

ТЕХНОЛОГИЯ 3D ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ТОННЕЛЬНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Технология 3D лазерного сканирования уже хорошо известна российским пользователям и широко применяется в промышленности, архитектуре, строительстве, а также для предупреждения чрезвычайных ситуаций. Одна из важных и ответственных промышленных отраслей, в которой целесообразно использовать лазерное сканирование, — строительство тоннельных сооружений.

Специалисты компании «Триметари» (Санкт-Петербург), которая специализируется на 3D лазерном сканировании, выполнили ряд проектов на крупных тоннельных комплексах в Санкт-Петербурге и Сочи с помощью оборудования Leica Geosystems. Среди них — сканирование самого протяженного в России подводного тоннеля, входящего в комплекс защитных сооружений (КЗС) Санкт-Петербурга от наводнений.

Строительство уникального гидротехнического сооружения было начато еще в 1979 г. Комплекс был сдан в эксплуатацию в августе 2011 г. и состоит из одиннадцати защитных дамб,

шести водопропускных, двух судопропускных сооружений и шестиполосной автомагистрали общей протяженностью более 25 км с мостами, тоннелем и транспортными развязками. Магистраль проходит по гребню защитных дамб.

В процессе монтажа огнезащитного покрытия и установки систем инженерного обеспечения в транспортном тоннеле (который является не только частью КЗС, но и составляющей кольцевой автодороги Санкт-Петербурга) были выявлены локальные несоответствия параметров бетонных конструкций проектной документации. В связи с этим возникла необходимость высокоточного обмера тоннеля в обоих направлениях для внесения оперативных корректировок в проведение работ.

Подводный транспортный тоннель проходит под Морским каналом и судопропускным сооружением. Его длина составляет 1961 м, из которых 386 м — два открытых рамповых участка. В тоннеле расположены два транспортных коридора, каждый шириной 15,25 м и высотой 5,5 м. Между транспортными коридорами находится отсек, предназначенный для систем обслуживания и эвакуации. Вдоль тоннеля по внешним сторонам расположены два кабельных отсека. Отметка проезжей части в самой глубокой секции тоннеля (под Морским каналом) составляет –24,3 м. Плановое положение тоннеля определено расположением дамбы в акватории залива, а продольный профиль — отметками канала

(–16 м) и поверхности проезжей части дамбы (+3 м).

Полевой этап сканирования транспортных коридоров занял три дня, еще неделя потребовалась для камеральной обработки полученных материалов. В результате камеральной обработки на основании «облака точек» были построены поперечные сечения транспортных отсеков. Помимо сечений заказчику (проектной организации) была передана трехмерная модель тоннеля в виде «облака точек». У проектировщиков, таким образом, появилась возможность самостоятельно сравнивать проект тоннеля с данными изысканий и оперативно вносить корректировки в рабочую документацию.

Другой проект по 3D лазерному сканированию тоннельных сооружений специалисты «Триметари» выполнили в рамках работ по строительству и реконструкции объектов транспортной инфраструктуры Сочи, которые проводятся в преддверии Олимпийских игр 2014 г.

Для наполнения автоматизированного электронного банка данных объективными пространственными данными о фактическом состоянии тоннельных сооружений были проведены работы по сканированию на 11 автодорожных тоннелях на трассах А-149 «Адлер — Красная Поляна» и А-147 «Обход г. Сочи».

Полевой этап занял одну неделю, в течение которой были сняты подходы к тоннелям, тоннельные порталы и прилегающая территория. Погодные условия, особенно в горной местности, были не самые благоприятные для



«Облако точек», полученное в результате лазерного сканирования подводного тоннеля КЗС Санкт-Петербурга

проведения геодезических работ: температура воздуха — +2°C, ветер до 6 м/с, частые осадки в виде снега с дождем. В таких условиях работы выполнялись в режиме «Stop&Go» («стой и иди»), с помощью мобильной лаборатории лазерного сканирования «Мобискан»: лазерный сканер Leica был установлен на автомобиле, в котором также располагался «полевой» центр управления сканером. Использование автолаборатории, помимо ускорения процесса съемки, обеспечивает безопасность сотрудников при работе на объектах транспортной инфраструктуры и делает работу геодезистов более комфортной и эффективной. «Сшивки» сканов осуществлялась методом обратной засечки, для чего перед началом сканирования на объекте были размещены специальные марки. Точность «сшивки» составила 3 мм (среднее значение абсолютной погрешности).

К камеральному этапу приступили через несколько дней после начала полевых работ. Данные по мере их сбора отправлялись полевой бригадой камеральной группе по сети Интернет. Общее время камерального этапа составило 2,5 недели. Таким образом, все работы по сканированию 11 тоннелей и обработке данных были выполнены за 3 недели. Подобных результатов при геодезической съемке объектов автодорожной инфраструктуры можно достичь только за счет использования технологии трехмерного лазерного сканирования.

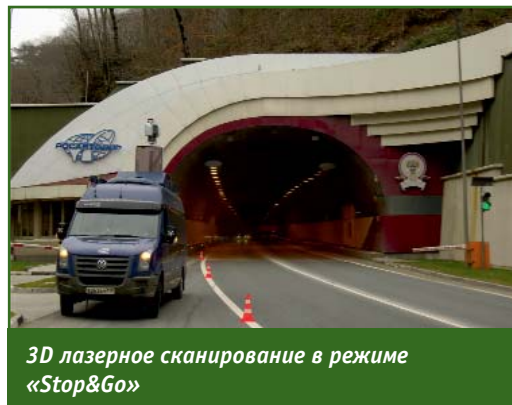
В результате камерального этапа на каждый портал было выполнено построение:

- ситуационного плана в масштабе 1:500;
- поперечного профиля у входа в тоннель;
- поперечного профиля автодороги в заданном месте;
- продольного профиля по дорожному полотну вдоль оси дороги;

— продольного профиля вдоль подпорной стены портала.

При этом были определены расположение, линейные размеры конструкций (порталов, подпорных стенок, ограждений) и объектов дорожной инфраструктуры. Кроме указанного набора документации были созданы трехмерные модели порталов и подходов. Трехмерные модели, помимо того, что несут в себе всю геометрическую информацию аналогично традиционным чертежам и схемам, еще и воспринимаются визуально на качественно другом уровне, а это незаменимо при принятии планировочных решений, оценке текущей ситуации и проектировании.

На основе созданной в результате работ по 3D лазерному сканированию обмерной документации будет осуществлено планирование работ по содержанию и ремонту объектов транспортной инфраструктуры региона. Актуальность и объективность полученных паспортов транспортных сооружений приведут к повышению эффективности системы управления горных автодорожных тоннельных переходов на феде-



3D лазерное сканирование в режиме «Stop&Go»

ральной дорожной сети общего пользования.

Анализируя выполненные работы, генеральный директор компании «Триметари» Михаил Аникушкин отметил: *«Можно с уверенностью утверждать, что применение лазерного сканирования в тоннелестроении и в целом в дорожной отрасли целесообразно и экономически эффективно по ряду причин. Во-первых, это беспрецедентная скорость работ, в особенности, полевого этапа, за счет чего не только снижается их стоимость, но и уменьшается вероятность несчастных случаев, которые нередки при работе на загруженных автомагистралях, ведь для выполнения сканирования не нужно перекрывать движение. Во-вторых, результат получается в трехмерном виде: по сути, «облако точек» является виртуальной копией реального объекта. Это позволяет быстро получать 3D модель, причем не возникает необходимости в досъемке. Если, например, потребуется построить еще одно сечение, то для этого достаточно загрузить в программу обработки имеющееся «облако точек» и работать с ним. И, наконец, процесс лазерного сканирования во многом более автоматизирован, чем съемка традиционными методами, что не может не сказаться на результате: за счет исключения человеческого фактора в конечных чертежах и 3D-моделях минимизируется количество ошибок, документация получается качественнее».*



3D модель тоннельного портала