

3D-визуализация как современная технология повышения качества проектных решений

Райкова Л.С., технический писатель ООО «ИндорСофт» (г. Томск)
Анисимов С.С., разработчик ООО «ИндорСофт» (г. Томск)
Петренко Д.А., технический директор ООО «ИндорСофт» (г. Томск)

Рассматриваются способы получения презентационных трёхмерных моделей проектного решения, применяемые в современных САПР, а также варианты использования 3D-визуализации этих моделей в целях повышения качества проектных решений, их оценки и подготовки презентационных материалов.

Традиционно трёхмерное моделирование прочно ассоциируется с системами автоматизированного проектирования (САПР). Сегодня же применение трёхмерных моделей при проектировании объектов промышленного и гражданского строительства, в том числе автомобильных дорог, стало практически повсеместным. При этом всё больше САПР позволяют не только создавать трёхмерные модели проектных решений, но и выполнять их визуализацию в 3D [1].

Перечислим главные цели применения технологий трёхмерного моделирования и визуализации в САПР:

- Постоянная визуальная оценка проектного решения. Возможность в любой момент времени увидеть проектируемые объекты в 3D позволяет своевременно обнаружить возможные ошибки, выбрать наиболее выгодные варианты проектного решения и оценить его в целом.

- Формирование презентационных материалов (3D-сцен, видеороликов и пр.). Такие материалы помогают практически «вживую» увидеть результат работы инженера-проектировщика и могут быть предоставлены заказчику для демонстрации полноты проделанных проектно-исследовательских работ.

Способы создания трёхмерной модели проектного решения

Существует достаточно много способов, позволяющих создать и визуализировать трёхмерную модель проектного решения. Все их можно условно разделить на три группы.

Первый способ

Заключается в полном повторении проектных решений «с нуля» в профессиональных программных продуктах, предназначенных для работы с трёхмерной графикой и анимацией. Из таких программ наиболее часто используют Autodesk 3ds Max (Autodesk, США) (рис. 1).

Использование специализированных программных продуктов позволяет добиться высокой фотореалистичности изображения смоделированного проекта, однако требует огромных ресурсов, ведь, по сути, выполняется дублирование всего проекта: рельеф, ситуация, все трассы и элементы инженерного обустройства создаются вручную дизайнерами и 3D-художниками либо импортируются из САПР, а затем дорабатываются. Главным недостатком такого подхода к моделированию является полная невозможность визуальной оценки проектного решения в процессе проектирования. Кроме того, так как созданием трёхмерной модели занимаются не профессиональные инженеры-проектировщики, а 3D-художники, такая модель может содержать некоторые неточности и упущения, которые не всегда заметны художнику, однако имеют критическое значение при оценке проектного решения.

Второй способ

Заключается в использовании специальных программных продуктов — визуализаторов трёхмерных сцен. В качестве таких визуализаторов могут выступать следующие системы:

■ некоторые современные настольные ГИС, такие как ArcGIS с модулем ArcGIS 3D Analyst (Esri, США) (рис. 2а) [2], MapInfo Engage3D (MapInfo, США), IMAGINE VirtualGIS (ERDAS, США), ГИС «Панорама» (КБ «Панорама», Москва) и пр.;

■ различные картографические интернет-сервисы, например, Google Earth (Google, США) (рис. 2б) [3], Here (Microsoft, США), SAS.Планета (группа SAS), Apple Maps (Apple, США), NASA World Wind (NASA, США).

■ специализированные системы для моделирования городской среды, например City Engine (Esri, США) (рис. 2в) [4], VCity 3D (Virtualcity, Франция), LandSim3D (Bionatics, Франция) и т.д.;

■ универсальные трёхмерные игровые движки, поддерживающие моделирование городской среды, такие как Unigine Engine (Unigine, Томск) (рис. 2г) [5], Bugbear Game Engine (Bugbear Entertainment, США) и пр.;

■ различные автосимуляторы (обучающий автосимулятор City Car Driving (Forward, Москва) (рис. 2д) [6], компьютерные игры Need for Speed (Electronic Arts, США), F1 2013 (Codemasters, Великобритания) и пр.) и автотренажёры.

Однако, несмотря на такое многообразие программ-визуализаторов, ни одна из них не позволяет обеспечить постоянную визуальную оценку проектного решения. Экспорт в перечисленные выше системы выполняется, как правило, уже после завершения работы над проектом, а полученная 3D-модель не позволяет оценить проектное решение в полной мере.

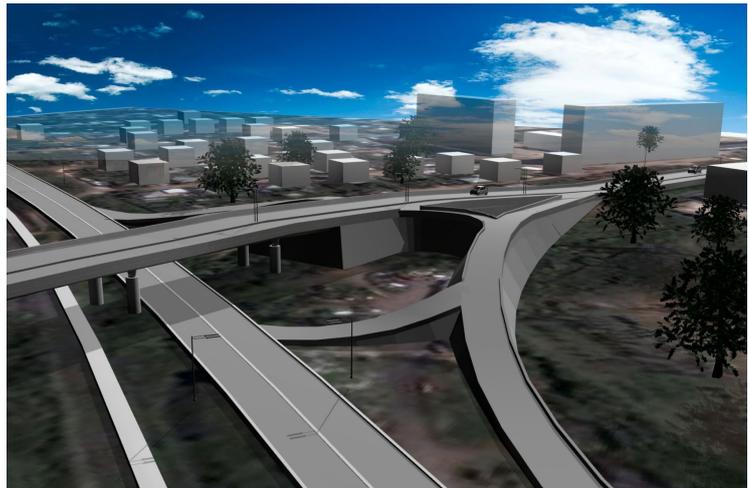


Рис. 1. Визуализация (повторение) проекта двухуровневой развязки в системе Autodesk 3ds Max

Третий способ

Подразумевает, что проектирование и трёхмерная визуализация выполняются в рамках одного программного продукта. Такой способ является, пожалуй, наиболее распространённым и используется в ряде отечественных и зарубежных САПР, таких как AutoCAD Civil 3D (Autodesk, США) (рис. 3а) [7], программный комплекс CREDO («Кредо-Диалог», г. Минск) (рис. 3б) [8], Топоматик Robur («Топоматик», Санкт-Петербург), IndorCAD («ИндорСофт», Томск). В процессе проектирования инженер в привычных ему проекциях (план, профили)



а) ГИС ArcGIS с модулем 3D Analyst



б) Картографический интернет-сервис Google Earth



в) Система моделирования городской среды City Engine



г) Трёхмерный игровой движок Unigine

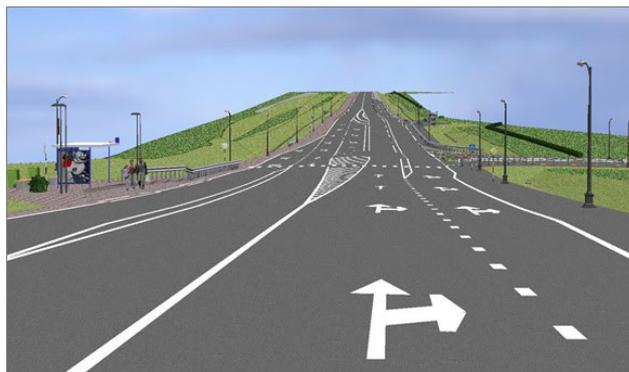


д) Обучающий автосимулятор City Car Driving

Рис. 2. Трёхмерные модели автомобильных дорог, визуализированные с помощью различных систем



а) AutoCAD Civil 3D



б) Программный комплекс CREDO

Рис. 3. Трёхмерная визуализация проектных решений в САПР

формирует трёхмерную модель дороги, которая динамически изменяется при внесении любых изменений в проект. При этом трёхмерная модель может быть в любой момент времени визуализирована в окне 3D-вида, что позволяет своевременно обнаруживать допущенные ошибки, оценивать пространственное положение и взаимодействие всех объектов в зоне проектирования и находить наиболее правильные проектные решения. Кроме того, такой подход к трёхмерной визуализации является очень удобным, так как не требует от проектировщика навыков презентационного 3D-моделирования или использования сторонних программ.

Таким образом, первые два способа позволяют сформировать реалистичный презентационный материал, но делают невозможным отслеживание изменений в проекте в режиме реального времени. Полученные такими способами 3D-модели подходят в качестве демонстрационного материала, однако использовать их для постоянной визуальной оценки проектного решения нельзя, а следовательно, при их применении не достигается ни одна из названных ранее целей использования 3D-технологий в САПР. Третий способ, в свою очередь, является наиболее универсальным из всех перечисленных. С его помощью можно не только создавать подробную трёхмер-

ную модель, но и оценивать проектное решение на всех этапах работы, а также, используя возможности оформления 3D-вида, без дополнительных усилий формировать качественные презентационные материалы.

На примере САПР IndorCAD рассмотрим варианты использования 3D-вида для повышения качества проектных решений, их оценки и подготовки презентационных материалов для демонстрации заказчику.

Контроль качества на каждом этапе проектирования

Использование современных технологий 3D-моделирования позволяет обеспечить контроль качества на всех этапах проектирования автомобильных дорог: от обработки исходных данных и формирования ЦММ до размещения на запроектированной дороге объектов инженерного обустройства (разметки, дорожных знаков, ограждений и т.д.).

На основе исходных данных в системе IndorCAD автоматически формируется полноценная трёхмерная модель рельефа. Средствами трёхмерной визуализации эта модель отображается в окне 3D-вида, где инженер может выполнить визуальный анализ исходной поверхности.

Исходные данные, используемые для построения модели рельефа, могут быть получены различными способами, среди которых — набирающая в последнее время всё большую популярность технология лазерного сканирования местности [9]. В результате лазерного сканирования, например с использованием мобильной дорожной лаборатории, формируется обла-

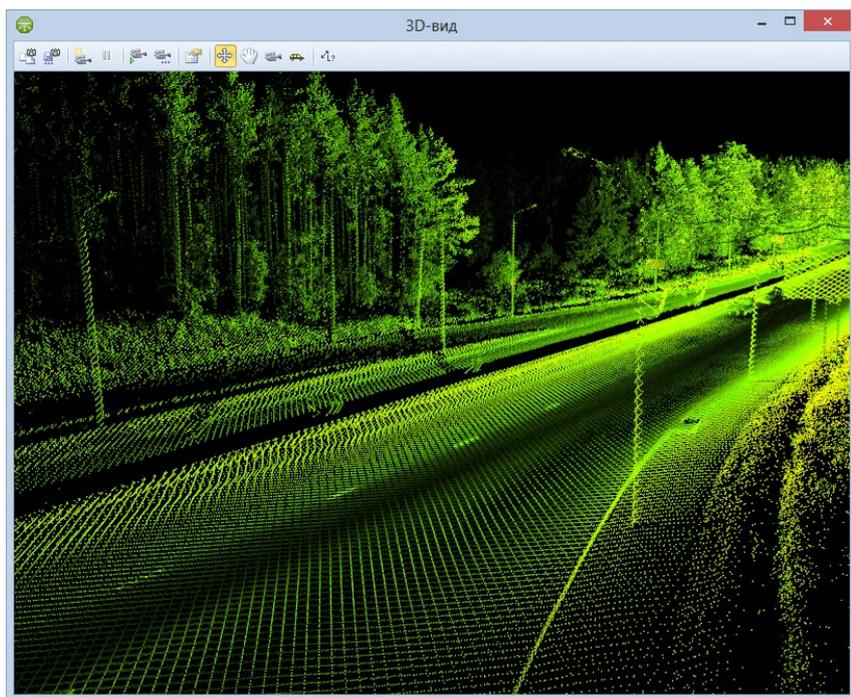


Рис. 4. Облако точек лазерного сканирования в окне 3D-вида в IndorCAD 9

ко точек, которое может быть загружено в САПР IndorCAD для дальнейшей обработки. Такое облако точек, если смотреть на него на плане, кажется «плоским», и оценить его в полной мере довольно сложно. В этом случае увидеть реальную картину поможет как раз окно 3D-вида (рис. 4).

Следующим достаточно трудоёмким этапом обработки результатов изысканий является формирование цифровой модели местности, в частности, нанесение на план объектов ситуации и инженерных коммуникаций. Трёхмерная модель на этом этапе позволяет проектировщику изучить сложный участок строительства, оценить положение объектов ситуации относительно друг друга (например, принять во внимание реальную высоту и этажность зданий в зоне проектирования), а также, что немаловажно, просмотреть пересечение наземных и подземных коммуникаций. Всё это в совокупности помогает принимать правильные проектные решения.

Задачу анализа рельефа местности и ситуации существенно облегчает использование в качестве подложки различных интернет-карт [10]. Такие карты могут быть наложены на существующую модель рельефа в качестве текстур, что позволяет получить наиболее актуальные сведения о ситуации в зоне проектирования (рис. 5). Кроме того, зачастую при проектировании специалистам бывает необходимо учитывать кадастровый план территории. Для этого в системе IndorCAD предусмотрена возможность загрузки

кадастровой карты, полученной на основе данных Росреестра. Таким образом, в окне 3D-вида можно одновременно увидеть точный рельеф местности, объекты ситуации и кадастровый план.

После получения полной картины местности можно приступать к созданию проектной поверхности. Очевидно, что проектирование при этом производится не в плоской двумерной проекции, а подразумевает формирование подробной трёхмерной модели проектируемого объекта. Использование инструментов создания и корректировки проектной поверхности позволяет вносить изменения непосредственно в трёхмерную модель. К примеру, изменения в продольном профиле трассы немедленно отражаются и на плане, и в редакторе поперечных профилей, и в окне 3D-вида. На этом этапе с помощью трёхмерной визуализации сформированной модели можно не только отследить любое изменение в проектной поверхности, но и оценить проектное решение в целом.

Следующим немаловажным мероприятием, играющим одну из ведущих ролей в обеспечении безопасности дорожного движения, является размещение на запроектированной дороге объектов инженерного обустройства: разметки, дорожных знаков, ограждений, сигнальных столбиков. В САПР IndorCAD предусмотрен широкий набор инструментов для работы с объектами инженерного обустройства. Все объекты отображаются не только на

плане, но и в окне 3D-вида (рис. 6) — при необходимости в нём можно выполнить виртуальный проезд по дороге, чтобы проконтролировать корректность расположения всех элементов дорожного обустройства, а также оценить безопасность организации дорожного движения на сложных участках (например, на развязках).

3D-вид как презентационный материал

В последнее время всё чаще заказчики в техническом задании требуют предоставления презентационных материалов, позволяющих практически «вживую» увидеть, как будет выглядеть запроектированная дорога. В этом плане трёхмерная визуализация участка проектирования является практически незаменимой. Перемещаясь по 3D-модели, можно увидеть любой участок проекта и, главное, совершить виртуальный проезд по дороге.

САПР IndorCAD позволяет легко создавать качественные презентационные материалы, при этом не требуя от инженера каких-либо навыков 3D-моделирования. Возможности оформления и настройки трёхмерной модели делают доступным создание уникальных проектов с подробной визуализацией. Использование различных текстур, с помощью которых может быть оформлен внешний вид исходной и проектной поверхностей, здания, зелёные насаждения и многие другие объекты позволяет добиться высокой реалистичности 3D-сцены.

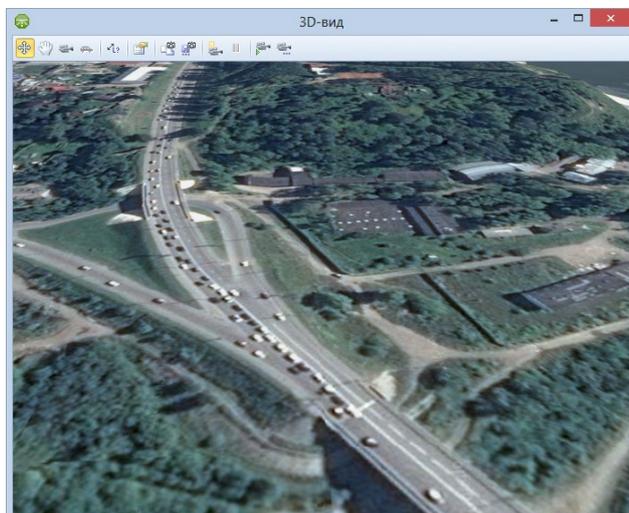


Рис. 5. Трёхмерная модель рельефа с картой местности в IndorCAD 9



Рис. 6. Объекты инженерного обустройства в окне 3D-вида в IndorCAD 9

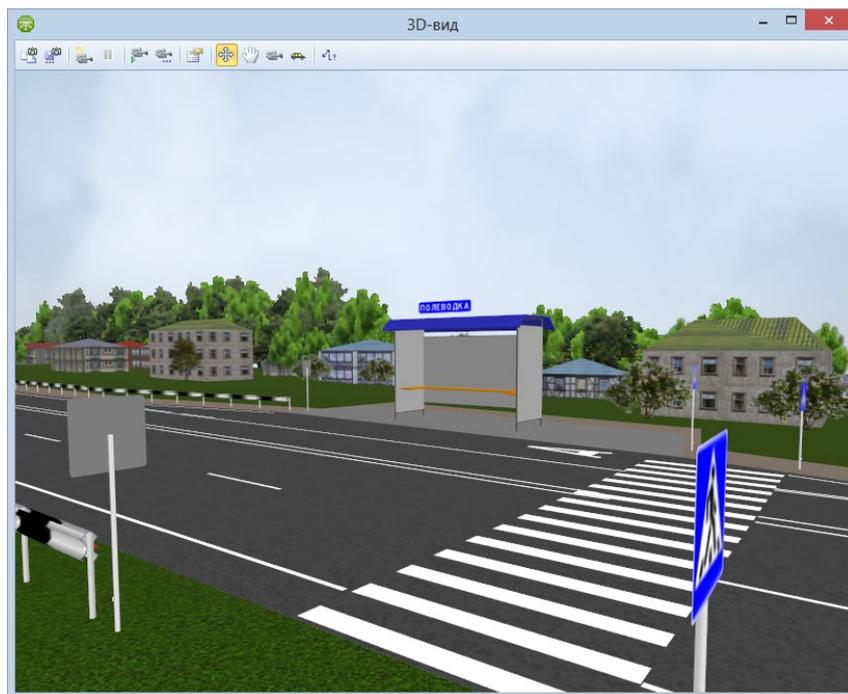


Рис. 7. Фрагмент 3D-модели, созданной с использованием малых архитектурных форм в IndorCAD 9

При этом можно использовать как встроенные текстуры, так и подгружать свои собственные. Наличие индивидуальных настроек для каждого объекта ситуации, коммуникаций и инженерного обустройства позволяет воссоздать реальную картину, вплоть до таких мелочей, как провис проводов ЛЭП и форма конька крыши зданий.

При необходимости можно даже подгрузить готовые 3D-модели, сформированные в специализированных системах 3D-моделирования, например, в Autodesk 3ds Max.

При проектировании в городских условиях для оформления 3D-вида может быть полезен редактор малых архитектурных форм, с помощью которого можно создавать трёхмерные объекты любой сложности: автобусные остановки, автозаправки, детские площадки и пр. (рис. 7). С редактором также поставляется обширная библиотека малых архитектурных форм, которые можно добавлять в проект одним щелчком мыши.

После того как оформление 3D-вида проекта будет завершено, средствами системы IndorCAD можно записать демонстрационный ролик с виртуальным проездом по запроектированной автомобильной дороге. Такой ролик позволяет «вживую» увидеть результат проектирования и может быть предоставлен заказчику наряду с различной рабочей документацией в ка-

честве презентационного материала, отражающего всю полноту проделанных проектно-исследовательских работ. Просмотреть видеоролик можно с помощью стандартного проигрывателя на любом компьютере без использования IndorCAD.

Заключение

Одним из наиболее наглядных результатов работы проектировщика является трёхмерная модель проектируемого объекта, на основании которой уже формируется различная проектная документация: ведомости, чертежи и пр. При построении такой модели незаменимым инструментом являются системы автоматизированного проектирования, позволяющие не только сформировать трёхмерную модель проектного решения, но и быстро выполнить её визуализацию. Таким образом, 3D-моделирование, несомненно, является одним из перспективных направлений развития САПР, а развитие технологий визуализации таких моделей позволяет вывести проектирование на качественно новый уровень. ■

Литература:

1. Бойков В.Н. САПР АД — перспективы развития // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2013. №1(1). С. 6–9.
2. Virtual City Template. Create a 3D city with the Virtual City Template // Esri official website. URL: [http://www.esri.com/software/arcgis/](http://www.esri.com/software/arcgis/extensions/3danalyst/key-features/demos)

[extensions/3danalyst/key-features/demos](http://www.esri.com/software/arcgis/extensions/3danalyst/key-features/demos) (дата обращения 31.03.2014).

3. 3D-изображения // Google Планета Земля. URL: <http://www.google.com/intl/ru/earth/explore/showcase/3dimagery.html> (дата обращения 31.03.2014).
4. Esri Releases New Version of CityEngine // Esri official website. URL: <http://www.esri.com/news/releases/11-4qtr/esri-releases-new-version-of-cityengine.html> (дата обращения 31.03.2014).
5. Галерея // City Car Driving. Симулятор для обучения вождению. URL: <http://citycardriving.ru/gallery> (дата обращения 31.03.2014).
6. Real-time interactive architectural visualizations. Visualizations. Featured Clients & Projects // Unigine official website. URL: <http://unigine.com/products/unigine/showcase> (дата обращения 31.03.2014).
7. AutoCAD Civil 3D и 3ds Max Design. Создание профессиональных визуализаций // Официальный сайт компании Autodesk. URL: <http://www.autodesk.ru/products/autodesk-autocad-civil-3d/features/all/gallery-view> (дата обращения 31.03.2014).
8. ВИЗУАЛИЗАЦИЯ 1.1 // Официальный сайт компании Кредо-Диалог. URL: <http://www.credo-dialogue.ru/produkty-2/korobochnye-produkty/vizualizatsiya-1-1.html> (дата обращения 31.03.2014).
9. Сарычев Д.С. Мобильное лазерное сканирование // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2013. №1(1). С. 36–41.
10. Петренко Д.А. Новое поколение программных продуктов ИндорСофт // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2013. №1(1). С. 10–17.