

СОГЛАСОВАНИЕ ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ BIM-ТЕХНОЛОГИИ И ДАННЫХ ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ

Ю.Э. Ромашкина («Геодезические приборы», Санкт-Петербург)

В 2016 г. окончила строительный факультет Санкт-Петербургского горного университета с присвоением квалификации бакалавр по направлению «промышленное и гражданское строительство», в 2018 г. — инженерно-строительный факультет Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого с присвоением квалификации магистр по направлению «гражданское строительство (международная образовательная программа)». С 2018 г. работала в ООО «ЭНЕРГО СПЕКТР». С 2019 г. работает в ООО «Геодезические приборы», в настоящее время — специалист направления BIM.

Строительство любого объекта — это процесс, требующий подробного согласования деталей и слаженной работы всех его участников. Первый этап любых строительных работ, кроме некоторых исключений, заключается в составлении наиболее полной проектной документации. В ее состав входят документы в текстовом и графическом видах, отражающие технологические, функциональные, архитектурные и иные требования, необходимые для строительных работ, капитального ремонта или реставрации объекта.

Как показывает опыт, в утвержденную проектную документацию нередко требуется внесение изменений и поправок. Они могут быть вызваны увеличением или уменьшением площади, высоты и этажности здания, выбором других планировочных или архитектурных решений, разработкой новой инженерной системы, правками, влияющими на показатели безопасности объекта и др. Корректировка проектной документации связана с большим количеством неучтенных при проектировании факторов,

недостаточно согласованной работой между проектировщиками различных отделов, а также изменением технологии строительства, введением дополнительных градостроительных ограничений, прокладкой новых инженерных сетей и другими причинами.

Оценка текущего состояния объекта, получение актуальной информации в настоящее время, как правило, осуществляется экспертом визуально и путем проведения отдельных обмеров. Измерения, дальнейшие перерасчеты, выпуск обновленной документации — длительный процесс, иногда значительно увеличивающий сроки и стоимость проектирования. Сократить время работы и значительно повысить качество итогового проекта помогают современные технологии, например, такие как технология информационного моделирования (BIM). BIM позволяет создать несколько различных проектных решений, подготовить наглядные материалы для обсуждения и согласования, грамотно провести оценку и выбрать наилучший из возможных вариантов проекта.

В основе BIM лежит цифровая трехмерная модель будущего объекта. Для сравнения фактических геометрических размеров строящегося сооружения с моделью и при необходимости корректировки проекта используется метод лазерного сканирования, основанный на системах лазерного сканирования (лазерных сканерах). С помощью этих приборов можно получить информацию о состоянии, форме, взаимном расположении различных элементов объекта с высокой точностью и степенью детализации. После предварительной обработки результатов измерений, выполненных лазерным сканером, создается актуализированная трехмерная модель (3D-модель) сооружения. Она представляет собой набор множества точек лазерных отражений, так называемое облако точек, с пространственными координатами, информацией об интенсивности отраженного сигнала и истинном цвете каждой точки. Облако точек можно использовать в различных программах для проектирования.

Рассмотрим на конкретном примере практическое

использование данных лазерного сканирования и технологии информационного моделирования.

При выполнении строительных работ на объекте МФК «Лахта Центр» у АО «Ренейссанс Констракшн» возникла необходимость согласования проектного решения, связанного с монтажом потолочного перекрытия в одном из помещений. Для этого потребовалась исполнительная съемка уже построенного помещения с инженерными коммуникациями, чтобы определить высотную отметку уровня потолка, исходя из выбранных материалов и его конструкции. В качестве исполнителя этой работы было выбрано ООО «Геодезические приборы».

Поскольку в соответствии с проектом установка потолочного перекрытия предусматривалась на отметке +2,350 м от пола, а помещение располагалось на техническом этаже и представляло собой узкий и протяженный коридор с уже смонтированными инженерными коммуникациями, исполнитель принял решение выполнить съемку методом лазерного сканирования.

В качестве средства измерений использовалась система

лазерного сканирования TOPCON GLS-2000. Этот наземный лазерный сканер имеет небольшой вес и устанавливается на штативе, что предоставляет ряд преимуществ во время работы.

С помощью лазерного сканера одним сканом можно выполнить панорамную съемку с углом обзора 360° по горизонтали и 270° по вертикали на расстоянии от 1 до 350 м от места его установки, при этом не будет отсканирован лишь небольшой участок, находящийся непосредственно под прибором. Такое большое поле зрения позволяет минимизировать количество станций сканирования (мест установки прибора при съемке) и получить избыточное количество данных. Высокая точность измерения расстояний (3,5 мм на 150 м) и углов (6") до точек лазерных отражений обеспечивает достоверность определения их пространственных координат. Малый вес и компактные габариты дают возможность быстро переставлять прибор, что позволяет сократить время работы. За счет скорости сканирования 120 000 точек/с время получения одного скана и выполнения фотосъемки на одной станции составляет не более 3–4 минут

в зависимости от требуемой плотности облака точек. Сканер обладает степенью защиты IP54 (защита от пыли и брызг воды) и может эксплуатироваться в условиях строительной площадки.

Коридор технического этажа, в котором проводилась съемка лазерным сканером, имел протяженность 40 м. Помещение заранее подготовили для проведения измерений: очистили от всех строительных материалов и ограничили доступ рабочих. На стадии подготовительных работ необходимо было определить зоны взаимного перекрытия сканов соседних станций, чтобы видеть все детали снимаемого объекта. Было решено проводить сканирование с десяти станций без осуществления фотосъемки, так как конструктивные элементы коридора, установленное оборудование и инженерные системы были монохромными (одного цвета). Это позволило сократить время съемки на каждой стоянке, сразу получив результаты в истинном цвете. Таким образом, время сканирования на одной станции при одинаковых настройках сканера составило 2,15 минут, а общее время съемки с учетом перестановки штатива на следующую станцию, установки прибора на штатив, горизонтирования и запуска процесса сканирования заняло 48 минут.

Результаты лазерного сканирования — трехмерные облака точек на каждой станции и данные о местоположении каждой станции в единой системе координат (рис. 1) — были записаны на съемную SD-карту.

После завершения процесса сканирования всего коридора и сбора необходимых данных начался этап камеральной обработки облаков точек. Обработка проводилась в офисе с использованием программно-

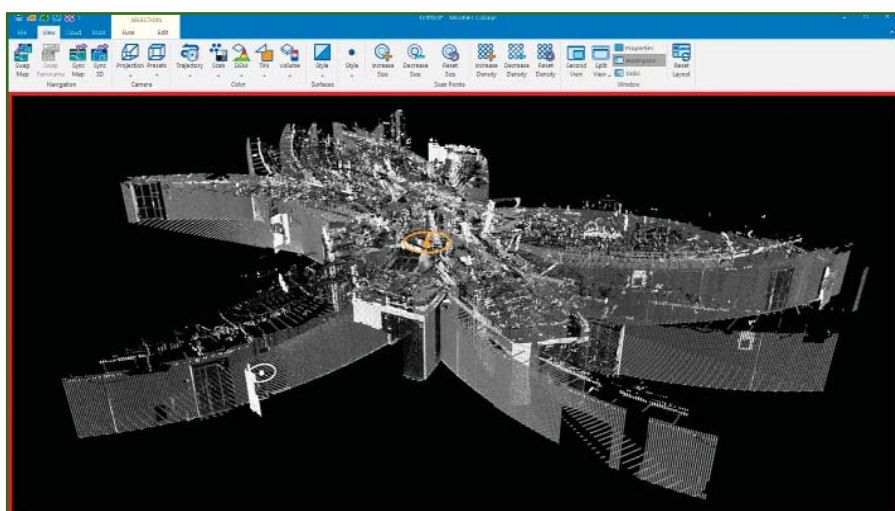


Рис. 1

Исходные данные, полученные в результате лазерного сканирования

го обеспечения MAGNET Collage компании TOPCON (рис. 2).

На первом этапе обработки выполнялась чистка облаков точек от артефактов. Под чисткой понимается фильтрация от помех, попавших на скан при сканировании, например, отблесков от отражающих поверхностей. Далее проводилась так называемая регистрация — объединение сканов со всех станций и «сшивка» облаков точек. Программа позволяет автоматически выполнить регистрацию данных, полученных с различных станций, и объединить их в одно облако точек, а также в ручном режиме удалить из облака не нужные для работы точки, работать с графическими примитивами, такими как полилинии, выполнить измерения расстояний и углов. Регистрация и удаление точек из облака была выполнена за 4 часа. Полученный результат — облако точек — можно сохранить в одном из универсальных форматов для дальнейшей работы в программах для проектирования, например, в формате RCP.

В файле в формате RCP можно сгруппировать результаты обработки облаков точек, а затем открыть его и редактировать в программе для проектирования. Поскольку 3D-модель здания создавалась в программе Autodesk Revit, поддерживающей BIM-технологии, полученное облако точек было интегрировано (совмещено) с трехмерной моделью проекта для проведения аналитической работы и согласования проектного решения — выбора отметки потолочного перекрытия, исходя из его материала и конструкции.

Трехмерная модель проекта и облако точек, совмещенные в одной системе координат, представлены на рис. 3.

В программе Autodesk Revit визуально оценивалось про-

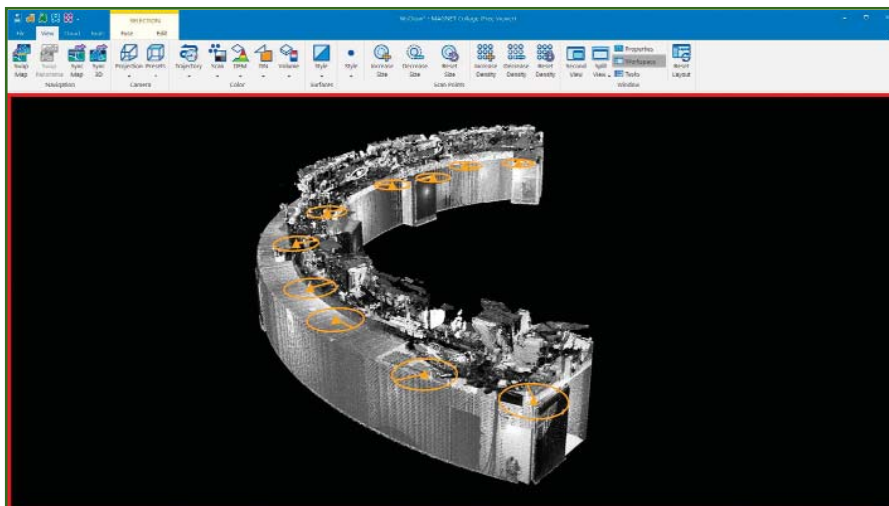


Рис. 2

Результат обработки облака точек в программном обеспечении MAGNET Collage

странство коридора, расположение инженерных сетей, смонтированных плит огнезащиты и инженерного оборудования (рис. 4).

На этом этапе проектировщики решили отказаться от тяговой системы потолочных конструкций в связи с большим количеством инженерных коммуникаций и уже смонтированной системы огнезащиты, которая в соответствии с проектом должна была располагаться ниже потолочного перекрытия в пределах видимости. Также анализ показал невозможность

монтажа выбранной ранее подвесной системы, для которой необходимо жесткое крепление к бетонным стенам, а не к мягким плитам огнезащиты.

Для более точной оценки в программе Autodesk Revit было смоделировано два варианта устройства потолочных конструкций — на отметках +2,280 м и +2,350 м, а также создана имитация нахождения человека в помещении. Наглядные кадры для сравнения двух вариантов высотного положения потолка (на отметке +2,280 м и на отметке +2,350 м) на различных

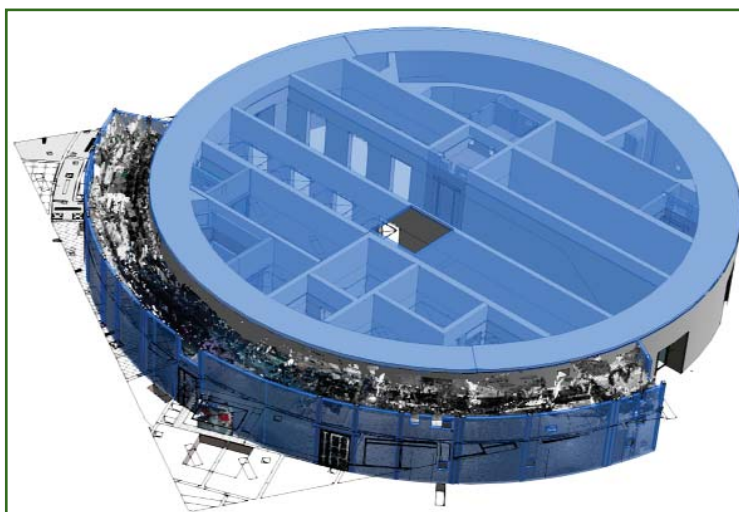


Рис. 3

Трехмерная модель проекта и облако точек, совмещенные в одной системе координат



Рис. 4
Вид коридора с инженерными сетями в программе Autodesk Revit

участках коридора технического этажа представлены на рис. 5.

Отличий в восприятии разной высоты потолка замечено

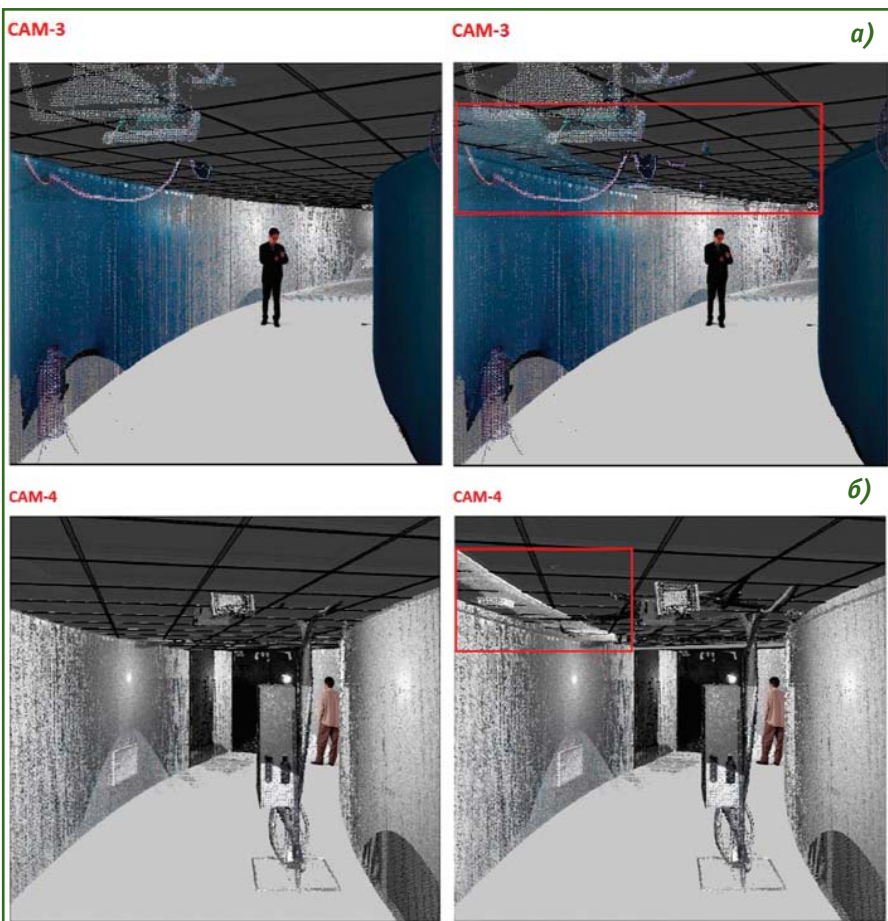


Рис. 5
Сравнение вариантов двух уровней потолка: на отметке +2,280 м (слева) и на отметке +2,350 м (справа)

не было. Человек, находящийся внутри помещения, при устройстве потолка на более низкой отметке не будет ощущать психологическое давление. Плиты огнезащиты и инженерное оборудование хорошо просматриваются на выделенных участках (рис. 5, справа), что неэстетично и небезопасно даже в техническом помещении.

Выполнив комплексный анализ, специалисты проектного отдела в короткие сроки пришли к следующему общему решению.

1. С целью исключить видимость плит огнезащиты кабельных лотков Promat, расположенных на отметке +2,350 м, которое было предусмотрено проектом (рис. 5б, справа), для единства и гармоничности предложено закрыть их потолочной конструкцией, разместив ее на отметке +2,280 м.

2. Можно использовать систему Prelude Armstrong (безтяговая распорная коридорная прочная подвесная система), несмотря на то, что из-за достаточно большой толщины данной конструкции высотное положение потолка оказывается на отметке +2,280 м.

3. Высотное положение потолка на отметке +2,280 м психологически не давит на человека и не противоречит допустимому значению в 2 м по СП 1.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы» и специальным техническим условиям, разработанным для данного объекта строительства.

Таким образом, применение BIM-технологии и современного геодезического оборудования для контроля и мониторинга ситуаций на строительной площадке помогло проектировщикам и строителям прийти к оптимальному проектному решению, согласовать использование выбранных технологий и материалов в короткие сроки.