом виде 500 важнейших памятников культуры. Услышав о программе CyArk 500, министр культуры Шотландии Майкл Рассел не мог не принять в ней участия. Уже используя HDS технологии в Шотландии и стремясь присоединиться к глобальной миссии CyArk, дальновидный министр великодушно поддержал проект «Scottish 10», который включает в себя сканирование пяти шотландских объектов из списка Всемирного наследия ЮНЕСКО и пяти памятников культуры, находящихся в других частях света.

в объектив камеры сканера. Данные, полученные с этой позиции, оказались крайне важны для успеха всего проекта.

Чтобы гарантировать точность изображения и полноту охвата всего монумента, был создан «полевой» информационный центр, и все члены команды были обеспечены радиосвязью. Джастин Бертон из CyArk использовал программное обеспечение Leica

Syslope для ежедневной регистрации данных. Это позволило членам команды, находящимся на горе или на площадках для посетителей мемориального комплекса, получать актуальную информацию о работе сканеров и незамедлительно отвечать центру о планируемых местах установки приборов. Проект сканирования мемориала имел огромный успех, поскольку впервые была проведена полномасштабная топографическая съемка горы Рашмор. После завершения съемки этой «иконы» США, компания CyArk приступила к анализу результатов сканирования. Полученные данные будут использованы для исследовательских и образовательных целей. Данными о 3D сканировании горы Рашмор пополнится архив CyArk, в котором уже сегодня хранится информация о многих сокровищах мировой культуры. CyArk продолжает свою работу и ставит перед собой все новые задачи, чтобы с помощью современных технологий геодезической съемки и документирования сохранить объекты всемирного культурного наследия для будущих поколений. ■

Об авторе:

Элизабет Ли, руководитель Отдела проектов и развития компании CyArk. <http://archive.cyark.org/>





# Аккредитация вызывает доверие

Авт. Сабина Райшманн

**Leica Geosystems – одна из немногих компаний-производителей геодезического оборудования в мире, которой, подобно государственному аккредитованному органу, разрешено выдавать калибровочные сертификаты (швейцарский аналог свидетельств о поверке). Такая компетенция дает ряд конкурентных преимуществ. Аккредитация производителя и сертификация оборудования вызывают доверие у клиентов. Клиенты Leica Geosystems также выигрывают от этого, поскольку растет доверие и у их собственных заказчиков.**

Рене Шеррер и Вольфганг Хардеген, руководители аккредитованных тестовых лабораторий компании Leica Geosystems, сравнивают калибровочные сертификаты со счетчиком горючего на бензоколонке: «Как клиент автозаправки должен быть уверен, что счетчик показывает верное количество закачиваемого бензина, так наш клиент может быть уверен в том, что мы ему обещаем». Стандарты сертификатов Leica основываются на государственных стандартах Швейцарии, при проверке оборудования фиксируются все погрешности измерений. Клиент может быть уверен в соответствии фактических параметров и технических характеристик приборов Leica Geosystems показателям, заявленным в сопроводительных документах.

Чтобы получить статус аккредитованной организации, необходимо выполнить ряд условий. Первое из

них Хардеген называет «управление качеством»: «Наша система управления качеством, сертифицированная в соответствии с ISO 9001, является основой для аккредитации». Важнейшее значение имеет и квалификация сотрудников компании. «Все сотрудники лабораторий Leica Geosystems прошли соответствующую подготовку», – отмечает Хардеген. Следующее условие – подходящие техническая и организационная инфраструктуры, включающие в себя здания, оборудование и наличие определенной методики: эталонный линейный базис и лаборатории для калибровки оборудования по четырём видам измерений: расстояний, углов, частот и уровней. В настоящее время компания стремится получить дополнительную аккредитацию, чтобы дополнить пять уже существующих подразделений новой тестовой лабораторией для классификации лазеров.

## **Эталонный линейный базис**

Эталонный базис находится на западном берегу Рейна в деревушке Криссерн, рядом с Хеербруггом. «Пойма Рейна в этом месте в ширину около 3 км., и нет никаких преград для обзора пространства – такое редко встречается в густонаселенных долинах реки Рейн на вершинах альпийских гор», – поясняет В. Хардеген. На открытом пространстве специалисты Leica Geosystems могут проверять отклонения показаний приборов при измерении дистанций: 500 м., 1 км., 2 км. или 3 км. При этом важный фактор для получения точных результатов – верное определение атмосферных параметров: температуры, давления и влажности.

### Лаборатория калибровки измерений расстояния

Лаборатория для калибровки измерений расстояний, которую сотрудники именуют также «железнодорожной линией» из-за ее длины и внешнего вида, используется для определения отклонений показаний приборов от линейных параметров на расстоянии 60 м. и 120 м. Результаты этого тестирования определяют отклонение показаний высокоточного интерферометра от заранее известных параметров измерительной дистанции.

### Лаборатория калибровки угловых измерений

Лаборатория для калибровки измерений углов необходима для определения погрешности измерений горизонтальных и вертикальных углов. Для выполнения этой задачи компанией Leica Geosystems была создана уникальная высокоточная машина для тестирования теодолитов (ТПМ), не имеющая аналогов в мире. Эта машина автоматически проверяет показания прибора при измерении горизонтального и вертикального углов.

### Лаборатория калибровки частот

В лаборатории калибровки частот точность электронных дальномеров проверяется в термокамере, где можно установить температурный режим от  $-20^{\circ}\text{C}$  до  $+50^{\circ}\text{C}$ . Анализ базовой частоты определяет степень ошибки дальномера.

### Лаборатория калибровки нивелиров

В лаборатории калибровки нивелиров определяются точность установки компенсатора и величина угла наклона оптической оси.

Всё больше клиентов требуют, чтобы оборудование было сертифицировано. В. Хардеген связывает это с возросшей конкурентоспособностью покупателей при тендерах на получение государственных контрактов. Крупные частные компании часто обращаются для получения свидетельств, и сами клиенты хотят быть аккредитованы согласно ISO 9001. Но главными ценностями для покупателя являются уверенность в приборах Leica Geosystems и лучшие характеристики по сравнению с оборудованием других производителей. ■

Об авторе:

Сабина Райшманн – руководитель отдела Маркетинговых коммуникаций компании Leica Geosystems. Хеербругг, Швейцария.



## Аккредитация калибровочной лаборатории

В 1997 г. Швейцарская служба аккредитаций (Swiss Accreditation Service – SAS), подразделение Государственного секретариата по экономическим вопросам (the State Secretariat for Economic Affairs – SECO), подтвердила статус компании Leica Geosystems, как аккредитованного органа, имеющего тестовые лаборатории для измерения расстояний и углов. Благодаря многосторонним соглашениям с такими международными организациями, как Европейское объединение по аккредитации (European cooperation for Accreditation) и Международное объединение по аккредитации лабораторий и инспекционных органов (International Laboratory Accreditation Cooperation), сертификаты Leica признаны более чем в ста странах. «Калибровочные сертификаты являются правовыми документами. Их фальсификация считается подделкой и преследуется по закону», – подчеркнул В. Хардеген.

Лаборатории проходят аккредитацию в SAS каждые пять лет. Ежегодные проверки проходят в соответствии с ISO/IEC17025. Официальную информацию об аккредитованных лабораториях Leica Geosystems (SCS 079) можно найти на сайте SECO (<http://www.seco.admin.ch/sas/>, информация доступна за №079 в разделе «аккредитованные органы»). В документе перечислены тестовые исследования, которые имеют право проводить лаборатории Leica, и представлены точные показания измерений и погрешности.

# Ускорить строительство канала?

Авт. Дэниэл К. Браун

В 2005 году канал Солджер Крик в штате Канзас, США пострадал от наводнения. В результате эрозии почвы были повреждены две дамбы, расположенные на расстоянии 300 м друг от друга. Компании Ebert Construction были поручены работы по устранению обвалов и реконструкции канала. Скорость проведения земляных работ удалось повысить на 15% за счет установки на экскаваторы бортовых систем контроля Leica Geosystems.



В ходе реконструкции канала было принято решение провести комплекс работ для предотвращения наводнений в будущем. Для этого компании Ebert Construction предстоит выбрать 270 000 куб. м. грунта с берегов канала и укрепить им дамбы. Еще около 130 000 куб. м. грунта уйдет на выравнивание русла канала.

На формировании берегового контура работают два гидравлических экскаватора, оснащенные системой контроля Leica PowerDigger 3D. Изгиб правого и левого берега проектируются по-разному, каждый в соответствии со своим уклоном: 3:1 у одного берега и 10:1 у другого. Джим Эберт (Jim Ebert), менеджер проекта очень тепло отзываясь о работе с контролирующими системами Leica PowerDigger 3D, поскольку более не требуется выполнять дополнительную проверку берегового уклона. Это позволяет экономить до 40 000 долларов в год. На экране PowerDigger все время отображается уровень поверхности, на которой работает экскаватор, отображаются насыпи и впадины, которые следует выровнять. Отдельно Эберт отмечает, что с помощью системы Leica PowerDigger 3D можно проводить и подводные работы.

«Мы больше не гадаем, пересыпали мы грунта или недосыпали. Спутниковая система Leica Geosystems сообщает нам все данные предельно четко», – говорит руководитель проекта Трент Эберт. – «К счастью, нам больше не говорят, что наши контрольные маячки переехало трактором, и надо все восстанавливать. Работа из-за этого не стопорится. Операторам машин не требуется дополнительно оглядываться и контролировать уровень насыпи, они просто спокойно делают свое дело». Завершение проекта было запланировано на февраль 2011, однако, исполнители планируют уложиться к началу зимы. ■

Об авторе:

Даниэль К. Браун, владелец компании TechniComm, занимающейся коммуникациями в Де Плеин, Иллинойс, США.





# Используя облака точек

Авт. Скотт Маклеод

**Специалисты компании Loy Surveys еще несколько лет назад предвидели, что лазерное сканирование станет прорывом в геодезии и, в конечном счете, превратится в основной метод съемочных работ. Для того чтобы компания могла оставаться лидером в данной области, необходимо было осваивать технологию лазерного сканирования. Старший геодезист Loy Surveys Скотт Маклеод рассказывает, как компания справилась с этим вызовом.**

Поскольку технологии геодезической съемки развиваются стремительно и становятся все более доступными, нам было важно не упустить момент.

К счастью, мы смогли одними из первых приобрести сканер Leica ScanStation C10. Это незначительное, казалось бы, событие полностью изменило жизнь компании. Сканер C10 превосходит другие модели, он стал нашим проводником в мир лазерного сканирования. Быстрый и легкий, C10 еще несколько лет будет на шаг опережать все остальные сканеры того же класса. При работе с ним не нужны дополнительные разъемы, провода и внешние источники питания. Можно начинать сканирование непосредственно с момента поставки комплекта.

Освоив ScanStation C10, мы получили возможность использовать его везде, где это необходимо: в промышленных зонах, при съемке исторических зданий или городских территорий.



### Мониторинг градирен

Мы приобрели ScanStation C10, поскольку предполагалась большая работа на промышленном объекте. Необходимо было выполнить сканирование трех градирен на нефтеперерабатывающем заводе в шотландском Гранджмаусе, чтобы выявить их деформации. Ранее состояние градирен контролировали с помощью тахеометров, по маркам, расположенным параллельно вертикальной оси сооружений. Хотя Loy Surveys и не специализировалась прежде на деформационном мониторинге, нам было очевидно, что на установку и съемку марок только на одной башне требовалось несколько дней. Благодаря ScanStation, вся работа на трех объектах была выполнена за два дня. На съемку каждой градирни ушло около 2,5 часов.

Преимущества нового метода съемки заключались не только в существенной экономии времени, но и в несоизмеримо большем количестве полученной информации. Каждая башня сканировалась с пяти позиций так, чтобы полученные облака точек перекрывали друг друга. Расстояние между точками составляло 30мм. Импорт и привязка данных осу-



ществлялись в программе Leica Cyclone 7. В результате меньше чем через час после приезда в офис мы получили трехмерную модель первой из градирен. При тахеометрической съемке, которая использовалась для мониторинга ранее, отобразить деформации башен можно было только на плане. Поэтому сравнивать результаты предыдущего измерения с новыми данными пришлось «вручную», выбирая из облаков отдельные точки. Этот момент был самым длительным во всем проекте. Однако в будущем подобных проблем не будет, ведь мы станем сравнивать две трехмерные модели.

**«В будущем  
сводить результаты  
сканирования воедино  
будет гораздо проще»**

### Замок Дунрей

Новым нашим проектом стала трехмерная съемка руин замка Дунрей на северном побережье Шотландии. Архитектура замка уникальна для этого региона, он представляет собой Г-образное сооружение, какие чаще встречаются в равнинных районах страны. Замок необходимо сохранить и реконструировать. Он объявлен достоянием культуры Шотландии, но сейчас находится в удручающем состоянии. Замок принадлежит Дунрейской атомной станции и с одной стороны окружен морем, а с остальных к нему примыкают производственные здания. В настоящий момент атомная станция законсервирована, а потому у владельца нет средств на реконструкцию памятника.

Тогда мы обратились в компанию Dounreay Site Restoration Ltd. с предложением провести трехмерное сканирование, которое позволит, в случае необходимости, восстановить все утраченные детали памятника. У нас была возможность отсканировать только фасад: из-за опасности обрушения здания, нас не подпустили к нему ближе, чем на 10 метров. Это была идеальная возможность выполнить точную съемку за короткое время и небольшие деньги. Съемка заняла два дня. Мы получили одиннадцать перекрывающихся облаков точек, проведя съемку с двух позиций. Если бы нам не запретили входить в здание, мы бы уложились за один день. Плотность



точек составила 8-10 мм., так что можно было разобрать даже мелкие детали каменной кладки. Облака точек, а также планы здания были переданы заказчику.

#### **Убеждая заказчиков**

В перспективе, нам кажется, сканирование станет основным методом съемки во всем мире. И мы хотим занять достойное место в сфере геодезических работ будущего: выполнять сканирование, привязку и обработку данных, а затем передавать облака точек заказчикам, чтобы они могли воспользоваться этой информацией по своему усмотрению. В такой схеме есть большие плюсы и для нас, и для заказчиков. Мы будем тратить меньше времени на камеральную обработку и сможем выполнять больше заказов. Заказчики смогут скорее получать результаты съемки, по привлекательной цене. Однако сейчас немногие из наших клиентов готовы работать с облаками точек. И это мы хотим изменить.

Мы устроили несколько презентаций, на которые пригласили потенциальных партнеров, коллег, заказчиков и показали им технологию обработки облаков точек. Благодаря этим презентациям, у клиентов появилось четкое представление об объеме данных, с которым они будут иметь дело. Это должно вдохновить их на использование наших «скоростных» съемок. Архитектурные и проекционные программные пакеты, например, последние

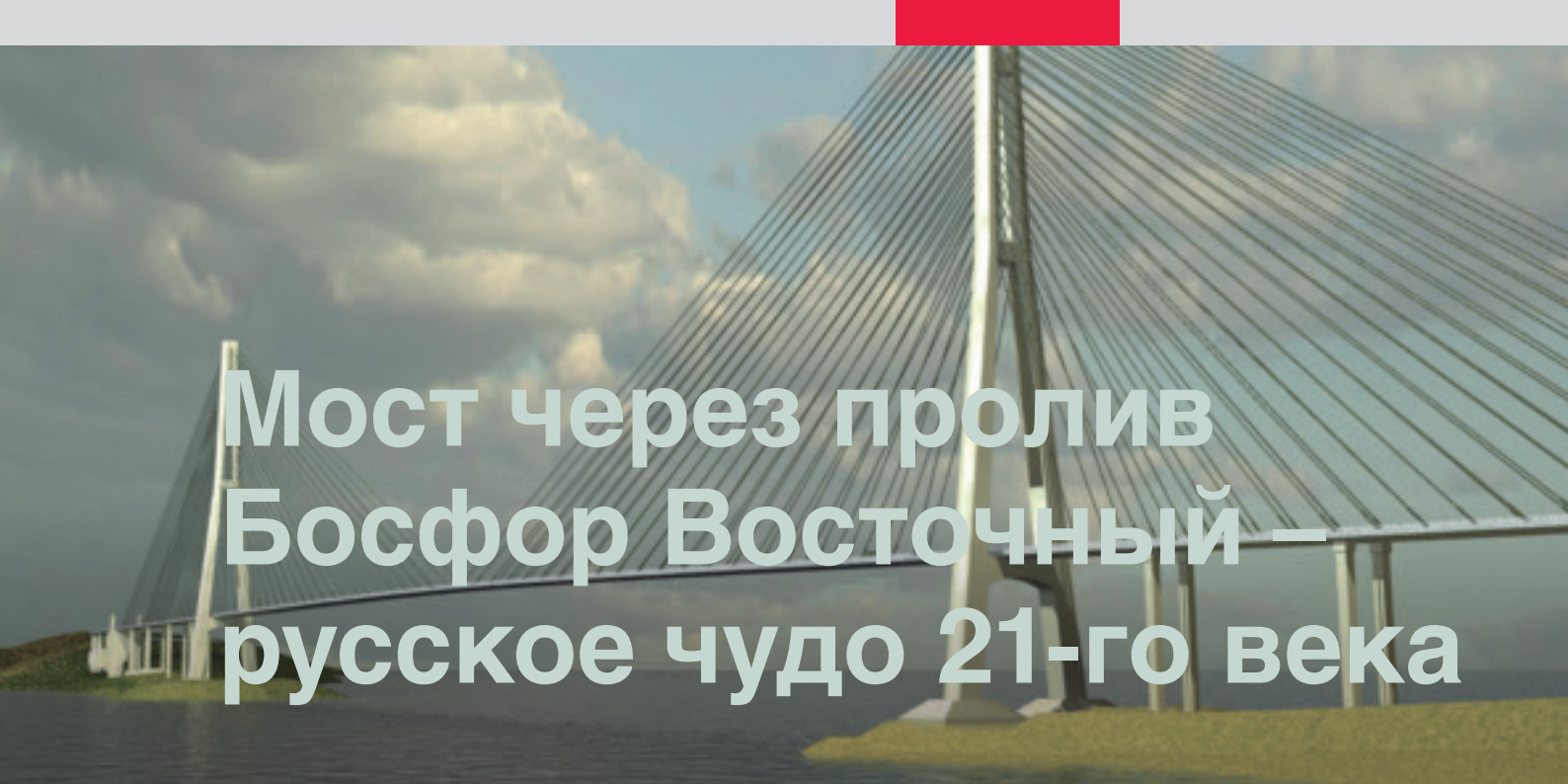
версии AutoCad и Bentley Microstation, позволяют импортировать облака точек и работать непосредственно с ними. Мы ищем заказчиков, которые готовы работать с облаками точек.

### **«Мы очень вовремя сделали свою покупку»**

С приобретением ScanStation C10, компания Loy Surveys сделала огромный шаг в мир лазерного сканирования. Наши возможности возросли, мы стали более конкурентоспособны. Теперь, когда мы работаем с C10, нам очевидны преимущества скоростной детальной трехмерной съемки. Пусть нам еще многому предстоит научиться, но мы уверены, что верно выбрали курс. ■

#### *Об авторе:*

*Скотт Маклеод работал археологом. Заинтересовался геодезической съемкой четыре года назад и пришел в Loy Surveys. Сейчас занимает должность ведущего геодезиста, работает с лазерным сканером Leica ScanStation C10.*



# Мост через пролив Босфор Восточный – русское чудо 21-го века

Авт. Павел Антонов

**Мост, который соединит Владивосток и остров Русский, без преувеличения можно назвать «стройкой века» (стоимость строительства составляет 1,2 млрд. \$). В народе он уже получил гордое название «Русский мост». Сдача объекта запланирована на 2012 год, к открытию саммита Азиатско-Тихоокеанского экономического сотрудничества (АТЭС), который пройдет во Владивостоке. Мост станет самым длинным в России и одним из самых протяженных в мире: общая длина сооружения, вместе с эстакадами, составит 3100 м.**

В сентябре 2008 г. «УСК Мост», главный подрядчик строительства, приступила к строительству моста от Владивостока до о. Русский через пролив Босфор Восточный. Уникален это проект по всем параметрам: мост имеет самый длинный русловый пролёт (его длина – расстояние между пилонами – составляет 1 104 м), самые высокие пилоны – 320 м, самые длинные ванты в мире, а кроме того строительство ведется в сжатые сроки в, экстремальных природных условиях: сильные ветра и течения в проливе, сейсмоопасный район.

Поскольку проект сам по себе очень интересный и сложный, требует высокой точности измерений и жесткого контроля качества за конструктивными элементами, было решено использовать передовые технологии Leica Geosystems.

## Геодезические работы

На полуострове Назимова (материковая часть, г. Владивосток) и на о. Русский была создана сеть пунктов принудительного центрирования, удовлетворяющая требованиям 2-го класса точности. Один раз в полгода подрядчики должны предоставлять данные об изменении планового и высотного положения этих пунктов, но, поскольку получать данные традиционными методами не представлялось возможным, встал вопрос о применении спутниковой навигационной аппаратуры. Во Владивостоке имеется постоянно действующая базовая станция, установленная компанией НАВГЕОКОМ. Но для получения максимально точной информации были размещены и временные базовые станции на полуострове Назимова и на о. Русский. Там стали использоваться спутниковые приемники Leica 1200+.

На объекте с помощью GNSS-аппаратуры для реализации работы режима RTK была произведена трансформация координат для получения параметров перехода из системы координат (СК) WGS-84 в местную систему. «Каждый этап строительства контролировался с помощью приборов, поэтому в подавляющем большинстве случаев удавалось соблюсти условия наблюдений, которые были заложены в проект проведения геодезических работ. При сравнении результатов тахеометрической съемки и данных систем спутниковой связи вышло, что расхождения составляли 3-4 мм, что нас устраивало. А спутниковая съемка важна в тех случаях, когда применять тахеометр уже не пред-

## Мост на о. Русский

**Длина моста:** 1 885.5 м

**Ширина:** 29.5 м

**Количество полос движения:** 4

**Подмостовой габарит:** 70 м

**Количество пилонов:** 2

**Высота пилонов:** 320.9 м

**Число вант:** 168

**Самая длинная/короткая ванта:** 578.08 м/181.32 м

Пилоны заглубляются в землю на 77 м. Под каждый из двух 320-метровых пилонов моста устраиваются

120 буронабивных свай (на пилоне М-7 со стороны острова Русского – с неизвлекаемой металлической оболочкой). Бетонирование пилонов производится с помощью самоподъемной опалубки захватками по 4,5 метра. На первых трех захватках используется кран, далее опалубка начинает движение самостоятельно за счет гидравлического перемещения модульных элементов. Пилоны моста А-образные, поэтому применение стандартной опалубки невозможно. Для каждого пилонa смонтирован отдельный комплект. (Источник: [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org))

## УСК Мост

Главным подрядчиком строительства является «УСК МОСТ», чья история началась в 1991 г., еще во времена строительства советской «стройки века» – Байкало-Амурской магистрали (БАМ, 1975-1990).

Сейчас «УСК МОСТ» – холдинг, состоящий из 15 предприятий. В сферу деятельности компании входят ремонт, реконструкция и строительство мостов, больших и малых трубопроводов, тоннелей и т.д.

ставлялось возможным», – говорит Антон Широков, ведущий геодезист компании «УСК МОСТ».

пературе и других сложных погодных условиях», – подчеркнул Антон Широков.

Высокие требования к точности и надежности измерений обусловили нестандартный подход к решению геодезических задач на всех этапах строительства. Для максимально точного расположения конструктивных элементов пилонa было использовано нововведение – применение определенных конструкций-кондукторов (еще их называют «вышки»).

Были отмечены и вспомогательные функции. Например, отличная работа лазерного целеуказателя тахеометра Leica 1200+ при работе в ночное время. Так, подсвеченный отражатель позволяет выполнить наведение при дальности наблюдений до 450 м. По компетентному мнению специалиста, такой функционал практически не встречается в аналогичном оборудовании других производителей. Высокую оценку получила и работа комплекта GNSS-приемников: в режиме RTK там всегда отображаются уровень сигнала и наличие инициализации. Приборы дают точные данные при разных внештатных рабочих ситуациях: потере связи или сигнала.

Они устанавливаются на предыдущем уровне бетонирования, соединяются между собой и создают прочностной каркас. На определенном этапе работы использовать тахеометр стало затруднительно. Поэтому в режиме RTK с помощью ровера (передвижного приемника) Leica каждая из вышек устанавливается в проектное положение. Это существенно экономит рабочее время: раньше на установку одной вышки уходило полтора-два часа, сейчас – 15 минут.

«Для оборудования Leica характерна гибкая совместимость элементов систем, – продолжает Антон Широков. – Можно работать с тахеометром, как с обычной полевой станцией, производя стандартные измерения. А можно и скомбинировать в системе RTK тахеометр и GNSS-приемник, получив интегрированную систему Leica Smart Station для определения, допустим, временного базиса. В этом случае второй приемник устанавливается в любом месте, и у нас есть исходная основа для работы, что незаменимо в условиях ограниченной видимости». ■

### Leica Geosystems: мы не ошиблись в выборе

«Оборудованием Leica мы стали пользоваться сравнительно недавно, с февраля 2010 года. Но уже сейчас можем уверенно сказать: оно нас абсолютно устраивает! В первую очередь, это – интуитивно понятный интерфейс, а значит – наполовину сэкономленное рабочее время. Во-вторых, оборудование отлично работает при снеге, ветре, низкой тем-

Об авторе: Павел Антонов – руководитель технического отдела компании «Навгеоком», официальный представитель Leica Geosystems в России.

# 3D модели зданий, полученные с помощью лазерного сканирования

Авт. Конрад Саал

**Конференц-центр Инзельхалле (Inselhalle) в немецком городе Линдау, расположенном на островке в Боденском озере, планировалось модернизировать и расширить. До того как были утверждены окончательные планы реконструкции, организаторы проекта решили зафиксировать геометрию старого здания с использованием лазерного сканирования. Полученные данные теперь доступны для специалистов-архитекторов, которые могут создать на их основе собственные проекты и совершить виртуальную экскурсию по Инзельхалле.**

Компания Zimmermann & Meixner 3D WELT GmbH, базирующаяся неподалеку от немецкой коммуны Амтцелль, выиграла контракт на проведение этого проекта. Задача заключалась в том, чтобы получить точную геометрию здания (как снаружи, так и изнутри), а также произвести съемку прилегающей к нему территории.

## **Сканирование конференц-центра**

С этой целью на остров прибыли специалист по топографической съемке Виола Лайболд и дипломи-

рованный инженер Бенжамин Саттэс. Они привезли лазерный сканер Leica ScanStation 2, способный фиксировать до 50 тысяч точек в секунду и производить съемку с расстояния до 300 м. «Лазерное сканирование помогает геодезистам эффективно решать проблему съемки объектов с высоким уровнем детализации», – поясняет Бенжамин Саттэс.

«3D лазерный сканер соединен с портативным компьютером и управляется при помощи пакета программного обеспечения Leica Cyclone, который состоит из нескольких различных модулей. Такое устройство дает пользователю возможность определить необходимый диапазон сканирования, задать нужную плотность точек и сохранить полученную информацию. Одновременно со съемкой объекта мы установили и отсканировали визирные марки, чтобы обеспечить последующую привязку – связать все полученные облака точек в единую систему координат. Территорию площадью 73000 кв.м. мы отсканировали с 38 станций за 5 дней. Площадь внутреннего пространства, которую мы снимали с 21 станции в течение 3 дней, составляла около 5000 кв.м.», – рассказывает Виола Лайболд. Пожарная бригада Линдау даже предоставила свою передвижную лестницу, чтобы можно было отснять с нее крышу здания.



Для того чтобы пользователю было проще обрабатывать облако точек, компания Leica Geosystems предложила программные модули, способные взаимодействовать с некоторыми распространенными САПР. Модуль Leica CloudWorx для AutoCAD позволил Бенжамину Саттэсу построить из облака точек 3D модель всего объекта. «Из созданной однажды полной модели здания впоследствии можно извлечь модель какой-то отдельной его части или, например, сечение», – объясняет специалист. Были созданы два поперечных сечения, планы цокольного, подвального и первых этажей, а также четыре общих вида зала. 25 архитектурных консалтинговых компаний, участвовавших в конкурсе на реконструкцию Инзельхалле, использовали эти данные в качестве основы для своих проектов. Максимальное отклонение параметров 3D модели от реальных параметров здания составило всего 1 см., а это означает, что полученные в результате сканирования данные могут быть сравнимы с результатами высокоточных топографических съемок.

### 3D визуализация и виртуальные туры

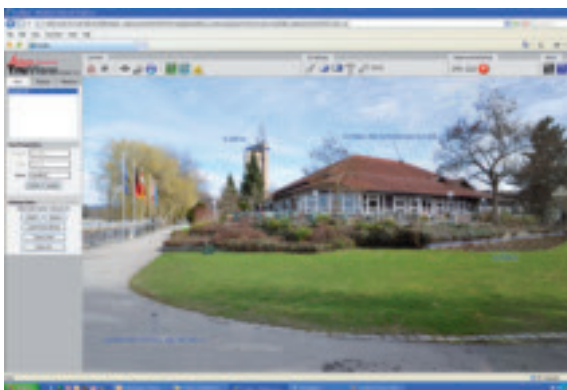
«Конкретная цель нашей работы заключалась в фиксации параметров Инзельхалле на таком уровне четкости и детализации, чтобы архитекторы получили доступ к точному и полномасштабному изображе-

нию здания. Чтобы не было нужды самостоятельно измерять все его параметры, – поясняет Бенжамин Саттэс. – Одновременно мы дали людям возможность совершить виртуальный тур по Инзельхалле через Internet. Для этого мы использовали бесплатное программное средство визуализации TruView от Leica Geosystems». Leica TruView может использоваться для анализа и выполнения измерений на больших облаках точек. Программа проста и понятна даже пользователям, не имеющим опыта лазерного сканирования. Пользователи могут перемещаться по виртуальному миру внутри этого облака точек, измеряя расстояния, подчеркивая отдельные детали, делая заметки и сохраняя результаты. Кроме того, архитекторы-участники проекта реконструкции могут эффективно обмениваться обработанными данными через Internet. Используя 2D планы и 3D модель здания, а также применяя программу TruView с функцией выполнения измерений, каждый архитектор получает достаточную базу для выражения всех своих идей и проектов. При этом нет необходимости лично присутствовать на объекте.

### Связывая проекты с реальным миром

Благодаря концепции визуализации, выработанной Zimmermann & Meixner 3D WELT GmbH, архитекторы, инженеры и проектировщики ландшафта могут





■ **Leica TruView: перемещение в виртуальном мире, внутри облака точек для измерения расстояний**

увидеть, как их планы и проекты будут выглядеть в реальности. Эскизы можно направить в Zimmermann & Meixner 3D WELT GmbH в виде 3D модели или 2D изображения. Специалисты компании создадут 3D модель из 2D изображения либо обработают непосредственно 3D модель. Результат будет визуализирован в трехмерной системе, с новой схемой дорог, планом прилегающих территорий, ландшафтной архитектурой, а также с уже существующими зданиями и объектами.

Этот процесс особенно интересен из-за его более высокой экономической эффективности по сравнению с предыдущими методами: компания Zim-

mermann & Meixner 3D WELT GmbH может визуализировать реальную среду при наличии «сырых» (необработанных) результатов лазерного сканирования. Полученные облака точек визуализируют в существующие объекты, и 3D-модель будет создана без потери точности или каких-либо конструктивных деталей объекта.

### **Жизнеспособность 3D моделей**

Пользователи всегда озабочены вопросом, как добиться нужного результата при минимальной затрате сил и средств. 3D модель, созданная методом лазерного сканирования, может быть использована для проведения измерений и дальнейшей передачи этих данных на рассмотрение соответствующего органа. Участники проекта реконструкции Инзельхалле особенно ценят простоту работы с 3D моделью: очень удобно, что не требуется никакого опыта для работы с виртуальным конференц-центром. ■

*Дополнительные виды и анимационные материалы проекта «Инзельхалле Линдау» вы сможете найти на сайте: [www.zm-3dwelt.de/inselhalle](http://www.zm-3dwelt.de/inselhalle)*

*Об авторе:*

*Конрад Саал – геодезист и менеджер по маркетингу в швейцарском офисе Leica Geosystems, г. Херрбрунг.*







# Большое судно и низкий мост

Авт. Брэд Лонгстрит и Дэйв Мерта

**Под мостом через залив Сан-Франциско (Бэй Бридж) в порт города Окленд могут свободно проходить даже самые большие корабли в мире. Высота пролета моста во время отлива составляет 69 м. Но когда на одном из крупнейших кораблей находятся три самых высоких в мире контейнерных крана, то места может и не хватить... или все-таки хватит? Решить этот вопрос должен был главный геодезист порта Дэйв Мерта.**

Краны, о которых идет речь, называются «Super-PostPanamax», они огромны, а сами корабли PostPanamax слишком большие даже для Панамского канала. Поскольку в мире строится все больше крупных судов, в портах устанавливаются краны, способные эти суда обслуживать. Super-PostPanamax способны обслуживать корабли, нагруженные 22 контейнерами типа Sea-Land. Когда эти краны погрузили на такой большой корабль, возникло опасение, что он не пройдет под мостом Бэй Бридж.

Проектировщики кранов предполагали, что высоты проема может не хватить, поэтому они решили

частично разобрать краны. Чтобы убедиться в правильности всех расчетов, Дэйву Мерте было необходимо точно соотнести уровень воды в заливе во время отлива с показателями ее уровня в NAVD 88 (североамериканский отсчет высот от 1988 г), затем определить высоту проема моста и уточнить общую высоту судна с кранами. Задачу усложняло то, что Дэйв должен был проделать это в режиме «реального времени». Лоцманы Сан-Франциско, контролирующие проход больших судов через залив, хотели проверить, достаточно ли места для прохождения судна, как только эти краны приблизятся к мосту. Прежде чем провести корабль под Бэй Бридж, предстояло миновать знаменитый мост Золотые Ворота, который на несколько футов выше Бэй Бридж. Результаты измерений Мерты на Бэй Бридж автоматически подтвердили бы возможность провести корабль под Золотыми Воротами.

Дэйву пришла в голову идея использовать GNSS систему: «Поскольку методы RTK GPS измерений в настоящее время используются для контроля профилей взлетно-посадочных полос в аэропортах, адаптировать их для контроля мостового проема при прохождении судна казалось совсем не сложным, – говорит он. – Я сказал, что смогу измерить высоту кранов, когда они приблизятся к мосту.





Поскольку лоцманы хотели провести измерения непосредственно перед проходом, они согласились предоставлять мне всю необходимую информацию в реальном времени». Данные измерений профиля взлетно-посадочной полосы аэропорта могут быть повторно обработаны и проверены, если это необходимо. Но в случае, когда огромное грузовое судно с кранами подойдет к мосту, возможности повторно что-то измерить не будет.

### **Закладывая основы**

«RTK поправки были очень важны, – говорит Мерта, – два подвижных GNSS приемника были укреплены в верхней части кранов и производили измерения в режиме RTK. При этом один из них использовался совместно с GSM модемом, а другой – с широкополосным радиомодемом».

GSM модем обеспечивал доступ к приемнику Leica GRX1200 Pro, установленному в штаб-квартире порта. Этот приемник является частью RTKMAX – сети, работающей в режиме реального времени и требующей специального подключения. Данная сеть управляется геодезической компанией Haselbach, официальным дилером компании Leica Geosystems в Северной Калифорнии. Но для надежной RTK радиосвязи специалистам была необходима базовая станция в зоне прямой видимости и от Золотых

Ворот, и с моста Бэй Бридж. Пристань на западном берегу Трежер-Айленд была, по мнению Мерты, идеальном местом для ее установки.

Мерта проделал большую работу, чтобы привязать базовую GNSS станцию к координатам. Для этого ему было необходимо соотнести наземную систему координат с системой координат футштоков, расположенных на пункте контроля приливов. Мерта говорит: «Я включил эту базовую станцию в проект контрольной GPS съемки, которую я представлял в Национальной геодезической службе США. В основном, контрольная съемка была проведена в июне 2009 г. с помощью антенн Leica ATX1230GG. Дополнительные векторы, показывающие перепады высот, были измерены в августе 2009 г. Эта контрольная съемка состоит более чем из 100 векторов и замеров высот, которые были произведены с помощью цифрового нивелира Leica DNA03 и пары измерительных реек Wild GPCL3 Invar. В это исследование были также включены данные четырех различных футштоков.

Мерта запланировал установить необходимые базовые станции на Трежер-Айленд, замерить их координаты и соотнести данные о местных приливах с показателями NAVD 88. В конечную сеть он включил 6 станций. Установив надежный контроль, свя-

зав данные о приливах с доступными показателями и параметрами NAVD 88 и закрепив станцию на Трежер-Айленд, Мерта мог перейти к решению дополнительных задач своего сложного проекта: проверить высоту проема моста Бэй Бридж и высоту кранов на палубе транспортного судна.

### Сложные измерения в открытом море

В 2000 г., когда предыдущая партия контейнерных кранов Post-Panamax была доставлена в порт Окленда, сотрудники порта измерили высоту среднего пролета моста Бэй Бридж тригонометрическими методами. В этот раз Мерта использовал RTK для установки высотной отметки на верхнем ярусе моста, затем использовал тахеометр Leica TCRP 1201 для передачи высотных отметок с этой точки на призму, укрепленную с помощью магнита внизу ближайшей опоры моста. Затем, и это было, наверное, очень забавно, Мерта на лодке доплыл до причала и установил базовую станцию. Два сотрудника Министерства транспорта Калифорнии, которым было разрешено взобраться на мост, установили другую призму на нижнем ярусе моста. Измерив длину гипотенузы и катета в получившемся треугольнике, Мерта вычислил высоту проема по теореме Пифагора и подтвердил, что она составляет более 69 м от среднего уровня воды во время отлива.

12 марта 2010 г. три крана, по 77 метров высотой каждый, прибыли в залив Дрейка, что на севере Сан-Франциско, на танкере Zhen Hua 15 со специально модифицированной низкой палубой. Экипаж три дня разбирает верхние элементы кранов. Затем Мерта прибыл на судно, чтобы проверить окончательную высоту и установить GPS антенну наверху среднего крана. Когда антенна была установлена, Мерта произвел серию измерений для определения положения палубы и высоты кранов над ней. Вернувшись в офис, он совершил классическую трехмерную трансформацию координат по 7 параметрам. Результат показал, что краны должны были пройти под мостом, имея запас в три метра.

### Большой день

Проход под мостом был назначен на 16 марта 2010 года. Сотрудники порта Окленда забрались на вершину центрального крана. Даже многократно проверив и перепроверив всё, геодезисты волновались: «Мы попали на вершину крана буквально за несколько мгновений до того, как судно Zhen Hua



достигло моста Золотые Ворота, – рассказывает Мерта, – и были счастливы увидеть, что корабль прошел под мостом, имея запас 4,5 м».

Мерта настроил оборудование на прием RTK поправок и начал собирать данные: «Мы еще не достигли острова Алькатрас (а значит, были в трех милях от Бэй Бридж), когда я уже мог сообщить лоцману, что запас составляет 2,7 м. Я позвонил ему еще раз, когда мы были между Алькатрасом и Трежер-Айленд, а он снова набрал мне, когда мы были уже совсем близко к Бэй Бридж и смогли вновь подтвердить наши данные. Вскоре после этого я понял, что могу увидеть нижнюю часть моста, поэтому по радиосвязи я снова связался с лоцманом и сообщил ему: «Я вижу нижнюю часть моста. А значит, мы абсолютно точно пройдем под ним!» ■

*Об авторе:*

*Брэд Лонгстрит, независимый журналист, специализирующийся в области строительства и геодезии. Дэйв Мерта, главный геодезист порта г. Окленд.*



# Учет коммуникаций и спутниковые системы

Авт. Торстен Шнихельс

Надежность измерений, простота в использовании и неприхотливость – вот требования, которые выдвинула к приобретаемым приборам швейцарская компания Swisscom AG. Ей было необходимо профессиональное решение для учета телекоммуникационной инфраструктуры по всей стране. После тщательного изучения вопроса выбор пал на систему Leica Viva GNSS.

«Регистрация положения объектов коммуникационной сети всегда была трудновыполнимой задачей, особенно с тех пор, как кабели стали прокладывать под землей», – объясняет Андреас Хеслер (Andreas Häslер), технический директор Swisscom AG. Традиционные методы учета отнимали много времени и сил, были чреваты ошибками,

поэтому Swisscom AG начала поиски новых методов съемки.

## Требования к измерительной системе

Главными требованиями были надежность получаемых данных и возможность максимально автоматизировать процесс их сбора и передачи. К тому же, прибор должен был быть неприхотлив, выдерживать транспортировку, быть прост в использовании даже для неспециалистов. Новый спутниковый приемник Leica Viva GNSS полностью отвечает этим требованиям. Представители заказчика были удивлены, насколько просто в использовании программное обеспечение Leica SmartWorx Viva.

Система способна принимать сигналы от сетей спутников GPS и ГЛОНАСС. Высокая чувствительность антенн гарантирует надежный прием сигнала.

ла, что актуально при работе в черте города, где, в основном, и предстоит работать специалистам Swisscom AG. Поправки с базовой станции можно принимать посредством мобильного телефона, а с учетом этих поправок погрешность позиционирования снижается до 1-2 см.



- Карта инфраструктуры в формате DXF, импортированная в контроллер Viva. Измеренные точки сразу же отображаются на карте.

### Пользовательская поддержка и обучение

Swisscom AG и Leica Geosystems разработали специальную систему обучения и технической поддержки: десять человек («супер-пользователи») прошли интенсивный курс обучения, а затем передали свои знания более чем ста пятидесяти работникам, которым предстоит непосредственно «общаться» с приборами Leica Viva GNSS.

Программное обеспечение приемников можно своевременно обновить через Интернет, а все затруднения в эксплуатации оборудования «супер-пользователям» помогла решить служба технической поддержки Leica.

По результатам проекта было решено использовать подвижные приемники Leica Viva GNSS не только при инвентаризации объектов, но и при прокладке новых кабелей. ■

Об авторе:

Торстен Шнихельс, менеджер по продажам и технической поддержке отделения Leica Geosystems AG, в г. Глатбругг, Швейцария.



## Приборы и программное обеспечение

- Приемники Leica Viva GNSS (GS15 и CS10)
- ПО Leica SmartWorx Viva.

## Цель применения

Повышение эффективности работ за наименьшую цену.

## Преимущества

- Работать с системой просто и быстро
- Система надежна и хорошо защищена от внешних воздействий.



# Сеть CORS в Катаре: моментальное обновление картографических материалов

Авт. Конрад Саал

Последние несколько лет государство Катар развивается стремительно. Еще двадцать лет назад было ясно, насколько необходима современная база геоинформационных данных для эффективного ведения хозяйства и производства. В Министерстве градостроительного проектирования Катара был создан ГИС-центр, ставший официальной структурой, выполняющей картографирование страны. С октября 2009 года частные и государственные организации успешно пользуются сетью постоянно действующих базовых станций.

Сеть базовых станций представлена системой оборудования, в которую входят приемники, антенны и высокоточные датчики наклона, а также программный пакет GNSS Spider производства компании Leica Geosystems. Измерения в сети должны быть точны, а результат представлен в понятном для пользователей виде, ведь на сеть базовых станций опираются все геодезические и топографические

работы, связанные со съемкой и сбором пространственных данных.

Сеть базовых станций создавалась для обеспечения работы подвижных GNSS приемников в любой точке страны. Необходимо было добиться того, чтобы все пользователи могли работать в единой системе координат и имели возможность принимать и использовать RTK поправки. Реализация этого проекта существенно упростила работу катарских геодезистов и картографов: для решения поставленных задач им требуется лишь подключиться к сети базовых станций и работать только с подвижным приемником. В катарскую сеть входят девять базовых станций, поддерживающих передачу RTK поправок.

Станции равномерно распределены по территории страны. Их установили в Аль Шамале (Al Shamal), Аль Тахире (Al Thakhira), Аль Джумале (Al Jumailiya), Духане (Dukhan), Аль Харанахе (Al Kharanah), Абу Самре (Abu Samra), Месалиде (Mesaieed), Сафда Натиле (Sawda Natheel) и на территории универ-

ситета в Доха. На станциях установлены приемники Leica GRX1200+ GNSS и специализированные антенны Leica AR25. Из-за жаркого климата пришлось также обеспечить охлаждение воздуха в помещении, где установлены приемники. Контролирующая база расположена в Центре градостроительного проектирования в городе Доха. При выборе оборудования Центр отдал предпочтение Leica Geosystems, потому что компания известна внимательным отношением к каждому клиенту, а ее оборудование удобно в использовании. Кроме того, используемые на станциях приемники хорошо зарекомендовали себя при работе в жарком климате Ближнего Востока.

### **Надежность измерений и удобство использования**

Антенны жестко закреплены на пилонах, что обеспечивает точность измерений. Контроль положения антенн непрерывно осуществляют двухосевые датчики наклона Leica Nivel220, погрешность которых составляет 3мм на 1000м. Экспериментальные измерения на станции в Аль Тахире показали, что отклонение положения антенны не превышает 0,45мм. Для обеспечения безопасной работы всей системы, за влажностью и температурой все время следят метеодатчики.

Программное обеспечение Leica GNSS Spider, управляющее работой сети, позволяет формировать и передавать поправки для подвижных приемников по протоколу TCP/IP. Для получения поправок или координат станций пользователи подключаются к сервисам Leica Spider Web через стандартные веб-браузеры. Программа также позволяет отслеживать количество пользователей, объем загруженной информации, организовывать дополнительные сервисы (например, вычисление координат). Для вычисления координат подвижного приемника SpiderWeb использует координаты ближайшей к нему базовой станции. Список возможных приложений сети огромен. С момента установки она стабильно функционирует и уже стала привычным рабочим инструментом для множества людей, чьи задачи связаны со съемкой или точным позиционированием.

### **Быстрое и точное обновление карт**

Сразу после установки сети базовых станций началась работа по съемке основных магистралей Катара в режиме RTK. Контрольные точки устанавливались автоматически через каждые пять метров.

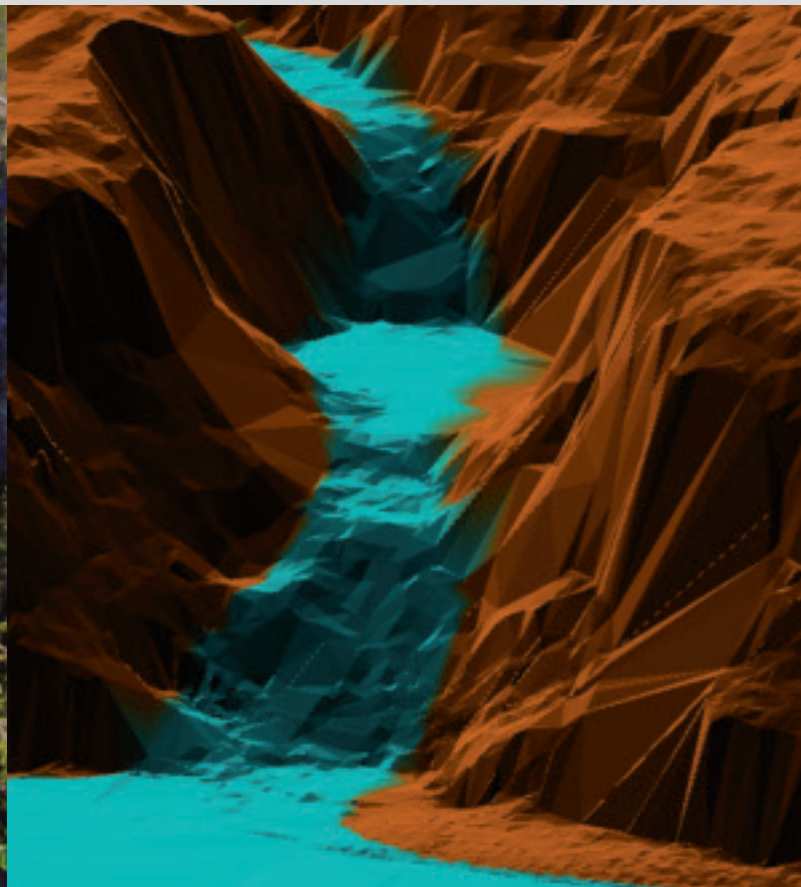


■ Теперь к сети CORS-Qatar есть доступ у многих частных и государственных геодезических организаций.

Офисной обработки данных не требовалось, координаты поступали сразу в базу данных ГИС через скоростную сеть GISnet.

Сеть базовых станций регулярно пользуются специалисты, занимающиеся обновлением картографических материалов. К сети обращаются при проведении гидрографических съемок и во время навигации. В ближайшем будущем Катар будет стремительно развиваться, и многие организации, занятые в строительстве, изысканиях и других работах, оценят преимущества работы с базовыми станциями, когда актуальная информация доступна в любой момент. Все приемники сети рассчитаны на перспективу: они способны принимать сигналы, передаваемые как существующими спутниковыми системами, так и сигналы систем, которые появятся позднее. ■

*Подробную информацию о GIS-центре в Катаре можно прочитать на сайте [www.gisqatar.org.qas](http://www.gisqatar.org.qas).*



# Реагирование на изменение климата

Авт. Конрад Саал

**«Швеция перед лицом глобального потепления: опасности и возможности».** Именно так называется годовой отчет **SOU2007:60**, представленный в 2007 году шведской Комиссией по климату и его поддержанию. Комиссию собрали в 2005 году, ее задачей стало изучение влияния глобального потепления на жизнь страны. За последние десятилетия Швеция начала сильно страдать от повышения уровня воды, оползней и селей. Подобные явления представляют опасность для зданий, дорог и других элементов инфраструктуры. Правительство выделило значительную сумму денег на защиту этих объектов от влияния глобального потепления. Одна из превентивных мер – создание цифровой модели рельефа страны, которая позволит смоделировать ситуацию с поднятием уровня воды.

Лантматериет (Lantmäteriet), шведская государственная служба по картографированию, землеустройству и кадастру координирует этот проект и отвечает за пополнение базы геодезических данных. В 2009 году на создание цифровой модели рельефа по данным воздушного сканирования был выделен специальный грант. «Существующая модель рельефа не подходит для решения текущих задач. Она создавалась по ортофотоснимкам. Понятно, что в ближайшем будущем проблема создания точной, достоверной высотной основы станет особо актуальна», – утверждает Гуннар Лиселл (Gunnar Lysell), специалист по бизнес-решениям Лантматериет. Кроме того, существующая модель сделана с погрешностью  $\pm 2$  м. по узлам сетки с ячейками через 50 м.

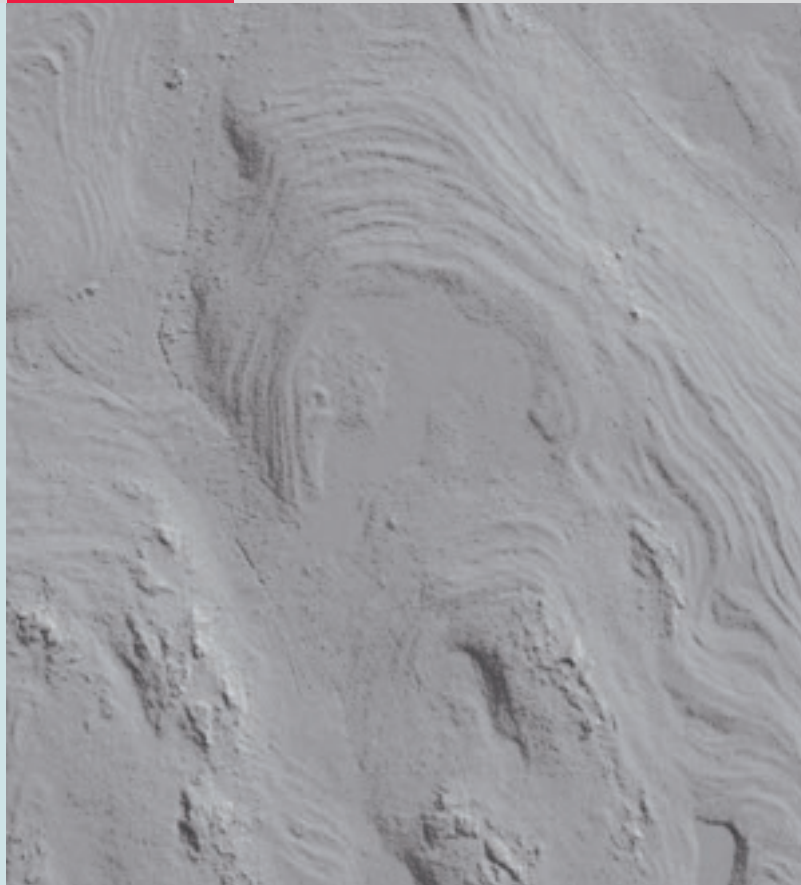
## **Сбор высокоточных данных LiDAR**

Летом 2009 года компания Blom Sweden AB запусти-



## Визуализация старых береговых линий

Уже первый этап обработки позволил восстановить исторические контуры береговых линий, ранее скрытые растительностью. «Мы видим уровень моря, каким он был после ледникового периода, около 10000 лет назад. Таяние льда подняло рельеф практически на 300 м на территории всей Швеции,» – объясняет Лиселл, – «Раньше эти данные можно было получить только в результате полевых работ, а теперь вот они – на мониторе». Старая модель рельефа с сеткой в 50 м и разрешением по высоте в ±2 м явно не позволяла выявить эти контуры. Мы знаем, что поднятие происходит в центральной части страны и по сей день, со средней скоростью 1 см в год.



ла пятилетний проект сканирования рельефа. Компании поручили сбор данных при помощи LiDAR, однако, перед началом работ необходимо было сделать тестовые снимки и посмотреть, подойдет ли технология для решения поставленной задачи. Для сбора данных выбрали в том числе сканер Leica ALS60. Результаты измерений превзошли все ожидания, и представители Лантматериет остались довольны.

Компания Blom Group – лидер в области аэросъемки, она также занимается разработкой программного обеспечения для обработки снимков. Андреас Хольтер (Andreas Holter) говорит: «Для создания модели рельефа на больших пространствах LiDAR просто незаменим. Сканер Leica ALS60 удовлетворяет всем техническим требованиям Лантматериет, обеспечивает позиционирование с точностью 20 см. и выше. Длина маршрута съемки составила почти 550000 км.».

Включение сканера происходит автоматически, под управлением системы контроля и управления полетом Leica FCMS Flight & Sensor Control Management System. В секунду производится более 70000 снимков. Данные привязываются по известным координатам GNSS-базовых станций. В постобработке участвуют различные программные пакеты: Leica

IPAS Pro, NovAtel's Graf-Nav/GrafNet, Leica ALS Post Processor, Terrasolid's TerraScan/TerraMatch, и программное обеспечение TEPP, созданное BLOM Sweden AB. Андреас Хольтер сообщает: «Мы глубоко удовлетворены поддержкой сотрудников Leica Geosystems при внедрении Leica ALS Post Processor. Этот шаг значительно ускорил процесс обработки данных. Хорошее качество конечных результатов было достигнуто во многом благодаря высокоточной инерциальной системе».

### Преимущества для многих организаций

Для расчета новой модели рельефа Лантматериет использует облака точек. «Преимущества много. Мы наблюдаем повышенный интерес к этой технологии у сторонних организаций. Данные потом можно использовать практически для всего. Будем надеяться, что эта база данных поможет властям в планировании рекреации или строительства новых зданий. Можно импортировать данные в ГИС-ориентированное программное обеспечение и, например, смоделировать последствия затопления территории. Это однозначно пригодится в лесном хозяйстве», – констатирует Лиселл. – «Данные сканирования LiDAR станут хорошим дополнением к старой ортофотосъемке и имеющимся картографическим материалам».

# Модель Стамбула: самые масштабные в мире работы по сканированию

Авт. Геофф Якобс

**В Стамбуле около 12 миллионов жителей, это пятый по численности населения город в мире. Уникальные пейзажи, старинная архитектура и виды на Босфор производят незабываемое впечатление. В 2003 году ЮНЕСКО расширила список объектов всемирного наследия, находящихся в Стамбуле. Значительная территория города была объявлена охраняемой зоной, и строительство в ней было запрещено до тех пор, пока не будет создана высокоточная трехмерная модель города. Чтобы скорее снять мораторий на строительство, требовалось как можно быстрее создать такую модель.**

Срочность исполнения была не единственной проблемой. Отснять предстояло 48 000 зданий (из которых 11 000 представляют историческую ценность), 1 500 га земной поверхности, 5,5 миллионов квадратных метров фасадов, 400 км улиц, а также известные всем дворец Топкапы и Софийский

собор. И все это необходимо было отснять с высокой точностью.

Работы выполняло Стамбульское управление по защите исторического наследия (İMP – BİMTAŞ). 18 месяцев над проектом трудились 120 человек и пять сканеров Leica Geosystems, в том числе один передвижной.

## **Задачи**

Охраняемая территория была разделена на несколько зон, соответственно исторической ценности сооружений. Для зон первого и второго уровней охраны съемка должна была быть выполнена в масштабе 1:500 или 1:200. Это означало, что расстояние между точками при сканировании фасадов должно быть не более 20 мм. При сканировании таких достопримечательностей, как мечеть Сулеймание, расстояние между точками составляло уже 5-10 мм. Облака точек уравнивались для дальнейшей обработки в городской геоинформационной системе. После проведения измерений необходимо было



создать триангуляционные модели фасадов и стен зданий и текстурированные трехмерные модели особо охраняемых объектов для изготовления масштабных моделей на 3D принтере. Точные «слепки» уникальных объектов в дальнейшем будут



■ Для сканирования мечети Сулеймание потребовались высокоточные сканеры большого радиуса действия от Leica Geosystems.

демонстрироваться на официальных городских мероприятиях.

### Полевые работы

Для съемки фасадов зданий на тесных улочках Стамбула специалисты BIMTAŞ использовали фазовые сканеры Leica HDS малого радиуса действия (HDS4500), установленные на штативы. Съемка велась со скоростью 125000 точек в секунду. Облака точек привязывались к маркам, закрепленным на фасадах зданий. Координаты марок определялись при помощи тахеометра.

Для работы с особо охраняемыми объектами был выбран импульсный сканер Leica HDS3000. Он работает не так быстро, как фазовые сканеры, но может обеспечить высокую точность (до 6 мм) и плотность облака точек (5-10мм) даже при съемке с больших расстояний.

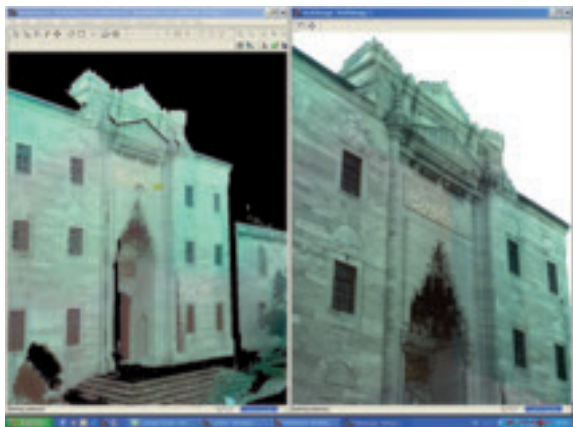
Мечеть Сулеймание украшена 76-метровыми минаретами и куполом высотой 55м. В ходе работ ста-



ло очевидно, что такой крупный объект не удастся отсканировать в срок с помощью одних лишь стационарных сканеров. Поэтому VİMTAŞ заказала шведской компании VisiMind разработку мобильной сканирующей системы на базе фазовых сканеров. С ее помощью сканирование велось со скоростью 5 км в час, и при этом была обеспечена необходимая точность измерений в 2 см.

### Результаты

После первичной обработки данных и привязки



■ Вся съемка была привязана к местной системе координат.

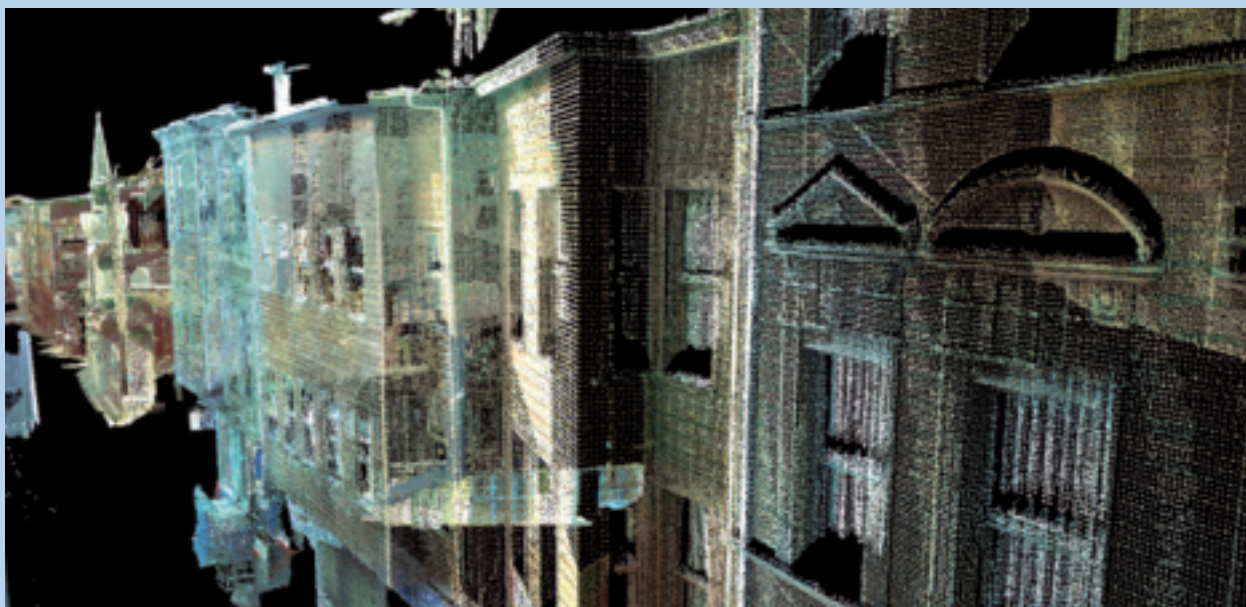
облаков точек в программе Leica Cyclone REGISTER, началась работа по созданию трехмерной модели мечети. Модель должна была в точности повторить лепные узоры на стенах и рисунки на камнях. В свою очередь, на эти модели были наложены фотоснимки, а затем в 3D Studio Max выполнено финальное текстурное моделирование объекта с точностью 2-3 см.

### Довольный клиент – больше заказов

Градостроителям Стамбула очень понравилось работать с трехмерными моделями. Прежде стратегическое планирование развития города осуществлялось на основе планов и фотоснимков. Теперь же возможностей визуализации объектов стало гораздо больше. Строители могут посмотреть, как будет выглядеть та или иная улица или местность с интересующей их точки обзора. Проект 3D моделирования Стамбула был настолько успешен, что VİMTAŞ получила сразу несколько заказов на аналогичные работы от других городов и успешно выполнила их. ■

Об авторе:

Геофф Якобс, старший вице-президент по стратегическому маркетингу отдела Сканирования компании Leica Geosystems.



■ Облака точек фасадов зданий по улице Suleymaniye Kirazli Mescit.расстояний



# Контроль вертикальности сооружений

Авт. Джоел ван Краненбрук

В последнее время активно развивается высотное строительство. С инженерной точки зрения строительство небоскребов сопряжено с массой технических сложностей. Башни Бурдж Халифа (Burj Khalifa) в Дубае и Аль Хамра (Al Hamra) в Кувейте являются своеобразным испытательным полигоном новейших технологий. Это уникальные проекты, аналогов им в мире никогда не было, поэтому специалистам приходится изобретать новые технологические решения, в том числе – методы контроля вертикальности сооружений. Система строительного контроля Leica Geosystems Core Wall Control Survey System (CWCS) – одна из таких передовых технологий. Она позволяет точно определить вертикальность постройки, вне зависимости от того, смещается ли здание под воздействием внешних факторов (ветровое давление и т.д) или нет.

Помимо значительной высотности, проблему представляет конфигурация зданий. Как правило, это довольно стройные башни, поэтому ветер, строительная техника и другие факторы оказывают на

них сильное воздействие. Не говоря уже о том, что деформация высотных зданий происходит под действием собственного веса, сжатия бетонных конструкций, несоблюдения строительных допусков. Редко когда ситуация оказывается идеальной, и здание стоит прямо. Деформации в процессе строительства необходимо контролировать: в каждый момент требуется знать, насколько контролируемая точка «ушла» от своего проектного положения. Часто это сложно сделать традиционными оптическими способами: в условиях работы на строительной площадке даже горизонтировать инструмент практически невозможно.

Leica Geosystems разработала и испытала геодезическую систему Core Wall Control Survey System (CWCS), в которой сочетаются сетевые GNSS-технологии и высокоточные датчики наклона, тахеометры и другие приборы, которые могут с высокой надежностью в любой момент времени определить отклонение реального положения точек от проектного, исключив влияния внешней среды. Результаты этих измерений можно использовать для контроля положения скользящей опалубки, а также для мониторинга мелких деформаций здания в процессе строительства.



### Активные опорные точки и сенсоры наклона

Работать на строительной площадке приходится одновременно с техникой, в сложных условиях. Требуется очень серьезно подойти к соблюдению мер безопасности, иначе могут пострадать люди, ценное оборудование и материалы. К тому же геодезические работы сами по себе сложны в исполнении. На определенном этапе основной задачей геодезиста становится гарантия вертикальности конструкций, приходится вносить поправки в положение каждого их элемента. При этом исправление положения деформированных элементов происходит одновременно с возведением последующих этажей. Поэтому выбор оптимального способа контроля геометрических параметров при строительстве высотных сооружений – серьезная задача. Такие традиционные методы контроля вертикальности, как передача отметки с этажа на этаж, уже не работают.

Несущие стены устанавливаются путем последовательной заливки. После каждой заливки на этаж устанавливаются три или четыре спутниковых GNSS-антенны (в составе базовой станции) и тахеометр. Тахеометр контролирует положение антенн, измеряя углы и расстояния до закрепленных на них отражателей (используется 360-градусная призма). После обработки спутниковых измерений становятся известны координаты антенн, а по ним ориентируется тахеометр.



■ Бурдж Халифа в Дубае (828 м)

На каждом этаже устанавливают точные двухосевые датчики наклона. Данные о наклоне  $\Delta x$  и  $\Delta y$  показывают отклонение здания от вертикали в двух плоскостях. Тахеометр наводят на контрольные точки (дюбели, вбитые в бетон), определяют их отклонение от проектного положения. Полученные координаты дюбелей привязаны к строительной сетке. Поэтому ее перенос на последующий уровень свободен от погрешностей выноса сетки предыдущего этажа.

### От WGS к полю силы тяжести

Все измерения спутниковыми GNSS-приемниками относятся к поверхности нормального эллипсоида WGS84. Следовательно, необходимо редуцировать спутниковые измерения в местную систему координат строительного объекта. Если параметры трансформации будут рассчитываться на основе единственной точки, то различие нормали к эллипсоиду и отвесной линии может привести к методической погрешности контроля вертикальности сооружения. Поэтому для определения координат и ориентирования тахеометра необходимо корректно преобразовать координаты, определенные из измерений опорной сети GNSS-станций.

Иными словами, измерения спутниковых приемников, тахеометров и датчиков наклона необходимо свести к единой координатной основе.

### Что получают пользователи системы?

Как выигрывает геодезист на строительстве, оснащенном системой CWCS? Появляется возможность непрерывного контроля строительства с учетом всех возможных влияний. Вертикальность любого сооружения можно гарантировать с уверенностью. Благодаря высокоточным датчикам наклона мы получаем информацию о характере отклонения здания. Анализ этих данных позволяет отфильтровать влияние ветровой нагрузки, нагрузки башенных кранов, деформации плит фундамента, а также деформации за счет строительных вибраций. Таким образом, можно «отловить» все непредвиденные источники долгопериодических деформаций.

Еще одним плюсом является то, что при возведении здания не требуется привязка к опорной сети за пределами сооружения, что становится довольно сложным, когда здание вырастает выше определенного этажа. Контрольные измерения занимают меньше времени, повышается производительность



работ, отпадает необходимость точно горизонтировать инструменты в зоне строительных вибраций.

**Часть заключительная,  
посвящается ведущим геодезистам  
и инженерам-строителям**

Даг Хайе (Doug Hayes), геодезист из Австралии, принимал участие в ряде крупных строительных проектов по всему миру. Он работал главным геодезистом в Samsung Engineering & Construction, (ОАЭ). Даг очень быстро уловил возможности Core Wall Survey Control System и незамедлительно предложил воспользоваться ими при строительстве Бурдж Халифа в Дубае.

Некоторое время спустя после установки системы в Дубае, с нами связались представители застройщика кувейтской башни Аль Хамра. Заказчик был заинтересован в такой же системе контроля, как в Бурдж Халифа, а также в квалифицированном специалисте, который сможет с этой системой работать. Таким специалистом вызвался быть Сонг Хун (Soang Hoon) из Южной Кореи. Он занял пост ведущего геодезиста. Не смотря на идентичность систем, Сонгу потребовалось сделать определенные нововведения для адаптации

работы системы контроля к конкретной строительной площадке. Через год после кувейтского опыта нам заказали еще одну систему для небоскреба Лэндмарк (Landmark tower) в Абу Даби. На этот раз заказчик хотел получать результаты измерений в реальном времени. Инженер-строитель Мохаммед Хайдер (Mohammed Haider) взял на себя работу по контролю и поддержанию в рабочем состоянии этой системы.

В этой статье я постарался рассказать об удивительном способе контроля вертикальности уникальных высотных сооружений. Без энтузиазма инженеров-строителей и геодезистов, которые работали с нами, нам не удалось бы создать контрольную систему такой, какой она получилась. Прогресс не стоит на месте, и я не удивлюсь, если в ближайшем будущем подобные технологии станут автоматизированными или полуавтоматизированными. Мы сделали первый шаг на длинной-длинной дороге. ■

*Об авторе:*

*Джоэль ван Краненброк, менеджер по развитию отделения Leica Geosystems в Хеербругге, Швейцария.*

# www.leica-geosystems.com

## Head Office

Leica Geosystems AG  
Heerbrugg, Switzerland  
Phone +41 71 727 31 31  
Fax +41 71 727 46 74

## Australia

CR Kennedy & Company Pty Ltd.  
Melbourne  
Phone +61 3 9823 1555  
Fax +61 3 9827 7216

## Austria

Leica Geosystems Austria GmbH  
Vienna  
Phone +43 1 981 22 0  
Fax +43 1 981 22 50

## Belgium

Leica Geosystems NV  
Diegem  
Phone +32 2 2090700  
Fax +32 2 2090701

## Brazil

Comercial e Importadora WILD Ltda.  
São Paulo  
Phone +55 11 3142 8866  
Fax +55 11 3142 8886

## Canada

Leica Geosystems Ltd.  
Willowdale  
Phone +1 416 497 2460  
Fax +1 416 497 8516

## China P.R.

Leica Geosystems Trade Co. Ltd.  
Beijing  
Phone +86 10 8569 1818  
Fax +86 10 8525 1836

## Denmark

Leica Geosystems A/S  
Herlev  
Phone +45 44 54 02 02  
Fax +45 44 45 02 22

## Finland

Leica Geosystems Oy  
Espoo  
Phone +358 9 75120200  
Fax +358 9 75120299

## France

Leica Geosystems Sarl  
Le Pecq Cedex  
Phone +33 1 30 09 17 00  
Fax +33 1 30 09 17 01

## Germany

Leica Geosystems GmbH Vertrieb  
Munich  
Phone + 49 89 14 98 10 0  
Fax + 49 89 14 98 10 33

## Hungary

Leica Geosystems Hungary Kft.  
Budapest  
Phone +36 1 814 3420  
Fax +36 1 814 3423

## India

Elcome Technologies Private Ltd.  
Gurgaon (Haryana)  
Phone +91 124 4122222  
Fax +91 124 4122200

## Italy

Leica Geosystems S.p.A.  
Cornegliano Laudense  
Phone + 39 0371 69731  
Fax + 39 0371 697333

## Japan

Leica Geosystems K.K.  
Tokyo  
Phone +81 3 5940 3011  
Fax +81 3 5940 3012

## Korea (Republic of)

Leica Geosystems KK  
Seoul  
Phone +82 2 598 1919  
Fax +82 2 598 9686

## Mexico

Leica Geosystems S.A. de C.V.  
Mexico D.F.  
Phone +525 563 5011  
Fax +525 611 3243

## Netherlands

Leica Geosystems B.V.  
Wateringen  
Phone +31 88 001 80 00  
Fax +31 88 001 80 88

## Norway

Leica Geosystems AS  
Oslo  
Phone +47 22 88 60 80  
Fax +47 22 88 60 81

## Poland

Leica Geosystems Sp. z o.o.  
Warsaw  
Phone +48 22 260 50 00  
Fax +48 22 260 50 10

## Portugal

Leica Geosystems, Lda.  
Moscavide  
Phone +351 214 480 930  
Fax +351 214 480 931

## Singapore

Leica Geosystems Techn. Pte. Ltd.  
Singapore  
Phone +65 6511 6511  
Fax +65 6511 6500

## South Africa

Hexagon Geosystems Pty.Ltd.  
Douglasdale  
Phone +27 1146 77082  
Fax +27 1146 53710

## Spain

Leica Geosystems, S.L.  
Barcelona  
Phone +34 934 949 440  
Fax +34 934 949 442

## Sweden

Leica Geosystems AB  
Sollentuna  
Phone +46 8 625 30 00  
Fax +46 8 625 30 10

## Switzerland

Leica Geosystems AG  
Glattbrugg  
Phone +41 44 809 3311  
Fax +41 44 810 7937

## United Kingdom

Leica Geosystems Ltd.  
Milton Keynes  
Phone +44 1908 256 500  
Fax +44 1908 256 509

## UAE

Leica Geosystems c/o Hexagon  
Dubai  
Phone +971 4 299 5513  
Fax +971 4 299 1966

## USA

Leica Geosystems Inc.  
Norcross  
Phone +1 770 326 9500  
Fax +1 770 447 0710

Иллюстрации, описания и технические характеристики могут быть изменены без предварительного уведомления.  
Авторские права Leica Geosystems AG, Швейцария, 2010. 788608ru – XII.10 – RVA

**Leica Geosystems AG**  
Heinrich-Wild-Strasse  
CH-9435 Heerbrugg  
Phone +41 71 727 31 31  
Fax +41 71 727 46 74  
[www.leica-geosystems.com](http://www.leica-geosystems.com)

- when it has to be **right**

**Leica**  
Geosystems