



ВЫСОКОСКОРОСТНЫЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЕ МАГИСТРАЛИ И BIM

Эта статья является переводом оригинального текста Лачми Хемлани (Lachmi Khemlani) "High Speed Rail and BIM", опубликованного 18 марта 2015 года. Все высказанные здесь версии, предположения, суждения отражают исключительно мнение автора исходной статьи.

Я живу в Калифорнии, и мне было очень интересно узнать о планах строительства высокоскоростной железнодорожной магистрали (ВСМ), которые обсуждались еще с 1980-х годов. Конечно, подобные проекты зависят прежде всего от политических решений, и они должны быть одобрены избирателями. Но даже когда потребность в этом очевидна, находится масса дополнительных аспектов, которые необходимо учесть: бюджет, транспортные проблемы, заторы, степень разрушения данных условий, инфраструктура и т.д. И хотя скоростные поезда с точки зрения механики во многом относятся к области автомобилестроения, строительство железных дорог и вокзалов — прерогатива отрасли АЕС [Архитектура, проектирование, строительство. — Прим. пер.].

С ростом интереса к технологии BIM и модельно-ориентированному проектированию не только зданий, но и объектов инфраструктуры (см. недавнюю публикацию на AECbytes "Extending BIM To Infrastructure"), мы ожидаем снижения стоимости проектов ВСМ по сравнению с аналогичными проектами, реализованными прежде. Технология BIM предоставляет инженеру явные преимущества на этапе не только проектирования, но и строительства. На что также указывает недавняя презентация новой скоростной двухпутной магистрали в Лондоне (HS2) на конференции "Bentley Year in Infrastructure conference", где BIM называли "основой жизни" проекта. Это касалось не только проектирования и строительства HS2 в виртуальном пространстве, но и всего жизненного цикла объекта на протяжении более 150 лет. Учитывая, что общий срок от зарождения идеи ВСМ до ее строительства составляет 20-30 лет, возможно, еще рано говорить о результатах; однако уже реализованные с помощью BIM части некоторых проектов позволяют судить о большом потенциале. Прежде чем перейти к аспектам внедрения BIM, рассмотрим текущее состояние этой технологии в различных странах.

Высокоскоростные железнодорожные магистрали мира

Высокоскоростная железнодорожная магистраль является разновидностью железнодорожного транспорта, скорость движения которого, как правило, превышает 200 км/ч (125 миль в час). Первой страной, которая разработала ВСМ (в 1964 году), получившую название "сверхскоростной пассажирский экспресс", стала Япония. После этого ВСМ для связи крупнейших городов начали реализовывать многие страны мира: Австрия, Бельгия, Англия, Китай, Франция (рис. 1), Германия, Италия, Япония, Польша, Португалия, Россия, Республика Корея, Испания, Швеция, Тайвань, Турция, Узбекистан. В указанных странах это направление продолжает развиваться, в других же — только планируется. В то время, как большинство запланированных проектов ВСМ все еще находится на стадии технико-экономического обоснования, некоторые уже строятся, как например 66-километровый участок в Алжире и 200-километровый участок в Марокко, начало строительства которых приходится на 2011 год. В планах Совета по сотрудничеству



Рис. 1. Один из первых поездов для ВСМ в Гар де Лион во Франции, 1982 год (предоставлено: Public domain Wikimedia Commons)

стран Персидского залива (ОАЭ, Оман, Катар, Бахрейн, Кувейт, Саудовская Аравия) — также сделать один из участков сети железных дорог высокоскоростной магистралью. В частности, Катар, который будет в 2022 году проводить чемпионат мира по футболу (см. статью о стадионах чемпионата мира в выпуске

Q2 2014 журнала AECbytes), заявил о планах соединить скоростной магистралью Бахрейн и Саудовскую Аравию к этому событию.

Как показывает опыт перечисленных выше стран, строительство ВСМ наиболее оправдано в местах с высокой плотностью населения, несмотря на довольно высокую стоимость. К примеру, на Тайване существует высокоскоростная линия, проложенная вдоль западного побережья страны из столицы Тайбэй в южный город Гаосюн, и обслуживающая около 90% населения страны (рис. 2). Экономический рост Тайваня в течение второй половины двадцатого



Рис. 2. Карта высокоскоростной линии Тайваня: магистраль, эксплуатируемые станции, перспективные станции (предоставлено: Public domain Wikimedia Commons)

века способствовал развитию сети автомобильных шоссе, железных дорог, воздушного сообщения и привел к идее создания новой высокоскоростной железнодорожной магистрали в 1970-х. Неофициальное планирование началось в 1980-м, технико-экономическое обоснование завершили в 1990-м, формально проект стартовал в 1997-м, а эксплуатация линии началась в 2007 году. Строительство линии потребовало привлечения более 2000 профессиональных инженеров и длилось около семи лет. Как показано на карте, на линии эксплуатируются восемь станций; еще четыре планируется завершить и ввести в эксплуатацию в ближайшие несколько лет (как будет показано далее, одна из этих станций, Чангва, была запроектирована с применением BIM).

В Соединенных Штатах Америки ВСМ до сих пор не получили широкого развития из-за обширной территории и относительно низкой плотности населения по сравнению со странами Азии и Европы, где скоростное движение налажено хорошо. Однако темпы роста населения и существенный денежный ресурс США дают все основания полагать, что строительство ВСМ здесь имеет хорошие перспективы, о чем свидетельствуют исследования, проведенные еще в 1960-х годах. Хотя большинство этих исследований не было внедрено в реальные проекты, и до настоящего времени единственной скоростной железной дорогой в США является линия между Вашингтоном (округ Колумбия) и Бостоном, через Нью-Йорк и Филадельфию, вдоль Северо-Восточного ко-



Рис. 3. Презентационное изображение предлагаемого скоростного поезда для Калифорнии (предоставлено: California High-Speed Rail Authority)

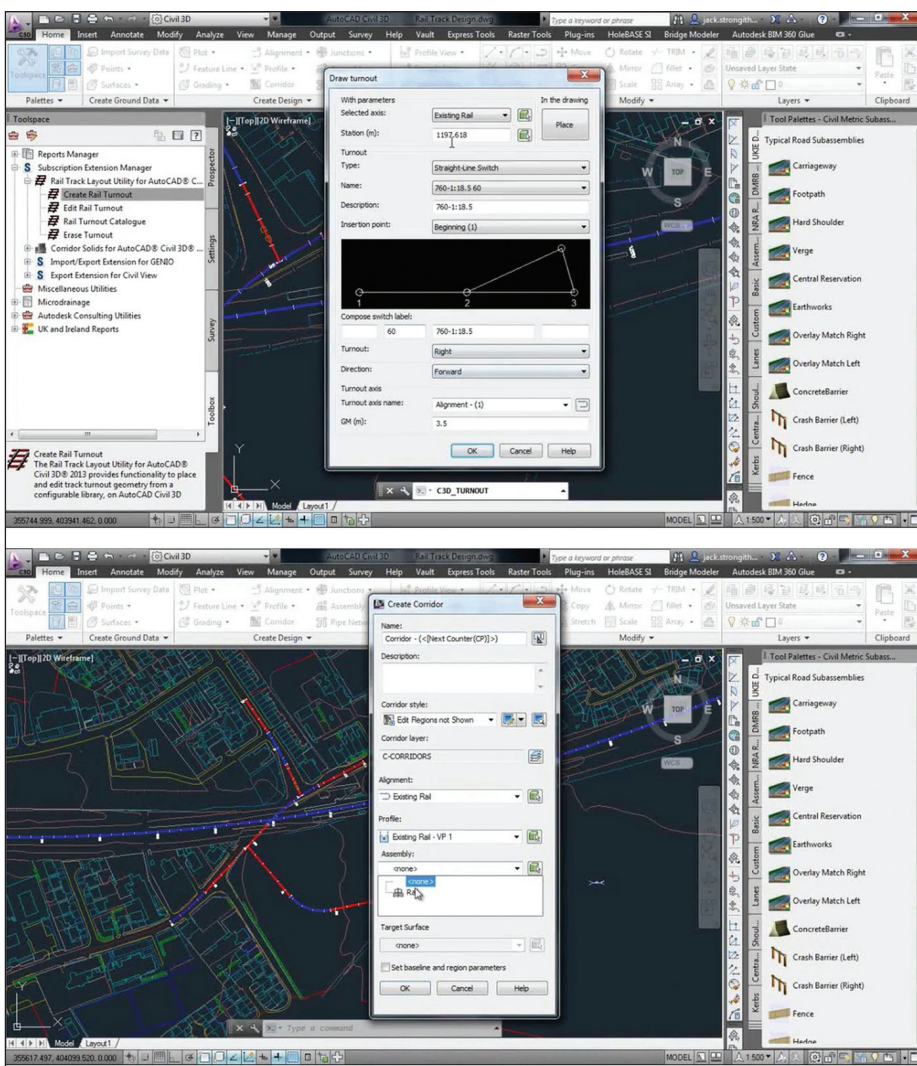


Рис. 4. Детальное конструирование железной дороги с помощью Rail Layout Module для AutoCAD Civil 3D (предоставлено: Autodesk)

ридора. Скоростной поезд, курсирующий на линии, называют Acela Express. В то время как планы относительно других ВСМ изучаются в различных частях страны, строительство высокоскоростной линии в Калифорнии — единственное, формально одобренное и согласованное решение (рис. 3). Когда линия будет построена, она позволит быстро соединить такие города США, как Сакраменто, Сан-Франциско, Лос-Анджелес и Сан-Диего. Добраться из Сан-Франциско до Лос-Анджелеса станет возможным всего за два с половиной часа. Строительство первого участка начнется с соединения Фресно и Бейкерсфилда, и по плану будет завершено в 2021 году. Линия между Лос-Анджелесом и Сан-Франциско должна быть завершена к 2029 году, после чего планируется построить участок между Сан-Диего и Сакраменто.

Программное обеспечение для проектирования объектов транспортной инфраструктуры

С точки зрения проектирования скоростных железных дорог, используемое программное обеспечение ничем не отличается от того, которое применяется для проектирования обычных железных дорог. Иными словами, специализированного программного обеспечения для ВСМ не существует — по крайней мере, ни одна программа до сих пор так не позиционировалась, в отличие от сферы проектирования зданий, где такое программное обеспечение на основе технологии BIM очень распространено, например, CATIA-ориентированный Digital Project (подробное описание размещено в научно-исследовательской работе AECbytes, **BIM Evaluation Study**) — очень мощный, сложный и дорогой программный про-

дукт, одобренный такими выдающимися архитекторами, как Фрэнк Гери и Заха Хадид. К счастью или к сожалению, но программное обеспечение для проектирования железных дорог не может похвастаться подобным — пока что. Поэтому при проектировании ВСМ мы должны ориентироваться на программное обеспечение для проектирования железных дорог в целом. Как оказывается, выбор здесь достаточно ограничен по сравнению с BIM-ориентированными программами и плагинами сторонних разработчиков для проектирования зданий. Autodesk и Bentley сохраняют лидирующие позиции и здесь, являясь чуть ли не единственными разработчиками программного обеспечения для проектирования различных объектов инфраструктуры, включая рельсовое полотно. Если говорить об Autodesk, то флагманскими продуктами для проектирования объектов инфраструктуры являются известный AutoCAD Civil 3D и более новый InfraWorks 360, которые были подробно описаны в недавней статье AECbytes "Extending BIM to Infrastructure". AutoCAD Civil 3D, который применяется в основном для детального конструирования в гражданском строительстве, расчета и документирования индивидуальных инфраструктурных проектов, имеет модуль Rail Layout Module, который обладает специальными функциями для создания объектов железнодорожного полотна, доступными в наборе для подписанных пользователей (рис. 4). Другой программный продукт, InfraWorks 360, является инструментом для планирования, моделирования, проектирования и визуализации объектов инфраструктуры в городах и больших площадях для застройки (рис. 5), но он пока не имеет специализированных модулей для проектирования железных дорог — только некоторые элементы инфраструктуры, таких как автодороги, мосты и дренажные системы. В случае с Bentley мы имеем более обширный список решений для инфраструктуры. Многие из них реализованы в сооружениях по всему миру, в том числе с применением детализированного трехмерного представления железнодорожной инфраструктуры. Так, продукт Bentley Rail Track объединяет два специализированных приложения для проектирования железных дорог, которые в компании Bentley разработали несколько лет назад: приложение

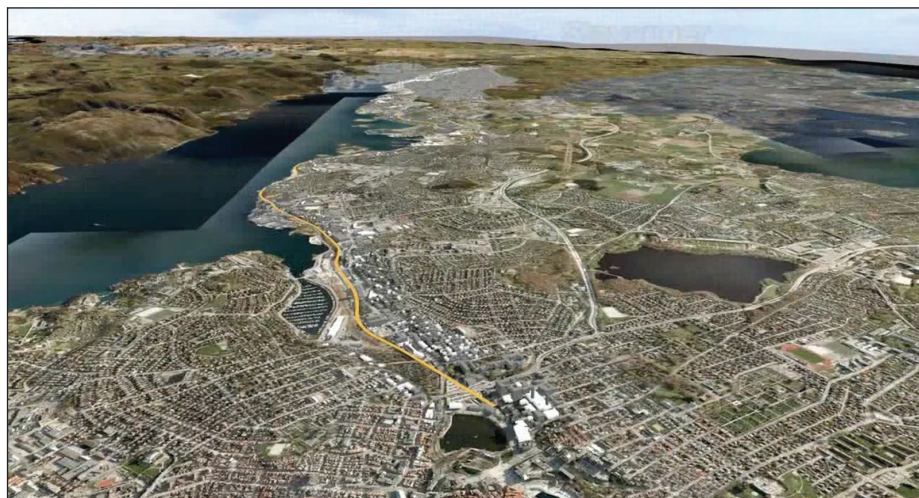


Рис. 5. Планировка железнодорожного коридора (показано желтым) в контексте модели большого региона в InfraWorks 360 (предоставлено: Autodesk)

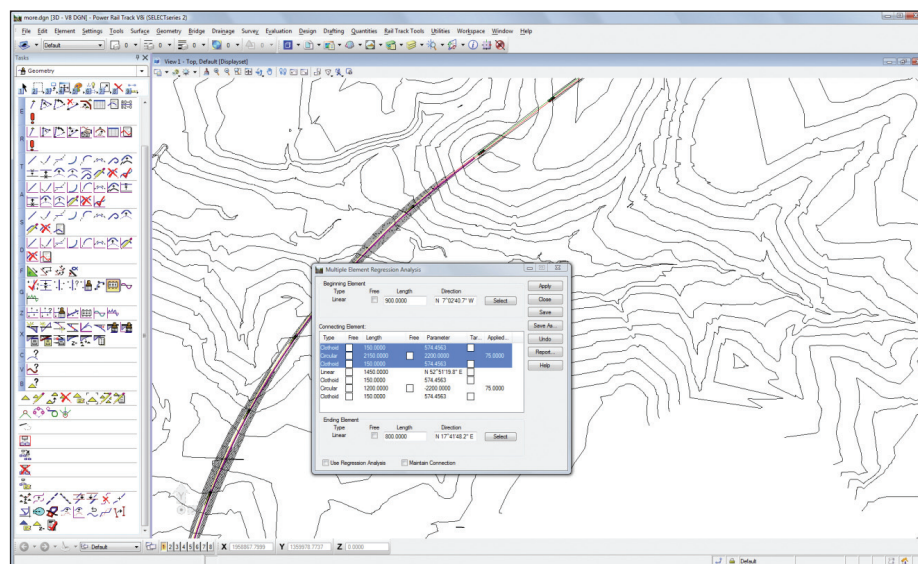


Рис. 6. Bentley Rail Track – решение с богатым функционалом для проектирования железных дорог (предоставлено: Bentley)

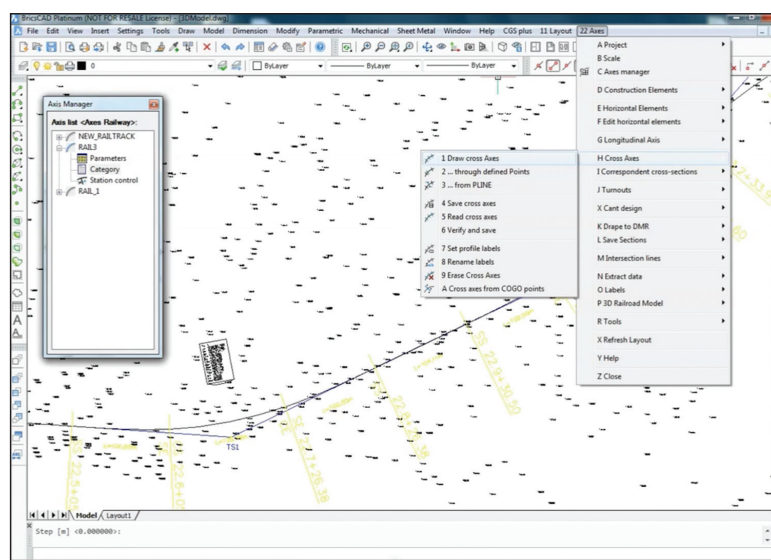


Рис. 7. Проектирование железной дороги в BricsCAD с использованием плагина Ferrovia от CGS plus (предоставлено: CGS plus)

InRail, которое было частью пакета InRoads, приобретенного у Intergraph в 2000 году; приложение MXRAIL как часть пакета MX, приобретенного у Infracore в 2003 году. Этих приложения хорошо зарекомендовали себя как в проектировании самого железнодорожного полотна, так и в моделировании, анализе, оптимизации стрелочных переводов, пересечений и пр. (рис. 6). Интегрированные в линейку продуктов Bentley, данные приложения позволяют взаимодействовать с другими CAD- и BIM-решениями. И хотя нет никакого специализированного программного обеспечения для проектирования ВСМ, как было упомянуто ранее, Bentley Rail Track обеспечивает функциональную поддержку Maglev (поездов на электромагнитной подушке) – ключевой технологии для разработки проектов с высокоскоростным подвижным составом. Помимо указанных решений от Autodesk и Bentley, существует и другое программное обеспечение для проектирования железных дорог – Ferrovia, которое является разработкой европейской компании CGS plus, основанной в 1990 году. Программы этой компании применяются в различных технических областях (транспорт, инфраструктура, архитектура, проектирование, строительство). Ferrovia – многофункциональное приложение, которое используется инженерами путей сообщения со всего мира для эскизного проектирования железных дорог, их детального моделирования в трехмерном пространстве, а также подготовки технической документации. Приложение встраивается в AutoCAD, AutoCAD Civil 3D, BricsCAD, предоставляя проектировщику необходимый функционал в среде этих программ (рис. 7).

Как применить BIM в проектах ВСМ

Как уже было сказано, многие действующие сегодня ВСМ проектировались еще до появления технологии BIM с помощью таких программных средств, как InRail и MXRAIL (которые теперь являются частью программного обеспечения Bentley). Яркий пример – первая ВСМ в Англии, которая называется HS1 или железная дорога в Евротоннеле (Channel Tunnel Rail), введенная в эксплуатацию в 2007 году. Эта высокоскоростная железнодорожная магистраль длиной в 68 миль через Евротоннель соединяет континентальную Европу с Англией и позволяет добраться из Лондона в Париж вдвое быстрее

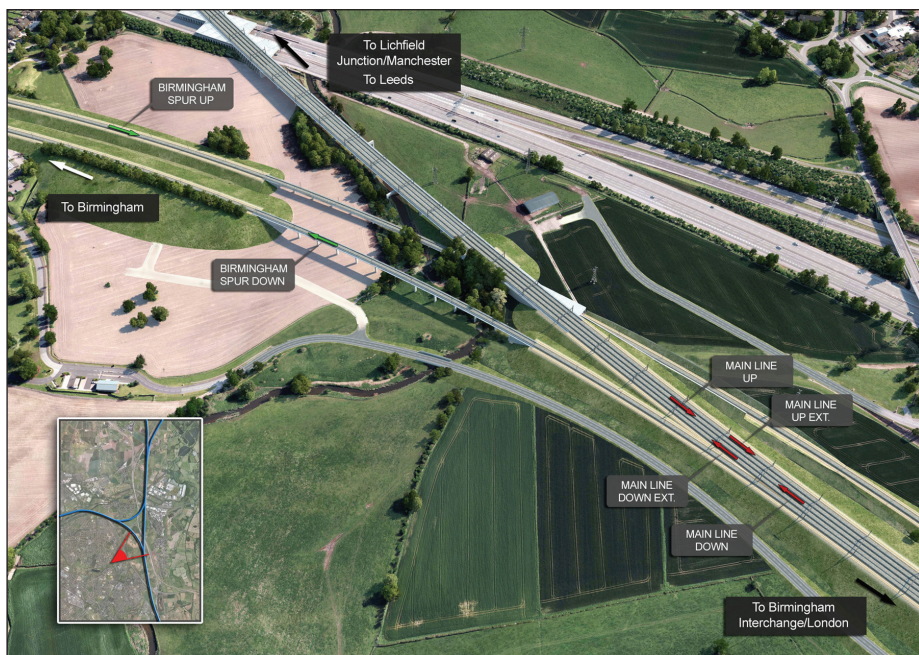


Рис. 8. Проект "HS2 Birmingham Delta Junction" от Ineco с использованием решений Bentley (предоставлено: Bentley)

по сравнению с тем, что было ранее. HS1 была первой основной железной дорогой в Англии, над созданием которой трудился консорциум инженеров и строительных компаний, применявших программные продукты Bentley: MicroStation, InRoads, InRail.

Многие недавно реализованные проекты ВСМ также использовали функционал приложений InRail или MXRAIL, которые к тому времени уже были объединены в более совершенное решение Bentley Rail Track. Речь идет, например, о высокоскоростной линии Мадрид-Барселона, построенной в Испании в 2008 году; линии Касабланка-Маракеш (TGV), открытой в Марокко в 2012-м; линии через Атласские горы

в Алжире, которая пока еще строится. Программное обеспечение Bentley также использовалось на первом этапе проектирования еще не достроенной британской линии HS2. Это было задумано в основном для проекта Delta Junction, согласно которому основная магистраль сосуществует с железнодорожными ветками Бирмингема и Лидса, создавая целый комплекс сооружений (рис. 8). Железная дорога была запроектирована консалтинговой фирмой Ineco — ведущей компании в области транспортного строительства, специалисты которой работают в 45 странах мира. При этом использовалось программное обеспечение Bentley Rail Track, MicroStation, ProjectWise, что по-



Рис. 9. Применение InfraWorks 360 одной из ведущих фирм по проектированию инфраструктуры (Multiconsult) для разработки проекта и визуализации ВСМ в Норвегии (предоставлено: Multiconsult)

зволило снизить расходы на данной стадии проектирования на 30%. В заключение стоит отметить, что значительная часть проектных и строительных компаний, участвующих в запланированных на Ближнем Востоке проектах ВСМ (включая Катар и Оман), использует программное обеспечение Bentley Rail Track и ProjectWise.

На сегодняшний день у Autodesk пока нет решений, которые были бы аналогичны продуктам Bentley по функциональности для проектирования железных дорог. Это, в частности, дает ответ на вопрос, почему инженеры в своих проектах чаще используют программное обеспечение от Bentley, в том числе при проектировании высокоскоростных железнодорожных магистралей. Однако скоро все может измениться, особенно благодаря быстро набирающему популярности продукту InfraWorks 360, который может стать "палочкой-выручалочкой" в сфере концептуального планирования и эскизного проектирования железных дорог. Этот программный продукт позволяет осуществлять проектирование в отношении больших городских моделей, а также выполнять превосходную визуализацию и анимацию для презентации проекта общественности и заказчику (рис. 9). Как следствие, число пользователей программы неуклонно растет и доминирование Bentley в этой области уже нельзя считать однозначным.

С таким функционалом становится возможным создавать просто гигантские инфраструктурные проекты. InfraWorks 360 также играет важную роль в новом проекте ВСМ в Калифорнии. Программа использовалась для подготовки предварительных эскизов и продолжает применяться для создания трехмерных моделей, анимации, презентации для официального утверждения, одобрения общественности, поддержки в СМИ. Несмотря на то, что информацию об инфраструктурных проектах обычно добыть крайне сложно, имеются публичные видео, демонстрирующие работу InfraWorks 360 по визуализации ВСМ в Калифорнии: начиная с вокзала Юнион-стейшн (Union Station) в Лос-Анджелесе, линия следует через Лонг-Бич и Грейпвайн в Большую Калифорнийскую долину (рис. 10). Модель была подготовлена в Parsons Brinckerhoff — большой международной компании, которая работает в сфере проектирования транспортных сооружений с использовани-

ем данных Геологической службы (USGS) и Министерства сельского хозяйства (USDA) США, а также на основании различных коммерческих источников данных.

И, конечно, не следует забывать о проектировании станционных вокзалов — индивидуальных сооружений, которые вполне могут быть запроектированы с использованием известных про-

граммных продуктов, реализующих все преимущества технологии BIM: Revit, AECOsim, Tekla и др. Например, вокзал на станции Чангва на тайваньской высокоскоростной железнодорожной магистрали, который планируется завершить в 2015 году, реализован в программе Tekla Structures (рис. 11). Но, несмотря на существующие специализированные инструменты, проектные ком-

пании и отдельные инженеры-проектировщики из железнодорожной отрасли продолжают нуждаться в новых программных продуктах для расчета и рекогносцировки конструкций, управления проектами, предупреждения столкновений, логистического анализа, расчета стоимости и пр.

Выводы

Выполнение большинства проектов высокоскоростных железнодорожных магистралей растягивается на долгие годы, что не позволяет однозначно оценить преимущества BIM при их проектировании. Даже без учета влияния инфляции, невозможно точно сравнить проекты уже эксплуатируемых ВСМ с теми, которые недавно завершены. Таким образом, нельзя однозначно утверждать, что применение BIM позволит снизить расходы на проектирование объектов транспортной инфраструктуры. Но уже сейчас очевидно, что проекты с применением BIM выглядят более привлекательно. Возможно, доказательства этому просто лежат в несколько иной плоскости.

Отдельные компании, которые работают над новыми проектами ВСМ, безусловно, будут использовать все доступные современные технологии, чтобы сделать процесс работы максимально эффективным. Хорошим примером взаимопонимания между заказчиком и исполнителем в этом является опыт HS2 Ltd. в Великобритании, когда на BIM-технологии ориентируются не только на этапе проектирования и строительства, но и эксплуатации (период жизненного цикла ВСМ составляет не менее 150 лет). До сих пор не было никакого подобного заказа от Управления высокоскоростными железными дорогами Калифорнии (California High-Speed Rail Authority) — организации, которая ответственна за планирование, проектирование, строительство и эксплуатацию калифорнийской ВСМ. Интересно будет увидеть, произойдет ли это событие когда-либо, и если да, то когда.



Рис. 10. Кадр из видеопрезентации о новой ВСМ в Калифорнии, Лос-Анджелес (предоставлено: Autodesk)

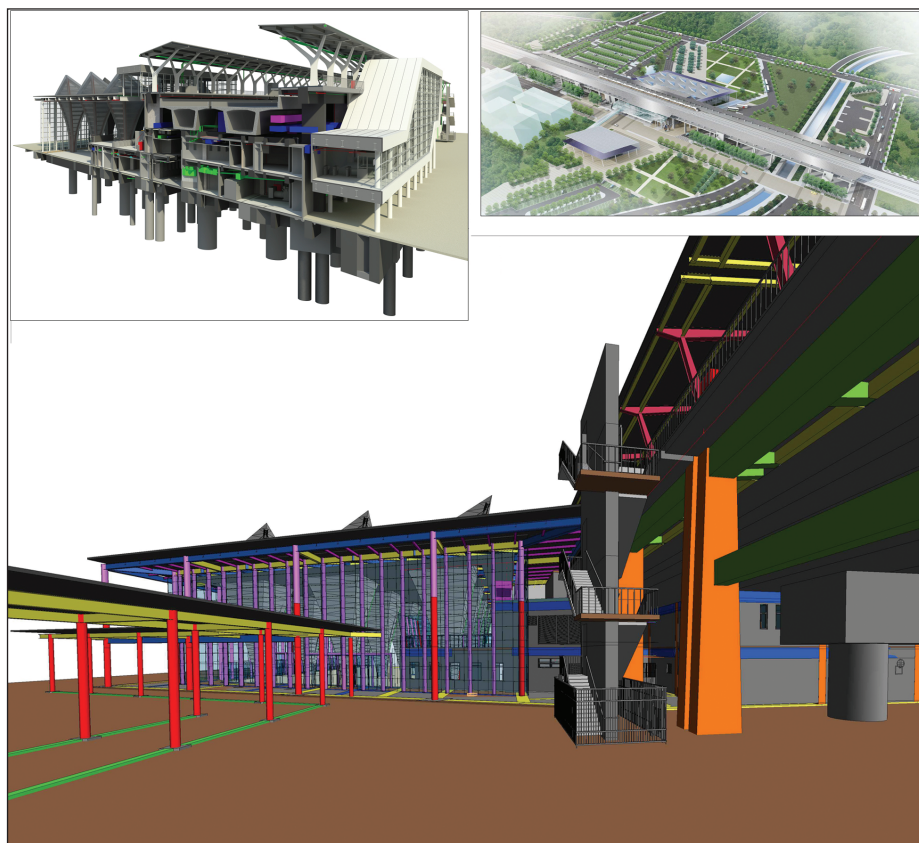


Рис. 11. Применение Tekla Structures к моделированию и планировке нового вокзала на станции Чангва на Тайване (предоставлено: Tekla)

Опубликовано:
www.aecbytes.com/buildingthefuture/2015/HSRandBIM.html