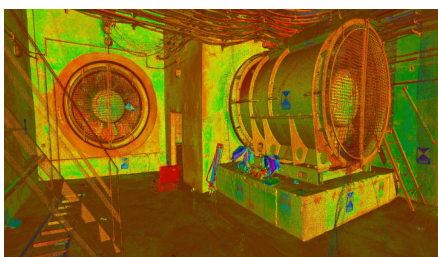


ОРГАНИЗАЦИЯ  
АО «Метрогипротранс»

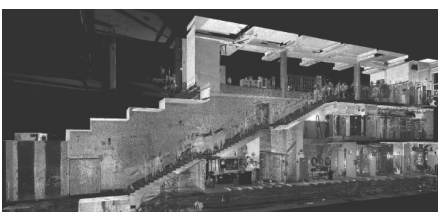
РЕГИОН  
Россия, Москва  
РЕШЕНИЯ И СЕРВИСЫ  
Autodesk Civil 3D, Autodesk Revit, Autodesk ReCap

«У нашей бригады из четырех человек полевые работы заняли три месяца, при этом сканировали только в «ночное окно» продолжительностью примерно два часа для тоннелей и порядка пяти часов – для станционных объектов. С тахеометром на полевой этап со сбором аналогичного количества данных ушло бы не меньше полутора лет».

Константин Баранов,  
ведущий инженер  
АО «Метрогипротранс»



Облако точек в Autodesk ReCap.  
Изображение предоставлено АО «Метрогипротранс».



Облако точек в Autodesk ReCap.  
Изображение предоставлено АО «Метрогипротранс».

# ВІМ-модель метро на базе лазерного сканирования

Создание актуальной модели подземных сооружений в ПО Autodesk



Станция «Каховская», пространство RealView в Autodesk ReCap. Изображение предоставлено АО «Метрогипротранс».

Институт «Метрогипротранс» был основан в 1933 году. Его сотрудники – авторы проектов всех действующих станций и линий Московского метрополитена и метрополитенов городов всего постсоветского пространства. Институт располагает ценнейшим архивом документов, описывающим архитектурные и инженерные решения метрополитена. На них и сегодня опираются проектировщики, планируя реконструкцию и ремонт метро.

## Объединение Каховской линии и БКЛ

Интеграция Каховской линии Московского метрополитена в состав Большой кольцевой линии – один из проектов, к работе над которым привлечены специалисты института. Согласно плану Московского метрополитена, в результате соединения Каховской линии и БКЛ на задействованных в проекте станциях трансформируется в транспортно-пересадочные узлы с новыми функциональными зонами. Для реализации этого многогранного проекта критически важна актуальная информация по фактическому состоянию подземных конструкций и сооружений. В архиве института «Метрогипротранс» есть проектные чертежи объектов, находящиеся в зоне реконструкции, однако далеко не всегда они соответствуют реальному положению дел под землей. «Станционный комплекс включает в себя не только пассажирскую зону, но и огромное количество служебных помещений – трансформаторных подстанций, диспетчерских комнат, водоперекачек, вентиляционных камер и т.д., – рассказывает Алексей Авдеев, главный инженер АО «Метрогипротранс». – Служебная зона важна не меньше пассажирской, она тоже подлежит реконструкции.

При этом именно в ней наблюдается самый большой процент расхождений между архивными чертежами и фактической геометрией». Причина расхождений заключается в том, что проектное решение часто корректировалось строителями «по месту». Эти корректировки не отражены на проектных чертежах, исполнительная документация утеряна, либо также не соответствует фактическому положению вещей, что может привести к серьезным проблемам при реконструкции. Задачу по актуализации исходных данных трех станционных комплексов Каховской линии и отдельных участков перегонных тоннелей для реконструкции предстояло решить сотрудникам «Метрогипротранс». Согласно плану Правительства Москвы, все объекты метрополитена с 2021 года должны проектироваться по технологии ВІМ. В связи с этим было принято решение уже на этом проекте приступить к созданию «фундамента» ВІМ-процессов в институте. «Фундаментом» в данном случае стала исполнительная ВІМ-модель, полученная на основе данных лазерного сканирования.

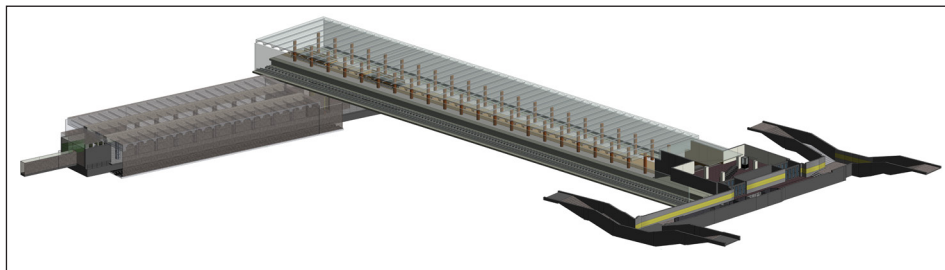
## Исполнительная ВІМ-модель

На первом этапе работ специалисты «Метрогипротранс» создали планово-высотную геодезическую основу всей Каховской линии метрополитена. Это позволило создать единую систему координат для участков работ, на которых предполагалось сканирование. На втором этапе начались работы непосредственно по лазерному сканированию объектов, уравниванию «сырых» данных сканирования и созданию облаков точек в Autodesk ReCap. На основе полу-

# Лазерное сканирование позволяет получить полный объем информации о реальной геометрии объекта

ченных данных в Autodesk Revit создавался комплект плоских чертежей и исполнительная BIM-модель. «Есть мнение, что обрабатывать данные лазерного сканирования в Revit нерационально, – говорит Константин Баранов, ведущий инженер АО «Метрогипротранс». – На рынке есть ряд специализированных программ для работы с данными лазерного сканирования. Однако для нашей задачи Revit был оптимальным решением. Ведь на выходе нам нужна была BIM-основа со взаимосвязанными элементами. В итоге мы оценили достоинства Revit: его фантастически удобное рабочее пространство, инструменты настройки текущего диапазона, уровни, видовые экраны, шаблоны. Меньший по сравнению со специализированным ПО функционал моделирования геометрии объектов свободной формы этой программы с лихвой компенсируется удобством работы с данными». 2D-чертежи оформляли в Autodesk Civil 3D. В нем восстанавливалась геометрия и пикетаж фактических осей путей и станционного комплекса, чертежи оформлялись с помощью аннотационных инструментов, для создания высотных отметок на планах использовались COGO точки.

Команда работала в едином проектом пространстве Autodesk BIM 360. «Благодаря использованию облачного сервиса



Модель Revit, созданная на основе облака точек. Изображение предоставлено АО «Метрогипротранс».

элементы модели совмещались со сферическими панорамными фото, привязанными к облаку точек. Это позволило устранить разночтения в интерпретации элементов во время обработки данных.

«Другой нюанс связан с тем, что заказчик или проектировщики, для которых выполняются работы, редко могут сформулировать требования к уровню проработки данных сканирования, – говорит заместитель главного инженера АО «Метрогипротранс» Павел Павлов. – Обычно они имеют дело с чертежами, где углы прямые, стены ровные, комнаты расположены параллельно. По факту все иначе: прямые углы – редкость, а соседние комнаты запросто могут оказаться под углом друг к другу. Поэтому подход к работе с данными сканирования должен отличаться от традиционного. Но здесь важно не перестараться, иначе проект окажется неподъемным».

ем модели специалисты искали дефекты бетонных и чугунных конструкций, в том числе в тоннелях, где процесс деформации может идти нелинейно. Классическая технология обследования элементов обделки тоннеля предусматривает съемку сечений с заданным шагом по нескольким контрольным точкам. «При работе по классической схеме мы, к примеру, получаем в точке «1» отклонение 20 мм, в точке «2» – 40 мм, – рассказывает Константин Баранов. – Все в пределах допуска. Но зона наибольшей деформации может находиться между этими точками. Данные лазерного сканирования позволяют получить полный объем информации о реальной геометрии объекта и обнаружить все критические деформации конструкций».

## Результат

Специалисты АО «Метрогипротранс» выделяют следующие преимущества выбранного пакета ПО, проявившиеся в этом проекте:

- высокая скорость работы Autodesk ReCap даже при объеме облака точек более 400 Гб;
- комфортная работа с данными в 3D-пространстве Autodesk Revit, возможность быстрой настройки видимости, текущего диапазона и разрезов, удобная работа с опорными плоскостями;
- функционал Autodesk Revit по созданию листов, шаблонов, аннотационных семейств;
- работа в едином пространстве Autodesk BIM 360 без необходимости создавать локальные копии;
- аннотационные средства Autodesk Civil 3D для линейных объектов, выставление высот в плане с помощью COGO точек.

В результате изысканий было получено более 1 Тб данных с более чем 1500 станций сканирования. Заказчику были переданы облака точек и двухмерные чертежи, полученные из 3D-модели объекта. Обновленная станция «Каховская» откроется в 2021 году.

<https://autodesk.ru/bim>

## Задачи

- Комплект 2D-чертежей и 3D-модели линейно-протяженного сооружения
- Очистка модели от «цифрового шума»
- Совместная работа четырех специалистов

у нас появилась возможность удаленной работы с проектом, исчезла проблема конфликта версий, – продолжает Константин Баранов. – Сейчас мы имеем более широкий функционал для поддержания комфортного уровня взаимодействия в рамках единого рабочего пространства. Использование возможностей BIM 360 для анализа и сравнения версий позволяет отслеживать динамику развития проекта». Лазерное сканирование выполнялось на действующих объектах метрополитена, что вызывало определенные проблемы. Помещения часто были труднодоступны, например, скрыты за сплошной стеной силовых кабелей. Одним из инструментов контроля качества стала связь обработанных данных лазерного сканирования и облака точек в ReCap, реализованная с помощью Navisworks и инструмента RealView в ReCap. В нем полученные чертежи или

## Решения

- Работа с данными сканирования в Revit, оформление чертежей в Civil 3D
- Пространство RealView в Autodesk ReCap
- Единая модель в Autodesk BIM 360

## Скорость и безопасность

По словам Константина Баранова, благодаря использованию лазерного сканирования качество и скорость изыскательских работ существенно увеличились: «У нашей бригады, состоящей из четырех человек, полевые работы заняли три месяца, при этом сканировали только в «ночное окно» продолжительностью примерно два часа для тоннелей и порядка пяти часов – для станционных объектов. С тахеометром на полевой этап со сбором аналогичного количества данных ушло бы не меньше полутора лет. Иногда новые технологии лишь незначительно повышают производительность и качество, но в случае проведения обмерных работ на объектах метрополитена классическая тахеометрическая съемка и лазерное сканирование – просто несравнимые вещи». Наряду с построени-