

# Использование BIM-технологии в проектировании первой в Стамбуле автоматизированной ветки метро

## Сквозь населенные районы

КОМПАНИЯ

**Prota Engineering**

МЕСТОПОЛОЖЕНИЕ

Турция, Стамбул

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Autodesk® AEC Collection  
 Autodesk® AutoCAD® Map  
 3D Autodesk® ReCap™  
 Autodesk® ReCap™ Pro  
 Autodesk® InfraWorks®  
 Autodesk® Civil 3D®  
 Autodesk® 3ds Max®  
 Autodesk® Navisworks®  
 Simulate Autodesk®  
 Navisworks® Manage  
 Autodesk® Revit  
 Облачные службы  
 Autodesk® BIM 360®  
 Облачные службы  
 Autodesk® 360

Изображение предоставлено городским муниципалитетом Стамбула.

## Расширение инфраструктуры Стамбула

Турецкая компания Prota Engineering, главный офис которой расположен в городе Анкара, оказывает конструкторские, технические и консультационные услуги уже более 30 лет и более чем в 20 странах мира. Опыт компании в проектировании и разработке легкорельсовых транспортных систем, автобусных линий, аэропортов, вокзалов и других конструкций заинтересовал городской муниципалитет Стамбула, и компании Prota было предложено принять участие в проектировании новой ветки метро. Данный проект – первая в Стамбуле полностью автоматизированная ветка метро и одна из немногих веток метро с беспилотными поездами во всем мире.

Под руководством координатора по BIM-технологиям Сание Октем (Saniye Öktem) компания Prota Engineering курировала проектирование ветки M9 Atakoy–İkitelli (Атакой–Икителли M9) – второго проекта метрополитена в Турции, тендер на который подразумевал использование BIM-технологии.

Ветка M9 пролегает через пять районов и охватывает наиболее загруженные транспортные артерии города. Ветка имеет длину 13,5 км, состоит из одиннадцати станций и объединена с шестью другими ветками. Предполагается, что по завершении проекта ежедневный пассажиропоток ветки составит 500 000 человек. Использование BIM-технологии позволило практически полностью пропустить этап подготовки исполнительных чертежей, вследствие

чего срок реализации проекта был сокращен почти на три года. Городской муниципалитет Стамбула был впечатлен результатами использования BIM-технологии, и было принято решение задействовать технологию при строительстве дополнительных веток метро.

## Вся команда «на борту»

Для реализации проекта такого масштаба требуется большое количество специалистов. В проектировании и строительстве ветки M9 задействовано около 150 компаний-подрядчиков и более 2 000 человек. Эффективное взаимодействие – ключ к успешной реализации проекта.

Компания Prota задействовала проектные группы в Стамбуле, Анкаре и Измире. Поскольку ветка M9 объединена с шестью ветками метро, Prota тесно взаимодействовала с проектировщиками и инженерами, которые принимали участие в их проектировании и строительстве.

Ветка M9 проходит через несколько загруженных районов города (включая реку Аямама), и специалистам компании Prota пришлось принять во внимание действующую инфраструктуру и уже построенные дома и деловые центры. Отдельную трудность вызвало определение местоположения шахт и станций. В ходе первоначальной разведки места работ специалистам Prota пришлось учитывать изогнутую и тесную структуру города, низкую прочность грунта, высокие сейсмические нагрузки, а также зоны возможного затопления.

## Решение

Используя ПО Autodesk Civil 3D и InfraWorks, специалисты компании Prota определили задачи, связанные с прокладыванием ветки через загруженные районы города, и нашли пути их решения. В Civil 3D был смоделирован рельеф Стамбула и были выявлены отклонения инфраструктуры.

В одном случае вблизи станции Bahariye (Бахарийе) была обнаружена линия электросети мощностью 380 кВт. Как утверждает Сание Октем, чтобы «обойти» линию, эскизный проект еще на начальном этапе пришлось разделить на две зоны, в которых сходятся несколько дорог. «Данное изменение позволило нам сэкономить четыре месяца работы» – продолжает она.

Используя лазерные 3D-сканеры, специалисты Prota создали модели зданий, расположенных вблизи предполагаемых мест строительства станций. С помощью приложения ReCap полученные сведения были включены в модель Autodesk Revit. Благодаря этому специалисты смогли работать с облаками точек и точно определить места строительства шахт и станций. С помощью инструмента InfraWorks Traffic Simulation был проанализирован поток транспорта вблизи станций.



Строительный объект в районе Собанчесме (Чобанчешме). Изображение предоставлено Городским муниципалитетом Стамбула.

## Оптимизированное взаимодействие в облачных решениях

И заинтересованные лица, и подрядчики столкнулись с переизбытком данных и взаимодействия. Использование облачного ПО помогло оптимизировать взаимодействие между командами, менеджерами и заинтересованными лицами.

Для обмена данными между командами в трех городах была использована облачная служба BIM 360 Docs. «Использование BIM 360 Docs помогло поддерживать согласованность модели и оптимизировать обмен данными между командами» – утверждает Октем.

В ходе организационных собраний специалисты изучали подготовленные модели в ПО Autodesk Navisworks. Данные модели использовались при обсуждении вопросов проектирования и строительства сразу. Решение еще 31 задачи было запланировано на последующие этапы проекта. «Все заинтересованные лица сходятся на том, что возникшие вопросы не удалось бы решить без использования BIM-технологии» – заявляет она.

На заключительном этапе проектирования в ходе выявления коллизий на станции Атакёу (Атакей) было обнаружено 620 коллизий по всем разделам проекта, а в зависимости от степени детализации их число возросло до 1 718. Было проведено 5 собраний, по завершении которых с помощью ПО Navisworks были исправлены 855 коллизий.

## Улучшение конечных результатов с помощью BIM-технологии

Когда городской муниципалитет Стамбула начал планировать масштабное расширение железнодорожной системы города, было принято решение о том, что планирование, проектирование и реализация проекта, а также управление им должны быть выполнены более эффективно, чем в предыдущих проектах по строительству транспортных систем. BIM-технология помогла сократить сроки строительства на несколько месяцев.

BIM-менеджер компании EMAY Engineering Угур Челик (Uğur Çelik) утверждает, что полученные

из интеллектуальных моделей практические количественные данные позволили ускорить принятие решений и создали условия, необходимые для перекрестной проверки. BIM-менеджер компании-подрядчика Ага Энерджи Эврен Каялыбаг (Evren Kayalıbağ) заявляет, что более точный предварительный подсчет количества работ и материалов на этапе проектирования позволил «значительно сократить количество строительного мусора» на объекте.

Подрядчики использовали 3D-модели помещений из информационной модели, вместо стандартных 2D-чертежей, для определения количества материалов и последующих монтажных работ. С помощью BIM-технологии модели ветки M9 стабильно обновлялись в соответствии со сведениями со строительной площадки и реальными условиями на участке строительства.

Для проведения VR-исследований станций использовались ПО Autodesk Revit Live и очки виртуальной реальности Oculus Rift. Тем временем проектная группа изучила здания, построенные вблизи станций, в игровом движке Unity Technologies.

## По тоннелям

В ПО Revit, Dynamo, AutoCAD и Civil 3D для Navisworks были построены 4D-модели тоннелей. В них отражались состояние грунтов и другие параметры, которые необходимо учитывать при выработке тоннеля и его облицовке.

На начальных этапах проекта специалисты Prota смоделировали различные ситуации для тоннелепроходческой машины – важнейшего элемента площадки подземных линий. В одной из таких ситуаций было обнаружено, что к моменту, когда платформа тоннелепроходческой машины достигла станции 15 Temmuz, бетонная платформа станции еще не была построена. Вооружившись данными сведениями, проектная группа подрядчика внесла необходимые изменения в график проекта.

Команда по проектированию противопожарной защиты провела анализ вибраций в Autodesk CFD, чтобы определить видимость дыма и проанализировать вероятность пожара на всех станциях и в прилегающих к ним зонах. Проведение данного анализа помогло повысить безопасность пассажиров и строений.

## Экологичные решения

При планировании автоматизированной ветки метро городской муниципалитет Стамбула поставил задачу сократить ежегодный выброс CO<sup>2</sup> на 77 246 тонн.

Ожидается, что строительство новых веток метро снизит объем трафика на 15 424 автомобилей, и это большой шаг к достижению поставленной цели.

Для удовлетворения экологических требований на большинстве станций запланирована посадка парков и озелененных зон. Суммарно будет посажено 10 000 деревьев.

Для экономии энергии на станциях будут использованы стеклянные крыши. В ходе их проектирования специалисты Prota передали значения освещенности в ПО Revit, а затем импортировали их в ПО DIALux, в котором проектировщики окончательно утвердили местоположение ламп и стеклянных крыш.

## Переосмысление системы городского транспорта

Благодаря BIM-технологии команды компании Prota Engineering и ряда других подрядчиков смогли эффективно взаимодействовать между собой в разных городах. Использование BIM-технологии на этапе проектирования помогло сократить время принятия решений, повысить эффективность и оптимизировать процесс закупок.

Эффективное взаимодействие с производителями позволило сократить расходы подрядчика на 30%. Решение комплексных вопросов, касающихся инфраструктуры, на этапе проектирования позволило сократить время строительства на 4 месяца. Пропуск этапа подготовки исполнительных чертежей сэкономил компании Prota несколько лет, которые будут посвящены следующим проектам.

И пока некоторые правительственные учреждения не решаются внедрять новые технологии, городской муниципалитет Стамбула пользуется всеми преимуществами BIM-технологии в одной из наиболее продвинутых городских транспортных систем в мире.