

Reporter 73

The Global Magazine of Leica Geosystems





Приветственное слово президента компании

Мы все хорошо понимаем значимость бесперебойного функционирования инфраструктуры для безопасности жизнедеятельности общества, начиная с предотвращения сбоев на линиях метро и до полного обеспечения функционирования канализационных систем. Организации, занимающиеся строительством и управлением жизненно важных объектов в густонаселенных городах, ежедневно сталкиваются с проблемами. Для сохранения значимых объектов инфраструктуры в дееспособном состоянии наши клиенты используют широкий спектр решений в области ГИС, лазерное сканирование, мобильное сканирование и даже беспилотные летательные аппараты (БПЛА).

Миллионы пассажиров по всему миру зависят от нескольких видов транспорта ежедневно. Калифорнийский департамент транспорта использует Leica Scanstation для мониторинга Oakland Bay Bridge, который пострадал во время землетрясения 1989 года в Сан-Франциско.

Все больше и больше правительственных служб использует в своей работе технологию "Умный город". Для улучшения городского развития, компания Ingenier Team Geo GmbH использовала БПЛА Aibot X6 для получения 3D модели Вальдсхут Тинген, Германия, работы были выполнены без остановки движения на автомагистрали V6 в Соединенном Королевстве. Геодезическое агентство Severn Partnership выполняют сбор дорожных данных с нашим мобильным решением для картографирования Pegasus: Two.

Каждый день наши клиенты демонстрируют предотвращение возникновения проблем инфраструктуры в разных странах всего мира. Они формируют этот меняющийся мир, и для меня большая честь, что мы являемся частью этого процесса. Я надеюсь, что Вам будет интересен этот номер журнала.

Юрген Дольд
Президент Hexagon Geosystems

СОДЕРЖАНИЕ

- 03 Революция в движении
- 06 От сканирования к ГИС
- 09 Больше, чем просто красный кейс
- 12 Максимальная безопасность новых линий метро Копенгагена
- 16 Силовые тоннели Лондона (London Power Tunnels): Проверка целостности данных в реальном времени
- 19 Leica Captivate ототкрывает новую эру
- 22 Высокоточное сканирование под Эльбой
- 26 Древний город в 3D
- 28 Строить города с помощью БПЛА
- 32 Сохранить и защитить озеленение с использованием ГИС
- 35 На неведомой глубине
- 38 Сканирование здания в движении
- 40 Трёхмерное лазерное сканирование: подчинить неподвластное

Imprint

Reporter: Leica Geosystems customer magazine

Published by: Leica Geosystems AG, CH-9435 Heerbrugg

Editorial office: Leica Geosystems AG,
9435 Heerbrugg, Switzerland, Phone +41 71 727 31 31,
reporter@leica-geosystems.com

Contents responsible: Konrad Saal
(Manager Marketing Communications)

Editors: Konrad Saal, Katherine Lehmueller,
Monica Miller-Rodgers

Publication details: The Reporter is published in English,
German, French, Spanish, and Russian, twice a year.

Reprints and translations, including excerpts, are subject to
the editor's prior permission in writing.

© Leica Geosystems AG, Heerbrugg (Switzerland),
August 2015. Printed in Switzerland

Cover: © Severn Partnership
A Leica Pegasus:Two captures road infrastructure
and relating assets. Read the story on page 3.



© Severn Partnership

Революция в движении

Автор: Натали Биндер (Natalie Binder)

Компания Severn Partnership стремится предоставлять услуги, основанные на самых современных и инновационных технологиях. С момента приобретения мобильного сканера Leica Pegasus:Two, шревбургские геодезисты успели опробовать это передовое решение в ряде инфраструктурных и строительных проектов. Будучи заинтересованной стороной, Severn Partnership была рада, когда им поручили съёмку участка дороги М6 для сбора данных, необходимых при планировании развития. Детализированная съёмка 17-километровой секции М6 в Мидленде подразумевала съёмку разметки, барьеров, разделительной полосы, дорожных знаков, телефонов экстренной связи, осевых линий, и

фонарей. Все это требовалось для улучшения работы по обслуживанию автодороги, чтобы регулярные обследования происходили быстро и полно, а сама дорога была бы безопасна для водителей.

Трудностей при съёмке участка М6 предстояло решить предостаточно, при этом перекрытие движения было бы просто невыносимо. Доступ на объект серьёзно обсуждался, поскольку в процессе сбора данных трасса должна была оставаться действующей. За короткое время требовалось координировать множество объектов. Использование для съёмки тахеометров потребовало бы вдвое больше времени на работы, чем Leica Pegasus:Two, который может в день производить сотни тысяч измерений. С практической точки зрения, стоять с прибором посреди оживленного шоссе – про-





© Severn Partnership

сто опасно. При этом общая стоимость проекта возрастает, поскольку необходимо обеспечивать безопасность движения в процессе работ. Тут требовалось нечто более эффективное.

Лучшее решение для съёмки трассы М6

Компания Severn Partnership остановила выбор на мобильной съёмке – сборе трёхмерной геопространственной информации с движущегося автомобиля. Этот метод позволяет быстро получить точные планы в 2D и 3D, а также геопривязанные облака точек по всей протяжённости объекта. Такие облака точек представляют из себя миллионы отдельных измерений, полученных в результате отражения лазерного луча. Облако точек для съёмки дорог и мостов является более полным источником информации, чем традиционная съёмка. Устройство крепится на крышу движущегося автомобиля, семь камер снимают полное панорамное 360° изображение через каждые 2 м. Одно-

Severn Partnership

Основанная более 30 лет назад, компания Severn Partnership (партнерство дипломированных геодезистов), базируется в Шерсбурри, Великобритания. Компания ведет работы по всей Британии и других странах. Severn Partnership использует новейшее оборудование: роботизированные тахеометры, 3D лазерные сканеры, ПО для трёхмерного моделирования, предлагая профессиональные услуги в области геодезии, съёмки линейных объектов, коммуникаций и создание интеллектуальных моделей зданий.

В 2014 г. Severn Partnership приобрела систему Leica Pegasus:Two, новое решение для мобильной съёмки от Leica Geosystems. С помощью Leica Pegasus:Two Severn Partnership может сканировать до 1 млн точек в секунду на расстоянии в 120 м, что означает съёмку с геодезической точностью за меньшее время. Применение мобильных систем позволило Severn Partnership получить калиброванное облако точек и изображение.

временно лазерный сканер измеряет поперечный профиль дороги с точностью 2 мм. По такому комплексному облаку и создается 3D модель. Результатом является непосредственное картографирование объектов, которое не требует сложной постобработки, что позволяет экономить время и ресурсы.

Открытые горизонты

Появление Leica Pegasus:Two и метода мобильной съёмки произвело революцию в геодезии. Такая съёмка зачастую имеет массу преимуществ, особенно когда речь идет об инфраструктурных проектах (таких как съёмка М6). Во-первых, можно легко и безопасно попасть на объект, нет необходимости перекрывать движение, поскольку система Pegasus:Two – это такой же автомобиль, как и все остальные, но выполняющий сбор данных. Тем самым существенно повышается безопасность работ, поскольку геодезист уже не стоит посреди



© Severn Partnership

■ **Не нужно перекрывать движение: Leica Pegasus:Two безопасно выполняет съёмку объектов и окружающей ситуации**

дороги. Все данные можно получить с автомобиля, двигаясь со скоростью потока.

Скорость и точность получения данных также возрастают. Традиционное статичное лазерное сканирование потребовало бы двух бригад, которые на 17 км участке работали бы несколько месяцев. Использование Leica Pegasus:Two позволило Severn Partnership выдать детализированную съёмку всего за две недели. Уменьшение времени измерений означает экономию до 60% бюджета заказчика по сравнению с традиционным сканированием. Более того, сочетание лазерного сканирования и фотограмметрической съёмки позволило собрать избыточные данные.

«Мы в Severn Partnership понимаем, что такое вкладываться в новейшие технологии, чтобы обеспечить лучший сервис. Pegasus:Two – одно из самых точных мобильных съёмочных решений

на рынке и не требует геодезического контроля извне» – рассказывает Марк Комбс, управляющий директор Severn Partnership, – «Эту систему сможем закреплять на различных автомобилях, грузовиках и тележках, чтобы выполнять съёмку в самых разных местах».

Мир геодезии меняется. Совместное использование нескольких технологий – это гигантский шаг вперед. Severn Partnership смело сделала этот шаг на пользу своим клиентам. Мобильная съёмка обеспечила скорость, бюджетность и безопасность работ. ■

Об авторе:

Натали Биндер – менеджер по маркетингу и коммуникациям в Leica Geosystems Ltd в Милтон Кейнс, Великобритания.

natalie.binder@leica-geosystems.com



От сканирования к ГИС

© Epp

Автор: Ульрих Эпп (Ulrich Epp)

Время открывает нам новых и новых пользователей 3D лазерных сканеров. Очень многие подземные коммуникации (в особенности канализация) настолько тесны или неприступны, что становится невозможной съемка их вручную при помощи тахеометра. Leica ScanStation P20 и специальный штатив для шахт позволяют во многих случаях восстано-

вить документацию быстро, точно и экономично. Плагин Leica CloudWorx для AutoCAD не только выдаст пользователю детализированный исполнительный чертёж, но также реалистично окрашенное облако точек, и возможность снять размеры или передать модель непосредственно в ГИС.

Сети городской канализации приходят в негодность со временем, требуют мер по их восста-

От облака точек к плану

Облака точек позволяют получить данные высокого уровня детализации, создавать планы и трёхмерные модели по высокоточным, понятным данным. Таким образом, для многих задач в строительстве, управления промышленными объектами и трубопроводами создаются и используются интеллектуальные исполнительные модели. Позже при реконструкции зданий новые трёхмерные модели могут использоваться для сравнения со старыми для поиска нестыковок, что позволяет сократить затраты на любой стадии проекта.

новлению. Исполнительная документация бывает недоступна и, в любом случае, неактуальна из-за множества модификаций и ремонтов, которые коммуникации претерпевают в ходе эксплуатации. Выполнять обмеры канализационной инфраструктуры бывает дорого и сложно из-за малых размеров шахты. К тому же оператор вынужден работать в респираторе и защитном костюме. Единственным доступным вариантом съёмки таких тесных помещений является лазерное сканирование.

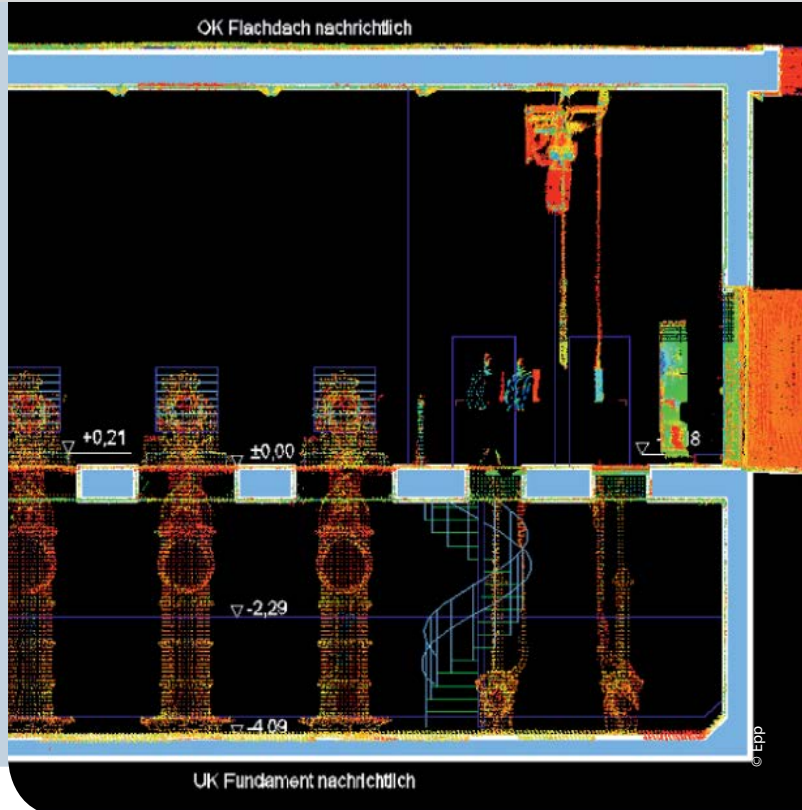
Высококласный сканер и правильные аксессуары

Для такой сложной задачи нужен по-настоящему высококласный сканер. И он есть: Leica ScanStation P20 может выполнять измерения на малых расстояниях, в узком пространстве, по влажным отражающим стенам.

Специально для съёмки под землей компанией Nedo был разработан штатив, на который сканер устанавливается «вниз головой». К сканеру и штативу крепится специальная платформа. Адаптер позволяет надежно закрепить прибор в перевернутом положении.

Перед началом сканирования была создана опорная сеть при помощи приёмника Leica Viva GS12 GNSS и сервиса позиционирования SAPOS. Для сгущения сети использовался тахеометр Leica TCRP1202.

После калибровки точек на поверхности, сканер опустили в шахту на штативе «вниз головой».



В канализационных тоннелях большего размера использовали обычный геодезический штатив.

Однако при работе возникает необходимость подкрутить некоторые винты и оказалось, что эта задача не так легко выполнима в условиях малой освещенности. Вот почему компании Nedo и Гоеске объединились для разработки адаптера, позволяющего устанавливать сканер как в перевернутом, так и в прямом положении. Комбинация «прямого» и «перевернутого» сканирования существенно ускоряет работы и сокращает время, проводимое исполнителем в опасных условиях.

Для привязки облака точек использовалось программное обеспечение Leica Cyclone. Чертежи создавались при помощи плагина Leica CloudWorx под AutoCAD.

Импорт облака точек в ГИС

Для демонстрации фотореалистичного облака точек в web-браузере использовался пакет Leica Cyclone PUBLISHER. Фотореалистичное изображение загружалось в ГИС клиента при помощи бесплатного ПО Leica TruView, позволявшего просматривать и обмерять отсканированный объект.

Общественная организация Муниципалитет Хенфа пользуется этой технологией, чтобы передать облако точек в информационную систему poivaKandis – современную систему управления канализационной инфраструктурой на базе ESRI ArcGIS. Теперь сотрудники Департамента могут



получить доступ к модели канализационной сети через веб-клиент WEGA-MARS@novaKANDIS по ссылке на облако точек.

«Пользователь выбирает объект и получает доступ к облаку точек через Интернет Эксплорер» – рассказывает Бернхард Людвиг, глава Управления по информации и съёмке Департамента водных ресурсов г. Хеннеф.

Благодаря TrueSpace, можно выбрать желаемое

положение сканера и открыть в браузере KeyPlan. В приложении TruView легко переходить с одной точки наблюдения на другую.

Об авторе:

Ульрих Эпп работает инженером и управляющим директором компании Vermessungsbüro Epp в Зигбурге, Германия.

info@vermessung-epp.de

Насосная система в масштабе по гиперссылке

Leica TruView позволяет выгрузить в сеть оптимизированное облако точек. Чтобы получить фотореалистичный рендеринг, цифровой фотокамерой с различным разрешением с точек стояния сканера делаются фотоснимки. В результате их группировки получается HDR изображение (изображение с расширенным динамическим диапазоном или высококонтрастное изображение), оно более реалистично, чем просто фотография. После фотоснимки склеивают в панораму

и используют в качестве текстуры, накладываемой на облако точек. Результатом становится раскрашенное реалистичное облако точек, которое позволяет пользователю измерять координаты и размеры. Информацию для каждой из точек можно получить по заданной гиперссылке. Размеры и ссылки выводятся прямо на графическую модель. Ссылки можно распространять для более эффективного взаимодействия с пользователями или подрядчиками.



active >>
Customer Care

Project Advice
Warranty
Product Advice
Cloud Service
Workflow Services
Software Updates
Workflow Training
Equipment Maintenance
Technical Support

Больше, чем просто красный кейс

В связи с быстрым развитием технологии геопространственных измерений, геодезисты сталкиваются с многочисленными трудностями: сжатые сроки выполнения заказов, срочность появления на объекте, высокие требования к точности, быстрое реагирование на изменение проекта, обработка сложных измерений, сертификаты контроля качества спецификаций и так далее. Для обеспечения максимальной производительности труда и повышения эффективности работ пользователи непременно должны проходить обучение и рассчитывать на высококлассную техническую поддержку. Лоуренс Диксон, директор по постпродажному обслуживанию

ЕМЕА, рассказывает, что Leica Geosystems предлагает в плане сервиса и поддержки, и объясняет, почему компания в последнее время уделяет повышенное внимание обеспечению позитивного постпродажного опыта клиентов.

С чем связана ваша работа?

Моя обязанность – контролировать все аспекты нашего постпродажного обслуживания, будь то обеспечение быстрого и простого взаимодействия полевых работников с квалифицированными техническими специалистами, гарантия обновлений на оборудовании или проведение обучения. Для достижения успеха мы работаем совместно



с клиентами. У нас существует целый ряд пакетов Активного обслуживания клиентов (Active Customer Care), разработанных, чтобы удовлетворять потребностям нашей разнообразной клиентской базы. Одним словом, мы хотим, чтобы клиент после первой покупки не хотел расставаться с Leica Geosystems. Моя работа – убедиться, что так и происходит.

Почему возникла необходимость в выделении отдельной функции постпродажного обслуживания?

Необходимость в выделении постпродажной функции возникла как сопутствующий продукт в результате успеха наших геопространственных решений. Возможности технической поддержки растут вместе с ростом бизнеса, и мы хотели убедиться, что, вне зависимости от местонахождения клиента, мы гарантируем высокие стандарты пользовательского опыта и эксплуатационные характеристики продукта. Сервисное обслуживание всецело отвечает идее клиентоориентированности, которая является одной из основных ценностей компании Hexagon.

Пользователи в своей повседневной жизни сталкиваются с многочисленными трудностями: цейтнот, потребность в надежном оборудовании, передача данных, сертификация оборудования, необходимость немедленного реагирования и всесторонней поддержки. Крайне важно, что у нас есть контакты и технические специалисты, которые знакомы с возможными проблемами клиентов.



■ Клиент Leica Geosystems получает практическое обучение

Почему так важен постпродажный опыт?

Если мы хотим обеспечить наиболее надежные, инновационные измерительные решения, нам необходимо, чтобы ценность услуг простиралась за пределы просто железа или программного обеспечения. Поддержка и сервис, которые мы предлагаем, поможет пользователям ускорить работу и убедиться, что их оборудование в идеальном состоянии, а значит, гарантирует максимальный уровень продуктивности.

Как изменились потребности клиентов?

Как потребители, мы ожидаем быстрого отклика от компании, особенно когда нам нужно решение проблемы, касающейся ее товаров или услуг. Это справедливо так же и для наших клиентов. Они часто работают в жестких рамках, и если возникает проблема, ее нужно решить быстро. Год от года это «быстро» становится все быстрее и быстрее.

Что Leica Geosystems предлагает в плане постпродажного обслуживания или поддержки?

Мы предоставляем полное постпродажное обслуживание пользователям. Наша концепция Активного обслуживания клиентов является одной из наиболее всеобъемлющих в мире, и направления, в которых мы развиваемся, охватывают три главные сферы: продуктовую (например, техническое обслуживание оборудования, ремонт и калибровка), человеческую (техническая поддержка, обучение и связь с клиентом) и технологическую (SmartNet Network RTK, сервис позиционирования реального времени.) В результате общения с клиентами, мы продолжаем инвестировать в персонал и технологии, чтобы обеспечить наивысший уровень обслуживания и лучший доступ к технической поддержке в нашей отрасли.

Откуда вам известно, чего хотят клиенты?

Мы общаемся с нашими клиентами. Мы заботимся об их потребностях и оперативно реагируем на любые запросы. Ведется мониторинг удовлетворенности, предлагающий пользователям поделиться своим опытом с Leica Geosystems и внести предложения для возможных усовершенствований. Так мы получаем количественные и качественные показатели, которые затем используем для оценки нашей работы и продолжения улучшений.

Повлияло ли технологическое развитие на тип поддержки, который вы можете предложить?

В последние годы мы наблюдаем значительный прогресс в уровне развития программных сервисов и ИТ-инфраструктуры, что позволяет нам предлагать расширенную поддержку в поле с максимальной безопасностью. Например, Leica Active Assist предоставляет инженерам технической поддержки удаленный доступ к устройству прямо



■ Leica Active Assist обеспечивает прямой доступ к устройству во время поддержки в поле

в поле и дает пользователю пошаговую инструкцию к решению. Уникальная для отрасли Active Assist позволяет нам сосредоточиться на освоении возможностей Leica Geosystems, на преодолении трудностей, с которыми сталкиваются наши клиенты. Еще одной инновацией является Leica Exchange, которая позволяет пользователям обмениваться данными между полем и офисом просто, быстро и безопасно.

Как постпродажный опыт варьируется от клиента к клиенту?

Мы надеемся, что никакой вариативности тут нет. Наше оборудование работает хорошо и стабильно независимо от пользователей, мы стремимся предоставлять позитивный постпродажный опыт независимо от того, кто вы и где приобрели продукт. Это, конечно, сложная задача для глобального бизнеса, но, в конечном счете, именно это стоит за нашим слоганом: «когда это должно быть верно». Каждый день мы стремимся к достижению этой цели.

Один важный инструмент, который помогает предоставлять целостный опыт — это портал myWorld. Этот сетевой ресурс обеспечивает мгновенный доступ к инструкциям и учебным пособиям, а также запросам в службу поддержки. Еще одна полезная функция — это возможность видеть статус оборудования, когда оно находится в одном из наших новейших сервисных центров, позволяющих

клиентам спланировать свои дальнейшие работы ближе к предполагаемой дате возврата.

Какие основные проблемы вы предвидите в будущем?

Очень важно, чтобы уровень постпродажного обслуживания и поддержки, который мы предлагаем, был одинаковым во всем мире. Именно поэтому мы продолжаем инвестировать в дополнительную поддержку и ресурсы сервисных центров — так мы предоставляем клиентам улучшенный доступ и сокращение сроков, а потому мы призываем наших партнеров и дистрибьютеров сделать то же самое. Это прекрасно, что наш бизнес продолжает расти, так что мы должны продолжать разрабатывать и осуществлять новые проекты, чтобы идти в ногу со спросом. Хорошая задача на будущее! ■

За более подробной информацией об Активном обслуживании клиентов (Active Customer Care) заходите www.leica-geosystems.com/acc

Лоуренс Диксон, директор по постпродажной поддержке EMEA фирмы Leica Geosystems. Работу в компании начал в апреле 1999 г. Побывав в различных должностях по продажам, в январе 2013 г. был назначен на текущую позицию.



Максимальная безопасность НОВЫХ линий метро Копенгагена

Автор: Дитер Хайнц (Dieter Heinz)

Метро Копенгагена является одной из самых новых систем метрополитена в мире. Для улучшения инфраструктуры город в настоящее время расширяет существующую систему метро на 2/3 за счет строительства нового подземного кольца «Cityringen». К существующим линиям M1 и M2 планируется добавить линии M3 и M4. Работы по строительству тоннелей в таком масштабе в самом сердце старой городской гавани представляют большую потенциальную опасность из-за неблагоприятных геологических условий, ограниченного пространства и близости к существующей застройке. Для обеспечения устойчивости конструкций на всех этапах строительства будут использованы различные геодезические и геотехнические системы измерений. Автоматизированный мониторинг проводится с целью своевременного выявления возможных деформаций, чтобы немедленно принять контрмеры. Особенно важную роль в этом играют автоматизированные системы трехмерных измерений, установленные на

каждой станции, в стволах и вдоль участков тоннеля.

Новые линии метро состоят из 17 станций, трех шахт с переходами и нового депо. 15,5 – километровый маршрут прокладывается по двум параллельным тоннелям. Новые линии будут в итоге соединять центральный вокзал (København H) и восточный вокзал (Østerport) с системой метро. Как и существующая система, новое метро было задумано как беспилотная, полностью автоматическая система.

Общие затраты на проект составят около 2 млрд евро. Заказчиками этого крупного проекта, выполненного Metroselskabet I/S, являются Министерство транспорта Копенгагена и муниципалитет Фредериксберга. Исполнителем выступило итальянское совместное предприятие Copenhagen Metro Team (CMT), в которое вошли компании Salini/Impregilo Tecnimont и SELI.

GEODATA Ziviltechnikergesellschaft mbH и ANGERMEIER INGENIEURE GmbH получили контракт на мониторинг всего проекта, и для выполнения этой огром-



© SMT Denmark ApS

ной задачи создали новое совместное предприятие SMT Denmark ApS.

SMT Denmark ApS была назначена ответственной за геодезический и геотехнический мониторинг. Помимо прочего это означает выполнение высокоточного нивелирования, проектирование, настройку и обслуживание автоматизированных систем трехмерных измерений, установку и обслуживание автоматических инклинометров, тензометров и гидростатических нивелиров. Кроме того, SMT Denmark ApS должна контролировать KRONOS, центральную базу данных проекта, где будут храниться все результаты измерений, включая данные приборов, передающиеся каждые 30 секунд с 4 тоннелепроходческих механизированных комплексов (ТПМК). Около 30 сотрудников полностью заняты задачами мониторинга в проекте Cityringen.

В январе 2012 года был дан старт постепенному оснащению всех строящихся станций метро и шахт автоматизированными системами измерений. Проходку обоих тоннелей начали параллельно четыре ТПМК. При этом новое подземное коль-

цо проходили две машины в противоположных направлениях,двигающиеся при помощи специальной роторной секции.

С лета 2013 года все участки тоннеля были оснащены системами измерений на время работы ТПМК. При этом отдельные тахеометры были соединены в сеть, для того чтобы надежно предотвратить прогноз проектировщиков о возможных просадках (так же называемых зонами воздействия). Таким образом, до 8 тахеометров Leica TM30 были объединены в систему мониторинга, которая централизованно управлялась и контролировалась с ПК через WLAN.

Инструменты для мониторинга от компании Leica Geosystems

Родительские компании SMT Denmark ApS являются давними постоянными клиентами Leica Geosystems, поэтому выбор поставщика геодезических приборов и комплектующих в самом начале проекта упал на ведущего швейцарского производителя. За время реализации, как это было и с предыдущими проектами, приборы Leica Geosystems еще раз доказали, что стали отличным выбором.





© MetroSelskabet

■ ТПМК прибывает на новую станцию Копенгагенского метро

Измерительные приборы работают с такой высокой точностью, что системы трехмерных измерений и дополнительное избыточное нивелирование, которое выполнялось нивелиром Leica DNA03 с 2-х метровыми инварными рейками, сходятся в пределах полумиллиметра. Высшее качество результатов измерений означает успех проекта.

60 000 бесшумных измерений в день

Стандартная частота измерений для всех автоматизированных систем измерений – каждые 2 часа. В критической ситуации частота измерений повышается до раза в час или в 30 минут, в зависимости от конкретного количества измеряемых точек.

Особый случай возник в ходе мониторинга существующих тоннелей метро, когда ТПМК пришлось пересечь тоннели. Здесь интервал между измерениями 10 точек пришлось уменьшить до 90 секунд, для того чтобы иметь постоянную обратную связь касательно просадок в процессе пересечения.

Тахеометры находились под управлением Software Observer, запатентованного программного обеспечения компании ANGERMEIER INGENIEURE GmbH. Все результаты измерений передавались в программное обеспечение и обрабатывались. Если результаты находились в пределах требуемого диапазона точности,

координаты и протокол передавались в базу данных KRONOS, которая является запатентованным ПО компании GEODATA Ziviltechnikergesellschaft mbH. Если передача данных прерывалась или имелось предупреждение о неполадке, например, если значения компенсатора нивелира больше указанного диапазона точности, автоматически высылались уведомления группе заранее определенных лиц.

До декабря 2014 года 72 тахеометра Leica TM30 были установлены на 21 новом объекте. В среднем до 21 тахеометра работали параллельно вдоль маршрутов тоннелей. Спустя четыре месяца после завершения участка они были сняты и переустановлены на новом участке.

С тахеометрами было установлено более 4000 отражателей. Почти 60 000 измерений в день. В целом, до настоящего момента было проведено более 44 миллионов трехмерных измерений. Так же было проведено 600 000 измерений нивелирами.

Конечно, стоит отметить крайне низкий уровень шума тахеометров Leica Geosystems. Они легко могли устанавливаться в непосредственной близости от окон жилых домов, не доставляя дискомфорта жителям.



© Metroselskabet

■ Вид с воздуха на строительство новых линий Копенгагенского метро

Непрерывное сервисное обслуживание тахеометров

Четыре сотрудника несут ответственность за перебойность работы тахеометров. В их задачи входит устранение неисправностей, которые возникают в отдельных системах, и установка новых систем на станциях и участках тоннелей. После завершения проходки двумя ТПКМ они должны снова снять датчики. Трехмерные системы остаются в работе на строящихся станциях метро.

Все компьютеры удаленно доступны из главного центра, что особенно важно при необходимости получения доступа к сети. Если ошибка не может быть исправлена через удаленное обслуживание, на поиск проблемы отправляется местная бригада. Большинство из этих неисправностей вызваны строительными работами на станциях: перебой в электроснабжении, ограничение визуальной связи с базисом, смещение отражателей из-за прохода крупной строительной техники.

Для установки отражателей и тахеометров SMT Denmark ApS установила свою собственную подъемную платформу на 3,5-тонный грузовик. Это единственный способ обеспечить мобильность для выполнения установки, снятия или замены оборудования на обслуживании в рамках проекта.

Опытные бригады – надежные системы

Управление таким большим мониторинговым проектом во благо гостей и жителей Копенгагена и для их безопасности является непростой задачей, как для людей, так и для оборудования.

Команда должна быть очень опытной. Внутренние процессы непрерывно оптимизируются, а программные компоненты Observer постоянно модифицируются в связи с меняющимися требованиями к данному проекту комплексного мониторинга.

Оборудование Leica Geosystems пользуется максимальным спросом за качество, надежность и точность. Также высок спрос на сотрудников, которые быстро и уверенно реагируют на любую неисправность. Инструменты для мониторинга компании Leica Geosystems являются прекрасным выбором для этой грандиозной задачи. ■

Об авторе:

Дитер Хайнц (Dieter Heinz) – выпускник Технического университета геодезии, ответственный менеджер проекта «Cityringen of Copenhagen» и сотрудник SMT Denmark ApS.
dieter.heinz@smt-geomonitoring.dk

Силовые тоннели Лондона (London Power Tunnels): Проверка целостности данных в реальном времени

Автор: Конрад Саал (Konrad Saal)

Национальная сеть (National Grid) приступила к семилетнему проекту «Силовые тоннели Лондона» (London Power Tunnels), чтобы обеспечить будущие поставки электроэнергии в столицу Великобритании. Для улучшения инфраструктуры передачи электроэнергии потребовалось создание сети тоннелей через весь Лондон к зданию, которое можно назвать «подземной электрической магистралью». Для сооружения тоннелей Национальная сеть заключила контракт с Costain Group, одним из лидирующих британских поставщиков инженерных решений. Costain Group использовала Nova MS50 MultiStation компании Leica Geosystems для сканирования тоннелей и программное обеспечение TMS Tunnelscan компании Amberg Technologies.

Еще на начальной стадии проекта стало ясно, что команду ожидают настоящие испытания. Работы включали в себя сооружение 33-километрового тоннеля с блочной отделкой, проходящего через центр Лондона, в том числе проходку 14 шахт и камер, чьи своды покрывались набрызг-бетоном (SCL). Проходка камер-штолен в окрестностях

заброшенного молочного завода оказалась одной из самых проблемных, так как там SCL быстро переходили из фигуры круглого сечения 4 м в диаметре в 8-метровые высокоэллиптические.

Найджел Дрейтон (Nigel Drayton), старший руководитель съемки проекта «Силовые тоннели Лондона», который был частью команды, участвующей в проходке камер-штолен молочного завода, говорит: «Когда штольни сменились на эллиптическое сечение, стало очень сложно невооруженным гла-



■ Облако точек на дисплее сканирующего тахеометра



зом установить, имеются ли дефекты в конструкции тоннеля. Нам было необходимо убедиться, что мы достигли требуемых допусков в 1 см относительно окончательного профиля тоннеля».

Как это часто бывает, новые тоннели должны строиться быстро, чтобы свести к минимуму вызванные этим неудобства. Это означало, что обычное сканирование здесь не подходило. «Только на обработку данных ушло бы достаточно много времени», — объясняет Дрейтон. Команде необходимо было найти альтернативное решение, с помощью которого можно было бы получить данные высокоточного сканирования в отведенное время.

Так как инженеры Costain Group ранее работали с компанией Leica Geosystems и имели положительный опыт такого сотрудничества, было принято решение использовать сканирующий тахеометр Leica Nova MS50, чтобы он сканировал сантиметровую сетку на каждом метре тоннеля. Данные обрабатывались с помощью программного обеспечения TMS TunnelScan компании Amberg Technologies, способного выдавать профили выработки через 10 см приблизительно за 10 минут. «Так мы могли быстро проверять, имеются ли какие-то нарушения конструкции, нуждающиеся в повторном осмотре,

прежде чем мы проводили дальнейшую работу», — добавляет Дрейтон.

После того, как удавалось построить проектный профиль тоннеля, по нему проводили облицовку жидким набрызг-бетоном. И снова вступал в работу сканирующий тахеометр Leica Nova MS50, выполняя исполнительную съемку толщины тоннеля, пока по свежему слою материала можно было провести корректировки. Полученные данные также сохранялись в качестве отчета.

Точные профили тоннелей

Используя Leica Nova MS50 можно было получать точные профили тоннелей с более высокой скоростью. Благодаря ускоренной работе интеграции измерений, бригада могла быстро и точно выполнить сканирование и анализ результатов. Удалось избежать лишних переделок и расхода материала, что в результате привело к сокращению времени и стоимости работ для Costain Group и Национальной сети.

Amberg Technologies является давним партнером Leica Geosystems, и измерения со сканирующего тахеометра Leica Nova MS50 легко обрабатываются в TMS TunnelScan. «Команда нашла технологию



Более 30 лет Amberg Technologies AG разрабатывает удобные системные решения для пространственных данных, собираемых и обрабатываемых в ходе инфраструктурных проектов. Эта швейцарская компания предлагает как набор стандартных продуктов, так и решения, созданные под заказчика или под проект в области съемки железных дорог, съемки тоннелей, проверки тоннелей и тоннельной сейсмологии.

Для съемки и проектирования тоннелей используются три приложения, известные под собирательным названием TMS Solution. Они позволяют проводить точную съемку важных элементов, таких как профиль тоннеля (включая отклонения в реальном времени фактической поверхности от проектной), автоматический контроль направления тоннеля и точное расположение всех тоннельных сооружений. Кроме того, в TMS Solution входит полный анализ и документирование размеров, деформаций и состояния тоннеля.

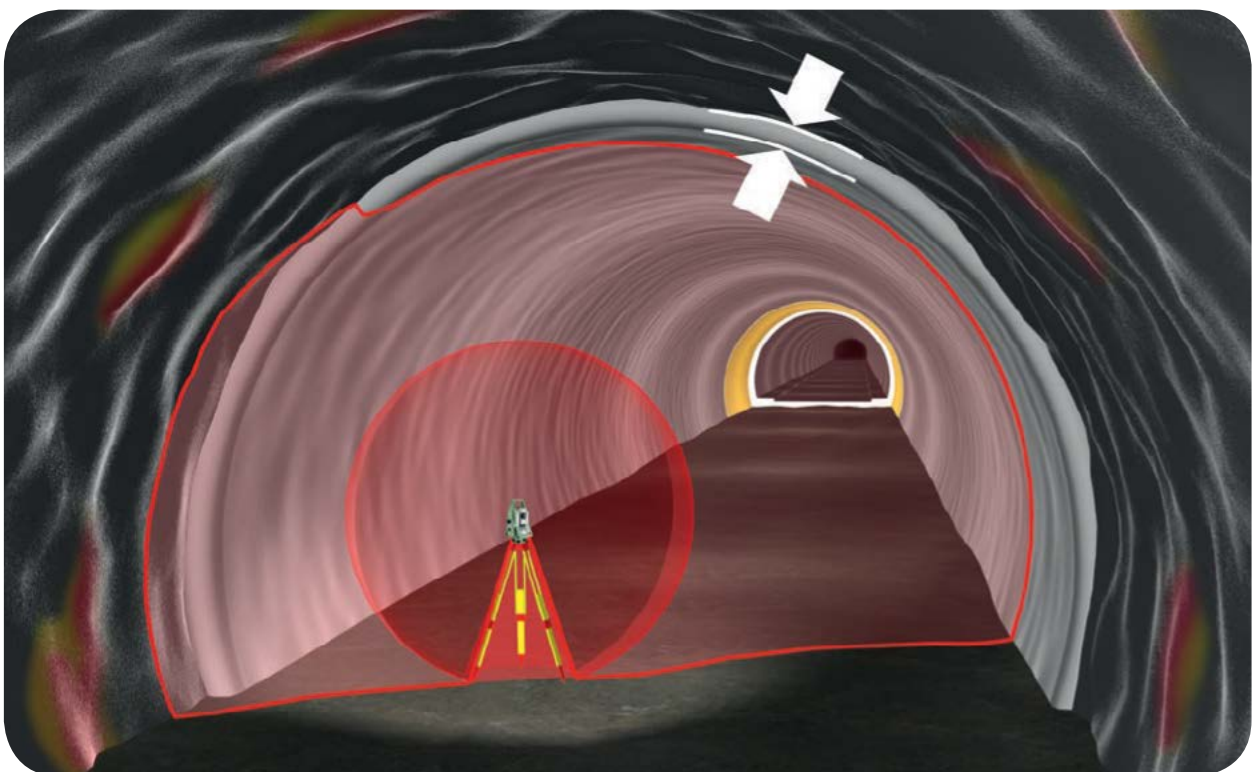
сканирования простой в использовании, а техническая поддержка оказалась несравненной», – заключает Дрейтон. – «Качество конструкций тоннеля жизненно важно, а исключительный уровень точности, которым обладают технологии Leica Geosystems, гарантируют качество, которому мы могли бы доверять».

Сканирующий тахеометр Leica Nova MS50 – это высокоточные измерения в интуитивно понятном программном обеспечении, которое позволяет принимать быстрые, более взвешенные решения по беспрецедентному спектру областей применения. Это первый в мире измерительный прибор,

который совмещает в себе сканер, тахеометр, визуализацию и спутниковое позиционирование для получения быстрых и надежных результатов. В 2013 году Costain Group получила награду «Инновационное использование новых геодезических технологий» за применение MultiStation в проекте «Силовые тоннели Лондона». ■

Об авторе:

*Конрад Саал является инженером-геодезистом и менеджером по маркетинговым коммуникациям компании Leica Geosystems AG в г. Херцберг, Швейцария
konrad.saal@leica-geosystems.com*



■ TMS Tunnelscan и Amberg Navigator поддерживают сканирование и получение результатов в реальном времени



Leica Captivate открывает новую эру

Автор: Моника Миллер-Роджерс (Monica Miller-Rodgers, APR)

Более 24 лет назад, когда Шон Кроуфорд вступал в геодезию с обычным теодолитом, о том, чтобы категоризировать проекты и выполнять моделирование нельзя было даже мечтать. Слова «сенсорная технология», «адаптируемые приложения» еще не стали употребительными. Как и большинство коллег, Шон привычно боролся за то, чтобы уместить как можно больше данных в одном проекте и как можно эффективнее отработать полевой день.

Пронеслось два с половиной десятилетия, и в профессию приходит новый Геодезист 2.0 – профессионал не только по измерению углов и расстояний, но специалист по работе с данными и трёхмерными моделями. Результатом его работы являются

не просто координаты, а целый проект. Благодаря развитию измерительных технологий появились роботизированные тахеометры и лазерное сканирование. Сегодняшний специалист работает с куда большими объёмами данных, чем прежде. Однако и качество этих данных возросло. Его задачей становится обработка огромных массивов данных для поиска ответов на поставленные вопросы.

Работа с данными кропотлива. Она требует времени и аккуратности. Год от года измерения становились все сложнее: геодезисты работали с частичным представлением реальности в рамках интерфейса программных пакетов. Проглядеть важную деталь значило потратить время и деньги на повторные измерения в поле, принять правильное решение – значило выбрать нужный набор данных из разнородной трудночитаемой информации. С этими проблемами сталкивались все геодезисты.



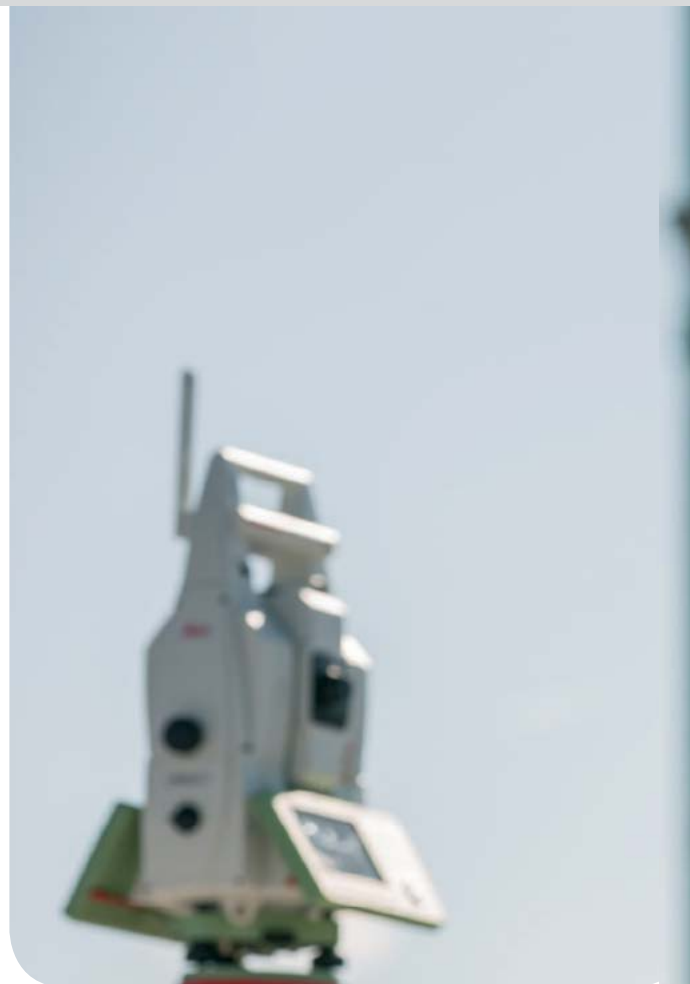
Рождение новой эры

Разработчики Leica Geosystems внимательно прислушивались к проблемам таких клиентов как Кроуфорд и следили за последними тенденциями при появлении смартфонов. В итоге они выпустили Leica Captivate – программное обеспечение основанное на сенсорном управлении, которое содержит в себе адаптируемые приложения, поддерживающие различные приборы: тахеометры, сканирующие тахеометры, GNSS. Новое программное обеспечение позволяет геодезистам и другим специалистам профессионально выполнять кодирование, линейную съёмку, а также работать с интерактивной 3D моделью, которую можно увеличить, раскрыть или повернуть под нужным углом. «В пожеланиях клиентов мы регулярно сталкивались с просьбой упростить. Наше старое программное обеспечение было не самым легким в использовании, а загруженный работой человек хочет более удобных инструментов для доступа к измерениям, собранным в поле» – говорит Аластер Грин, руководитель направления полевых контроллеров и программного обеспечения, – «Многие из наших клиентов регулярно выполняют одни и те же задачи: кодирование, линейные объёмы, вынос в натуру. Вывести эти задачи на более доступный уровень – залог того, что интерфейс понравится пользователю. Leica Captivate располагает удобными приложениями и ориентирована на сенсорное управление, она поможет специалистам экономить время и деньги, а также управляться с реалистичным трёхмерным моделированием по результатам измерений».

Пользователи Leica Captivate могут объединять массив измеренных точек, трёхмерные модели и облака точек в едином представлении. Эта функция представлена впервые и позволяет одновременно отобразить и окружающую ситуацию со всеми измеренными точками так, чтобы пробелы съёмки обнаружить тут же.

Кроуфорд, региональный руководитель геодезических консультантов ESE в Бостоне и, по совместительству, тестировщик Leica Captivate, особо отмечает важность того, что весь проект можно увидеть одновременно и целиком, таким образом проверить его полноту сразу в поле, не заезжая в офис.

«Leica Geosystems сделала огромный шаг вперед, когда ввела трёхмерные сканы в свое ПО так, что их можно прокручивать в любых направлениях. Возможность наглядно увидеть всю съёмку на экране прибора и на месте выявить пробелы дарит



уверенность, что у геодезиста есть все необходимые данные» – рассказывает он – «Последнее, что вы хотите – это сказать кому-то, что ему придется вернуться в поле, потому что какой-то мелочи не хватает».

Первые в мире самообучающиеся измерительные приборы

Leica Captivate еще и открывает новые горизонты перед последним поколением тахеометров серий Leica Viva и Nova. Улучшенная функция Автоматического распознавания цели (ATRplus) позволяет держать наведение на одну и ту же цель в любых обстоятельствах.

Благодаря оптимизации, ATRplus обнаруживает «неправильные» отражающие цели: катафоты, фонари, отблески дождя и автоматически исключает их из списка возможных целей. В случае прерывания визирования, повторный захват ATRplus происходит быстрее, чем какая-либо другая система.

«Это наш первый шаг к роботизированным тахеометрам с искусственным интеллектом, – говорит Дэвид Диксон, руководитель направления тахеометры Leica Geosystems – «Раньше захват цели мог теряться под влиянием специфических факторов:



■ **Leica Captivate улучшает работу новых Leica Viva и Nova**

ливня, рефракции, что приводило к дополнительным затратам времени. Сегодня ATRplus гарантирует, что независимо от условий, вы получаете измерения на правильную цель и можете сконцентрироваться не на захвате отражателя, а на других важных вопросах».

Помимо сканирующего тахеометра Leica Nova MS60 и тахеометров Nova TS60 и Viva TS16, в поддержку Leica Captivate выходит серия новых полевых контроллеров и планшетов. Leica CS20 и CS35 позволяют удаленно подключаться к тахеометрам. Они обладают увеличенным размером экрана специально для работы под сенсорным управлением.

Всеобъемлющее решение

Долгие годы геодезисты в представлении проектов были ограничены плоским листом бумаги. Сегодня Leica Captivate открывает перед ними возможность полностью использовать все измеренные данные. Новое программное обеспечение, поддерживающее точные измерительные инструменты предлагает всеобъемлющий подход: работать с информацией об измерениях, контроле, выносе в натуру и сканировании. Реалистичные трёхмерные модели помогут ориентироваться в съёмке всем – и профессионалам и новичкам, чтобы те не пропустили ни одной – большой или малой – точки съёмки.

Для Кроуфорда и его коллег, такие нововведения как Leica Captivate, это способ достойно шагать в будущее в профессии, наравне со всем остальным миром. Поле деятельности геодезиста продолжает расширяться, требования к предоставлению результатов и способу выполнения задач тоже меняется.

«Leica Captivate переносит профессиональную сферу в тот мир, в котором мы уже живем. Как и в смартфоне – возможность управлять касанием и пролистывать приложения – нам очень важна,» – рассказывает Кроуфорд – «Это новый взгляд на свою работу прямо там, где ты ее делаешь, без проводов».

Об авторе:

Моника Миллер-Роджерс (Monica Miller-Rodgers), специалист по маркетингу и коммуникациям, ведущий журналист в Hexagon Geosystems. monica.miller-rodgers@hexagon.com

Высокоточное сканирование под Эльбой

Авт. Конрад Сааль (Konrad Saal)

Один из важнейших объектов инфраструктуры северной Европы проходит по дну реки и лежит на глубине 28 м. Это тоннель через Эльбу в Гамбурге. Он является частью автобана А7, по которому скандинавские страны сообщаются с крупнейшими европейскими городами. Тоннель длиной около 3,3 км, около 1000 м которого проходят по дну реки. В пиковые периоды нагрузка на него составляет 145 000 машин ежедневно. С 2009 по 2013 г., в соответствии с обновленным руководством по эксплуатации скоростных тоннелей, для обеспечения безопасности сообщения, были отремонтированы три старейших путепровода тоннеля. Государственное управление по геоинформации и геодезии подрядило гамбургскую компанию Dr. Hesse und Partner Ingenieure выполнить исполнительную съёмку новых частей тройного тоннеля при помощи лазерного сканирования. Была поставлена задача сформировать точную и актуальную документацию для эксплуатирующей организации LSBG.

Для эксплуатации, ремонта, строительства, проектирования и принятия административных решений, а также для создания модели BIM в будущем, требовалась геопривязанная информация по тоннелю.

Помимо общей геометрии, необходимо было с сантиметровой точностью отсканировать все находящиеся в тоннеле объекты и оборудование. К ним относятся объекты системы жизнеобеспечения и безопасности: транспортное оборудование, эвакуационные выходы, таблички и сигналы, аппараты связи, технологические ниши, вентиляционные шахты, система освещения, камеры, громкоговорители, дорожная телеметрия – в общей сложности более чем 200 видов различных объектов.

Выбор оптимальной процедуры

Из-за высокой важности тоннеля для гамбургского сообщения, съёмка была возможна только в короткие сроки перекрытия движения. Сразу было ясно, что работать придется в периоды низкой загруженности с 10 вечера до 5 утра и одновременно перекрывать движение возможно только в одном тоннеле из трех.



Заказчик запрашивал выполнение детализированного кинематического сканирования. В ходе тендера рассматривались различные сканирующие системы на базе автомобилей. В конце концов выбор был сделан в пользу системы ProScan T от r3d systems GmbH. Помимо прочего, особо убедительными оказались ее совместимость с Leica ScanStation P15, высокая скорость работы и непревзойденная точность документирования.

«Система кинематического сканирования dhp:i не только гарантирует максимальную точность, но позволяет вести запись всей конструкции тоннеля. Мы можем рассчитывать на то, что получаем самые качественные данные и, одновременно, минимизируем время остановки движения в таком загруженном месте» – рассказывает Бернард Цислик, инженер и руководитель геодезической службы в государственном управлении по геоинформатике и геодезии, которое отвечает за проект.

Система для кинематического сканирования ProScan T-Series (T означает тахеометры) –

управляемая вручную система для мобильного сканирования. На тележку устанавливаются инерциальный модуль (IMU) и стандартный лазерный сканер (Leica ScanStation P15). Также для управления и контроля данных имеется планшет. Точное позиционирование системы выполняется тахеометрами Leica TS30 и Leica Viva TS15i, которые выполняют измерения на отражатель с частотой восемь точек в секунду.

Бернард продолжает: «Одним из преимуществ такого метода контроля является привязка системы по тахеометрическим наблюдениям. Благодаря этому отпадает необходимость в установке контрольных марок, которые требуются в системах, устанавливаемых на машину. Второе – это поразительная точность облака точек вкупе с высоким разрешением и возможностью обработать и проверить качество данных сразу на месте «по горячим следам».

Предварительные прогнозы показали, что за ночь можно в высоком разрешении успеть выполнить съемку одного тоннеля.



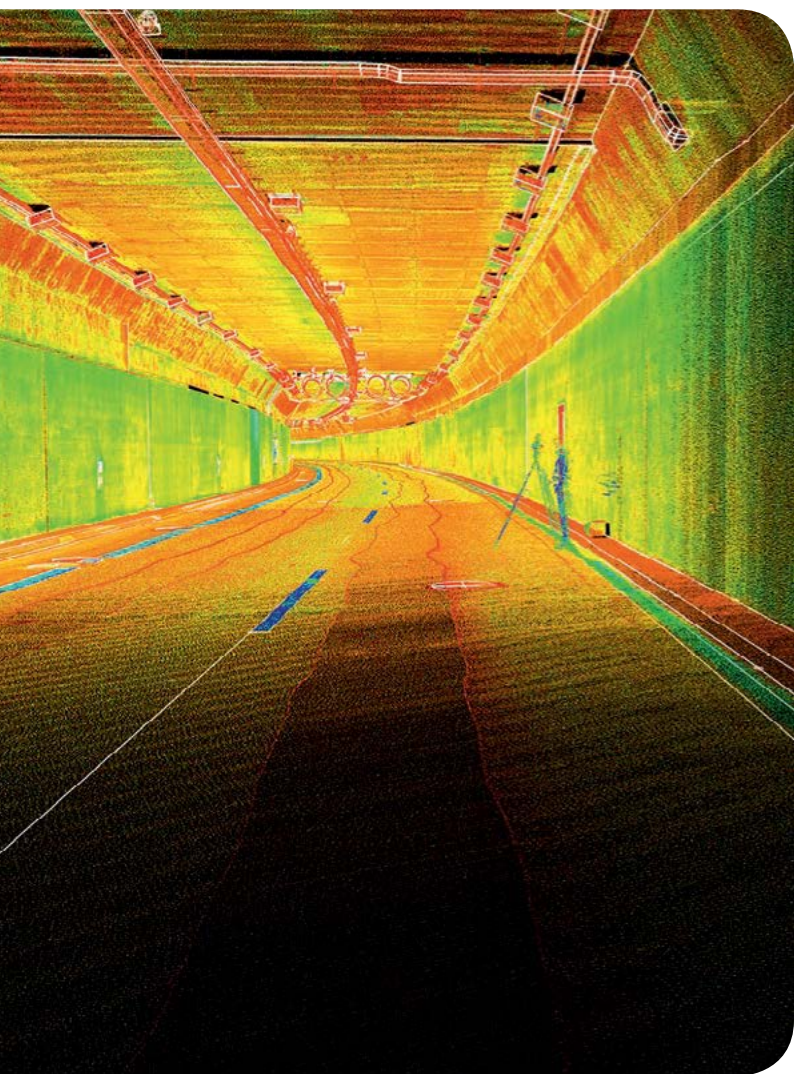
Измерения – по тоннелю за ночь

За четыре рабочих ночи была выполнена съёмка четырёх тоннелей. Сбор данных и их обработка прошли без проволочек благодаря тщательному предварительному планированию работ. С первых же измерений удалось существенно сократить предполагаемое время работ в 9 часов.

Документированию и съёмке подлежали своды тоннеля и все сопутствующие объекты: вентиляционные люки, дорожные знаки т.д. Чтобы качественно выполнить эту задачу, тоннель разделили на отрезки по 300 м, каждый из которых был отсканирован прямо и обратно за 40 минут.

Такая «двойная» запись позволила убрать «тени». Также благодаря ей удалось добиться точности лучшей, чем 10 мм.

Однако чтобы обеспечить эффективную работу сканирующей системы, необходимо было четко координировать работу трех человек, занятых проектом. Один плавно передвигал тележку ProScan по 300 м отрезку, другие выполняли высокоточные измерения с двух тахеометров. Таким образом остановки случались только в начале работ и в конце, когда надо было менять аккумуляторы.



Подготовка данных согласно стандартам

Для работы с инфраструктурой или строительными проектами многие государственные учреждения пользуются стандартизованными моделями данных. Каталоги стандартизации содержат описание унифицированных форматов данных.

Каталог стандартизации Гамбурга с 2008 г. описывает стандарт баз данных для электронного управления движением. В частности, указываются структура данных, их формат и обозначение. Например структура слоя, имя слоя, тип линий и блоков, проставление размеров и т.д.

В соответствии с двухмерным каталогом стандартизации, каждый объект тоннеля моделировался в САПР.

Привязка тахеометров осуществлялась по контрольным точкам, установленным и закоординированным государственной геодезической службой, обычно использовавшимся для проверки проектов.

Скорость перемещения платформы определялась требуемым разрешением сканируемых объектов. Из-за большого количества мелких деталей на стенах, требовалось выполнить съемку с разрешением не хуже чем 2 см, что означало скорость сканирования 0,5 м в секунду.

«Хотя на нашем счету более десятка проектов с этой системой, скорость работы Leica ScanStation P15, тахеометров Leica Geosystems и 3d ProScan всякий раз поражает. Статичным сканированием мы бы могли получить схожие результаты за втрое большее время» – заключает Доктор Кристиан Хесс, директор dhp:i.

После завершения сканирования, измерения тахеометров были загружены с карты памяти и использовались для привязки сканов в 3d PCloud.

Финальные облака точек импортировались в Leica Cyclone, фильтровались и чистились. Чтобы эффективно обработать несколько тысяч разных трёхмерных объектов, базы данных Cyclone импортировались в AutoCAD с помощью плагинов Leica CloudWorx. Далее одновременно осуществлялось моделирование тоннеля и всех его объектов.

В итоге за четыре ночи в высоком разрешении был снят 13,5 км отрезок автобана, что глубоко порадовало заказчика, а счастливые водители не успели заметить. ■

Dr. Hesse und Partner Ingenieure (dhp:i) – международная компания, выполняющая съёмки. Базируется в Гамбурге. Один из лидеров в области лазерного сканирования
info@dhp:i.com



Строительство и реновация тоннеля под Эльбой

Тоннель под Эльбой строился семь лет. Движение его по трем линиям открылось в 1975. После расширения в 2002 г. тоннель стал восьмиполосным, движение шло по четырем тоннелям. Большая реновация первых трёх тоннелей проводилась с 2009 по 2013 г. Она носила кодовое название «Программа модернизации A7 – Elbe Tunnel» и включала в себя снятие асбеста, усовершенствование вентиляционной системы, пожарной безопасности, эвакуационных выходов и технических коммуникаций.

Модернизация прошла очень вовремя, чтобы привести тоннель в соответствие с «Руководством по эксплуатации высокоскоростных тоннелей» (RABT 2006).

Тоннель под Эльбой эксплуатируется Гамбургским Городским Управлением дорог, мостов, тоннелей и вод (LSBG).

Древний город в 3D

Автор: Катрин Лемулле (Katherine Lehmueller)

Раскопки в Лаодикеи – один из важнейших археологических проектов в современной Турции. Расположенная в 6 километрах к северу от города Денизли, Лаодикея занимает территорию в 90 000 кв. м. Здесь расположен, по меньшей мере, десяток важных зданий, и среди них – один из семи величайших раннехристианских храмов, упомянутых в Книге Откровений. Город был построен в сейсмоопасной зоне, много раз страдал от землетрясений и много раз отстраивался, прежде чем жители покинули его в шестом веке нашей эры.

Муниципалитет Денизли последние десять лет финансирует раскопки и реконструкцию Лаодикеи, проводимые Археологическим департаментом Памуккале и Министерством культуры и туризма под руководством проф. Келяля Шимшека, назначенного Советом министров. Важность Лаодикеи для турецкого исторического наследия и объемы вложенных в нее средств послужили поводом для создания карт и моделей территории, которые позволили ли бы задокументировать ход работ, а также распланировать раскопки на ближайший год. Для этих целей Департамент решил восполь-

зоваться технологиями беспилотных летательных аппаратов и арендовал Aibot X6 производства Aibotix. Результаты приятно удивили заказчика.

«Мы смогли включить полеты Aibotix в годовой план работ. Аэрофотосъемка высокого разрешения оказалась самым быстрым и выгодным способом посмотреть, какие работы были проделаны за сезон», – рассказывает Шимшек.

Работать с БПЛА Aibotix для получения трехмерной модели команда научилась довольно быстро.



■ Детализированное изображение храма



Технический консультант Sistem A.Ş., дистрибьютора Leica Geosystems в Турции Бора Явуз объясняет: «Если бы работы велись традиционными способами, только полевой этап занял бы 10 дней пяти обученных специалистов, и еще 10 дней потребовалось бы на камеральную обработку. Гексакоптер Aibot X6 и программное обеспечение позволили создать модель города за пять часов, а трудился над этим всего один обученный человек».

Для создания привязочных точек использовались приемники Leica Viva GS15. К Aibot X6 была прикреплена компактная камера с разрешением 16.2 MP. Программное обеспечение AiproFlight использовалось для планирования полета, что позволило, например, добавить в детали рейса возможность БПЛА сохранять высоту съемки в 70 м на всей территории. После этого направление съемки, ее разрешение и маршрут были загружены в Aibot X6. Сам полет происходил в полностью автоматическом режиме.

Специальное крепление для камеры на Aibot X6 позволило вести съемку под углом 45 градусов и обеспечить перекрытие снимков на 80%. В результате удалось генерировать вид сбоку.

Для обработки изображения прошли геопривязку по опорным точкам в специализированном ПО Agisoft Photoscan Pro, которое и создавало 3D-мо-

дели и позволило быстро и эффективно обработать аэрофотосъемку высокого разрешения.

«Нет способа проще получить данные аэрофотосъемки высокого качества для документирования процесса, плюс цифровую модель местности и ортофотоизображения высокого разрешения, на которых виден каждый камень. К тому же БПЛА – это безопасность и скорость», – рассказывает Ужан Кайнарка, владелец компании Ölçen Harita Surveying Services. ■

Чтобы узнать больше о древнем городе Лаодикея, перейдите по ссылке: www.laodikeia.pau.edu.tr

Об авторе:

Катрин Лемулле получила степень бакалавра изящных искусств в Университете Түфтса, Нью Йорк. Работает контент-редактором в Leica Geosystems AG, Херсбраг, Швейцария. katherine.lehmuller@leica-geosystems.com

Строить города с помощью БПЛА



Автор: Мартин Швалл (Martin Schwall) и Бенджамин Бусс (Benjamin Busse)

В немецком городе Вальдсхут-Тиге, расположенном на живописном берегу Рейна близ швейцарской границы, проживает около 22 000 жителей. Местное управление по контролю за строительством запросило актуальную основу для проектирования двух новых районов города. После того, как основа была получена, оказалось, что, несмотря на 3D, она недостаточно точна. Ввиду низкой детализации потребовалось также указывать LoDs (Уровень детализации). Простой Блочной модели (LoD1) и стандартных моделей крыш (LoD2) оказалось недостаточно. Потребовалась еще более точная модель. Однако как получить точные данные о конфигурации крыш, не отправляя на них сотрудников и не нанимая для съёмки вертолет или самолёт?

Команда IngenieurTeam GEO GmbH уже несколько лет успешно использовала Aibot X6 от Aibotix. Именно ей город Вальдсхут-Тинген поручил выполнить БПЛА аэрофотосъёмку: необходимо было создать орто-фото изображения и вернуть раскрашенные облака точек и 3D модели. Проект подразумевал получение геометрии крыш, а также высоту коньков и карнизов. Полученные данные обрабатывались в пакетах Autodesk вплоть до 3D моделирования.

3D моделирование для получения лучшей основы для принятия решений

Управление по контролю городского планирования и строительства решило создать трёхмерную модель для визуализации предполагаемых зданий в центре Тигена и Вальдсхутта до начала проектирования. В отличие от бумажных планов, у трёхмерных моделей есть реальная возможность обращаться к себе общественное мнение и мнение тех, кто принимает решения.



Аэросъёмка, проводимая IngenieurTeam GEO уже широко известна. Таким образом, идея использования аэрофотосъёмки для дополнения текущих данных стала логичным шагом.

Удобный и безопасный сбор данных

Съёмка территории в 70 000 кв. вокруг Вальдсхут-Тингена выполнялась в мае сотрудником и сертифицированным специалистом, управляющим Aibot Бенжамином Буссе. Воздушная съёмка внутри границ города требовала отдельного разрешения. Сырые данные обрабатывались в ПО Agisoft Photoscan Pro. До начала полетов требовались определенные вычисления, чтобы гарантировать точные результаты: опорные точки были маркированы и закоординированы при помощи тахеометра Leica TPS1200 и спутникового приемника Leica Viva GNSS. Следуя принципу всех геодезистов «все контролировать», и для гарантии ± 5 см в плане и по высоте, контрольные измерения выполнялись для отдельных зданий при помощи тахеометров.

Использование БПЛА Aibot X6 давало проекту множество преимуществ. Быстрое получение изображений 16.2 МПс с высоким разрешением. Точная классификация типов крыш, высот коньков и карнизов была бы невозможна традиционными методами измерений ввиду близости зданий и ограниченности поля зрения.

Картинка стоит 1000 слов

Однако истинная польза заключается в собранных данных. Они создают отдельную ценность для клиента, текстурированную трёхмерную модель, раскрашенное облако точек и ортофотоизображения с разрешением 1 см для планируемой территории.

Дружественная компания Bytes & Building GmbH, являющаяся консультантом Вальдсхута по вопросам AutoCAD отвечала за визуализацию. Компания Bytes & Building GmbH – поставщик решений в области архитектуры, строительства и инфраструктуры, занимающий лидирующую позицию



Уровень детализации (LoD)

Уровень детализации (LoD) – это различные уровни подробности представления виртуальной реальности. Концепция LoD встречается при характеристике моделей городов и поверхности. В зависимости от целей, могут потребоваться различные уровни детализации.

City Geography Markup Language (CityGML) – схема, принятая для хранения и распространения виртуальных моделей городов. CityGML является стандартом Открытого Геопространственного Консорциума с августа 2008 и служит основной для многих городов Германии.

Для CityGML приняты следующие уровни детализации:

- LOD 0:** Региональная модель, 2.5-D
- LOD 1:** Блочная модель, блоки зданий
- LOD 2:** 3D модель со стандартными крышами и простыми текстурами
- LOD 3:** Детализированные модели зданий
- LOD 4:** LoD 3 – модели зданий с внутренними структурами

в Германии по части строительства и интеллектуального моделирования зданий (BIM). Когда Bytes & Building передала 3D модели с анимацией, Управление гражданским строительством в лице Уве Копфа, было в восторге.

«Мы поражены. То, что мы увидели – буквально открыло перед нами новые перспективы,» – рассказывает Копф – «Поскольку визуализация – это не просто поэтажные планы и планы фасадов, то текущие трёхмерные модели обладают для нас огромной ценностью. Так процесс принятия решения ответственными лицами существенно упрощается».

Лучшее дополнение классическим методам съемки

То, что IngenieurTeam GEO GmbH использовал БПЛА в более, чем 30 проектах, доказывает, что эта технология приносит немалые преимущества для строительства. Исполнительная съемка, создание ортофотопланов, как мы видим на примере этого проекта – только два из возможных вариантов применения. В будущем можно найти и другие способы использовать БПЛА, такие как обследование зданий, крупномасштабный мониторинг и т.п.

Также возможно выполнять полеты там, где нет приема GNSS-сигнала.

Как и результаты лазерного сканирования, обработка данных и получившееся облако точек позволяют закрыть массу задач и оптимально дополняют классические методы съёмки.

Благодаря прорыву в области обработки снимков, как, например, в Agisoft Photo Pro, можно говорить о возрождении фотограмметрии. Большие объёмы данных могут анализироваться за короткое время, передавать 3D-модели.

Не смотря на усовершенствование вычислительных возможностей, обработка графического проекта такого большого по объёму, все еще представляет сложности с точки зрения увеличения времени на обработку. Объём данных, передаваемых пользователю должен заранее обсуждаться. В конце концов, конечный пользователь должен иметь возможность работать с данными в своем собственном ПО.

В будущих проектах использование фотограмметрии с БПЛА начнёт успешно дополнять традици-



■ Требования клиента выполнено: собрана точная геометрия крыш с помощью Aibot X6

онные методы съёмки. Быстрое развитие технологии БПЛА обусловлено тем, что сама идея БПЛА поддерживает принципы ГИС и геодезии.

Стараясь предоставить как можно больше ценности клиенту, геодезисты дают лучший из возможных советов: работать с самыми высококачественными датчиками и методами, а также оптимизировать обработку поступающих данных. ■

Об авторах:

Мартин Швалл (Martin Schwall) по образованию геодезист, является управляющим партнером в IngenieurTeam GEO GmbH.

martin.schwall@it-geo.de

Бенджамин Буссе (Benjamin Busse) имеет степень бакалавра по геодезии и картографии, является менеджером по проектам с БПЛА в IngenieurTeam GEO GmbH.

benjamin.busse@it-geo.de

IngenieurTeam GEO GmbH

Основной офис компании расположен в Карлсруе и предлагает услуги по инженерной съёмке и гидрографии. С 2014 г. компания предлагает услуги для инновационных задач с использованием беспилотных летательных аппаратов. IngenieurTeam GEO

GmbH полагает, что за БПЛА будущее принятия решений. Офис компании оснащен самыми современными системами для измерения и обработки данных.

www.it-geo.de

Сохранить и защитить озеленение с использованием ГИС

Автор: Йоханнес Грёсбринк (Johannes Grösbrink)

Компания Thyssen Krupp Steel Europe AG и ее предшественники работают на основной площадке в Дуйсбурге более 120 лет. Вместе с дочерними предприятиями компания поставляет широкий ассортимент продукции для сталелитейной промышленности. Поэтому в некоторых местах, и не только в Германии, установлены стандарты в области воздействия на окружающую среду. Компания принимает активное участие в охране окружающей среды. В связи с этим два года назад была сформулирована задача занести всю растительность Дуйсбурга в геоинформационную систему компании, для сохранения и ухода за деревьями.

Целью нововведения является формирование и поддержание однородного и живописного ланд-

шафта на участке площадью 800 га (2000 акров) в кампусе компании. Этот проект также позволит задокументировать замену насаждений. Оценка заболеваний деревьев и надлежащий уход за ними планируется проводить ежегодно. Кроме того, после разрушительных ураганов 2014 года стало очевидным, что безопасность деревьев в кампусе крайне важна. Данные будут использованы в качестве основы для конкурса на осуществление охранных мер и будут содержать обновленную версию всех озелененных пространств на территориях. Точные цифры, касающиеся асфальтированных площадей и озелененных территорий, будут предоставлены соответствующим департаментам для определения издержек на дренаж и выдачи контрактов на мероприятия по уходу за озеленением. Все опоры крупных промышленных трубопроводных систем, расположенных на заводской территории, включая магистрали трубопроводов и соответствующие номера опор, занесены в геоинформационную систему компании.



Правильное оборудование экономит время

Для экономии средств и времени еще до начала проекта было принято решение работать в графическом полевом журнале FX Collector компании Frox IT Factory. Аппаратная платформа состояла из Panasonic Toughpad FZ-G1, соединенного с Leica Zeno GG03 GNSS SmartAntenna и Leica CS25 GNSS plus.

Объекты для записи с высокой точностью определялись оборудованием Leica Zeno GNSS SmartAntenna и отрисовывались в FX Collector. Кроме того, использовался смешанный метод; взаимодействие FX Collector с Leica Zeno GNSS SmartAntenna. В этом методе использовались данные о положении вспомогательных точек, которые затем использовались для построения труднодоступных объектов на планшете.

Все подложки (аэрофотоснимки, картографические веб-сервисы и данные САПР) содержались в геопривязанном формате в оборудовании FX

Collector. Проверка поверхностей и существующих деревьев, измерение опор трубопроводов, а также ориентирование на местности, таким образом, сильно упростились. В результате стало возможным создать обширный набор данных быстро и качественно.

«Компания ThyssenKrupp Steel Europe AG была полностью удовлетворена работой оборудования FX Collector, Leica CS25 GNSS plus и Leica Zeno GG03 SmartAntenna, – говорит Клаудиус Драсс (Klaudius Drass), дипломированный инженер-географ ThyssenKrupp Steel Europe AG и лицо, ответственное за внутреннюю ГИС. – По сравнению с обычными методами эффективность возросла на 30 %».

Высокая мобильность данных и хранение их в облаке

С графическим полевым журналом работать оказалось удобно, особенно в плотно залесенной местности.



Это наиболее эффективный способ, позволяющий прямо на местности проводить визуальный контроль полноты данных. Достоинством системы является высокая мобильность данных и тот факт, что система может эксплуатироваться без громоздких полевых зарисовок, дополнительных карт или стороннего оборудования.

В частности, Leica CS25 GNSS plus в сочетании со спиральной антенной обеспечивает надежность, простоту в использовании, мобильность и дециметровую точность. Panasonic Toughpad FZ-G1 совместно с Leica Zeno GG03 SmartAntenna на вехе



были использованы там, где требовалась более высокая точность.

Проект ежедневно копировался в облако данных, так что предварительные результаты были доступны для сотрудников офиса, сразу. Функция сессий в FX Collector была использована, чтобы иметь возможность экспорта данных на ежедневной основе без необходимости создавать новый проект каждый день.

Результаты измерений были представлены в цифровом формате. Деревья и опоры трубопроводов экспортировали через интерфейс управления таблицами FX Collector таким образом, чтобы они могли быть прочитаны напрямую в ГИС-системе ThyssenKrupp. Как претерпевшие изменение, так и новые зеленые насаждения были уточнены или добавлены в ГИС.

«Погодостойкий спутниковый приемник CS25 GNSS plus устойчив к дождю, ветру и грязи. Планшетный компьютер и антенну было легко носить с собой в течение всего рабочего дня, – говорит Драсс. – Батарей хватало на весь день, и они полностью заряжались к утру, благодаря короткому периоду зарядки. Фиксированное решение достигалось практически моментально».

Сведение офисной работы к минимуму

Большая часть подготовительного планирования велась в поле, сводя постобработку в офисе к минимуму благодаря стандартизации и высокому качеству записанных данных. Сотрудники офиса имели возможность просто и быстро загрузить данные в ГИС клиент-приложение, что еще раз подчеркивает эффективность всего процесса.

«Оборудование Leica CS25 GNSS plus предлагает отличную платформу для использования приборов FX Collector. Приемник Leica Zeno GG03 SmartAntenna соединялся с двумя планшетами через Bluetooth. Измерение выполнялось быстро и легко, и фиксированное решение достигалось оперативно, – говорит Драсс. – Участки в «тени» обрабатывались по вспомогательным точкам, полученным через спутниковые измерения благодаря многочисленным функциям построения проекций». ■

Об авторе:

*Йоханнес Грёсбринк (Johannes Grösbrink) – дипломированный геодезист, работает руководителем проекта Frox IT
j.groesbrink@frox-it.de*



© Trigonet AG

На неведомой глубине

Автор: Андреас Барметтлер (Andreas Barmettler)

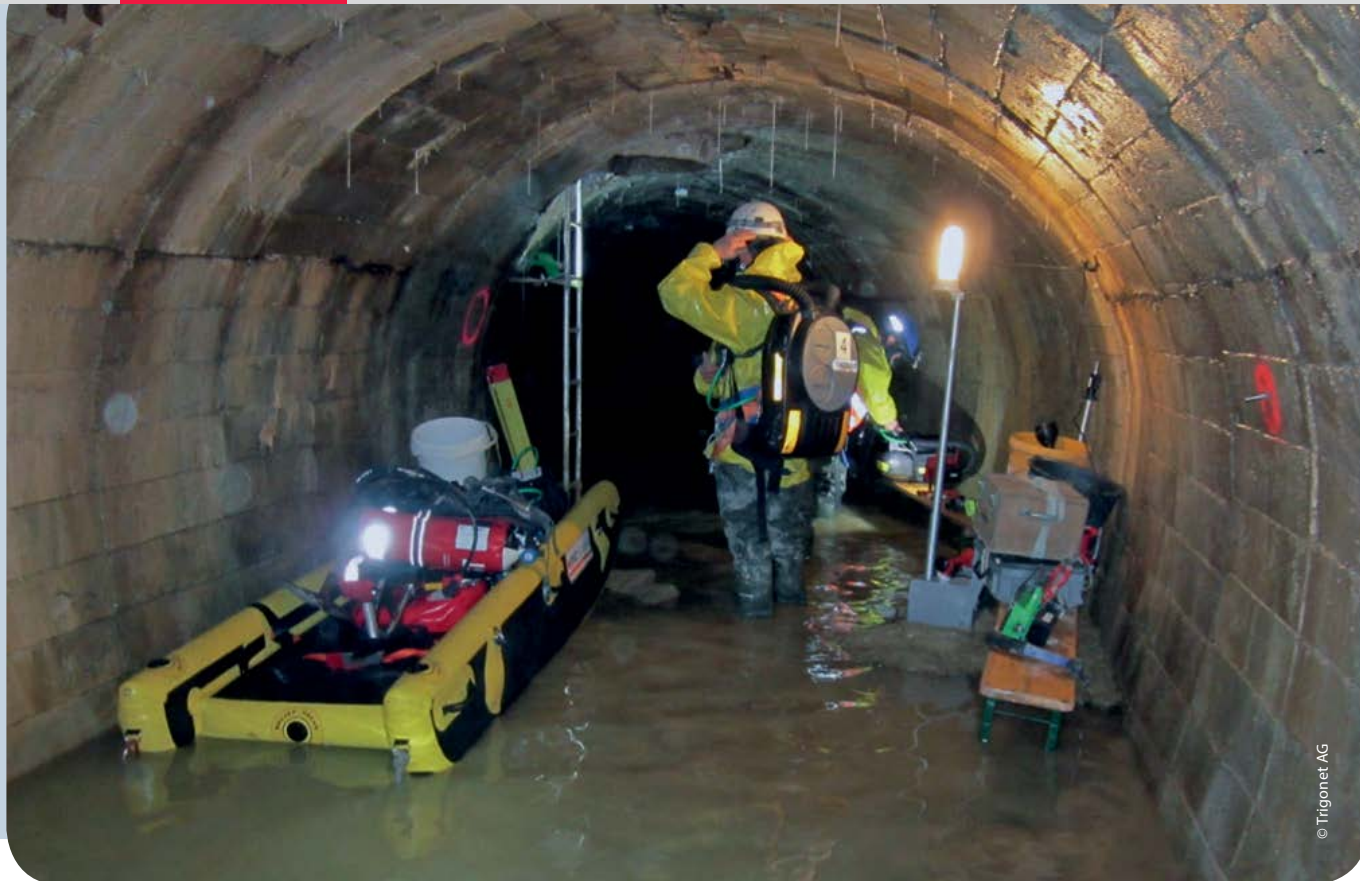
Тоннель в швейцарском кантоне Аргау существует с 1928 г., когда его разработкой занималась цементная компания. Она также должна была заниматься эксплуатацией получившегося 800 метрового тоннеля, который располагался на принадлежащей ей земле. Несколько лет спустя производство закрылось и было возобновлено только после покупки территории другой организацией. С течением времени входы в тоннель были забетонированы, а сам тоннель заброшен. В связи с возможной продажей земли, собственник хотел получить актуальные сведения о территории и состоянии таинственного тоннеля. Поскольку первичные планы найти не удалось, съёмку тоннеля пришлось выполнять заново. Тахеометр Leica Nova MS50 доказал, что стал лучшим инструментом для выполнения этой задачи.

Единственный оставшийся вход в тоннель – это шахта глубиной 15 м и диаметром 60 см. При первом исследовании было установлено, что даже на дне шахты не осталось кислорода. Это осложнило дальнейшие изыскания. Часть тоннеля была на 30 см покрыта водой, а часть на 80% завалена глиной и грязью. Радиосвязь не функционировала на всей протяжённости, что сделало работы еще опаснее. К тому же, в тоннеле имелось три частично засыпанных провала. Они когда-то служили загрузочными станциями для вагонеток. Оба конца тоннеля никогда всерьёз не разрабатывались и по сей день остаются такими.

Обеспечение безопасности в безвоздушном пространстве

Экстремальные условия превратили и так непростую работу в настоящее испытание. План действий был похож на спасательную операцию с участием трёх человек из компании Trigonet AG и BSF Swissphoto. Кроме касок, фонариков и радиопри-





© Trigonet AG

■ В отличие от обычной работы, съёмка в тоннеле требует специального оборудования

ёмников, обеспечения безопасности входа и выхода, транспортировки материала, приходилось также думать о кислороде. Весь процесс измерений проходил в самые сжатые сроки, поскольку воздуха в тоннеле хватало только на 6 часов.

Высокие требования к точности передачи координат в тоннель

Точность съёмки в плане и по высоте должна была составить 5 см. Опорная сеть, привязанная к трём точкам государственной сети, сначала была измерена под землей, а потом три точки установлены на поверхности, над вертикальной шахтой. По трём точкам выполнялись определения координат свободной станции, причем удалось передать координаты с точностью 1 мм. После этого выполнялся всяческий тахеометрический ход, где на каждой из станций имелось одно контрольное измерение на отражатель. В зависимости от ситуации дальность наведения на контрольную точку составляла от 30 до 200 м. При прокладке хода было записано 70 дополнительных профилей, там, где установили изменение геометрии тоннеля. В обоих концах тоннеля невыбранная порода сканировалась при помощи Nova M550 с вертикальным разрешением менее 1 см. После профили были сгенерированы в CAD.

Для передачи ориентировки подземной сети использовался гироскоп Gyromat2000. Гироскопические измерения выполнялись BSF Swissphoto. Каждое измерение над землей – 130 м, занимало около часа. Все оборудование потом опустили в тоннель и выполнили прямой и обратный съёмочный маршрут. В связи с геометрией тоннеля и уровнем воды, пришлось направление 300 м отрезка тоннеля передавать из вертикальной шахты.

К сожалению, тахеометр в комплекте гироскопа не был роботизированным, а в зрительную трубу не была вмонтирована камера, которая бы передавала изображение из объекта. Так что измерение целевых точек приходилось выполнять вручную. Наблюдателю приходилось носить маску.

Подобная проблема не возникла при последующем измерении тоннеля и сбоек при помощи Leica Nova M550. Благодаря встроенной камере и функции сканирования можно было сразу выполнить все измерительные задачи.

По плану, по графику

После измерений выполнялось вычисление координат по опорным точкам государственной сети. В конце тоннеля удалось добиться точности 4 см



© Trigonet AG

- MultiStation позволяет выполнить точную съёмку без наведения через зрительную трубу

в плане и 2 см по высоте, таким образом, требования заказчика были выполнены. Последующая обработка профилей выполнялась в САПР. Было восстановлено несколько точек профилей, в частности – трёх точек в каверне, недоступных для измерения.

Из-за временных ограничений было выполнено меньше станций, чем хотелось бы. Вычислялись также перепады высот. Поверхность, полученная swisstopo (swissALT3D), без учета зданий и инфраструктуры служила основой. Глубина тоннеля достигает от 12 до 100 м.

Leica Nova MultiStation – и меньше времени на измерения

Тайна заброшенного тоннеля раскрыта. Несмотря на самые сжатые сроки и суровые условия, удалось выполнить съёмку тоннеля согласно требованиям безопасности. А благодаря использованию гироскопа удалось также добиться требуемой точности измерений в плане.

Применение Leica Nova MS50 доказало, что это универсальный и точный инструмент. У него высокая скорость вращения и чрезвычайно полезная функция сканирования. Есть подсветка панели управления и встроенная камера. Последняя особенно пригодилась, поскольку изображение сетки передавалось на экран, так что наблюда-

телю не мешала маска. Таким образом, удалось выполнить измерения в 800м тоннеле за шесть часов благодаря тахеометру. ■

Об авторе:

Андреас Арбеттлер получил образование геодезиста и работает проект-менеджером в Trigonet AG в Швейцарии.

andreas.barmettler@trigonet.ch



Сканирование здания в движении

Автор: Ангус В. Стокинг (Angus W. Stocking, PS)

Архитекторы, проектировщики, подрядчики и другие специалисты, занятые в инфраструктурных проектах, уже много лет используют лазерные сканеры для создания высококачественной трехмерной документации, поэтому, казалось бы, ничего нового о применении сканирования в архитектуре написать нельзя. Компания James G. Davis Construction Corporation (DAVIS) из Мэриленда доказала ошибочность этого утверждения, обнаружив смещение 4-этажного, 880-тонного кирпичного здания в Вашингтоне на 34 фута в результате его сканирования с интервалом в неделю.

К счастью, смещение шло по плану. Здание номер 639 по Нью-Йорк Авеню построено в 1891 г. Оно представляет историческую ценность и требует сохранения. При этом оно же вошло в программу развития Центра города по контракту DAVIS. Согласно плану, здание требовалось перенести. «Застройщик специализируется на исторических кварталах, – объясняет вице-президент DAVIS Крис Скэнлон. – В данном случае перемены затронули несколько домов. На некоторых из них необходимо

было сохранить только фасады. Два здания планировалось передвинуть».

Важно получить нужные сведения на ранних этапах

Первичное сканирование проходило как обычно – в три установки Leica ScanStation C10. Результаты его были бесценны и не могли быть обеспечены обычной геодезической съемкой. «Среди прочего мы узнали, что здание было расположено еще дальше за линией застройки, чем мы полагали ранее, – говорит руководитель проекта Дуг Бауэр. – Было известно о четырех дюймах заступа за линию, но сканирование показало, что выпуклости кирпичного фасада выдаются на восемь дюймов. Если бы это выяснилось после передвижения, возникли бы большие трудности».

Команда DAVIS и сотрудники офиса пользовались программными решениями Leica Infinity и Leica Cyclone для импорта и обработки облаков точек. Карты – главный инструмент анализа – использовались для определения деформаций в плане. «В Cyclone мы можем легко выполнить проекцию с планов, например, линий застройки, и затем сгенерировать карты, показывающие нам деформации относительно этой плоскости, – объясняет старший

полевой инженер Майк Камберленд. – Это действительно прекрасный инструмент, позволяющий оперативно получать важную информацию».

Данные о деформации здания помогают дополнительно укрепить его, облегчить снятие и передвижение секций, рассчитать выступ за линию застройки, как описано выше. При анализе карт была обнаружена еще одна выпуклость на боковой стене, которая могла представлять проблему «Мы перемещали это здание на 34 фута вбок, на новый фундамент с зазором в несколько дюймов от существующих четырехэтажных домов, – объясняет Камберленд. – На самом деле пилястры на каждом здании должны были оставить зазор в всего в 2 дюйма. Оказалось, что пилястры нашего здания не вертикальны, и это могло бы стать проблемой. К счастью сканирование соседнего здания спасло ситуацию: оно показало фактический пятидюймовый наклон внутрь».

Контроль перемещения

В процессе самого передвижения для наблюдения за зданием и сравнения его пути с проектным компания DAVIS использовала Leica Nova MS50 MultiStation. «Мы знали, где здание было построено, и мы знали, куда оно должно было быть передвинуто, – говорит Бауэр. – Благодаря 5 домкратам толкающим здание у нас была возможность вносить корректировки в основное направление. Если бы в ходе мероприятия начальное направление давления сдвинуло здание на три дюйма в сторону, мы бы смогли вернуть его на желаемый курс, регулируя домкраты».

На здании было закреплено несколько отражателей, на которые периодически велись измерения. В следующий раз, по словам Камберленда, процесс будет строиться по-другому: «Мы закрепим отражатели, однако, на этот раз, поскольку Leica Nova MS50 показывает блестящие результаты при непрерывных наблюдениях, измерения будут проводиться в реальном времени».

Сканирование становится стандартом в строительстве

«Когда мы шесть лет назад формировали группу Virtual Construction Group, приобретение Leica ScanStation C10 было большим скачком в будущее, – говорит Скэнлон. – Была пара крупных проектов, в том числе Конституционный центр (площадью более 93 000 квадратных метров, самое крупное частное офисное здание округа Колумбия), которые окупали большую часть приобретения, однако, мы не были уверены, что в городе обнаружится достаточно работ, которые потребуют сканирования. На самом деле геодезическая съемка высокой плотности быстро стала нашим стандартом – про-



■ Здание при помощи домкратов передвигается на новое место

сто она более эффективная, и полевые бригады сумели быстро ее освоить».

Так как лазерные сканеры получили большое распространение, кажется, что сфера их применения давно определена. Однако DAVIS Construction в проекте с перемещением 880-тонного здания, доказала, что геодезисты и подрядчики только начинают понимать, какие горизонты открывает перед ними эта замечательная технология.

Видео передвижения здания:
<https://vimeo.com/125509745>

Статья является переработкой оригинального материала, опубликованного в *American Surveyor*, выпуск – июль 2015 г.

Для получения более подробной информации, пожалуйста, посетите <http://www.amerisurv.com/>.

Об авторе:

Ангус В. Стокинг, лицензированный кадастровый инженер, который пишет об инфраструктуре с 2002 г.

angusstocking@gmail.com

Трёхмерное лазерное сканирование: подчинить неподвластное

Автор Вики Спид (Vicki Speed)

Когда Северную Калифорнию 17 октября 1989 г. постигло землетрясение магнитудой 6.9 баллов, мост Сан-Франциско-Оклэнд Бэй Бридж (SFOBB) оказался одним из немногих, что устояло. Тогда только одна секция восточной части упала на нижний уровень, в результате чего погиб человек, а важнейшая транспортная артерия оказалась парализована на месяц, пока длились ремонтные работы.

В связи с падением верхнего уровня, представители Департамента Транспорта Калифорнии и партнеры хотели узнать, каковы смещения восточной части моста. К сожалению, оказалось, что исполнительная съемка Бэй Бриджа не выполнялась, так что получить численные характеристики деформаций не представлялось возможным. Избежать подобной ситуации в будущем помогли компании Caltrans District 4 Right of Way Field Surveys и Нельсон Агилар.

В 2002 году, когда начиналось строительство нового 3,1 километрового пролета Бэй Бридж, всё геодезическое сообщество было увлечено революционной технологией трёхмерного лазерного сканирования, предложенной Беном Касайрой (он назвал сканирование «Съёмка высокого разрешения» (HDS) и основал бренд Сугах, позже приобретенный Leica Geosystems в 2001).

В ходе изысканий по строительству объездной трассы в апреле 2008 г., команда Caltrans взяла на вооружение раннюю версию сканера Leica ScanStation для съёмки пролета моста и примыкающей территории. Успех этого эксперимента привел к появлению на свет фантастического проекта Нельсона Агилара: детализированной, высокоточной модели всего моста Бэй Бридж. Специалисты четвёртого округа знают проект под кодовым именем «Проект Эрскин». «Важнее всего было убедиться, что конструкции, спроектированные консультантами и собранные подрядчиками, соответствуют проекту и, в случае сейсмической



© Rebecca Boyer

активности, поведут себя предсказуемо», – рассказывает Нельсон Агилар.

Сжатые сроки

Новый пролет моста отсканировать было нетрудно, поскольку движение транспорта осуществлялось по старой его части. Возможность отснять западные пролеты представилась в связи с плановым перекрытием движения, приуроченным к Дню Труда в 2013 г. Для помощи в реализации работ, компания Caltrans обратилась к Си Джей Вандергрифту, старшему геодезисту на транспорте и руководителю Вест Бэй Бранч.

Закрывать мост для транспорта планировали вечером в среду накануне праздника и вплоть до раннего утра вторника. Вечером понедельника была выполнена радарная съёмка с воздуха. Утром субботы, вечером воскресенья и в понедельник выполнялась наземная съёмка. Для сканирования нижнего уровня западной части моста, самостоятельной якорной части (SAS) и нижнего уровня

тоннеля через о. Йерба Буэна использовалось три сканера Leica ScanStation C10.

Все три сканера непрерывно отработали по 12 часов в сутки. Тщательное планирование позволило без сбоев выполнить задание. Но одно препятствие рабочая группа не сумела предугадать: сильнейшие вибрации. «Мы предполагали некоторые температурные расширения и колебания, однако не такие сильные, как те, с которыми столкнулись, – делится Вандергрифт, – даже при отсутствии трафика атмосферные колебания были значительными».

Для обеспечения избыточности измерений, замеры также выполнялись тахеометрами и GPS-приёмниками. Большая часть спутниковых измерений выполнялась по ночам на центральных пролётах моста. Приёмники устанавливали так, чтобы ваны не влияли на распространение сигнала. Также устанавливали станции в северном и южном углах и на вершине каждой из опор. Стабильные части



конструкции рассматривали как базис. Несмотря на непростые условия наблюдений, данные лазерных сканеров удовлетворяли требованиям к точности, и проект удалось завершить вовремя. Фактически, работы закончились даже раньше, чем планировали, что позволило Caltrans открыть движение по новой части моста на семь часов раньше срока.

Мощь 3D

Для Вандергрифта и других специалистов проект стал поворотным в профессиональной области: появление технологии лазерного сканирования заставило иначе посмотреть на привычные задачи. «Самая важная вещь, которую нужно помнить при работе, особенно над проектом такого рода, – обеспечение контроля», – рассказывает Вандергрифт. – Многие исполнители считают, что можно поставить приемник и просто подключиться к базовой станции. Однако в проекте таких масштабов это не сработает. Нужно калиброваться по одним и тем же опорным пунктам, иначе те же самые значения координат получить попросту невозможно. При сканировании же неверное определение базиса приведет к получению данных с ошибками, которые будут расти в геометрической прогрессии».

Исполнители и геодезисты должны понять, что создание модели из результатов сканирования – это просто, но требуется точно выполнить ее калибровку относительно местных систем координат и высот. Нужно больше внимания уделять основам геодезии, глубже смотреть в теорию ошибок. Нужно представлять, о каких масштабных коэффициентах идет речь, и помнить о редуцировании измерений, особенно в Сан-Франциско, где регулярно случаются землетрясения.

«Я горжусь этим проектом, – рассказывает Вандергрифт, – когда дело доходит до сканирования, и если у вас все хорошо с опорными координатами, вы получите лучшие данные за наименьшее время».

«Часто в ходе работ могут вноситься изменения в проект, так что заказчику требуется больше данных, – добавляет специалист. – Геодезисту приходится столкнуться с дополнительными выездами на объект или пересчетом в другую систему координат. Благодаря сканированию, как только у нас есть модель, при камеральной обработке можно добавить всю необходимую информацию, минуя дополнительные выезды в поле. Без лазерного сканирования мы не смогли бы создать настолько точную, релевантную и полную модель. Мы можем выполнить детальную традиционную съемку, однако никогда не снимем всего, что может ухватить сканер. Это мощнейший инструмент».

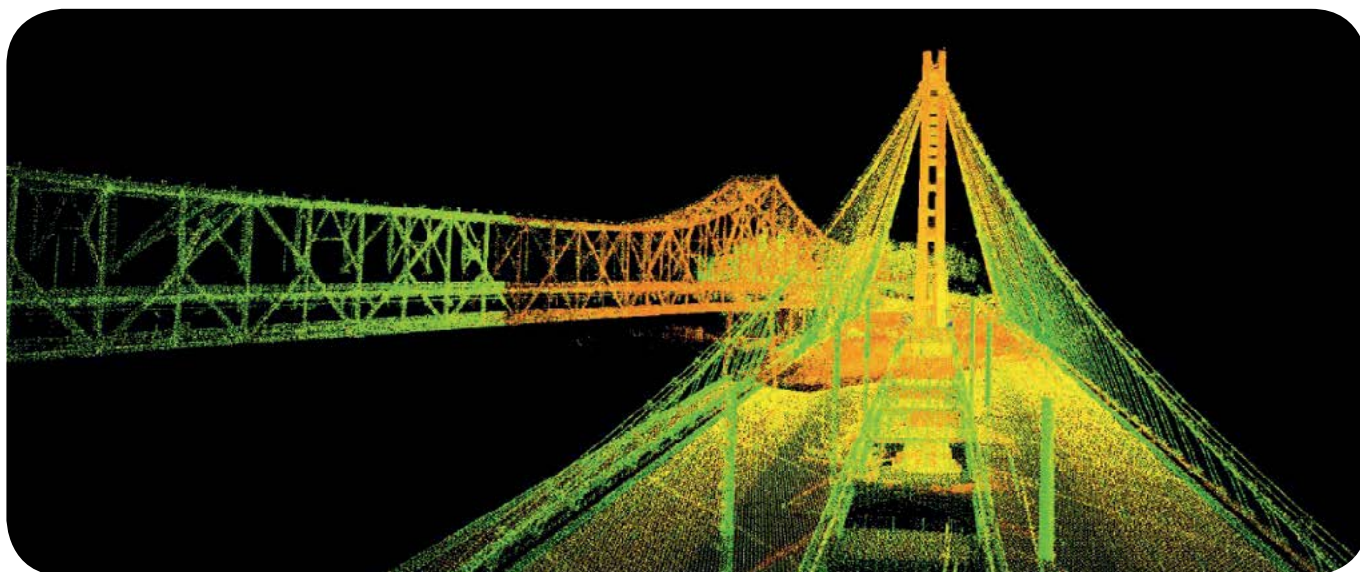
Примечание редакции:

Представлена сокращенная версия статьи, согласно требованиям журнала. Полная версия статьи доступна по ссылке: www.leica-geosystems.us.

Статья является адаптированным вариантом оригинального материала, опубликованного в LiDAR News Vol5 No1. За более подробной информацией перейдите по ссылке. www.lidarnews.com.

Об авторе:

Вики Спид (Vicki Speed) - писатель-фрилансер, живет в Колорадо, специализируется на архитектурной, инженерной и строительной тематиках.



■ Детализированное облако точек моста Сан-Франциско-Окленд

На протяжении почти 200 лет Leica Geosystems радикально меняет мир геодезических и измерительных технологий, создавая законченные решения, которые используют специалисты всей планеты. Превосходная продукция и инновационные разработки принесли Leica Geosystems известность, поэтому специалисты самых разных отраслей, таких как строительство, промышленность, горное дело, нефтегазовая отрасль, архитектура, доверяют решение своих геопространственных задач компании Leica Geosystems. Поставляя высокоточные приборы, разрабатывая передовое программное обеспечение и оказывая качественные услуги, Leica Geosystems каждый день вносит свой вклад в работу тех, кто создаёт будущее нашего мира.

Leica Geosystems является дочерней компанией Hexagon (Nasdaq Стокгольм: HEXA B; hexagon.com), ведущего мирового поставщика информационных технологий, которые повышают качество и производительность.

- when it has to be right

© Leica Geosystems AG, Хербруг, Швейцария. Перепечатка или перевод данного журнала без разрешения издателей запрещены.