

# Печать архитектурной 3D-модели на ZPrinter 450



## О 3D-печати и ее возможностях

Технология 3D-печати (3D-прототипирования) в последнее время очень бурно развивается и включает все больше областей применения. С помощью 3D-принтера можно получить электронную 3D-модель в натуральном (физическом) виде, то есть распечатать ее. В архитектурном проектировании макетирование всегда имело отдельное значение — макет дает наиболее наглядное представление о проекте, позволяет увидеть в миниатюре будущий объект и рассмотреть его с различных ракурсов. С развитием компьютерного проектирования и 3D-визуализации макетирование несколько утратило свое значение: сейчас можно еще в процессе проектирования рассматривать объект с разных сторон на компьютере, выполнить фотореалистичный рендер, анимацию. Но для презентации объекта макет всегда будет лучшим представлением. Если выполнять его вручную, то это займет много времени, а если в проекте есть еще и сложные пространственные формы — то и затруднительно. Технология 3D-печати позволяет получить макет очень быстро (несколько часов печати) и воплотить любые формы.

Технологически изготовление модели на ZPrinter 450 выглядит как поочередное наложение слоев снизу вверх. Принтер засыпает один слой порошком полностью, а там, где будет модель, печатающая головка наносит клей и цвет. После окончания печати остатки порошка высыпаются и их можно использовать повторно.

## Как я печатал 3D-макет

Насчет печати это немного громко сказано, так как сам я не печатал: от меня лишь требовалось подготовить модель и отправить ее в компанию CSD, вот об этом и напишу.

В рамках Autodesk Форума 2011 проходила презентация технологии 3D-печати, можно было посмотреть/потрогать 3D-принтер, увидеть его в работе, а также посмотреть готовые модели или распечатать свою. Узнав о возможности напечатать собственную модель, я сразу подготовил ее и отправил.

У меня уже был готовый проект, выполненный в Revit Architecture, то есть готовая 3D-модель.

Принтер позволяет печатать не только в объеме, но и с назначенными цветами и даже текстурами, но я хотел получить архитектурный макет "классического" вида, поэтому решил ограничиться в цвете только черно-белой гаммой. У меня уже был опыт печати на таком принтере цветной текстурированной модели, и опыт не очень успешный — сбились координаты текстур и результат получился не очень хороший, и в этот раз не было времени на эксперименты.

Открываю проект и смотрю, что имею в исходном виде (рис. 1). Смотрю требования

для печати на таком принтере:

- модель должна представлять собой единый объект;
- если объектов несколько, они должны быть связаны между собой третьим объектом (например, часть ландшафта);
- модель должна содержать только замкнутые объекты;
- не должно быть мелких топологических элементов сечением менее 1x2 мм;
- не должно быть консольных элементов, длина которых превышает поперечное сечение более чем в 5 раз.

В первую очередь меня интересует, макет какого максимального размера способен напечатать принтер. Это 203x254x203 мм. Измеряю модель — отлично входит в масштабе 1:100; теперь можно уточнять размеры деталей, исходя из итогового размера макета.

Дальше перехожу к подготовке модели в соответствии с требованиями. В основном Revit использует твердотельные объекты, но встречаются и незамкнутые, некоторые формообразующие и земля. У меня в проекте есть земля. Как мне кажется, есть два варианта сделать землю твердотельной:

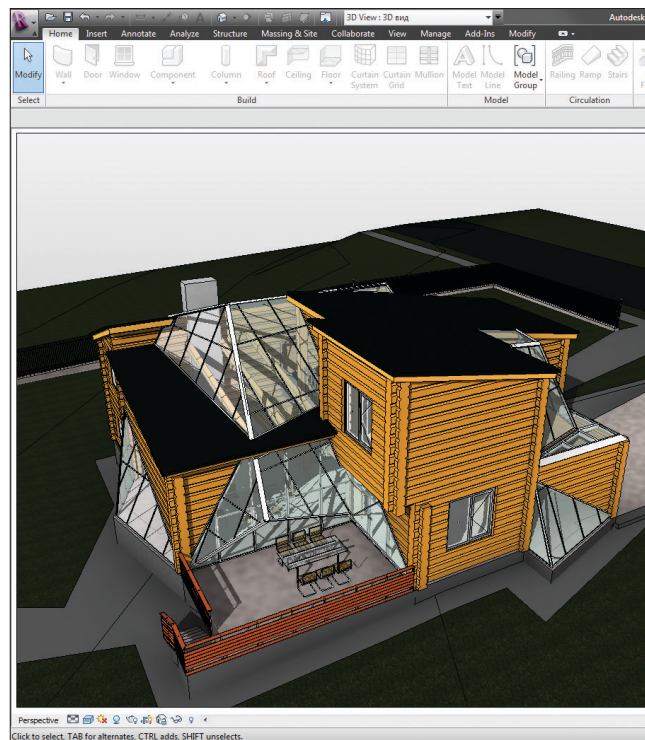


Рис. 1. 3D-вид проекта в Revit Architecture

1. Экспортировать как есть и отредактировать геометрию в Autodesk 3ds Max.
2. Удалить существующую землю в Revit и сделать заново, используя инструмент *Перекрытие*.

Для меня подошел второй вариант, так как рельеф простой и так сделать быстрее.

Удаляю из модели все лишнее — мебель, ограждения. Так как я хочу видеть и внутреннее пространство — удалил еще все стекла в окнах и витражах.

В общем, элементы модели имеют размеры, подходящие под требования минимального размера, но есть и тонкие элементы (импосты витражей), которые нужны в макете. Их придется увеличить, чтобы в итоге они были не меньше 1x2 мм в сечении.

Еще пришлось изменить некоторые элементы, так чтобы макет был прочнее — увеличить размер, сечение. А также предусмотреть технологические отверстия в тех объемах, где нет окон, чтобы оттуда могли высыпаться излишки порошка. Модель готова для экспорта в 3ds Max (рис. 2).

Почему нужно экспортировать уже готовую модель в 3ds Max? Из описания вид-

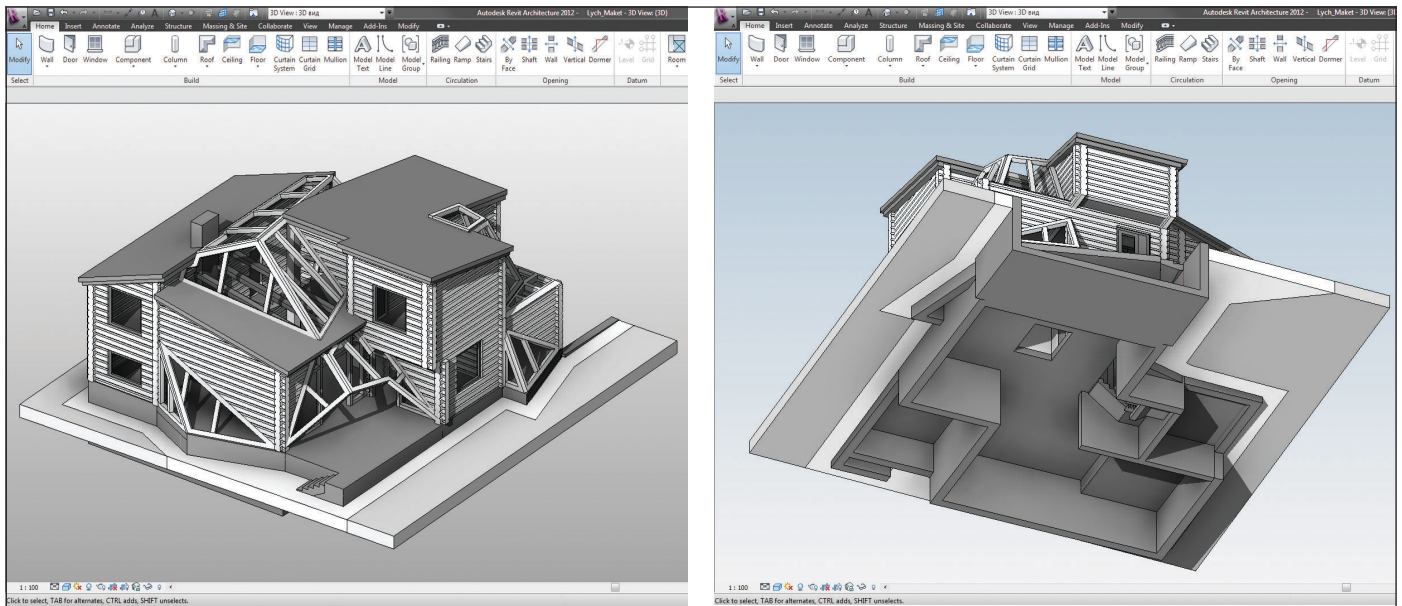


Рис. 2. Вид модели в программе Revit после обработки для печати

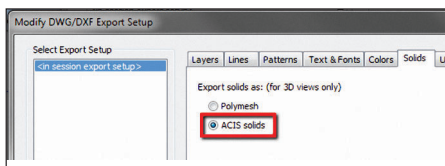


Рис. 3. Включение параметра ACIS solids в параметрах экспорта в DWG

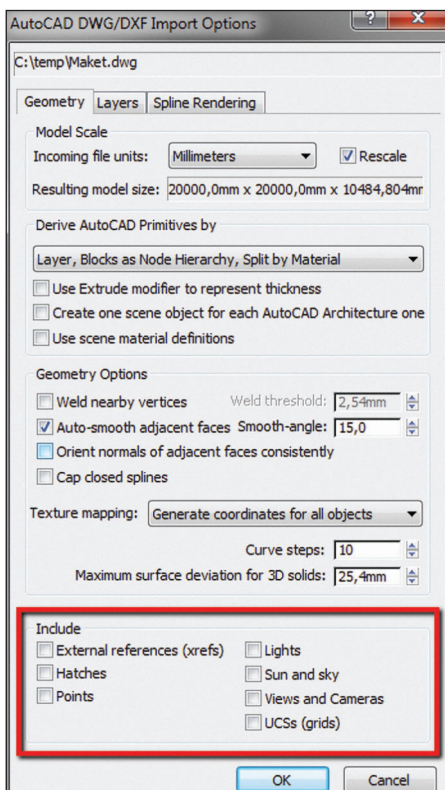


Рис. 4. Настройки импорта в 3ds Max

но, что программное обеспечение принтера поддерживает форматы 3ds, VRML, PLY, ZPR, STL. Revit не может экспортировать ни в один из этих форматов, а 3ds Max может в 3ds и VRML.

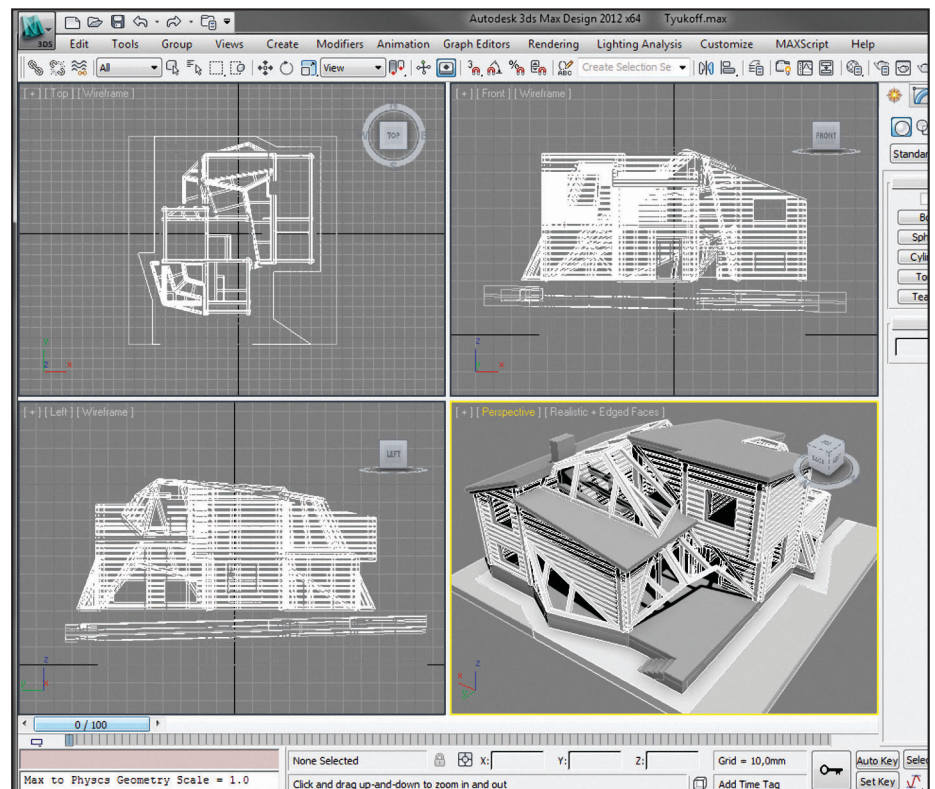


Рис. 5. Вид модели в программе Autodesk 3ds Max

Экспортируем из Revit в DWG, можно перевести и через FBX, но качество геометрии модели в DWG мне больше нравится. При экспорте нужно настроить метод создания 3D-тел, для этого выбираем ACIS solids (рис. 3), это необходимо, чтобы объемные элементы экспортировались твердотельными/замкнутыми.

Теперь можно импортировать полученный DWG-файл в 3ds Max. При импорте использовал стандартные настройки, только снял флажки с ненужных элементов (рис. 4).

После этого можно сразу экспортировать в форматы совместимые с ZPrint, так как модель уже готова, но я решил еще немного "доработать напильником". Текстуры перевел из mental ray в стандартные объекты, объединил по материалам (так размер файла стал меньше), модель отмасштабировал в размер печати (рис. 5). После чего экспортировал из 3ds Max в оба формата (3ds и VRML) и отправил оба файла.

А вот так модель выглядит в программном обеспечении принтера (ZPrint) (рис. 6).



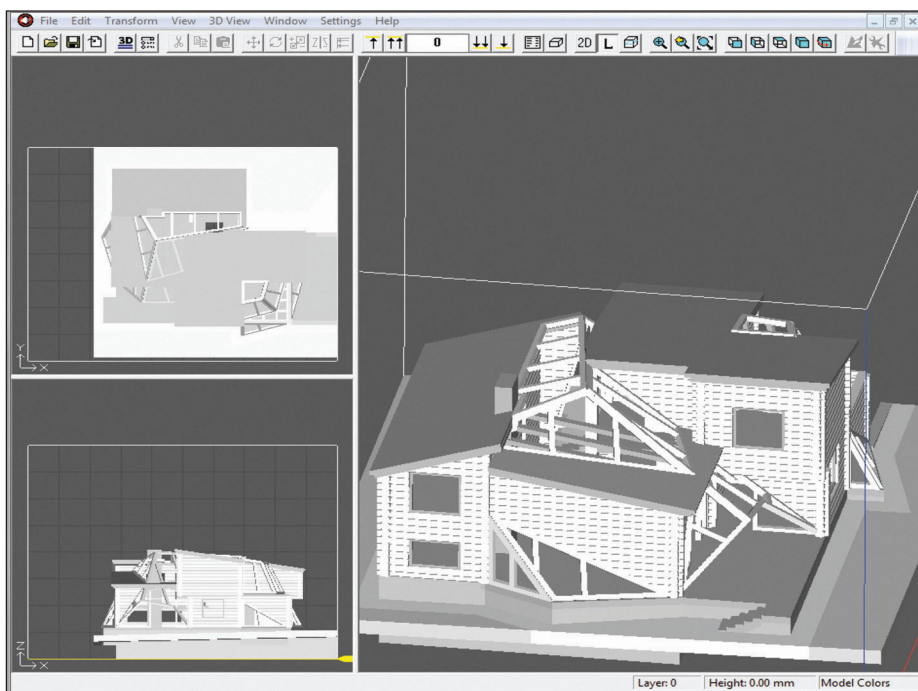


Рис. 6. Вид модели в программе ZPrint

ния материалов потребуется доработка в программе ZEdit.

### Подготовка текстурированной модели

Но, конечно, хочется напечатать модель не просто в цвете, а еще и с текстурами. При передаче моделей из программ посредством экспорта всегда есть некоторая несовместимость и часть данных может потеряться, к сожалению, ZPrint здесь не исключение. Чтобы ваша модель выглядела в реальности так же, как на экране, воспользуйтесь несколькими советами, которые мне дали инженеры компании CSD:

1. Выполните экспорт в различные форматы, совместимые с ZPrint, и передавайте все эти файлы. Это даст возможность инженерам выбрать наиболее подходящий вариант модели. Также проверьте настройки экспорта, различные флажки, отвечающие за согласование координат текстур и т.п.
2. Прикрепите файлы текстур, использованных в модели. Программа лучше



Рис. 7. Готовый макет

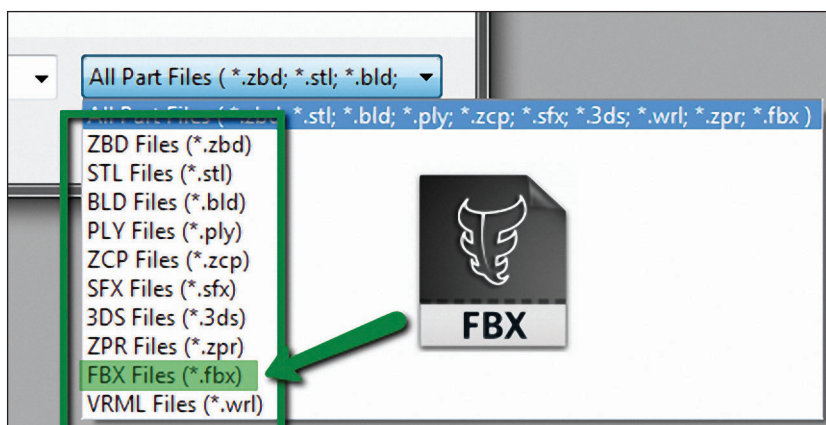


Рис. 8. Импорт в программе ZPrint

Приехав на Autodesk Форум, я увидел уже готовый макет на витрине, а после форума смог получить его (рис. 7).

### Как еще можно подготовить модель

В программном обеспечении принтера ZPrint видно, что программа может импортировать больше форматов (рис. 8).

Для пользователей Revit интересно то, что можно передавать модель с помощью формата FBX, то есть без посторонних программ! Но тут есть одна особенность. Revit при экспорте назначает объектам материалы mental ray, которые используются в Revit. ZPrint не может их воспринять — объект выглядит полностью белым. Для корректирова-

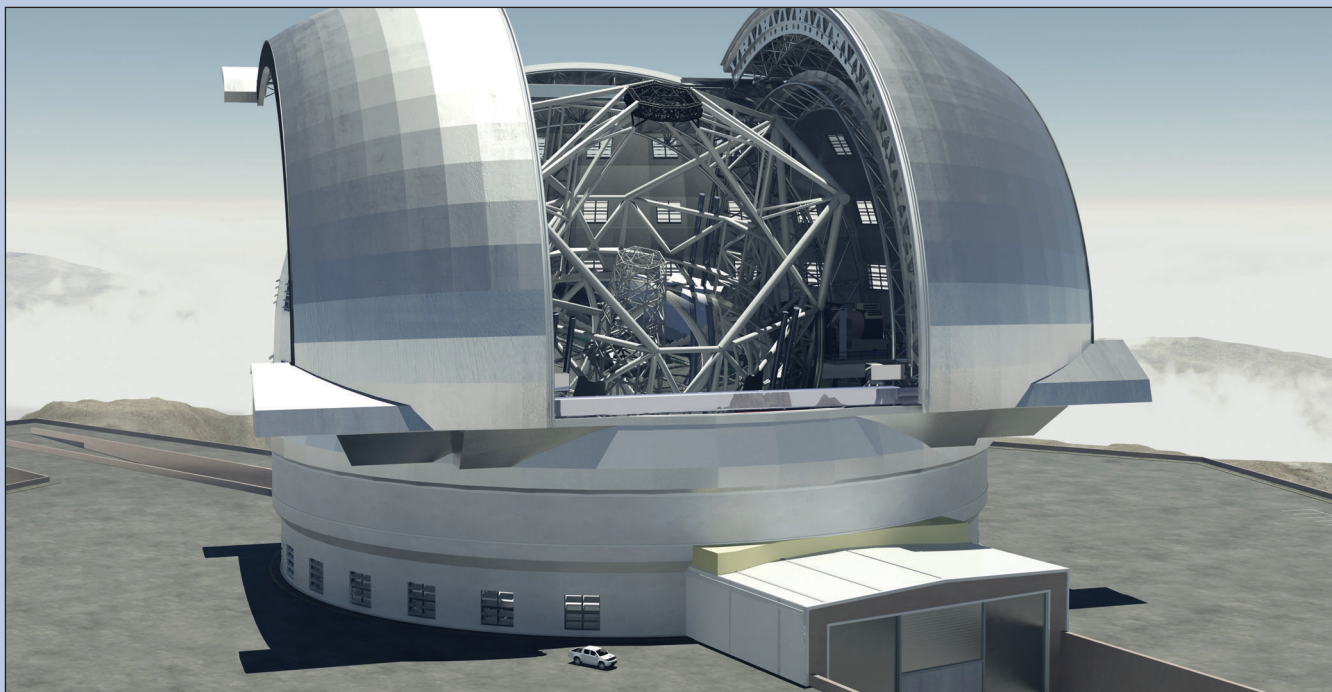
всего воспринимает текстуры в формате TGA! Сложно это объяснить, но лучше перевести текстуры в этот формат и перепреопределить ссылки в модели на текстуры этого формата.

3. Сделайте скриншоты модели в вашем программном обеспечении, так чтобы было наглядно видно, как должен выглядеть результат и как должны быть расположены текстуры.



**Никита Тюков,**  
архитектор,  
активист Сообщества  
пользователей Autodesk

Блог:  
<http://severnik.wordpress.com>  
E-mail: [nik.sever@inbox.ru](mailto:nik.sever@inbox.ru)



### При проектировании самого крупного в мире оптического телескопа используется Autodesk Vault

Европейский чрезвычайно большой телескоп (E-ELT) позволит записывать изображения похожих по строению на Землю планет, находящихся за пределами Солнечной системы

Команда специалистов Европейской организации астрономических исследований в Южной полусфере (ESO) в настоящий момент занимается проектированием самого крупного в мире оптического телескопа, который в будущем позволит записать изображения далеких планет. В своей работе проектировщики из ESO применяют программные продукты и инновационные решения, предоставленные компанией Autodesk (в частности – Vault), для управления проектными данными.

ESO планирует ввести телескоп в эксплуатацию в начале следующего десятилетия. Основное зеркало телескопа диаметром 40 метров включает в себя около 800 сегментов толщиной 50 мм и размером 1,4 метра в поперечнике, вес конструкции составляет около 2700 тонн. Зеркало позволит собирать в 15 раз больше света, чем любое из ныне существующих, и в 100 миллионов раз больше, чем человеческий глаз. Уникальный прибор позволит астрономам глубже изучить первичные галактики и черные дыры. Кроме того, E-ELT поможет ученым тщательнее прозондировать планеты, окружающие другие звезды, на наличие органических молекул и воды – важнейших признаков жизни.

Для проектировщиков E-ELT первостепенной задачей является обеспечение точности и функциональности прибора, что потребует скоординированных усилий множества ученых, инженеров и строителей на протяжении нескольких лет. Благодаря Autodesk Vault многочисленные участники проекта имеют возможность совместно разрабатывать, тестировать, сравнивать и модифицировать цифровые модели, над которыми работают несколько международных коллективов.

Несмотря на то что ESO – европейская организация, телескоп E-ELT будет установлен в пустыне Атакама (Чили), подверженной частым землетрясениям. Некоторые инструменты будут работать в криогенных камерах, охлажденных до 77 градусов по Кельвину, то есть при температуре жидкого азота. Корпус прибора также необходимо построить с учетом потребностей людей, работающих над проектом, а также исследователей, которые впоследствии будут изучать космос с помощью E-ELT. Кроме того, телескоп будет располагаться внутри специально разработанного сооружения диаметром 86 метров и высотой 79 метров.

"Весь этот безупречный свет, путешествующий на протяжении 13 миллионов световых лет, искажается за несколько микросекунд, едва попав в атмосферу, – рассказывает Пол Джоли, руководитель отдела механического и криогенного проектирования ESO. – E-ELT поможет нам воссоздать изображения этого света и изучить отдаленные области вселенной, чего мы никогда не смогли бы сделать раньше. Благодаря технологиям Autodesk экономятся бюджетные средства проекта и сокращаются затраты времени на обучение сотрудников, которые смогут быстрее и эффективнее сравнивать и визуализировать 3D-проекты".

Кроме того, в связи с Autodesk Vault инженеры ESO применяют Autodesk Inventor. Этот продукт используется для 3D-проектирования, анализа механических конструкций телескопа и обеспечивает обмен проектной информацией с хранилищем Vault, помогая синхронизировать деятельность всего коллектива при разработке самых важных и требующих особого внимания систем. Программное решение обеспечивает координацию рабочих процессов и управление инженерными данными, способствуя своевременному выполнению поставленных задач.

Инженеры ESO в своей работе используют также Autodesk Navisworks, который позволяет проектировщикам и другим специалистам сравнивать чертежи, созданные в раз-

ных САПР, выполнять их визуализацию и проверку на коллизии в 3D.

"Сказать, что точность необходима для работы ESO, значит ничего не сказать, – считает Роберт Кросс (Robert Cross), старший вице-президент Autodesk по направлению MFG. – Мельчайшие изменения одного аспекта проекта могут оказать огромное влияние на любые другие его компоненты, а продукты Autodesk помогают ESO снизить вероятность непредвиденных последствий".

### Об организации ESO

Европейская организация астрономических исследований в Южной полусфере (ESO), также называемая Европейской южной обсерваторией, – известное международное исследовательское объединение и самая результативная в мире астрономическая обсерватория. ESO реализует беспрецедентную программу, целью которой являются проектирование, строительство и эксплуатация мощных наземных обсерваторий, позволяющих астрономам делать важные научные открытия. Кроме того, ESO играет важнейшую роль в развитии астрономических исследований и организации сотрудничества в этой области. Эта организация создала и эксплуатирует три уникальных обсерватории мирового класса на территории Чили: Ла-Силья, Параналь и Чакантор.

ESO – европейский партнер революционной астрономической обсерватории: телескопа ALMA, крупнейшего из существующих астрономических проектов. В настоящее время организация готовит строительство E-ELT – Европейского чрезвычайно большого телескопа 40-метрового класса для оптических исследований и изучения ближайшего инфракрасного диапазона, который станет "самым большим в мире небесным оком". Более подробную информацию можно найти на сайте [www.eso.org/public](http://www.eso.org/public). Autodesk и SDI Solution разработали новый технологический комплекс на основе PDM Vault.