

# АРХИТЕКТУРА ПЛЮС ГЕНПЛАН



*Autodesk  
Architectural  
Desktop и Autodesk  
Land Desktop –  
новое качество  
проектирования*

**П**оследние пять-шесть лет на рынке украинского архитектурно-строительного программного обеспечения неизменно присутствуют два хорошо известных продукта компании Autodesk: Autodesk Architectural Desktop ("архитектурный" AutoCAD) и Autodesk Land Desktop ("земельный" AutoCAD).

Первый из них используется нашими архитекторами довольно широко (хотя и бытует ложное мнение, что он применим только для проектирования промышленно-гражданских объектов невысокой сложности), а вот Autodesk Land Desktop просто обойден вниманием наших инженеров. Его считают слишком трудным и при этом недостаточно функциональным для "серьезного", с учетом всех нюансов, проектирования генпланов сложных объектов.

Опровергнуть эти представления мы постараемся на примере выполненного при нашем участии проекта реставрации Одесского театра оперы и балета, а также реконструкции прилегающей к нему территории. Проект выполнялся с использованием именно этих двух продуктов компании Autodesk, доказавших в результате свою полную "проприетарность".

Объект очень сложен как с архитектурной (сложная планировка здания театра, сложные переплетения трехмерных форм, обилие различных архитектурных деталей и т.д.), так и с планировочной точки зрения: масса круговых и переходных кривых в плане, перепад отметок по площадке 11,7 метров, обилие разнообразной формы лестниц, подпорных стенок, клумб, фонтанов, подъездных пандусов, наличие подземных сооружений, которые также следовало учесть при разработке проекта вертикальной планировки. На площадке представлены участки с достаточно большими уклонами и обширные участки с уклонами менее 0,005 (квартал "Пале-Рояль"), на которых предстояло обеспечить качественный водоотвод.

Другими словами, трудно представить себе объект, более подходящий для проверки возможностей архитектурно-строительных программных продуктов...

К работе мы приступили совместно со специалистами киевского института "УкрНИИпроектреставрация", главными архитекторами проекта Н. А. Дыховичной и Ю. П. Беляковым. Autodesk Land Desktop и Autodesk Architectural Desktop взяты нами на вооружение именно пото-

му, что они составляют единую технологическую линию "земля-архитектура". Кроме того, это продукты от одного разработчика, причем мирового лидера в этой области. Совместное использование Land Desktop и Architectural Desktop дает максимальный, взаимоусиливающий эффект. Как "вспомогательные" использовались программы RasterDesk (разработка компании Consistent Software) и Autodesk VIZ. RasterDesk применялся для коррекции искажений в растровых файлах сканированных бумажных топографических планов и архитектурных чертежей, которые использовались нами в качестве основы для проектирования. Autodesk VIZ необходим для окончательного высококачественного тонирования, а также для получения наглядных презентационных материалов.

Программные решения других фирм-разработчиков, к сожалению, не позволяют охватить и квалифицированно решить в комплексе весь спектр задач, стоящих перед инженером-проектировщиком в процессе выполнения подобных проектов. Если с построением трехмерной архитектурной модели другие программы еще справляются, то обеспечить комплексное проектирова-

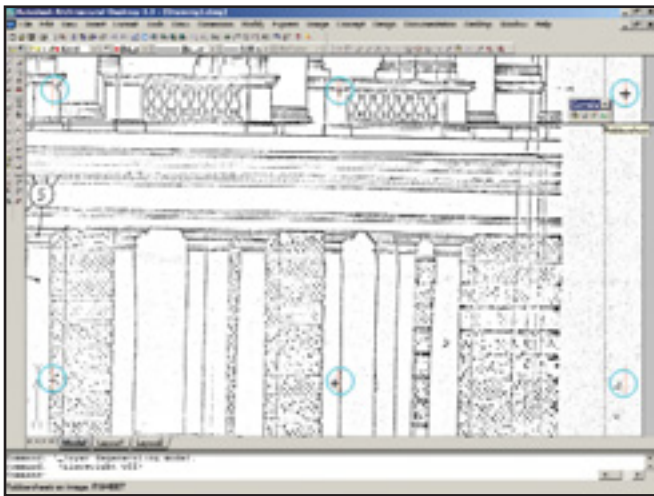


Рис. 1. Исходный нетрансформированный растровый файл фасада. Обратите внимание, что сетки растровых и векторных крестов не совпадают. Такой файл непригоден для проектирования

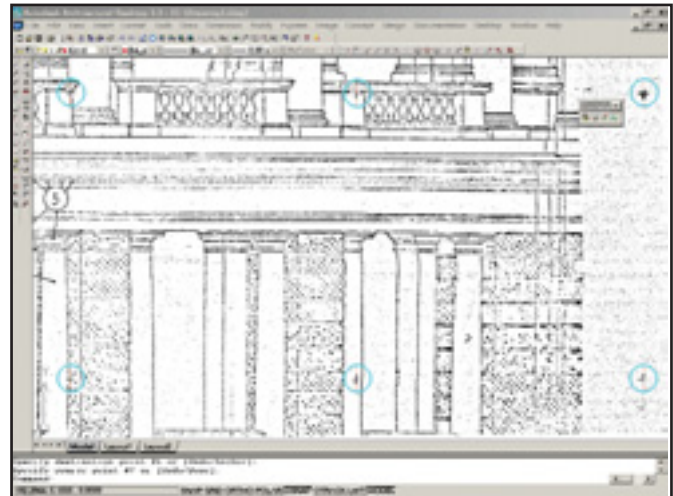


Рис. 2. Трансформированный растровый файл фасада. Теперь сетки растровых и векторных крестов совпадают и файл годится для работы

ние объекта (на современном уровне, с учетом трехмерной модели рельефа проектируемой площадки) в состоянии, пожалуй, только такая связка программных продуктов:

- RasterDesk — подготовка растровых изображений для их дальнейшего использования в проектировании (исправление различных искажений растров, улучшение их качества и т.д.);
- Autodesk Survey 3 — обработка данных полевых изысканий и создание векторных исходных данных для дальнейшего проектирования;
- Autodesk Land Desktop 3 — базовый продукт изыскателей и генпланистов: "земельный" AutoCAD (включает AutoCAD 2002 и Autodesk Map 5);
- Autodesk Civil Design 3 — специализированное приложение к Autodesk Land Desktop 3 для генпланов, дорожников, гидрологов, сетевиков и других специалистов, проектирующих линейные сооружения (трубопроводы, каналы и др.);
- Autodesk Architectural Desktop 3.3 — "архитектурный" AutoCAD, значительно упрощающий и ускоряющий работу архитектора. Работает не с линиями, а с объектами: стенами, перекрытиями, окнами, дверями, лестницами, крышами;
- Autodesk VIZ 4 — программа для высококачественной визуализации трехмерных моделей.

Эта линейка продуктов находится в постоянном развитии: уже до-

ступны новые версии, обладающие еще более обширными функциональными возможностями.

Компьютерное проектирование давно перестало быть в нашей стране диковинкой: едва ли найдется проектная организация, где бы не использовалось архитектурно-строительное программное обеспечение. Не секрет, что многие архитекторы всё еще проектируют без учета реального рельефа: здания либо помещаются на плоскую поверхность, либо вписываются в существующие фотографии. В итоге — просто красивая картинка, а не точная инженерная модель проекта "архитектура + проектный рельеф".

Трехмерное архитектурное моделирование имеет массу преимуществ перед плоскими чертежами. В нашем трехмерном мире трехмерными должны быть и проектируемые объекты. Проектировать так намного удобнее! Сразу становятся заметны все просчеты и неточности; их можно исправить еще на стадии проекта, а не в процессе строительства, когда это обходится в десятки раз дороже. Так что "ценность" и польза трехмерного проектирования несомненны. Просто раньше трехмерные модели были доступны только в картонном виде, а с такими моделями ни размера точного не получишь, ни отметки, ни профиля не построишь. Другое дело теперь. Для архитекторов уже стало привычным работать с компьютерными трехмерными моделями, но при этом почему-то забывают об окру-

жающем ландшафте, а он тоже трехмерный. И здание нужно проектировать не само по себе, а в гармоничной связке с окружающей средой, которая включает существующий и проектируемый рельеф местности, застройку, существующие и проектируемые зеленые насаждения и другие элементы благоустройства. Архитектурная модель на плоском "столе" и модель ландшафта без архитектуры смотрятся нелепо. Вместе же они вдвое более информативны и точно показывают, как будет выглядеть объект после строительства (если, конечно, на должном уровне сработают строители).

Итак, трехмерные модели — венец современных высоких технологий проектирования. Фундамент же этих технологий — высокая точность. Трехмерное проектирование как раз на такой точности и базируется, благодаря чему приобретает новое качество — отсутствие геометрических ошибок. Если изначально всё делать точно, то, повторим, все ошибки обнаружатся уже на стадии проекта, а не на стройке. Нет никаких округлений, никакого накопления ошибок; главное требование к проектировщику — соблюсти точность построений.

Теперь, покончив с теорией, расскажем о том, как выполнялся проект реставрации театра и реконструкции прилегающей к нему территории.

Перед началом работ требовалось получить соответствующего качества исходные материалы. По зда-





Рис. 3. Исходный нетрансформированный растровый файл топографического плана М1:500. Сетки растровых и векторных крестов не совпадают. Такой файл непригоден для проектирования

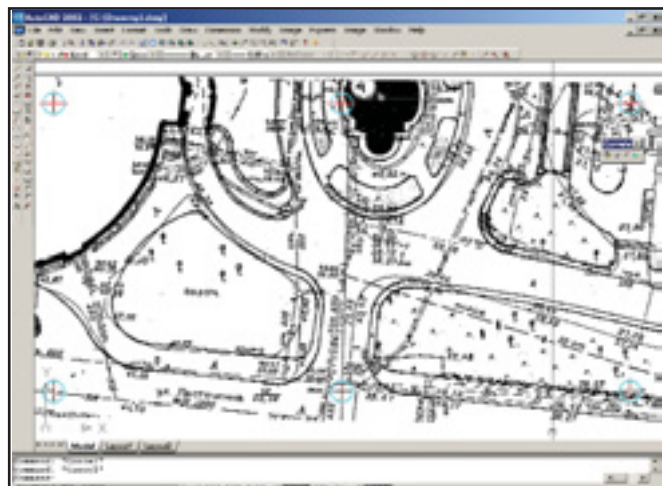


Рис. 4. Трансформированный растровый файл топографического плана М1:500. Теперь сетки растровых и векторных крестов совпадают и файл годится для работы

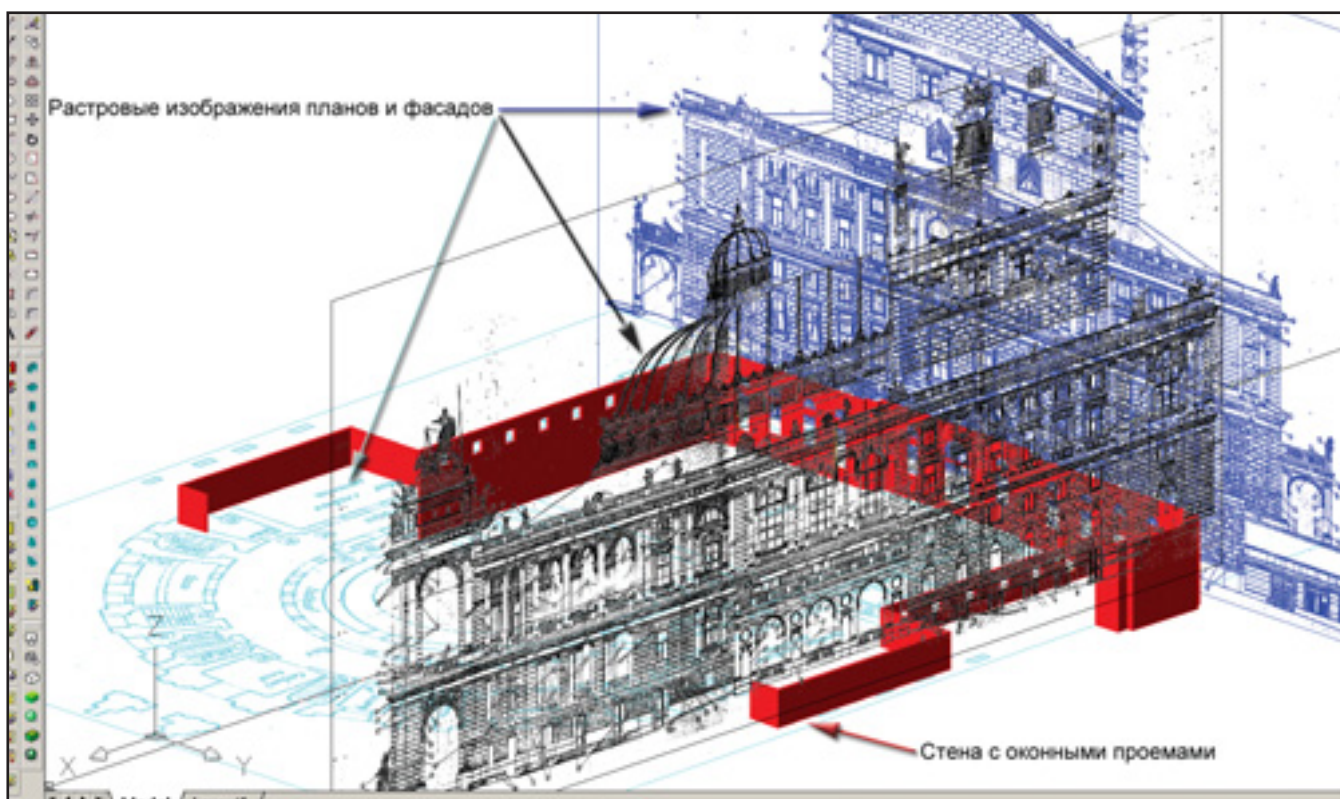


Рис. 5. Пример размещения растров в трехмерном пространстве и создания по ним объектов ADT

нию театра нам было предоставлено несколько десятков бумажных архитектурных планов и фасадов масштаба 1:50 (формат А0), а по прилегающей территории — четыре листа топографической съемки масштаба 1:200 и шесть планшетов топографической съемки масштаба 1:500. Все эти бумажные материалы были отсканированы на широкоформатном сканере формата А0 в техническом центре АО "Аркада".

Известно, что любое бумажное изображение содержит геометрические искажения: бумага деформируется неравномерно, различные ее участки имеют разную влажность и плотность. Как следствие, искажаются и нанесенные на бумагу изображения. Свои геометрические искажения в растровый файл вносит и сам процесс сканирования. Поэтому, прежде чем использовать растровые материалы в дальнейшей ра-

боте, их понадобилось исправить в программе RasterDesk. Исходные бумажные фасады и планы содержали сетку крестов, нанесенных через каждые десять сантиметров, — эти кресты и стали основой трансформации растрового изображения. Средствами AutoCAD мы отрисовали аналогичную векторную сетку крестов, но уже идущую строго через десять сантиметров. В RasterDesk растровые кресты "усажива-



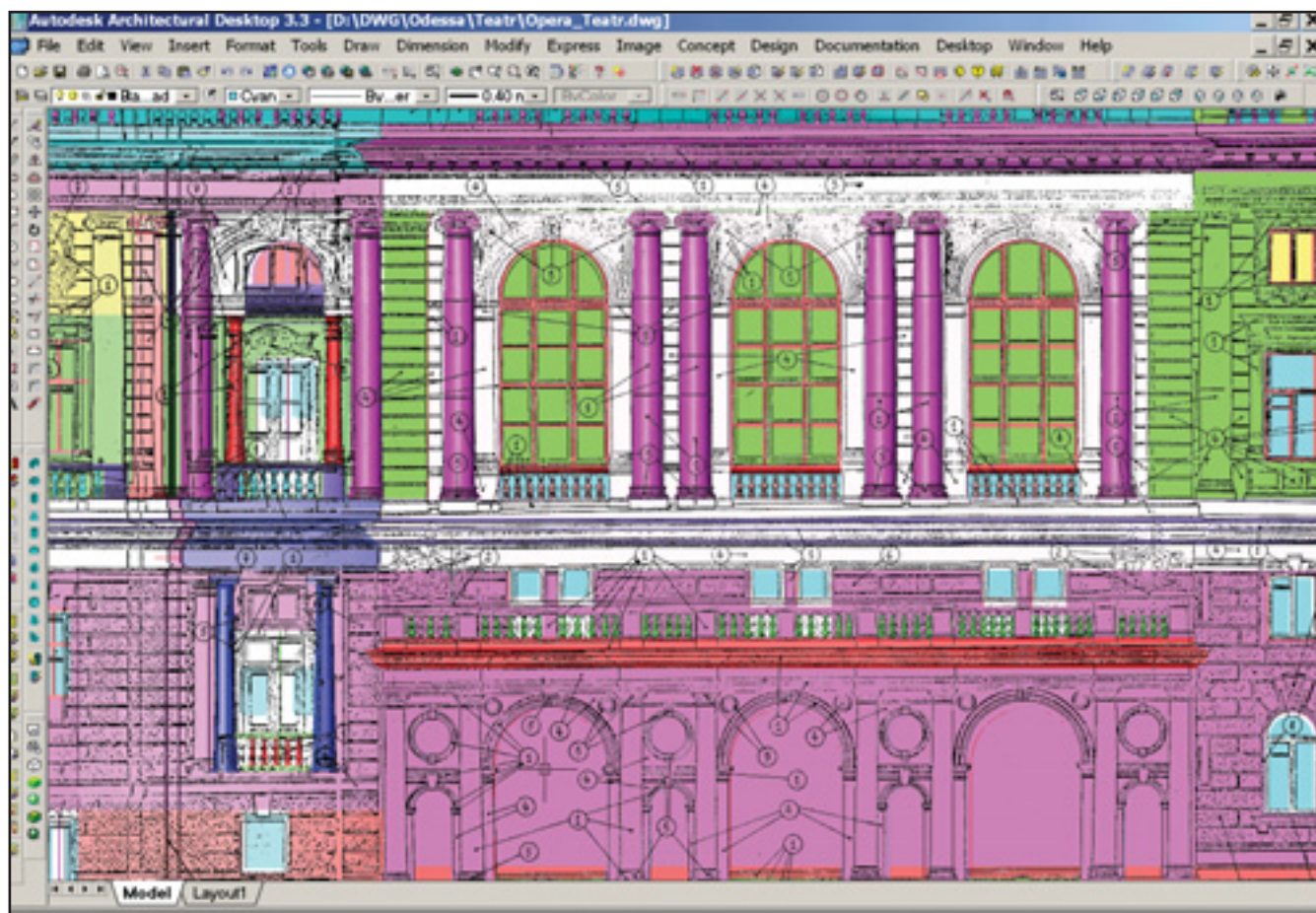


Рис. 6. Пример создания объектов ADT по растровой подложке

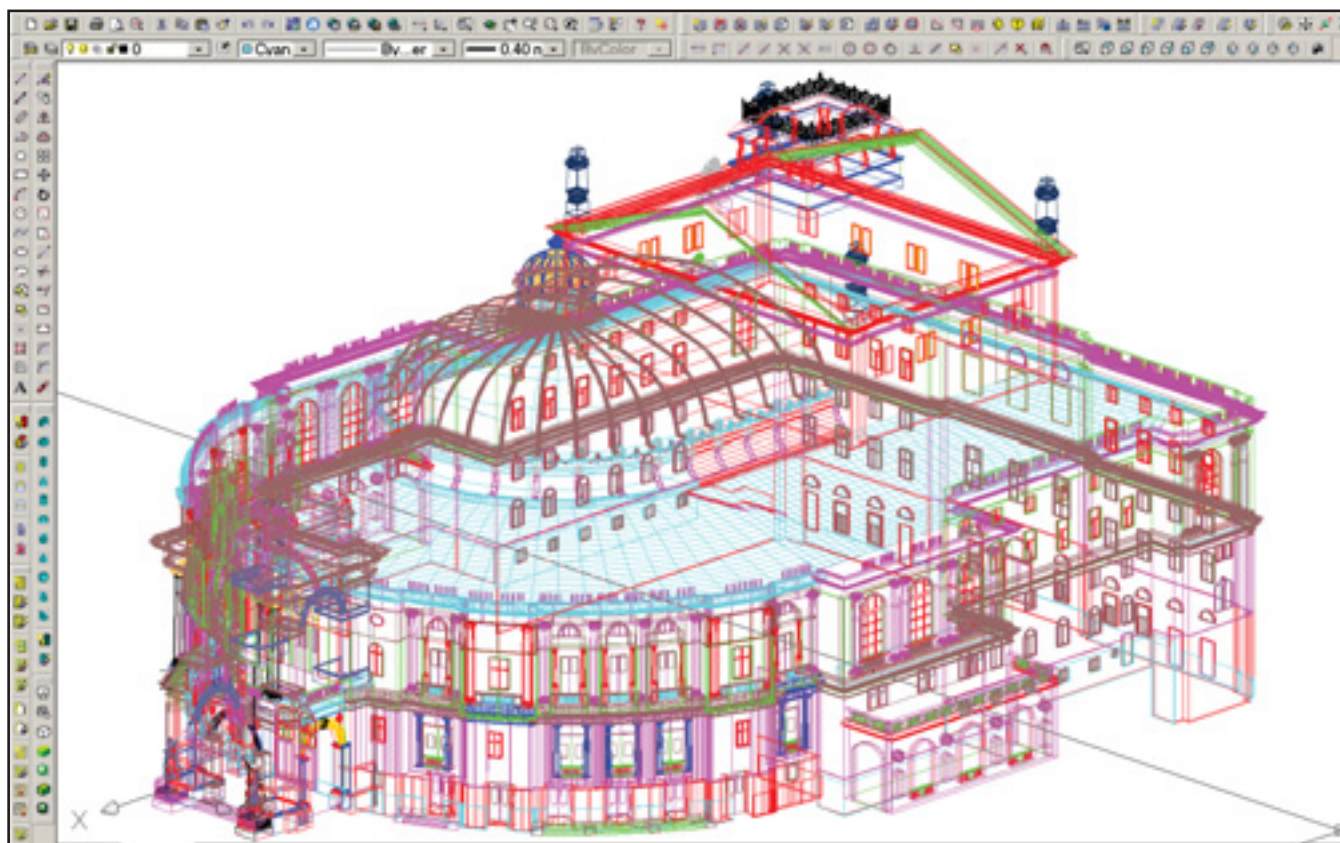


Рис. 7. Проволочная модель театра



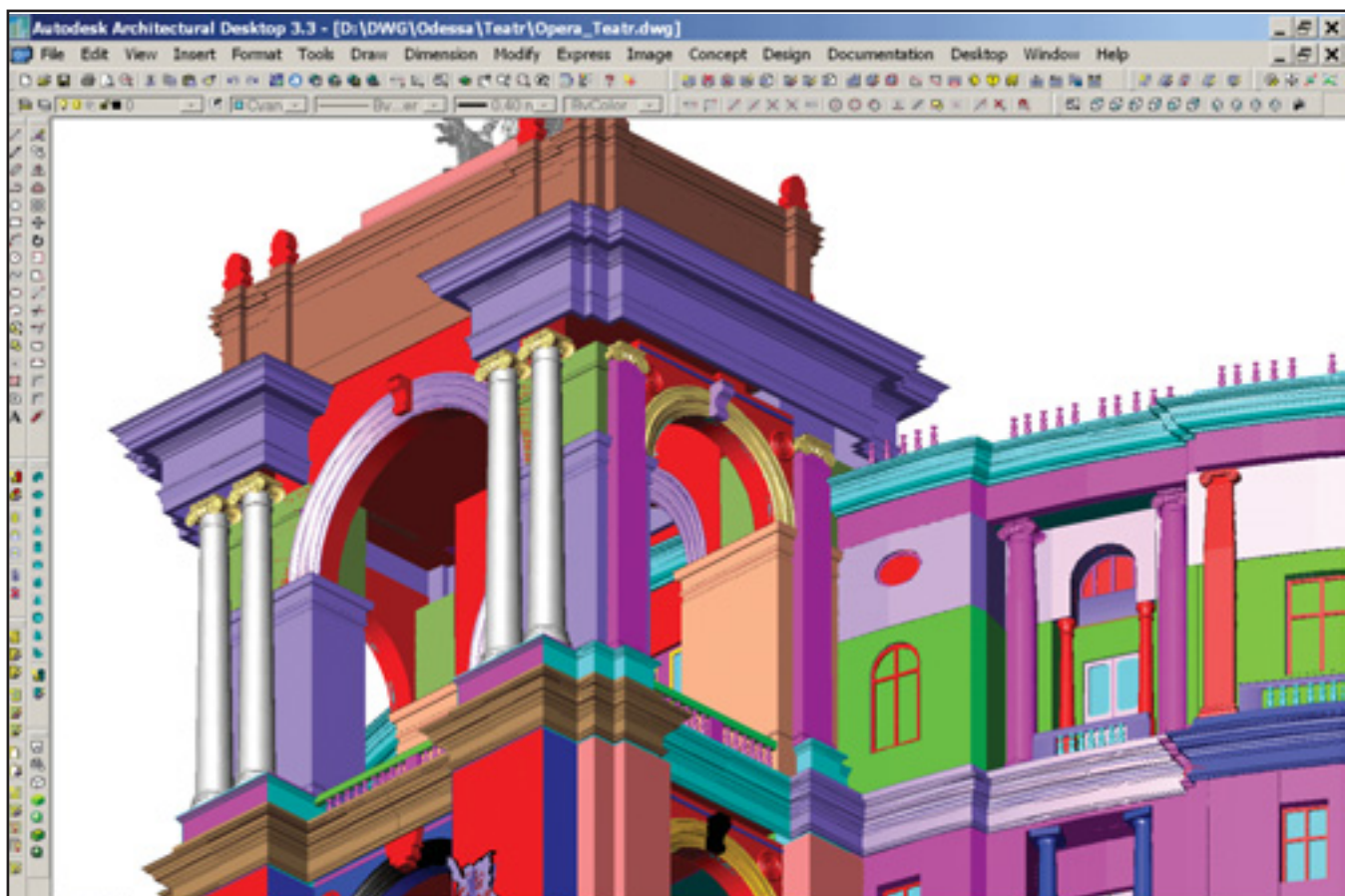


Рис. 8. Тонированный фрагмент портика театра

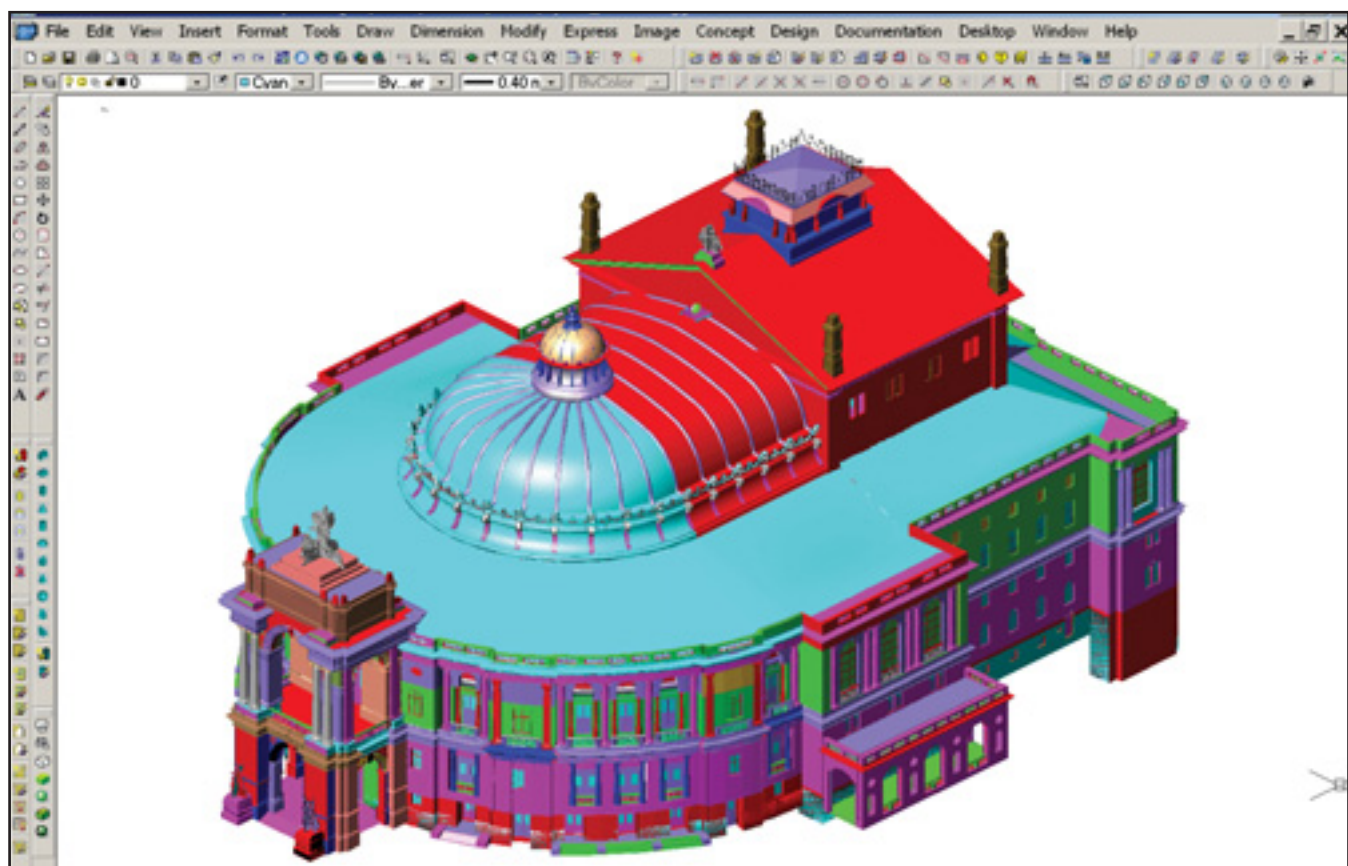
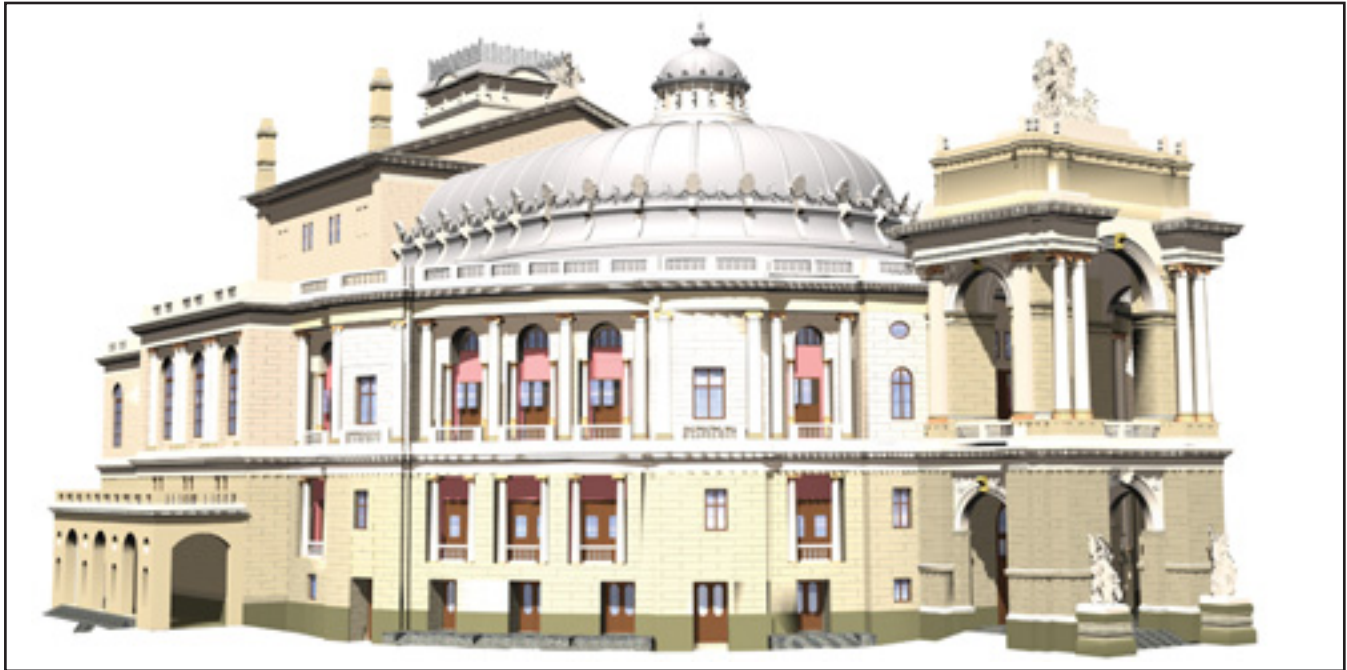


Рис. 9. Тонированная модель театра



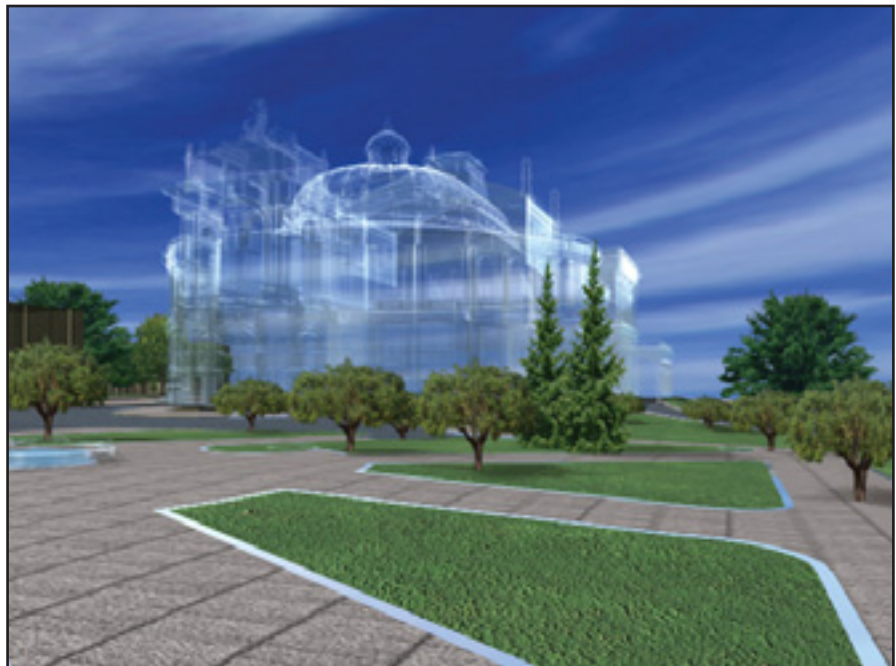
♦ Рис. 10. Фотореалистическая модель театра с присвоенными материалами

лись" на точные векторные, после чего растровые файлы совмещались в единое и точное растровое поле.

Только после этого по точным растрам, используемым в качестве подложки, можно было создавать в Autodesk Architectural Desktop стены, окна, двери и крыши.

Таким же образом в программе RasterDesk были исправлены и совмещены в одно целое топографические планы масштабов 1:200 и 1:500, после чего они использовались в Autodesk Land Desktop для построения трехмерной модели существующего рельефа и выполнения разбивочного чертежа генплана.

Далее задачи авторов этих строк разделились: один из нас занялся моделированием здания оперного театра, а другой — проектом генплана прилегающей территории.



♦ Рис. 11. Представление в "акварельном" стиле

### Архитектура

После коррекции отсканированных архитектурных чертежей можно было приступить к построению трехмерной модели средствами Autodesk Architectural Desktop (ADT). Растры планов этажей были вставлены на соответствующие отметки, а растровые фасады заняли свои места в трехмерном пространстве.

По этим исправленным растрам создавались объекты ADT: стены, окна, двери и т.д. На рис. 5 черным

цветом показан растровый фасад, другими цветами — объекты Architectural Desktop. Геометрическая сложность объекта потребовала выделять разные его элементы контрастным цветом и размещать эти элементы на отдельных слоях. Таких слоев понадобилось 98.

Еще раз повторим: объект очень сложен. Но, владея таким инструментом, как Architectural Desktop, можно создавать объект любой сложности, в том числе со множест-

вом архитектурных деталей и элементов декора.

На рис. 9 показан окончательный вариант трехмерной модели театра в Autodesk Architectural Desktop. Далее модель была передана в Autodesk VIZ — для фотореалистической визуализации (рис. 10) и получения демонстрационных материалов. Кроме того, Autodesk VIZ помог по-настоящему творчески подойти к этапу презентации идей и проектов...



## Генплан

### Разбивочный план

В Autodesk Land Desktop был создан проект "Odessa Opera", а для этого проекта — первый, чистый файл чертежа. Откорректированные растры топографических планов М1:200 и М1:500 помещены в этот чертеж, смасштабированы и посажены на свои координаты. Слои с этими растровыми топоосновами были заблокированы, чтобы случайно их не сдвинуть. Как результат в чертеже появилась топооснова. На ее базе уже можно было приступить к проектированию генплана, но прежде мы дигитализировали контуры существующих зданий и "черные" горизонталы, а по отдельным точкам "черных" отметок расставили COGO-точки Land Desktop. По полученным "черным" горизонталям и "черным" COGO-точкам была построена модель существующего

("черного") рельефа: создание такой модели дало возможность автоматически получать отметку в любой точке, указанной в пределах "пятна" построенного "черного" рельефа. В дальнейшем это позволило назначать отметки проектным опорным точкам планировки с учетом отметок, уже существующих в этих точках. Чертеж генплана приобрел вид, представленный на рис. 12.

Следующий шаг — выполнение разбивочного чертежа. Были созданы рабочие разбивочные оси, а на их основе — проект разбивки, включающий линии проектных проездов, тротуаров, пешеходных дорожек, бордюров, подпорных стенок. Тогда же мы наметили предварительные контуры лестниц, которые окончательно формировались на этапе вертикальной планировки (рис. 13).

Результат этой кропотливой работы (рис. 14, 15) — окончательные линии разбивочного плана.

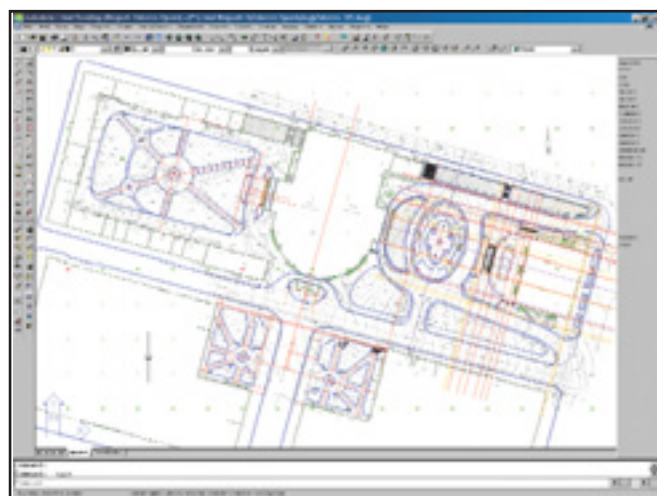
Именно благодаря возможностям Autodesk Land Desktop удалось вычертить столь сложные линии проездов, тротуаров и пешеходных дорожек, до мельчайших деталей воплотив в чертеже все идеи Юрия Петровича Беякова — автора проекта реконструкции территории, прилегающей к театру.

Обратите внимание: на разбивочном плане вы практически не увидите круговых кривых. Подавляющее большинство линий состоит из переходных кривых, позволяющих придать линиям генплана изысканные плавные очертания. Тут у Autodesk Land Desktop просто нет конкурентов: столь богатым инструментарием создания и взаимного сопряжения прямых, а также круговых и переходных кривых не может похвастаться никакая другая из аналогичных программ...

В завершение работы над разбивочным планом был выпущен



▲ Рис. 12



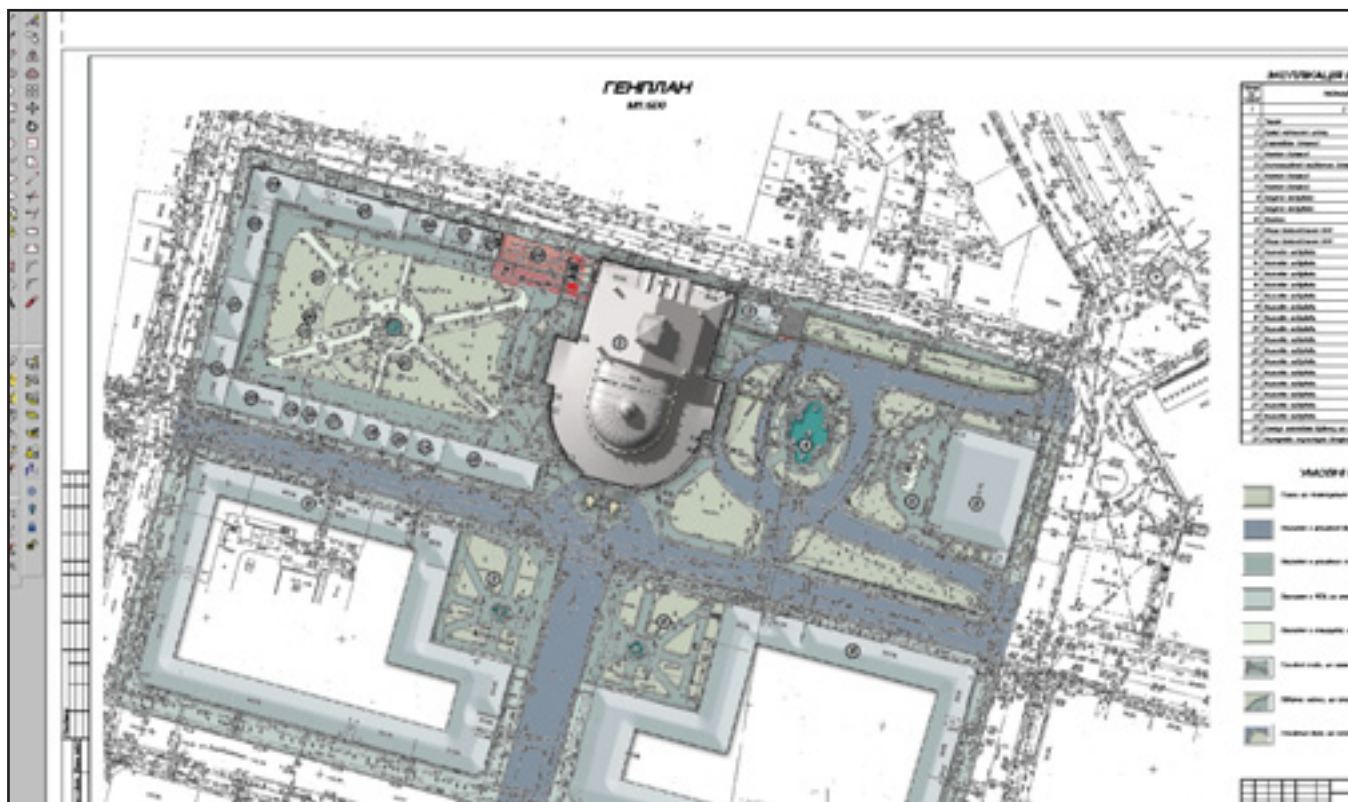
▲ Рис. 13



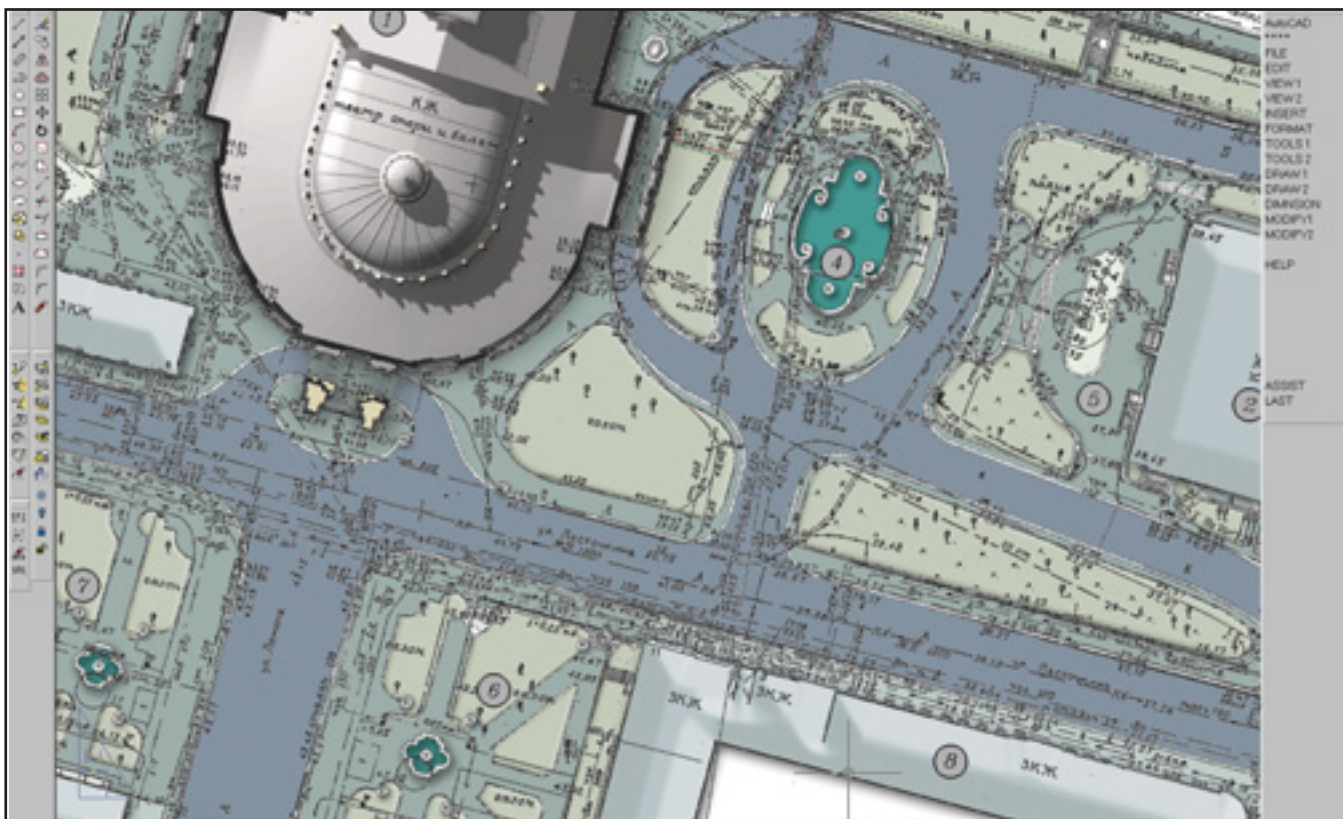
▲ Рис. 14



▲ Рис. 15



♦ Рис. 16



♦ Рис. 17

чертеж, соответствующий отечественным ГОСТам, включающий топографическую основу, существующую застройку, проектное

решение, экспликацию зданий и сооружений, условные обозначения, "отмывку", основную надпись и все остальные необходимые

штампы (рис. 16). На рис. 17 — увеличенный фрагмент этого чертежа.



### План организации рельефа

Выпустив чертеж разбивочного плана, мы приступили к проектированию вертикальной планировки, назначая проектные ("красные") отметки в характерных точках. Autodesk Land Desktop оказался на высоте и тут, предоставив различные способы создания проектных точек и задания их отметок. Одно только описание всех предусмотренных в программе способов создания точек заняло бы здесь не одну страницу. Поэтому вкратце перечислим лишь основные: создание точек заданием уклона и расстояния от базовой точки; нахождение положения точки на пересечении двух уклонов; получение точек различными способами интерполяции; построение точек на осях и вдоль осей различных конфигураций, построение точек на пересечениях различных сочетаний прямых, круговых кривых, переход-

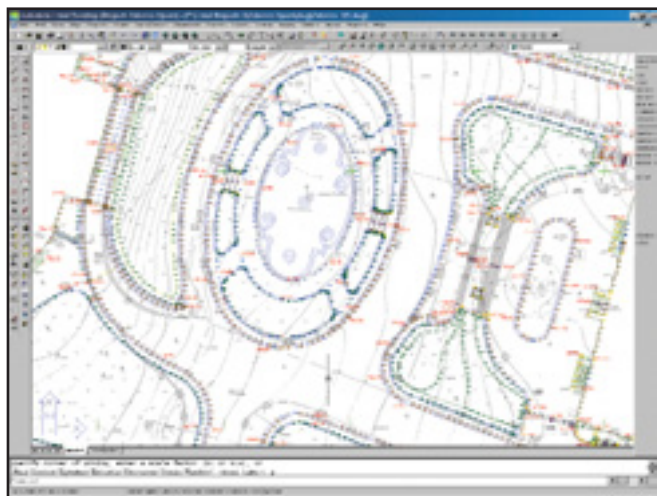
ных кривых; создание точек с автоматическим определением их отметок на основании отметок текущей модели рельефа (поверхности). Плюс к тому масса сравнительно "простых" способов создания точек: начиная от произвольного указания положения точки по ХУ и задания ее отметки и заканчивая ее созданием с помощью указания базовой точки, азимута и расстояния от базовой точки. Есть также возможность автоматически расставить точки по предварительно вычерченным разбивочным линиям, задавая отметки самостоятельно или интерполировав их в автоматическом режиме. Используя всё богатство предложенных вариантов, мы создали в чертеже массив точек проектных отметок (рис. 18).

Отметки точек назначались с учетом соблюдения максимально и минимально допустимых проектных уклонов. Самое пристальное внима-

ние было уделено обеспечению уверенного поверхностного стока дождевых вод по лоткам проездов — особенно на "равнинных" участках площадки. Каждая точка проектной отметки находилась на своей координате Z, что давало возможность, построив проектную поверхность и визуализировав ее в чертеже, оперативно отслеживать ход проектирования вертикальной планировки, тут же оценивая все плюсы и минусы разных вариантов проектных решений. В верхней части рис. 19 вы видите построенную трехмерную модель проектного рельефа, а в нижней — разбивочный план.

Autodesk Land Desktop позволяет детально запроектировать не только все лестницы и подпорные стенки сложнейших конфигураций, но даже бордюрные камни проездов и пешеходных дорожек (рис. 20).

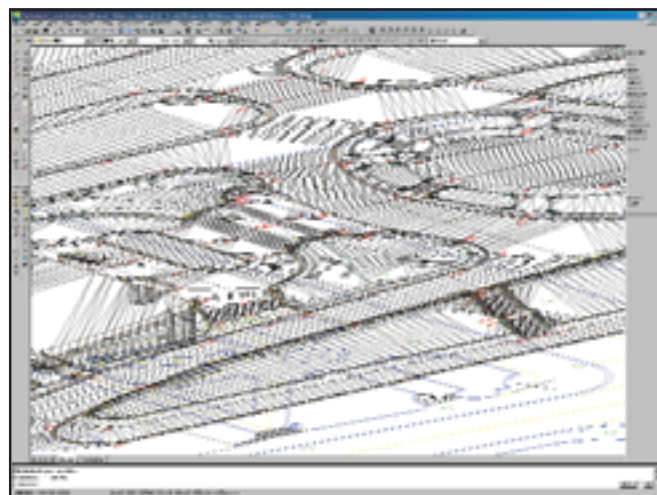
Очень удобно вращать затони-



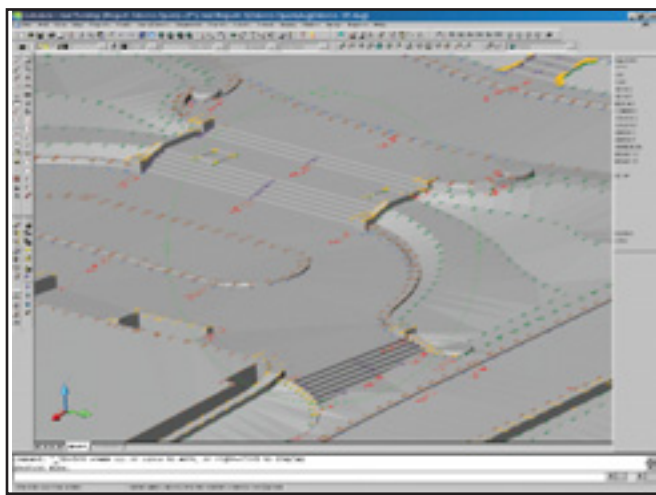
▲ Рис. 18



▲ Рис. 19



▲ Рис. 20



▲ Рис. 21



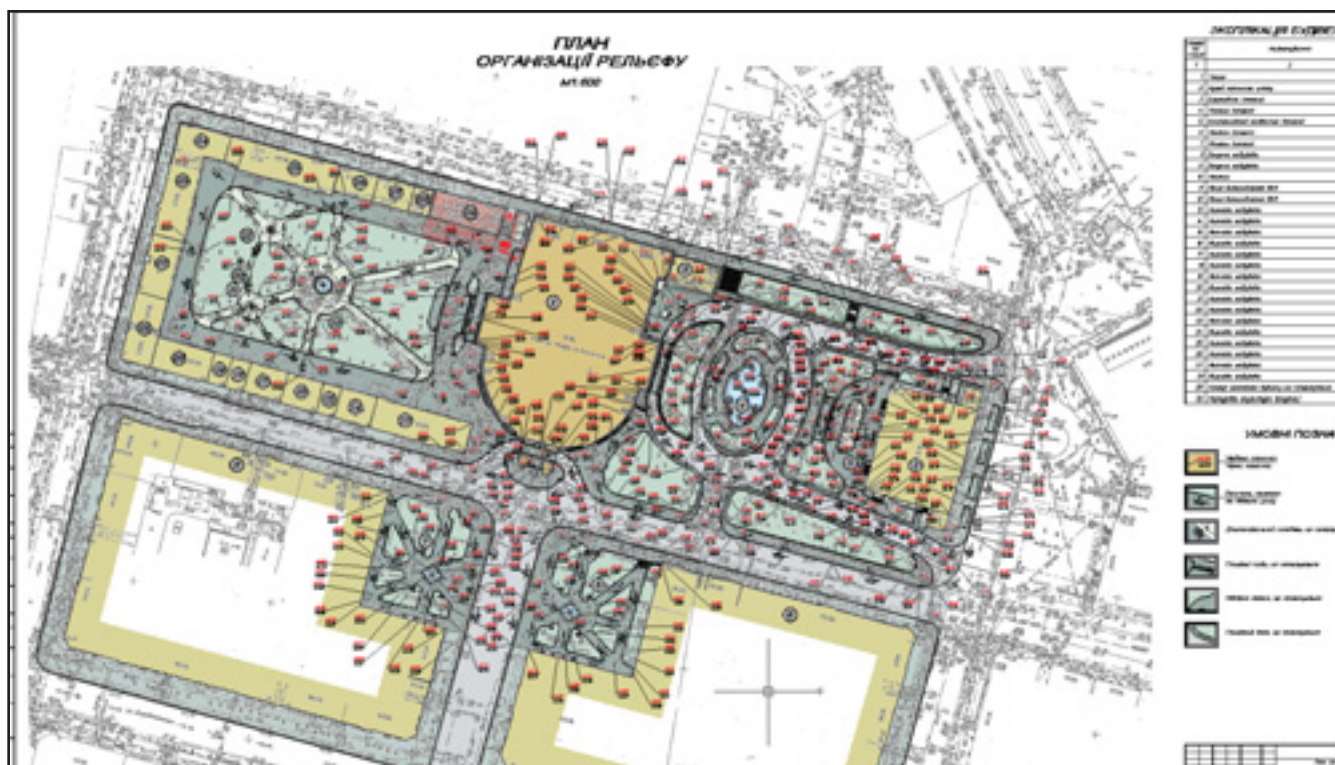


Рис. 22

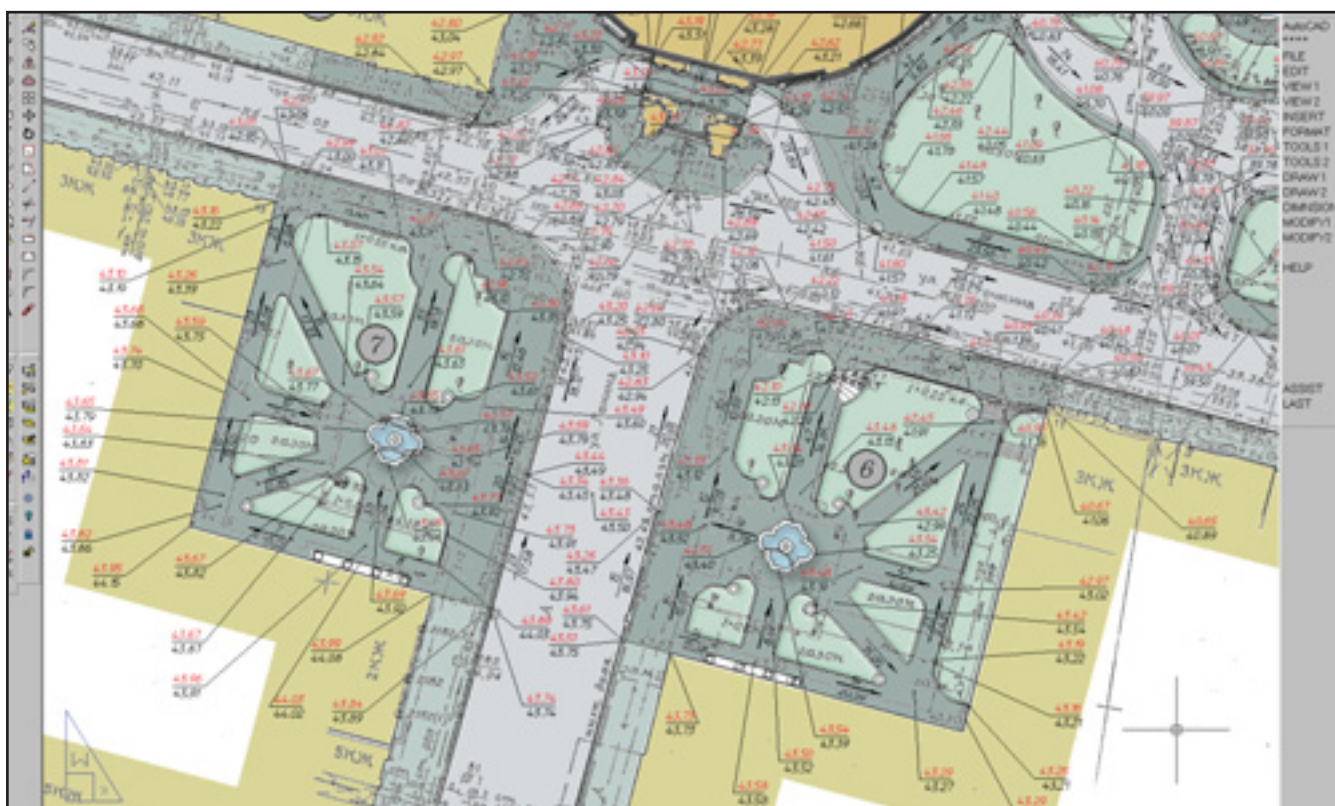


Рис. 23

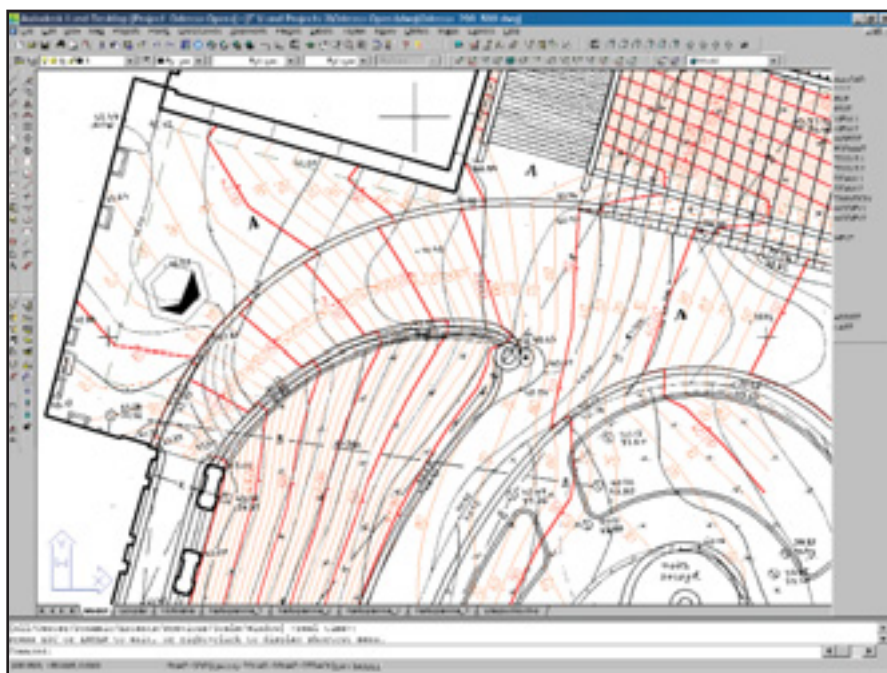
ти, рассматривая его с разных сторон (рис. 21): на стадии проектирования удалось исправить ошибки, закрывшиеся в вертикальную пла-

нировку площадки. А результатом работы над этой частью проекта стал чертеж плана организации рельефа (рис. 22, 23), включающий

все элементы, которые требуются по ГОСТу.

Как видите, Autodesk Land Desktop не вносит никакого антаго-





▲ Рис. 24

низма между трехмерной моделью проектного рельефа и классическими двумерными чертежами. Более того, трехмерная модель помогает проектировщику утвердиться в правильности принятого решения, оперативно отследить и исправить просчеты и ошибки. Кроме того, детальная модель проектного рельефа позволяет быстро получить чертеж плана организации рельефа не только в проектных опорных точках, но и в "красных" горизонталях (рис. 24).

#### План земляных масс и разрезы

Трехмерная модель проектного рельефа позволила в дальнейшем

быстро получить качественные чертежи картограмм (план земляных масс). Пример одной из построенных картограмм — на рис. 25. Всего было построено четыре картограммы, соответствующие этапам производства работ, и шесть чертежей поперечных профилей по площадке. На построение и оформление четырех картограмм ушло чуть меньше одного рабочего дня. Что же до профилей (рис. 26), то они вообще были получены практически мгновенно.

#### План благоустройства территории

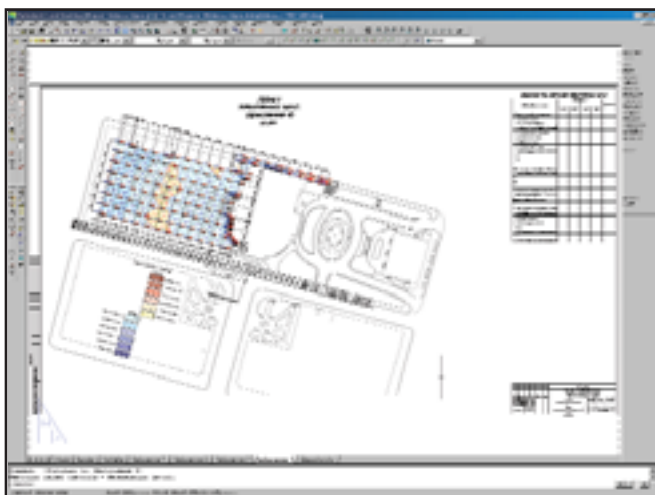
Возможности Autodesk Land Desktop позволили создать библиотеку пород деревьев, включающую

существующие и проектируемые деревья и кустарники. После этого нанесение существующих деревьев и кустарников, "посадка" проектных зеленых насаждений, а также элементов благоустройства стали делом нескольких часов. Деревья расставлялись с учетом их высоты и диаметра кроны, причем каждое дерево и каждый кустарник автоматически помещались на свою проектную отметку. Нами было предусмотрено создание трехмерных деревьев с наложением текстур фотографической точности, а также "классические" изображения деревьев и кустарников на чертежах в плане. Фрагмент чертежа благоустройства территории показан на рис. 27: существующие насаждения обозначены коричневым цветом, а проектируемые — зеленым.

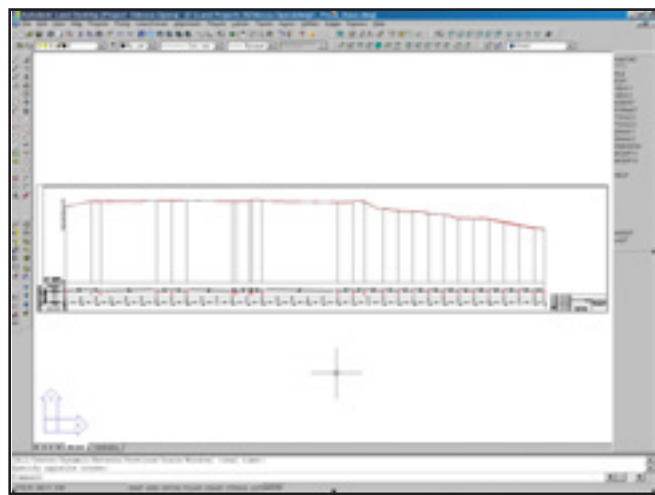
#### Трехмерный макет и подготовка демонстрационных материалов для презентации проекта

Перейдем теперь к самому интересному. Запроектированная трехмерная модель "красного" рельефа и трехмерная модель оперного театра были совмещены в среде AutoCAD — с абсолютной точностью по координатам и с использованием объектных привязок. Совмещенную 3D-модель мы передали в Autodesk VIZ 4, где каждому элементу этой модели был присвоен соответствующий материал. Были расставлены источники света, назначены камеры. И свершилось чудо: на экране возникли картины проектируемого объекта.

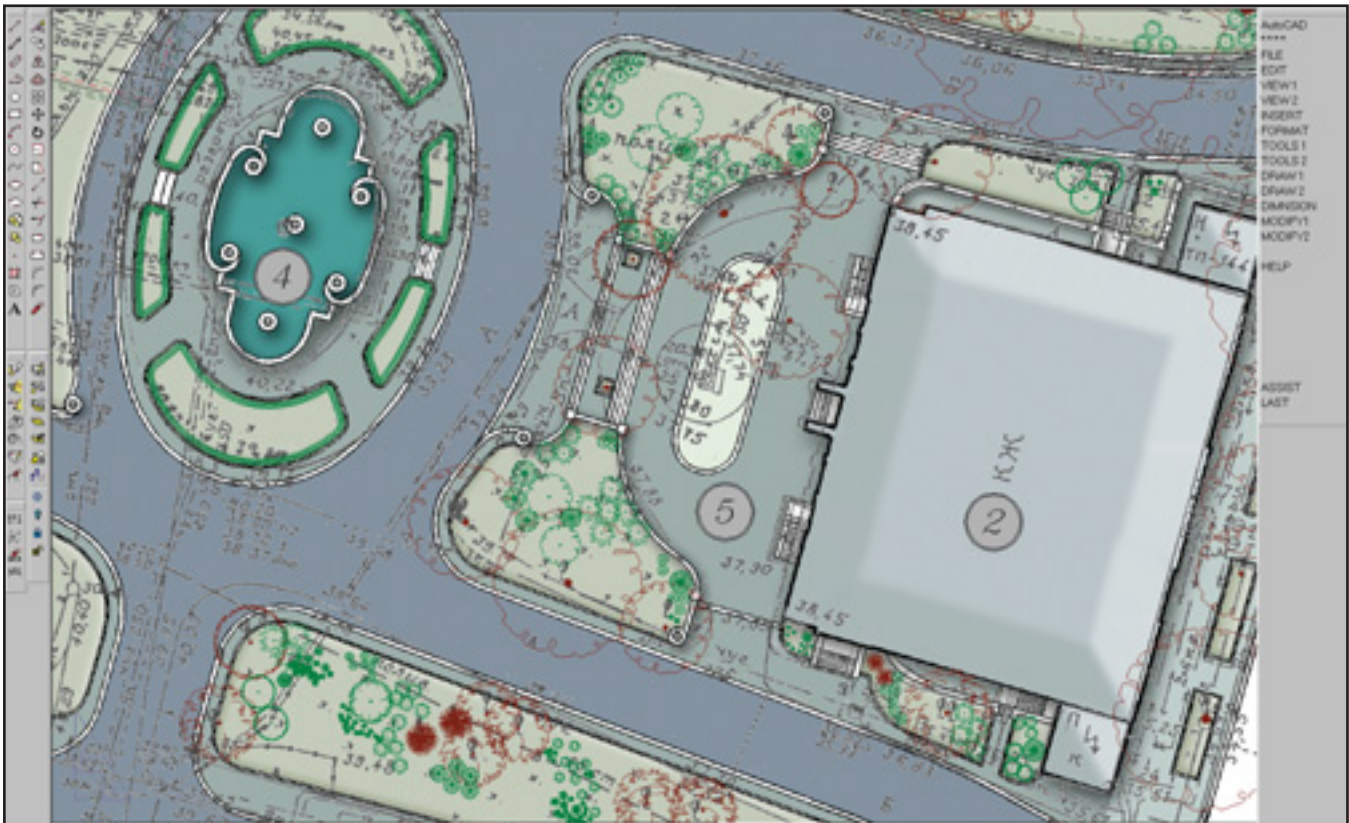
К сожалению, рамки журнальной статьи не позволяют опубликовать все кадры, подготовленные для



▲ Рис. 25



▲ Рис. 26



▲ Рис. 27



▲ Рис. 28. Общее проектное решение

этого проекта. Мы приводим лишь малую их часть, позволяющую до некоторой степени представить объем проведенной работы и ее результаты.

#### Итоги

- Рассмотренная линейка программных продуктов позволяет

проектировать на современном уровне, добиваясь превосходных результатов, не только приятных глазу, но и безупречных с инженерной точки зрения.

- Нами разработана учитывающая отечественные ГОСТы технология проектирования генеральных планов любой сложности с ис-

пользованием пакета Autodesk Land Desktop. Эта технология предусматривает построение трехмерных моделей существующего и проектируемого рельефа на основе классических двумерных чертежей — бумажных топооснов.

- Предложена технология быстрого создания отмычки чертежей (разбивочного чертежа, чертежа вертикальной планировки, чертежа благоустройства и т.д.). Результат — великолепные "классические" чертежи, пригодные для презентаций.
- Создана технология построения трехмерных лестниц, подпорных стенок, бордюров любой степени сложности.
- Предложена технология построения максимально точных моделей рельефа с минимальным использованием структурных линий, что резко сокращает временные затраты на построение трехмерных моделей рельефа.
- Создана технология проектирования элементов благоустройства и озеленения, включающая получение классического двумерного чертежа и автоматичес-





Рис. 29. Фрагмент общего проектного решения: вид со стороны главного фасада



Рис. 30. Проверка визуальных осей

кое создание фотореалистической трехмерной модели озеленения с использованием библиотеки пород растений, а также с учетом их высоты и диаметра кроны.

- Разработана технология работы с очень большим проектом (в нашем случае это 400 Мб чертежей и вспомогательных файлов). Предлагается технология разделения большого проекта на отдельные чертежи, систематизация и максимально удобная работа с очень большим количеством слоев, используемых в подобных проектах (более 300 слоев).

- Разработана технология получения стопроцентно "классических" 2D-чертежей и — одновременно с ними — полной трехмерной модели (рельеф + архитектура) для проверки качества и правильности инженерных решений, а также для презентационных целей.
- Предложена технология совмещения трехмерной модели проектируемого рельефа и трехмерных моделей проектируемых зданий и сооружений, а также способы быстрого построения трехмерной модели существующей застройки.

Возможно, вы заметили, что в приведенном проекте отсутствует чертеж сводного плана инженерных сетей, конструкции дорожных одежд и т.д. Хотим обратить ваше внимание, что все представленные чертежи относятся к стадии "проект", но степень их проработки соответствует "рабочим чертежам" — без всяких преувеличений! Чертежи проекта выполнены с абсолютной точностью. Осталось только разбить строительную геодезическую сетку или нанести заменяющий ее разбивочный базис, проставить необходимые координаты и размеры, дополнить чертежи прочими необходимыми элементами и комплект рабочих чертежей будет готов. Сделать это можно довольно быстро — ведь главная работа (создание модели) уже выполнена. И построенная трехмерная модель теперь сторицей окупит время, затраченное на ее создание.

## Выводы

- Трехмерная модель проектируемого рельефа служит, во-первых и главным образом, для проверки предлагаемых инженерных решений и для быстрого обнаружения допущенных ошибок и просчетов. Любая, даже небольшая ошибка в отметке или неудачное инженерное решение заметны на трехмерной модели рельефа сразу же. Утаить тут ничего нельзя — всё видно как на ладони! Генпланист работает с абсолютно точной моделью проектируемого рельефа уже на этапе проектирования, а не строительства, когда исправлять ошибки поздно и дорого.
- Совместив трехмерный рельеф с трехмерной архитектурой, можно получить гораздо большие возможности оценки предлагаемых инженерных решений. Это многократно повышает ценность 3D-модели. Поэтому совместное применение пакетов Autodesk Architectural Desktop и Autodesk Land Desktop намного эффективнее применения этих продуктов по отдельности.
- Autodesk Land Desktop незаслуженно обойден вниманием проектировщиков. Виной тому как отсутствие полной документации на русском языке, так и отсутствие в продаже справочной рус-

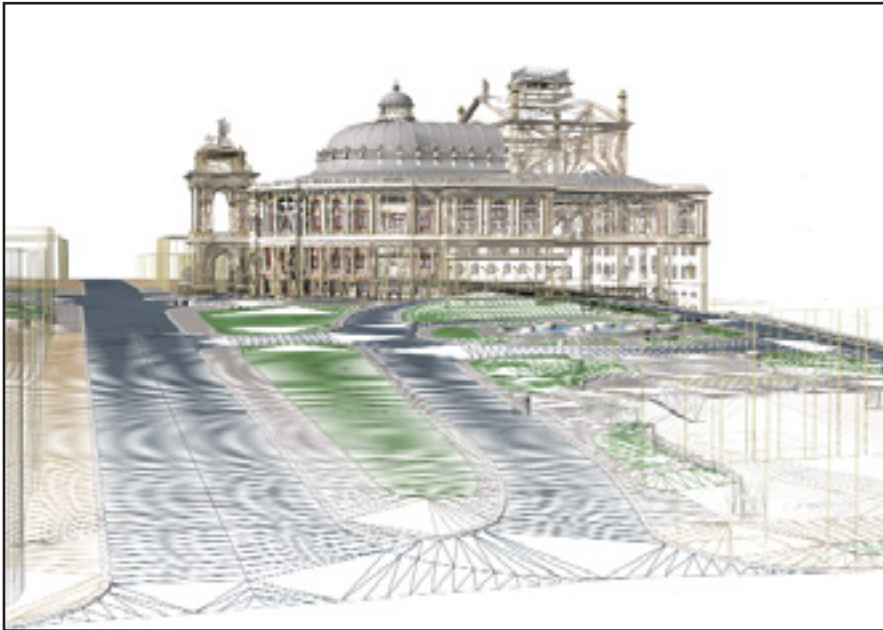


Рис. 31. Проволочная модель. Каждая точка находится на своей проектной отметке. Прораб на стройке уже не поставит вас в тупик вопросом: "А какая тут должна быть отметка?" Вопрос теперь в другом: хватит ли у прораба квалификации вынести ваш проект в натуру (Autodesk Land Desktop позволяет образмерить и подготовить разбивочные чертежи любых проектных решений)

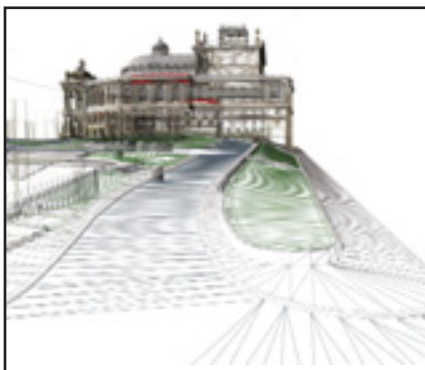


Рис. 32. Демонстрация рельефа площадки



Рис. 33. Фрагмент проектного благоустройства и озеленения площадки у здания морского музея



Рис. 34. Фрагмент проектного благоустройства и озеленения площадки перед главным фасадом театра



Рис. 35. Демонстрация общего планировочного решения площадки

скоязычной литературы по этому продукту с описанием методики проектирования в нем. Нет и

описание технологии использования обширного инструментария Autodesk Land Desktop для проектирования с учетом отечественных стандартов и осо-

бенностей. При этом пакет располагает исчерпывающим набором функций для проектирования генпланов — нужно только найти правильные и последовательные "технологические" цепочки их применения.

В своей книге, которая скоро должна выйти, мы постараемся восполнить этот досадный пробел и предложить специалистам генплана простую и ясную методику проектирования в среде Autodesk Land Desktop.

- Особенно выигрышно смотрятся проекты на сложном рельефе.
- Мы готовы к сотрудничеству и поможем внедрить эти технологии в вашем предприятии.

Применяя связку программных продуктов Autodesk Architectural Desktop и Autodesk Land Desktop, мы смогли получить принципиально новое качество проектных решений, ранее недостижимое при использовании классических методов проек-

тирования. Не говоря уже о том, что проект был выполнен малым количеством специалистов и в достаточно сжатые сроки.

**Сергей Назимко,  
Юрий Моссоковский  
ООО "АСПРОМ"**  
Тел.: (10-38044) 464-4616,  
(10-38044) 414-4310  
E-mail: moss@mosspower.kiev.ua

Представленные материалы публикуются с разрешения авторов проекта:

- проект реставрации Одесского театра оперы и балета — ГАП Дыховичная Н. А.
- проект реконструкции территории — ГАП Беляков Ю. П.