

Новые доспехи трех богатырей *SolidWorks 2003, Solid Edge 12, Autodesk Inventor 6*

Обзор последних версий

Перестает быть похожим учитель на учителя, если он никогда не проверяет уроков. /Ли Шан-Инь (812-858), "Цзацзуань"/

Наша редакция всегда внимательно следила за судьбой *SolidWorks*, *Solid Edge* и *Inventor* – “трех богатырей среднего веса” на ратном поле САПР – и старалась своевременно информировать читателей о развитии этих замечательных пакетов. Можно вспомнить такие обзоры, как “Три богатыря в новых кольчугах” (*Observer* #1/2001), “*Inventor 4* против *SolidWorks* и *Solid Edge*” (#3/2001), “Твердотельные моделиеры в 2001 году” (#1/2002), а уж материалы по отдельным аспектам “вооружения” появлялись практически в каждом номере.

Особенность нынешней диспозиции заключается в том, что за несколько последних месяцев в рядах “богатырей” произошла полная смена поколений. Старые добрые версии, как ветераны богатырского движения, получили право на заслуженный отдых, а их место на передовых засеках хай-тека заняли полные сил *Inventor 6*, *Solid Edge 12* и *SolidWorks 2003*.

Естественно, мы с нетерпением ожидали реакции на эту ситуацию со стороны ведущих мировых экспертов и изданий, пишущих о проблематике САПР. Увы, какого-то цельного систематического исследования мы так и не дождались до сих пор. Хотя еще не так давно известные международные издания грозились опубликовать сравнительные материалы сразу после выхода в свет рабочих версий. Но, как говорится, гладко было на овраге, да не вышло на бумаге... Похоже, что действительность, как это бывает, превзошла ожидания, но не оправдала их. Принципиальные различия пакетов (или, возможно, их отсутствие) оказались таковы, что, как честно признали эксперты *CAD/CAM Publishing*, “... сравнение их между собой “функция к функции” – это изнурительное занятие, за которое мы даже не беремся.”

В общем-то, не беремся за это и мы. Нам, к сожалению, еще не удалось как следует “покрутить” все новые версии, выяснить спектр мнений специалистов. Но, с другой стороны, оставляя читателей вовсе без какой-либо аналитики по этой важной теме редакция тоже не вправе. Поэтому на данном этапе мы решили опубликовать комплексную подборку различных материалов по каждому из пакетов (источники указываются по тексту), сопровождая их некоторыми комментариями. Предпочтение, естественно, отдавалось тем статьям, где не просто воспеваются достоинства того или иного “богатыря”, но прослеживается намерение как-то сопоставить его с другими. Выводы, основанные на предлагаемой информации и своих собственных вкусах, предоставляется сделать самим читателям.

SolidWorks 2003

В прошлом номере мы уже публиковали краткое описание многочисленных нововведений и улучшений *SolidWorks 2003* (*Observer* #3/2002, “На подходе *SolidWorks 2003*”). Более обстоятельный и критический “разбор полетов” был подготовлен редакцией сетевого издания *CADCAMNet* на основе собственного опыта работы со второй бета-версией системы.

19 сентября 2002 года *SolidWorks Corporation* объявила о выпуске новой, 11-й по счету версии наиболее популярной системы твердотельного моделирования среднего класса, работающей под *Windows*. С другой стороны, версия *SolidWorks 2003* – первая с тех пор, как компания приобрела системы *COSMOS* (анализ методом конечных элементов) и *PDMWorks* (управление данными проекта). Выпуск всех трех продуктивных линий был синхронизирован, в результате чего *PDMWorks* и облегченная версия *COSMOS/Works* включены в инсталляционные компакт-диски *SolidWorks* (эта версия, т.н. *COSMOSXpress*, входит в базовую поставку, в то время как *PDMWorks* требует доплаты или покупки *SolidWorks Office Professional*. – *Прим. ред.*).

С первого взгляда пользователи могут не заметить в новой версии каких-то серьезных прорывов. Большая часть нововведений *SW 2003* уже реализована в других *CAD*-системах или в приложениях сторонних разработчиков. Но для *SolidWorks* это очень глубокие изменения, и они сильно повлияют на то, как пользователи будут строить твердотельные модели в будущем. Подготовленное разработчиками подробное описание всех усовершенствований занимает 182 страницы. Мы остановимся лишь на самых существенных.

Несколько твердых тел в одном файле детали

Наиболее важное изменение – это возможность создавать множество отдельных твердых тел в одном и том же файле детали. С появлением этого способа построения *SolidWorks* входит в число таких пакетов, как *Pro/ENGINEER*, *CATIA V5*, *Solid Edge* и др., уже имеющих аналогичные возможности (не будут поражены и пользователи таких систем с ядром *ACIS*, как например *Autodesk Inventor* и *CADKEY*. – *Прим. ред.*). Реализация поддержки нескольких твердых тел в *SolidWorks* потребовала фундаментальных изменений в архитектуре программы, но это позволило внести множество больших и маленьких усовершенствований, которые пользователи увидят в новой версии.

Новый подход позволит проектировщикам создавать многие детали более простым способом. Например, гораздо легче спроектировать коллектор, построив сначала фланцы на обоих концах, а затем протянув соединяющую их трубу.

Такие системы, как *Solid Edge* или *Inventor*, объединяют отдельные твердотельные элементы в единое тело сразу, как только их связывают (если только при этом система не выдает ошибку и не “вылетает”). *SolidWorks* работает иначе. Эта операция осуществляется только в том случае, когда пользователь указывает, чтобы система добавила (*union*), вычла или показала общий объем двух или более тел. Возможность применять эти булевы операции к построенным телам позволяет искусному проектировщику создать желаемую форму быстрее, чем в случае, когда он вынужден манипулировать лишь с одним твердым телом (рис. 1).

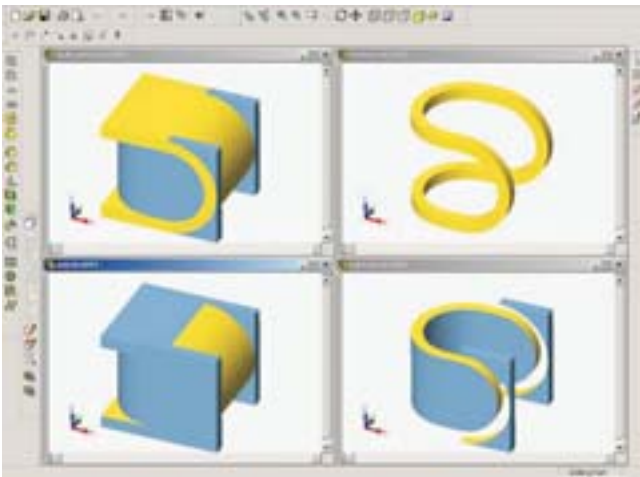


Рис. 1. Булевы операции позволяют создавать из обычных элементов модели экзотической формы. Вот что можно получить из двух U-образных деталей (наверху слева) пересечением (наверху справа), объединением (внизу слева) и вычитанием (внизу справа)

Сложные эскизы в *SolidWorks 2003*

Возможность работы с несколькими телами в одном файле удачно сочетается с другим новшеством – выбором из сложных эскизов только желаемого контура. В некоторых случаях конструктор предпочитает решать проблему в двух измерениях, потому что это быстрее, чем построение полных 3D-моделей. Предыдущая версия *SolidWorks* позволяла проектировать в 2D, однако если потом возникла необходимость построить 3D-модель, использовать эти 2D-построения было трудно. Приходилось копировать необходимые контуры в новые эскизы, чтобы использовать их для построения модели.

Теперь *SolidWorks* позволяет выбрать из сложного эскиза только те контуры, что необходимы для построения требуемого конструктивного элемента (КЭ). Остальные линии остаются в эскизе и могут быть использованы для создания других КЭ. Побочный результат нововведения заключается в том, что эскизы *SW* теперь могут иметь пересекающиеся линии. Для построения КЭ отныне

нет необходимости приводить каждый эскиз к замкнутому непересекающемуся контуру. Кроме того, один эскиз может быть использован для построения нескольких КЭ.

По заявлениям компании, возможность использования сложных эскизов как основы для построения КЭ облегчает преобразование 2D-чертежей в 3D-модели. Конструктор может скопировать вид с чертежа и перенести его в эскиз *SolidWorks*, затем выбрать желаемый контур и при помощи функций вытяжки (*extrude*) или вращения вокруг оси (*revolve*) построить необходимый КЭ. Имеющим лицензии *AutoCAD SolidWorks* позволяет даже копировать чертежи непосредственно из *AutoCAD* и переносить их в свои эскизы.



Рис. 2. Комплексный подход к моделированию и поддержка нескольких тел в одном файле делают работу более гибкой (в левом окне – эскиз, определяющий концепцию; в центре – создание цилиндрических КЭ на основе двух непересекающихся контуров; в правом – законченная деталь. Толщина средней части и цилиндрических элементов различная)

К сожалению, этот процесс лучше выглядит на словах, чем на деле. Сначала чертеж должен быть скопирован и перенесен из пространства модели *AutoCAD*. Если в планировке (*layout*) или пространстве листа (*paperspace*) чертежа были использованы масштабируемые области просмотра (*viewports* – по терминологии *Autodesk*), то эти виды не копируются. Кроме того, в реальной жизни линии могут быть построены с зазорами или, наоборот, пересечениями в местах стыковки, что нарушает процедуру выбора контура. У *SW 2003* имеется функция, которая, как предполагается, позволяет устранять эти зазоры, однако попытка проверить ее на реальном чертеже нам так и не удалась.

Если линии на чертежах построены тщательно, а система слоев рациональна, то новые функции *SW* сделают их повторное использование более легким. Однако большинство чертежей создавалось скорее как иллюстрации. Они изначально не предназначались для того, чтобы стать основой *CAD*-моделей, используемых для *CAM* и аналитических приложений, – поэтому конструкторы, как правило, не тратили время на то, чтобы сделать их абсолютно однозначными.

Другие возможности моделирования

Кроме поддержки нескольких твердых тел в одном файле модели у *SolidWorks 2003* есть и другие возможности, ускоряющие проектирование сложных деталей:

- при создании модели детали в нее можно вставлять модели других деталей;
- функция полного скругления (*full round fillet*) – удобна для скругления граней на таких элементах, как, например, ребра жесткости (рис. 3);
- пользователь может остановить регенерацию сложных деталей;
- *Feature Statistics* позволяет узнать, сколько времени потребовалось для перестроения каждого КЭ.

Функция *Feature Statistics* особенно полезна для выявления тех конструктивных элементов, которые долго перестраиваются. Не исключено, что там имеются математические проблемы, которые в дальнейшем могут проявиться при использовании этой модели в других приложениях, например для инженерного анализа, быстрого прототипирования или формирования УП.



Рис. 3. Full round fillet удобна для скругления – необходимо лишь выбрать две грани, на которых нужно построить скругления, и поверхность, которая будет охвачена этим скруглением

Как заявил г-н **Dave Corcoran**, исполнительный вице-президент *SolidWorks* по развитию, в новой версии в целом повышена скорость перестроения моделей. После того, как деталь была перестроена один раз в течение сеанса работы, откатиться назад на любое количество шагов можно значительно быстрее, чем позволяли предыдущие версии. Это отразится не только на работе функций *Undo* и *Redo*, так как возврат к прежним построениям происходит всякий раз, когда пользователь редактирует эскиз или параметры КЭ. Это улучшение должно быть заметно на любой модели, содержащей более 20 конструктивных элементов.

Помимо сказанного, при добавлении КЭ *SolidWorks 2003* научился работать локально с теми гранями, которые затрагиваются изменениями, вместо того, чтобы заново собирать всю модель целиком. Это позволяет сократить время проектирования моделей с большим количеством мелких элементов или криволинейными поверхностями.

Надо сказать, что эти графические технологии *SolidWorks 2003* не уникальны. Компания *PTC* использует подобные методы на протяжении уже многих лет для ускорения регенерации моделей *Pro/ENGINEER*.

Поверхностное моделирование SW 2003

Все системы твердотельного моделирования в конце концов эволюционировали в гибридные, объединяя тела и поверхности в единой модели. Поверхностное моделирование необходимо в тех случаях, когда традиционных

твердотельных функций, таких как протягивание контура по траектории или скругление граней, становится недостаточно. Это требует от пользователя более высокой квалификации, но открывает больше возможностей для управления формой модели.

В большинстве современных *CAD*-систем поверхности представляются неоднородными рациональными *B*-сплайнами (*NURBS*). Математически эти поверхности в обязательном порядке должны иметь 4 граничные кривые. Однако в *CAD*-моделях часто используются поверхности, у которых число граничных кривых больше или меньше. Образуются они путем проекции на эти четыре границы дополнительных граничных кривых, обрезающих поверхность, вне которых поверхность игнорируется.

В некоторых приложениях полезно иметь возможность оперировать с необрезанными поверхностями. Например, конструкторам пресс-форм часто приходится создавать поверхности, которые соответствуют форме изготавливаемой детали, но не содержат никаких отверстий. Кроме того, зачастую возникает необходимость продлить поверхности за пределы границ, по которым они обрезаны. Для этого *SolidWorks 2003* дает пользователям возможность создания необрезанной поверхности из обрезанной (рис. 4).

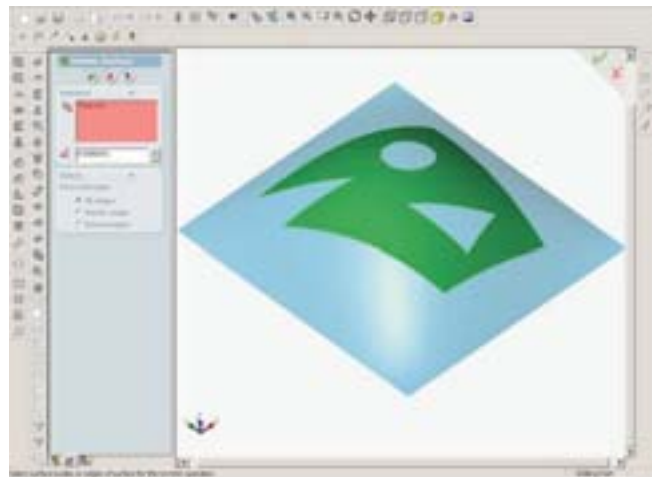


Рис. 4. SolidWorks 2003 позволяет сгенерировать необрезанную поверхность (показана синим цветом), лежащую в основе обрезанной (показана зеленым)

SolidWorks 2003 также позволяет дублировать поверхности (еще одна выгода от технологии поддержки нескольких твердых тел в модели). В новой версии поверхностная модель (*surface bodies*) может быть создана и путем удаления части поверхностей твердотельной модели. К этой поверхностной модели можно присоединять другие поверхности, созданные заново или импортированные, после чего допускается снова преобразовать модель в твердотельную.

Появились в системе и новые функции для заделывания щелей между поверхностями. Однако в целом возможности *SolidWorks 2003* по работе с поверхностями все еще не дотягивают до уровня старшей сестрицы – *CATIA*. Например, в *SW 2003* нет таких привычных

для авиастроителей операций, как построение конических скруглений и переходов. Впрочем, следует отметить, что многие из этих функций добавляет модуль *GeometryWorks*, предлагаемый компанией *CAD/CAM Components* (www.cadcamcomponents.com).

Работа с листовыми материалами

При работе с листовыми материалами *SW 2003* позволяет моделировать изделия с переходом от квадратного сечения к круглому (рис. 5), что важно для проектировщиков вентиляционных труб. Возможность подобных построений существовала уже давно, однако до сих пор система не давала развертку такой модели.

При разделке кромок угла теперь могут использоваться как прямые, так и криволинейные разрезы. Профиль скругленных углов может быть сформирован автоматически. Распирились и возможности управления отгибающимися кромками и деталями конической формы.

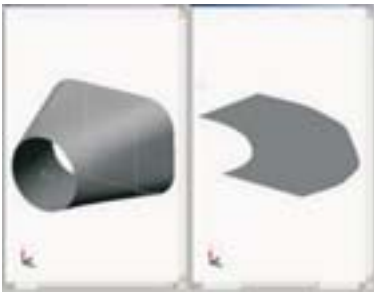


Рис. 5. *SolidWorks 2003* позволяет построить изделие из листа с переходами от квадратного к круглому сечению (возможность, существовавшая в *Solid Edge* на протяжении ряда лет)

Сборки в *SolidWorks 2003*

В *Pro/ENGINEER 2000i* компания *PTC* ввела понятие “запакованной” сборки (к сожалению, однозначно перевести термин *shrink-wrapped assembly* трудно, а связь с вакуумной упаковкой тут довольно метафорическая. Суть заключается в использовании для разных целей облегченного оболочкового представления моделей с регулируемой степенью детализации и возможностью сохранения ассоциативности и масс-инерционных характеристик. Хотя объем файла при этом сильно уменьшается, это гораздо более сложный процесс, чем просто упаковка-архивация. – Прим. ред.).

Такие сборки содержат только внешние поверхности моделей без внутренних деталей. Это удобно по нескольким причинам. Во-первых, сборки получаются меньшими по объему и загружаются быстрее (это справедливо и при включении их в большой цифровой макет изделия). Кроме того, упрощенные модели скрывают внутреннюю конструкцию от тех, кому ее знать не следует. Так, для производителей насосов или двигателей нежелательно посылать заказчикам *CAD*-модели, включающие все детали конструкции (например, подшипники, уплотнения и пр.), что может представлять тайну фирмы. Все, что необходимо заказчику (помимо технических данных), – это внешняя форма узла, присоединительные размеры валов, расположение установочных отверстий и электрических разъемов. Для этого упрощенных моделей вполне достаточно.

Что-то аналогичное концепции *PTC* предлагает и *SolidWorks 2003*, позволяя сохранять сборку как модель детали. Такая упрощенная модель состоит только из внешних поверхностей без каких-либо внутренних деталей. Мы создали в *SolidWorks* деталь из сборки, которая содержала более 50 отличающихся деталей и занимала на диске 7.62Mb. Объем полученной модели составил всего 637kb – менее 10% от первоначального. Однако если внешняя форма сборки изменится, соответствующая ей упрощенная деталь не будет обновлена автоматически.

В новой версии упрощена замена компонентов сборки, имеющих под сборки. В некоторых случаях на этапе создания концепции изделия бывает необходимо вставить в сборку подузлы, проработанные только на уровне грубого макета. В дальнейшем эти под сборки могут быть заменены детально проработанными моделями, которые, возможно, будут создаваться другими конструкторами. Еще одно новшество: есть возможность назначать в сборках условия сопряжения, что позволяет сразу вводить в сборку любые компоненты в правильном положении (прежде это было возможно только для деталей).

Разочарования при создании чертежей

Вряд ли кто будет спорить, что создание чертежей сложных сборок требует много времени в любой системе твердотельного моделирования. В 2002 году на форуме *SolidWorks World* руководители компании обещали, что время, необходимое для создания видов сборочного чертежа, будет существенно уменьшено. К сожалению, эти усовершенствования не столь хороши, как ожидалось. В пункте меню “Виды” (*View*) добавилась кнопка под названием *Fast HLR/HLV*, которая ускоряет создание чертежных проекций. Однако у *Fast HLR/HLV* есть несколько недостатков. Получаемые виды выглядят не очень хорошо. Линии кажутся тоньше, чем при построении в обычном режиме, а некоторые скругленные грани, как показал тест, не всегда отображаются. Представитель *SolidWorks* признал также, что такие операции, как *Pan* и *Zoom*, при включенном режиме *Fast HLR/HLV* работают медленнее.

Тем не менее *SolidWorks* продолжает разработку более быстрых методов создания чертежей. В настоящее время компания совместно с одним из крупных клиентов проверяет другой, более многообещающий подход. Если эксперимент закончится успешно, прочие клиенты увидят более быстрое создание чертежных проекций уже в следующей версии.

Улучшение, на которое стоит обратить внимание, – возможность заранее определять виды в шаблоне чертежа. Оно будет особенно полезно компаниям, изготавливающим семейства подобных деталей или инструментов. Возможность изменить твердотельную модель и затем перебросить ее в определенный заранее шаблон позволяет ускорить подготовку рабочих чертежей.

Следует упомянуть и такие улучшения, как:

- более гибкая система условных обозначений (*callouts*) для отверстий;

- автоматическая простановка осевых линий на отверстиях;
- линии разрыва, не выходящие за границу вида.

Что еще надо сделать

Благодаря ряду серьезных нововведений версия *2003* в целом оставляет приятное впечатление. Поддержка нескольких твердых тел в одном файле модели превращает *SolidWorks* в подлинно гибридную систему моделирования. Есть необходимость добавить еще ряд дополнительных функций поверхностного моделирования, но наиболее существенные изменения уже сделаны. Авторы считают, что вторая бета-версия *SolidWorks 2003* более надежна, чем рабочая версия *Solid Edge 12*. Большая часть выявленных ошибок приходится на долю неправильной работы функций, а серьезных сбоев в процессе работы не отмечалось.

Первым пунктом в повестке дня *SolidWorks* должно стать повышение производительности при создании чертежей (кажется, это уже взято под контроль). Помимо этого, компания должна сделать свое ПО более доступным для нормальных людей. Сейчас система предлагает так много функций, что справиться с ними одному человеку крайне сложно (рис. 6). Большинство конструкторов в своей повседневной работе не нуждается в использовании всей функциональности *SW*. Проблема состоит в том, чтобы выяснить, какой набор функций является оптимальным для каждого класса задач проектирования. Тут полезно принять во внимание стратегии конкурирующей системы *Solid Edge* и «родственной» *CATIA V5*, разработчики которых уже решают проблемы группировки наборов инструментов в типовые профили для различных отраслей.

Чтобы не перегружать пользователей, *SolidWorks* должен действовать сходным образом, отображая иконки, необходимые для конкретного класса задач, и скрывая остальные. Например, при разработке чертежей конструктору необходимы панели инструментов для создания видов, для различных типов линий и для аннотаций. В то же время панели инструментов для создания КЭ и сборок нужно скрывать от глаз пользователя до тех пор, пока не потребуются создать новую модель или сборку. Проектировщик изделий из листового металла тоже должен иметь возможность выбрать режим, отображающий только набор инструментов для работы с листовыми материалами и черчения. Кроме того, опытные пользователи наверняка захотят создавать и сохранять свои собственные наборы инструментов. Описания этих наборов должны храниться в файлах, чтобы можно было без проблем перенести их на другой компьютер или в новую версию.

Выяснение того, какие наборы инструментов оптимальны для каких задач, требует изучения реальных процессов проектирования. *SolidWorks* имеет огромную базу пользователей, увлеченных своим делом, которые, скорее всего, будут рады в этом помочь.

Чего не нужно делать, так это вводить новые расширения имен файлов, как сделали *Inventor* и *Solid Edge*. Теперь их пользователям приходится решать, какой из многочисленных типов файлов открывать, — это бремя инженерам совершенно ни к чему.

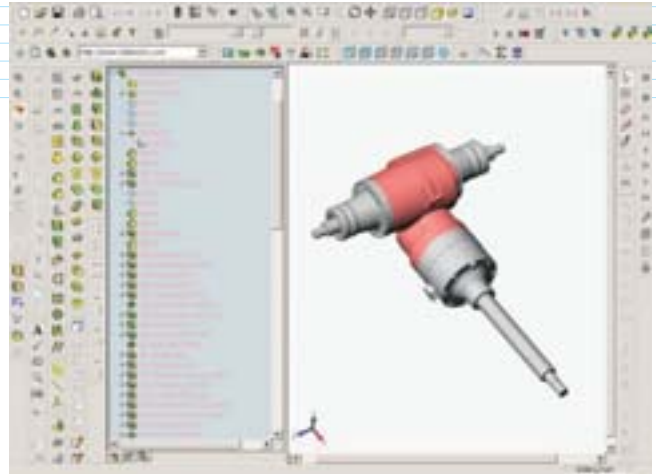


Рис. 6. *SolidWorks 2003* со всеми возможными линейками инструментов — не многовато ли?

Затраты на изучение *SolidWorks*

Менеджерам компаний следует предусмотреть время на то, чтобы пользователи могли изучить новые функции *SolidWorks 2003*. Впоследствии это многократно возместится за счет сокращения времени проектирования и улучшения качества *CAD*-моделей. Дилеры *SolidWorks* обычно организуют бесплатные семинары, на которых рассказывают о нововведениях очередной версии. Кроме того, пользователи должны изучить документацию, поставляемую *SolidWorks* вместе с программным обеспечением, которая разъясняет работу новых функций.

Стоимость *SolidWorks Office 2003* в США на данный момент составляет **4 995 долл.** плюс 1 250 долл. в год за поддержку и обновление версий (в Европе эти цены составляют \$7 500 и \$1 500 соответственно. — *Прим. ред.*).

Autodesk Inventor 6

На отсутствие материалов по новой версии *Inventor* пожаловаться нельзя, однако большая их часть, к сожалению, имеет сладковатый привкус рекламы. Чтобы избежать угрозы кариеса, наша редакция обратилась к постоянному автору — американскому аналитику **Joe Greko**, известному своим ироничным отношением ко всем признанным авторитетам в сфере САПР.

Новые целевые рынки

До сих пор компания *Autodesk* строго позиционировала *Inventor* как *MCAD*-систему для конструкторов, работающих в машиностроении. Поверхностное моделирование, предлагаемое обычно как инструмент промышленного дизайна, впервые появилось более 18 месяцев назад в 4-й версии. В то время способы

построения поверхностей были ограничены вытяжкой (*extrude*), вращением (*revolve*), построением по набору сечений (*loft*) и протягиванием профиля по направляющим кривым (*sweep*). В результате большинство пользователей фактически видело в них только команды для создания конструктивных элементов, а вовсе не инструменты для промышленного дизайна. Затем, в промежутке между версиями 5 и 6, Autodesk объявила о том, что собирается переходить с ACIS на собственное ядро (хотя и основанное на ACIS). Компания назвала это ядро **ShapeManager**.

Руководители Autodesk хотели увеличить количество рабочих мест Inventor на рынках промышленного проектирования и проектирования товаров массового потребления, но чувствовали, что ACIS не сможет завоевать их. Это кажется немного странным, поскольку у других компаний (например, у Ashlar-Vellum) никогда не было проблем с реализацией в своих системах сильных решений на базе ACIS. Впрочем, справедливо и такое утверждение, что Ashlar-Vellum разработала много своих собственных функций “поверх” ACIS. Точно так же на протяжении многих лет поступали и разработчики систем на базе ядра Parasolid, – такие как SolidWorks. В любом случае, 6-я версия Inventor дает представление о первых результатах “ядерного” решения Autodesk.

Кривые и поверхности

После запуска новой версии, как и раньше, программа открывается в режиме эскиза. Первое, что бросается в глаза, – это отсутствие каких-либо новых инструментов, способных помочь в создании кривых, используемых при построении поверхностей. Однако как только кривая создана, Inventor 6 предлагает несколько новых (и достаточно мощных) возможностей редактирования. В предыдущих версиях пользователи могли только перемещать отдельные точки сплайнов, изменяя их кривизну. Теперь, благодаря команде *Bowtie*, сплайн может быть отредактирован при помощи “ручек”. По словам представителей Autodesk, эта методика похожа на ту, которая используется в Adobe Illustrator. Конечно, это еще не редактирование уровня Illustrator’a, но для системы MCAD его возможности, безусловно, высоки.

После того как 2D-кривые созданы, пользователю предлагается множество опций, доступных в наборе инструментов для создания базовых поверхностей. Впервые эти инструменты были представлены в 4-й версии, когда к существующим инструментам твердотельного моделирования добавилась иконка для создания поверхностей. Сейчас пользователям дается куда больше возможностей для управления окончательной формой поверхности. Например, при создании поверхности по набору сечений (*Loft*) можно передвинуть точки пересечения профилей, создавая таким образом новую форму. Это интересная методика, которую автор не видел в других системах.

Кроме того, в Inventor 6 добавлена пригоршня иконок для различных “поверхностных” задач (сшивание,

утолщение и т.п.), а также средства удаления и восстановления поверхностей. Конструкторам изделий из пластмассы понравятся новые инструменты *Emboss* и *Decal* для нанесения на модель логотипов и 3D-текста (рис. 7).



Рис. 7. Новая функция *Emboss* позволяет легко наносить на модель *Solid Edge* логотипы и 3D-текст

Нужно отметить, что системе пока еще недостает целого ряда ключевых функций, связанных с поверхностным моделированием, – например, возможностей произвольной деформации поверхности или средств для согласования поверхностей по касательным. Однако, несмотря на эти и другие ограничения, первый реальный опыт Inventor в области поверхностного моделирования явно удался.

Сварные детали в Inventor 6

Другая область, в которой Inventor всегда значительно отставал от конкурентов, – это проектирование сварных изделий. В новой версии эта проблема решена введением нового модуля *Weldment* (рис. 8). Сейчас Inventor дает пользователям возможность показывать сварку как в виде символических обозначений, так и в виде фактических трехмерных сварных швов. Создается впечатление, что интерфейс *Weldment* был напрямую списан с *Solid Edge*. Когда он открывается, мы видим браузер Inventor’a разделенным на три части – подготовка, сварка и обработка. Сначала пользователь подготавливает деталь к сварке (например, добавляя фаски). Затем он переходит к следующему шагу и добавляет сварные швы, что реализовано достаточно просто. Наконец, этап механической обработки дает пользователю возможность определять операции, которые должны быть выполнены после сварки – к примеру, сверление отверстий. Нельзя не признать, что, хотя Autodesk и не изобрела собственного способа создания сварных узлов, однако же выбран действительно эффективный вариант.



Рис. 8. Модуль *Weldment* предоставляет эффективные средства работы с моделями сварных изделий

Допуски размеров

Одно из наиболее интересных новшеств Inventor 6 связано с предельными отклонениями размеров. Суть его состоит в том, что система позволяет задавать

допуски размеров конструктивных элементов (или, как это называет сама *Autodesk*, – *допуски модели*). До сих пор большая часть *CAD*-систем обходилась с допусками одним и тем же способом – они просто добавляли предельные отклонения к размеру на чертеже, задавая таким образом изготовителю предельно допустимый диапазон отклонений размеров. Применяя эту идею на более высоком уровне, в системе *Inventor 6* пользователи теперь могут задавать и допуски размеров, определяющих трехмерные конструктивные элементы.

Раньше ситуация выглядела так. Если, к примеру, в модели детали задано, что ее длина – ровно 5 дюймов, то при моделировании сборки не возникает проблем, связанных с пересечением деталей. Однако если у реально изготовленной детали этот размер будет 4.99" или 5.01", проблема возникнуть может.

Сейчас *Inventor 6* позволяет выявить такую проблему прежде, чем какие-либо детали будут изготовлены реально. Для этого пользователь имеет возможность указать допуск размера, определяющего длину детали. Это может быть реализовано несколькими способами. Автор сделал это просто зайдя в таблицу параметров, которая открывается по щелчку правой кнопкой мыши на желаемом размере, и выбрав в ней появившуюся в новой версии команду *Tolerance*. После установки верхнего и нижнего пределов система способна отобразить модель с каждым из двух условий и выявить любые проблемы пересечения деталей, используя минимальные и максимальные значения.



Рис. 9. Работа с максимальными предельными отклонениями размеров конструктивных элементов

Есть и другие аспекты этих новых возможностей, которые весьма впечатляют. Например, допуски, добавленные к модели, автоматически передаются в чертеж – это позволяет экономить время на этапе создания чертежа. Кроме того, при помощи таблицы *Default Tolerance* (доступна через *Document Settings*) можно заранее задать допуски точности – в этом случае они будут устанавливаться автоматически.

Хотя эта функция пока не обладает всеми возможностями, характерными для полноценных систем анализа точности (таких как, например, *ToleranceCalc*), при правильном применении она может сэкономить

пользователям *Inventor* очень много времени и денег. Будет интересно увидеть, как отреагируют на это нововведение другие производители *MCAD*.

Другие улучшения *Inventor 6*

У системы *Inventor 6* наличествует и множество других, весьма разнообразных усовершенствований. Например, с каждой версией последовательно улучшается создание чертежей. В этой – улучшено создание аннотаций, спецификаций и таблиц отверстий. Кроме того, была добавлена возможность создания изометрических видов. В целом можно сказать, что *2D*-возможности *Inventor*'а становятся все ближе к уровню *AutoCAD* – признанного лидера среди *2D*-систем.

Интересное добавление в модуле черчения *Inventor*'а (его наверняка оценят многие пользователи *AutoCAD*) – это способность понимать слои. Несмотря на то, что это не есть истинные слои, тем не менее они могут помочь тем, кому работа со слоями необходима. Проведя собственное тестирование, автор нашел, что слои *DWG* импортируются практически безупречно. Правда, размер шрифта оказался большим – эта проблема тянется еще с предыдущих версий. Помимо прочего, пользователи обнаружат ряд усовершенствований в области проектирования изделий из листовых материалов, моделирования сборок и интероперабельности. Новый браузер может выполнять функции мини-*PDM*, получая файлы с центрального сервера и возвращая их обратно (*check-in/check-out*). Наконец, программисты будут просто наслаждаться новыми функциональными возможностями прикладного программного интерфейса *API Inventor*.

Заключение

В целом 6-я версия *Inventor* характеризуется целым рядом усовершенствований (хотя, надо сказать, многие из них должны были появиться гораздо раньше). Однако лучше поздно, чем никогда. Нельзя не признать, компания *Autodesk* проделала отличную работу, включив большинство этих новых инструментов.

Теперь зададим себе несколько вопросов и тут же ответим на них.

- ✓ Захватил ли уже *Inventor* по своим функциональным возможностям лидерство среди *MCAD*-систем среднего класса в борьбе с такими конкурентами, как *SolidWorks* или *Solid Edge*? Нет и нет!
- ✓ Действительно ли этот пакет однозначно предпочтительнее для конструктора, чем *Cobalt*, *thinkdesign* или *VX CAD/CAM*? Нет, нет и нет!
- ✓ Действительно ли это куда более законченное решение по сравнению с прошлогодней версией? Да!
- ✓ Есть ли у новой технологии *ShapeManager* необходимый потенциал, способный сделать систему *Inventor* сильным игроком на новых участках рынка, где *Autodesk* так стремится закрепиться? Да и да!

На взгляд автора, все эти “да” означают, что, если *Autodesk* не снизит темпов развития при подготовке 7-й версии (хотя нечетные версии у *Autodesk* обычно

почему-то более слабые), некоторые из этих “нет” вполне могут превратиться в “да”.

Solid Edge 12

В предыдущем номере (*Observer #3/2002*, “Solid Edge дорос до дюжины”) уже рассказывалось об основных нововведениях *Solid Edge 12*, таких как обновленный интерфейс, улучшенный набор инструментов поверхностного моделирования, мастер для преобразования 2D-чертежей в 3D-модели, встроенная PDM-система и пр. Поэтому здесь мы коснемся только тех моментов, которые не были затронуты ранее.

Прокладка электрических кабелей

Одним из наиболее интересных функциональных усовершенствований *Solid Edge 12* стало дополнение модуля **XpresRoute** (стоимость – \$995), ранее предназначенного только для моделирования прокладки трубопроводов и шлангов, возможностями моделирования прокладки электрических кабелей (рис. 10).

При помощи тех же самых функций, которые используются для проектирования трубопроводов, конструктор рисует трехмерные линии, которые показывают, какие точки должны быть связаны с проводами. Затем, используя функцию *траектория проводника (wire path)*, конструктор указывает свойства проводов (например, цвет и толщину) кабеля или жгута и обозначает маршрут, по которому они должны пролегать. На 3-м этапе он направляет кабель по заданному маршруту, используя специальную команду. Программное обеспечение *Solid Edge* было специально доработано, чтобы стало возможным рисовать трехмерные кривые, огибающие углы (как это происходит с в реальности).

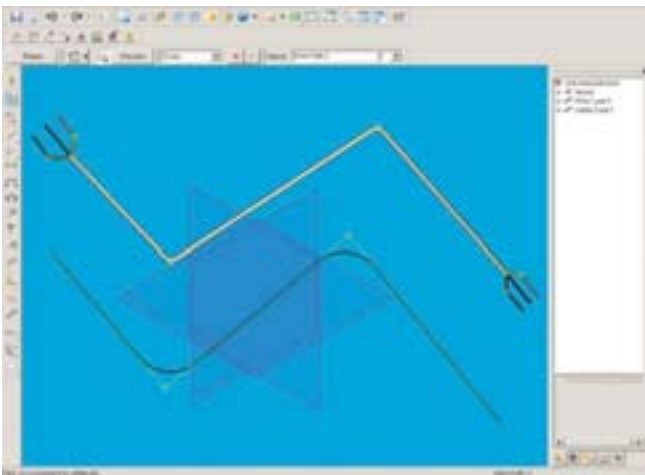


Рис. 10. Доработанное приложение *Solid Edge XpresRoute* позволяет моделировать прокладку как отдельных проводов (внизу), так и жгутов (вверху)

Правда, независимые эксперты пока оценивают описанное нововведение довольно скептически. По их словам, клиенты *Solid Edge*, занимающиеся проектированием промышленного оборудования (что включает и прокладку проводов), безусловно будут приветствовать

новые возможности. Однако, столкнувшись с реальным проектированием, они сразу обнаружат, что этот модуль закрывает лишь часть их потребностей. Прокладка электрокабелей в *Solid Edge* – утомительный и нудный процесс. Хотя эта сфера отличается большим разнообразием разъемов, никакой библиотеки для них в *Solid Edge* не предусмотрено. Программа не предусматривает даже стандартную нумерацию проводов. Вместо этого конструктор должен использовать диаметр проводов в долях дюйма или миллиметра. Торопясь начать поставки 12-й версии, *EDS* не успела создать никакой обучающей программы по моделированию электропроводки, так что изучение этой функции станет домашним заданием для пользователей.

Кроме того, отмечается, что новое приложение хорошо подходит для простых демонстраций, тогда как в реальных устройствах используются сотни, а то и тысячи проводов, организованных в сложные жгуты. При проектировании кабельной разводки задача состоит не только в самой прокладке, но и в проверке правильности соединений в соответствии со схемой. Следовательно, всеобъемлющее решение должно интегрировать логическое и физическое описание задачи, свойственное электротехническим системам, с трехмерным проектированием *MCAD* – что не так уж и легко.

Справедливости ради следует отметить, что ни одной компании, даже разработчикам дорогих *CAD*-систем, пока не удалось разработать идеальную систему для задач подобного типа. Процесс проектирования тут сложен, стандарты варьируются в различных отраслях, а моделирование огромного числа элементов, из которых состоят кабели, разъемы и пр., является большой и дорогостоящей задачей. Взглянув за прокладку электропроводов, разработчики *Solid Edge* сделали только первый шаг на длинном пути.

Подготовка чертежей

Пользователи всех систем твердотельного моделирования жалуются на то, что подготовка чертежей сложных сборок требует много времени, и *Solid Edge* тут не исключение. Однако в 12-й версии этот процесс заметно ускорился. Кроме того, появилась возможность делать тонкие “срезы” сборок и использовать их в чертежах (рис. 11). Такой подход позволяет разработчику получать сечения сборок намного быстрее, чем при сечении полной модели. При этом линии, которые не лежат в плоскости сечения, на чертеже, разумеется, отражаться не будут.

Повысилась в системе и скорость создания спецификаций и аннотаций, равно как и скорость вывода их на печать. Сечения теперь могут создаваться не только с основных видов, но и с других сечений. При задании размеров с помощью координатной сетки (рис. 12) размерные линии могут иметь изломы для обхода препятствий.

Для справки: стоимость конфигурации **Solid Edge Classic** в США составляет **4 995** долл.

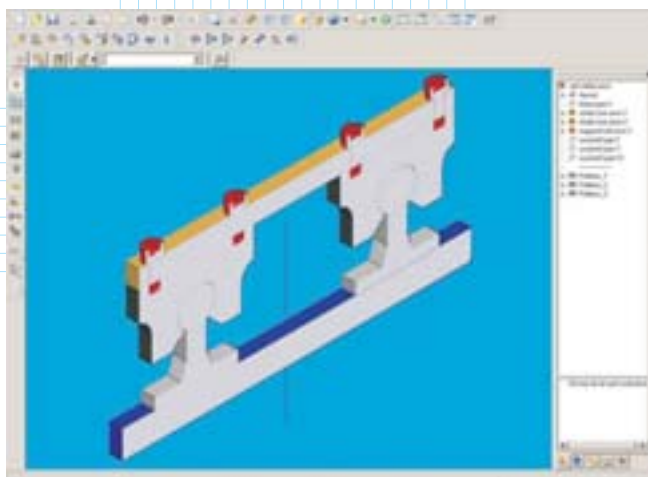


Рис. 11. Solid Edge 12 умеет показывать “срезы” сборок. Это помогает лучше представлять “внутренности” моделей и ускоряет создание чертежных видов

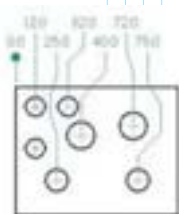


Рис. 12. Чтобы обойти препятствия, Solid Edge 12 допускает изломы размерных линий

Не функционалом единым...

Внесенные в *Solid Edge* усовершенствования, естественно, должны обеспечить лояльность существующих пользователей. Однако борьба за новых клиентов будет явно непростой – как для *EDS PLM Solutions*, так и для ее конкурентов.

Помимо объективных трудностей, вызванных общим спадом мировой экономики, в значительной степени на ситуацию будет влиять и фактически начатая *Autodesk* ценовая “война на уничтожение”. Как уже сообщалось, калифорнийский гигант существенно снизил цену на *Inventor*. Для нынешних пользователей *AutoCAD*, имеющих подлежащие апгрейду лицензии, полноценная 3D-система *Inventor* обойдется всего в несколько сотен долларов – это в несколько раз дешевле того, что предлагают основные конкуренты. Более того, до 31 октября 2002 г. *Autodesk* предлагал скидку в размере 1 000 долл. тем, кто покупал новые лицензии набора *Inventor Series Package*, включающего в себя не только *Inventor*, но и *AutoCAD*, *AutoCAD Mechanical* и *AutoCAD Mechanical Desktop (MDT)*. Надо полагать, что это не последняя акция *Autodesk* подобного рода – менеджеры этой компании не зря удостоивались национальных наград.

Во II кв. 2002 г. объем продаж программного обеспечения *Autodesk* для сферы производства составил порядка 33.3 млн. долл. Естественно, эта сумма образовалась за счет продаж не только *Inventor*, но и продуктов, базирующихся на *AutoCAD* (в том числе и *MDT*). Стратегия *Autodesk* состоит в том, чтобы “конвертировать” как можно больше из 200 тыс. лицензий *MDT* в

лицензии *Inventor* и затем пожинать прибыль, ежегодно взимая с клиентов по 995 долларов, которые они будут платить за обновление версий и устранение ошибок. Учитывая огромную клиентскую базу и наличие такой “дойной коровы”, как *AutoCAD*, можно смело сказать, что компания *Autodesk* лучше любой другой подходит для того, чтобы раздать свое ПО и жить за счет грядущих доходов от обслуживания.

Если эта стратегия принесет ожидаемые плоды, то по количеству реализованных коммерческих лицензий *Autodesk* займет 2-е место после *PTC*, обогнав по этому показателю и *SolidWorks*, и *Solid Edge*. Правда, две последние компании никогда не раздавали свое ПО практически даром. С другой стороны, база коммерческих клиентов этих компаний пока недостаточно велика для подобных действий.

Все три “богатыря” на сегодня имеют сходные функциональные возможности, хотя *SolidWorks* и *Solid Edge*, конечно, более зрелые и надежные системы (навроде как *Илья* и *Добрыня*). Смогут ли компании *SolidWorks* и *EDS PLM Solutions* создать продукты, настолько отличающиеся от *Inventor*’а, чтобы можно было и впредь продавать их по ценам, близким к сегодняшним, – это вопрос открытый. Ответ на него зависит не только от чисто технических достоинств и недостатков того или иного пакета, но и от целого ряда других факторов, достаточно далеких от собственно возможностей моделирования. Среди них – репутация и стабильность разработчика, легкость в изучении, доступность на рынке труда подготовленных к работе с системой специалистов, наличие набора дополнительных модулей, расширяющих возможности базового пакета (включая приложения сторонних разработчиков), интероперабельность, грамотность маркетинга и ценовой политики, да и, в конце концов, просто удобство и приятность интерфейса. И основная борьба за умы и кошельки новых пользователей развернется, вероятнее всего, на этих фронтах.

В этой связи наше внимание привлекла статья, опубликованная в сентябре 2002 г. сетевым изданием **CADCAMNet**, в которой с немалой долей здорового скепсиса рассматриваются именно аргументы маркетингового характера в пользу выбора *Solid Edge*. На наш взгляд, материал интересен еще и тем, что значительная часть сказанного может быть в той или иной степени отнесена и к другим CAD-системам.

Пять доводов в пользу Solid Edge

Система *Solid Edge*, входящая теперь в линейку продуктов подразделения *PLM Solutions* компании **Electronic Data Systems (EDS)**, занимает, вероятно, 2-е место по популярности среди доступных сегодня программ твердотельного моделирования. Доводы, которые *EDS* приводит в пользу *Solid Edge*, могут быть вкратце сведены к пяти основным пунктам:

1 *Solid Edge* – надежное приобретение, поскольку эта система является частью бизнеса *EDS PLM Solutions*,

крупнейшего поставщика программного обеспечения и услуг в сфере CAD, CAM, CAE и PDM.

2 Система имеет большую базу пользователей, куда входят и компании, имеющие более 100 рабочих мест *Solid Edge*. Если многие покупают эту систему – значит, с ней все должно быть в порядке.

3 Пользовательский интерфейс *Solid Edge Stream Technology* производительнее и легче в использовании, чем у конкурирующих систем.

4 В комплект поставки *Solid Edge* входит интегрированная PDM-система.

5 *Solid Edge* гарантирует хороший уровень обмена данными с *Unigraphics* и *I-deas* – двумя CAD-системами класса *hi-end*, принадлежащими EDS.

Рассмотрим подробнее каждое утверждение, а также степень их важности в качестве критерия выбора ПО.

1 Большие – значит надежные

Корпорация EDS стала крупнейшей CAD/CAM-компанией только в прошлом году, когда приобрела *Structural Dynamics Research Corporation (SDRC)*. До этого, благодаря принадлежавшим EDS 86% акций *Unigraphics Solutions*, она с довольно большим отставанием от лидеров удерживала 3-е место на рынке CAD/CAM (а если учитывать *Autodesk*, то 4-е. – Прим. ред.).

Безусловно, в финансовом отношении EDS – большая и сильная компания. За первые шесть месяцев 2002 года ее прибыль составила 670 млн. долл. при объеме продаж 10.82 млрд. (более подробно финансовое положение EDS рассматривается в статье “Три “кита” под микроскопом *CIMdata*”, опубликованной в предыдущем и этом номерах журнала. – Прим. ред.).

Однако принадлежность к большой компании еще не гарантирует безоблачного будущего сравнительно небольшому подразделению, занятому разработкой ПО. Достаточно вспомнить, как после нескольких лет неумелого руководства и распродажи активов *IBM* прикрыла свой бизнес, связанный с CAD-системой *Altium*.

Сейчас EDS *PLM Solutions* прикладывает максимум усилий для объединения двух своих основных CAD-систем: *Unigraphics* и *I-deas* (см. *Observer* #2/2002, “Первые плоды мега-слияния”. – Прим. ред.). Как поясняет EDS, система *I-deas* будет постепенно свернута в пользу улучшенной версии *Unigraphics*. Поэтому не удивительно, что продажи *I-deas* сокращаются. Кроме того, из-за организационных перестроек, неизбежных при слиянии больших компаний, следует ожидать и некоторого снижения продаж *Unigraphics* и *Solid Edge*. Наконец, общий спад в промышленности отрицательно влияет на объемы продаж всех CAD/CAM-компаний, в том числе и *PLM Solutions*. Согласно данным, приведенным на сайте *Daratech, Inc.* (одной из ведущих фирм, занимающихся исследованиями рынка CAD/CAM), общие продажи *SDRC* и *Unigraphics* во II кв. 2002 года составили 228 млн. долл., что на 13% меньше по сравнению с тем же периодом в 2001 году.

EDS не раскрывает данных по объему продаж *SE*,

но согласно оценкам *Daratech* в 2001 году они составили 55 млн., т.е. 5% от общего объема продаж в 1.2 млрд. долл., декларированного *PLM Solutions* (в свою очередь, доходы *PLM Solutions* составляют не более 5% в общих доходах EDS. – Прим. ред.) Упомянувшиеся выше негативные обстоятельства неизбежно оказывают давление на прибыль EDS. Продаваемый через дилеров *Solid Edge* – лишь небольшое дополнение к портфелю заказов EDS в области консультационных услуг. Таким образом, EDS может выбросить за борт бизнес *Solid Edge* без существенного ущерба для своего финансового положения в ближайшей перспективе.

Однако, по всей вероятности, EDS сохранит пакет *Solid Edge* до тех пор, пока он приносит прибыль. Для этого *Solid Edge* должен по крайней мере удерживать 2-е место на рынке систем твердотельного моделирования среднего ценового класса. В свете ценовой войны, начатой *Autodesk*, это будет нелегко. *Solid Edge* явно должен будет снижать цену, чтобы ответить на атаку *Autodesk*. Предложению о поставках *Inventor* “по нулевой цене” всем, имеющим лицензии *Autodesk*, компания EDS может противопоставить политику, основанную на покрытии своих расходов преимущественно за счет обслуживания и поддержки.

2 Его применяют многие

Разработчики системы *Solid Edge* справедливо гордятся тем, что в их списке значится целый ряд крупных клиентов, купивших большое количество лицензий. Согласно их данным, среди купивших более 100 лицензий – такие известные компании, как *Hussman*, *NASA*, *JDS Uniphase*, подразделения *Boeing*, *Delphi Automotive*, *NEC*, *Proctor and Gamble*, *Volvo*.

Система получила много пользователей в наследство от *Intergraph EMS*, поскольку многие разработчики и продавцы *Solid Edge* раньше работали в *Intergraph* и сохранили тесные отношения с ее пользователями. Нравится *SE* и фирмам, занятым проектированием изделий из листовых материалов, т.к. как давно имеет эффективные функции для работы в этой сфере.

Нет сомнений, что это производительная система, способная решать реальные задачи. Большинству компаний было бы лучше использовать *Solid Edge*, чем 2D-системы или 3D-системы, поддерживающие только каркасные модели. Но и у конкурентов, таких как *Pro/E* или *SolidWorks*, тоже много успешных клиентов, больших и маленьких, делающих серьезные проекты в 3D. Солидный список клиентов – это необходимый, но не достаточный критерий для выбора системы CAD.

3 Прост в использовании?

В маркетинговых материалах *Solid Edge* утверждается, что пакет легко освоить “благодаря интуитивному интерфейсу, определяемому операциями порядка действий и интеллектуальному проектированию”. Действительно, *Solid Edge* более прост в изучении, чем *Pro/E 2001*, *I-deas*, *CATIA V4* или *EMS Intergraph*,

однако и его интерфейс не является абсолютно интуитивным. Работа с *Solid Edge* требует соответствующего обучения, практики и ежедневного использования. Хотя *help*-файлы подробны и хорошо иллюстрированы, но и они зачастую не смогут помочь новичку, предоставляя ему самому нащупывать решение.

Например, *SE* позволяет конструктору использовать поверхности и грани одной детали как эскизы для создания сопряженных с ней деталей. Подобная возможность есть во многих *CAD*-системах. В обучающей программе, объясняя работу с этой функцией, *SE* проводит пользователя через длинную последовательность действий, цель которых в строке подсказок описана довольно туманно. Ему приходится много раз что-то выбирать и щелкать клавишей мышки, ну а под конец предлагается выбрать пункт "*Inter-Part Copy*" из меню *Insert*. Когда мы попытались следовать этой инструкции, то никакого меню *Insert* не обнаружили. Это меню появляется только в режиме, называемом "средой детали" (*part environment*), но оно недоступно в режиме "среда сборки" (*assembly environment*), который отображался, когда мы вызвали эту операцию (рис. 13).

Потребовалось два звонка в *Huntsville*, Алабама (штаб-квартиру *Solid Edge*), чтобы преодолеть это затруднение. Оказалось, ранее мы неосторожно выбрали шаблон под названием *normalmet.asm* вместо шаблона *normalmet.par*, что было воспринято системой как вход в функцию "*create new in-place part*". Более дружелюбная к пользователю программа обнаружила бы неправильный тип файла и сообщила об этом.

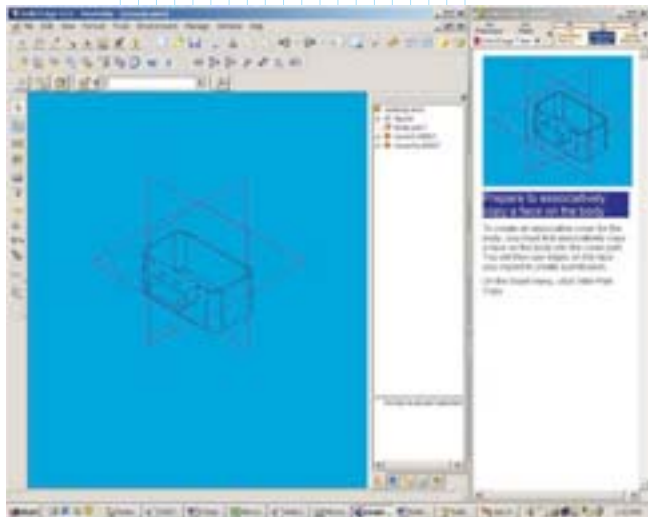


Рис. 13. Выбрав в обучающей программе *Solid Edge* не тот тип шаблона (шесть страниц назад), желаемого меню в итоге мы уже не увидели. При изучении любого *CAD*-пакета невозможно обойтись без человека, которому можно было бы задавать вопросы

Этот анекдотический случай иллюстрирует лишь одно из сотен препятствий, которые должен преодолеть начинающий пользователь *Solid Edge*, чтобы

овладеть программой. Роль опытных преподавателей при обучении новичков трудно переоценить.

Сложно привести аргументы в пользу того, что *Solid Edge* легче в использовании, чем такие пакеты, как *SolidWorks*, *CATIA V5*, *Inventor* или новый *Pro/E Wildfire*. В свое время *Solid Edge* был пионером во внедрении концепции "ленточного" интерфейса. Благодаря наличию специальной области для выбора опций и ввода параметров в виде узкой полоски (*ribbon bar*) графическая область экрана остается свободной (рис. 14), что позволяет легко выбрать требуемую для завершения операции геометрию. Впоследствии и *SolidWorks* перешел на близкую концепцию (рис. 15), сменив в версии 2001 всплывающие диалоговые окна на панель в левой части экрана, которая называется *Менеджером свойств* (*Property manager*).

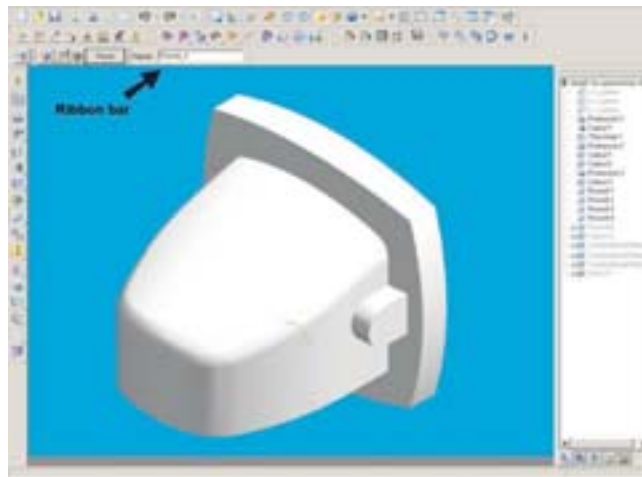


Рис. 14. *Solid Edge* был пионером реализации диалога в полоске над графической областью, благодаря чему диалоговые окна не закрывают модель

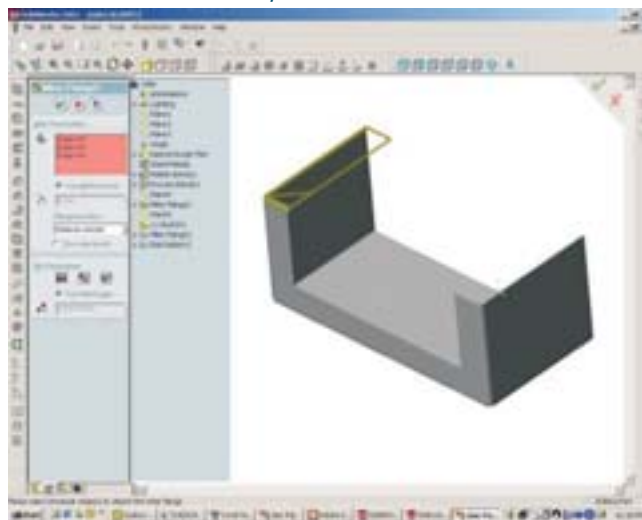


Рис. 15. Конкуренция пошла на пользу клиентам: *SolidWorks 2001* получил *Менеджер свойств* (в левой части экрана), который и организует весь диалог, необходимый для создания КЭ

С другой стороны, некоторые вещи реализованы в *Solid Edge* сложнее, чем у конкурентов. Например, *SolidWorks*, *CATIA V5*, *Inventor* и *Pro/E Wildfire* позволяют конструктору сначала выбрать объект, поверхность или грань и лишь затем выбирать действие, которое предполагается произвести с отмеченным элементом. *Solid Edge* этого не позволяет.

Между тем возможность выбирать объект и лишь затем действие с этим объектом позволяет разработчикам упростить меню и опции, доступные пользователю в каждый момент. К примеру, щелчок правой кнопкой мыши может предлагать различные функции – в зависимости от того, какого типа объект был выбран.

Преодолевая недостатки прежнего подхода, разработчики *Solid Edge* разделили интерфейс на так называемые среды (*environments* – термин, введенный *EDS*). Существуют отдельные среды для деталей, сборок, чертежей, изделий из листового металла, сварных конструкций, анимации, прокладки труб и проводов, создания “взорванных” видов и моделирования движения механизма. Каждая из них имеет свой набор меню и панелей инструментов над графической областью. Такая схема упрощает меню, предлагаемые пользователю для каждой конкретной задачи. Однако если число этих сред продолжит расти, вся система может стать достаточно громоздкой.

Solid Edge – система твердотельного моделирования, сходная по концепции с *Pro/E*, *SolidWorks* и др. Конструктивные элементы создаются на основе эскизов (сечений) 3D-объектов. Затем их вытягивают или вращают для получения желаемой формы. Таким образом, создаваемая модель детали зависит от порядка, в котором добавлялись КЭ. Изменение порядка построения КЭ может изменить ее форму или стать причиной ошибок при перестроении.

Подобно *CATIA V5* и новой версии *SolidWorks 2003*, система *Solid Edge* поддерживает существование нескольких отдельных твердых тел в одном файле детали. Это позволяет конструкторам проектировать детали от краев к середине, что в некоторых случаях бывает очень удобно. Кроме того, как и

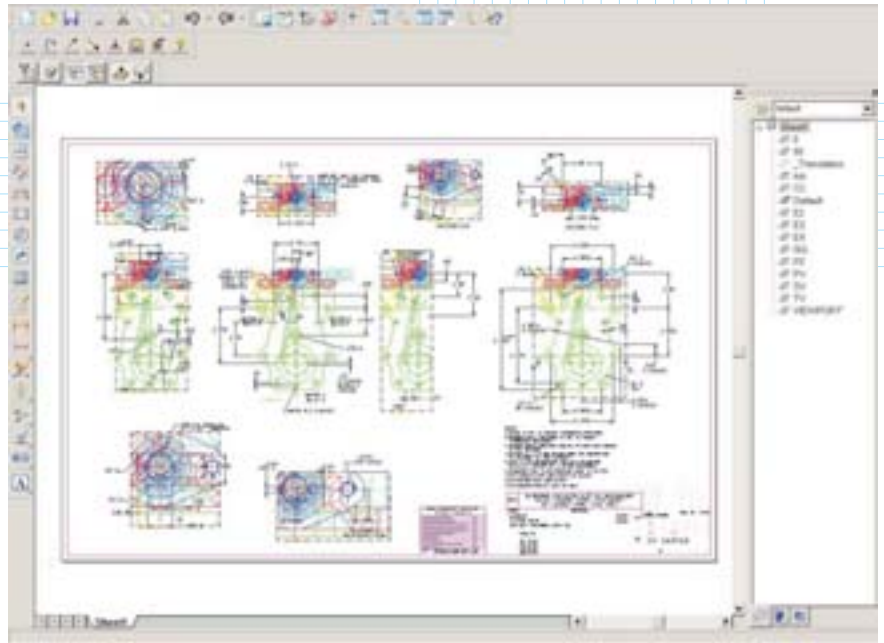
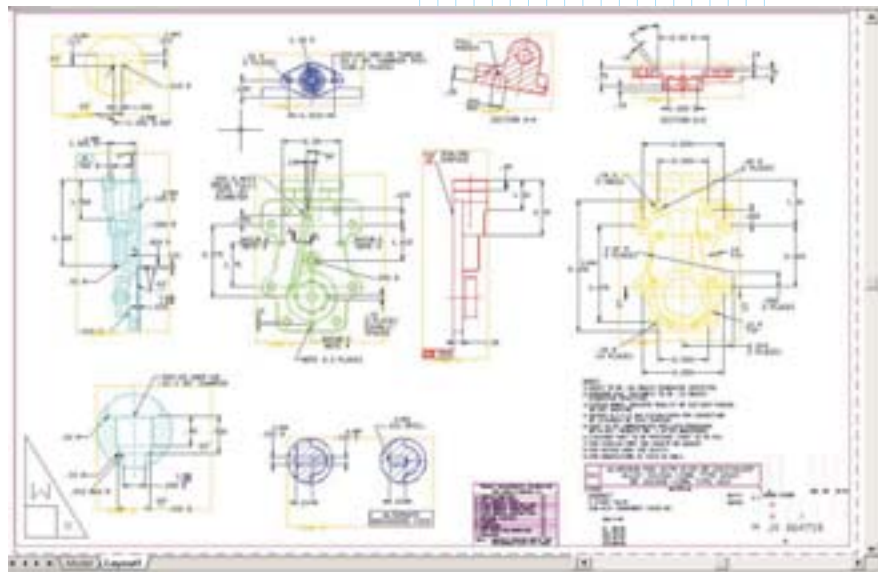


Рис. 16. *Solid Edge 12* хорошо открывает чертежи *AutoCAD*, но чертежи, использующие масштабируемые области просмотра (*scaled viewports*) в планировках (*layouts*) *AutoCAD*, отображаются некорректно



Так должен выглядеть этот чертеж *AutoCAD*

Inventor, при создании конструктивных элементов *Solid Edge* позволяет выбирать вложенные контуры.

Тем не менее *Solid Edge* может быть таким же упрямым, как и любой другой *CAD*-пакет. Если пользователь не выбрал корректные объекты в правильном порядке, он просто получит лаконичное сообщение об ошибке. В этом отношении *Solid Edge* ни в коем случае не уникален. Но, как нам кажется, команда разработчиков *Solid Edge* (традиционно сильная в вопросах обеспечения удобства работы с системой. – Прим. ред.) не сделала никаких ошеломляющих прорывов в преодолении фундаментальных ограничений, присущих технологиям

моделирования на базе конструктивных элементов (*feature-based techniques*).

4 Встроенная система PDM

Solid Edge был вторым (после *think design*) CAD-пакетом, получившим включенные в стандартную поставку программные средства для хранения, корректировки и управления версиями проектных данных. Правда, вместо того, чтобы полностью разрабатывать PDM своими силами, команда *Solid Edge* умно использовала ПО для управления документами под названием *SharePoint Portal Server* компании **Microsoft**.

Совершенно очевидно, что недавно приобретение компанией *SolidWorks* простой системы для управления данными PDM/*Works*, разработанной предпринимателем по имени *Jim Foster*, было вынужденным ответом на эти действия. При этом *SolidWorks* пришлось пойти на такой шаг даже несмотря на обострение отношений со

SmarTeam – родственной PDM-компанией, также принадлежащей *Dassault Systèmes* (см. #2/2002, “*SolidWorks* входит в PDM-бизнес”. – Прим. ред.).

Компании *Autodesk* еще предстоит включить PDM в свой *Inventor*. Вместо этого сейчас предлагается Web-сервис *Streamline* для хранения и совместного использования файлов, имеющий элементарные функции для управления данными. Кроме того, компании **Synergis** и **Conisio** предлагают недорогие PDM-системы, работающие с данными *Inventor* (см. #2/2002, “PDM с лицом *Windows Explorer*”. – Прим. ред.).

Возможности управления данными, добавленные *Autodesk* и *SolidWorks*, несколько смазали преимущество, которое *Solid Edge* имел в области PDM. Надо сказать, что все системы управления данными требуют дополнительных затрат сверх базовой цены лицензии CAD-пакета. Так, стоимость *SharePoint Portal Server* начинается с 4 000 долл. плюс 72 долл. за каждую клиентскую лицензию.

5 Интеграция с Unigraphics

Критерий, по которому пакет *Solid Edge* имеет явное преимущество перед своими конкурентами, – это возможность интеграции с более дорогими CAD-системами *EDS: Unigraphics* и *I-deas*. При этом *Solid Edge* может открывать файлы деталей и сборок *Unigraphics* и *I-deas*, после чего они могут использоваться в сборках *Solid Edge* или же в качестве исходных данных для таких задач, как, например,

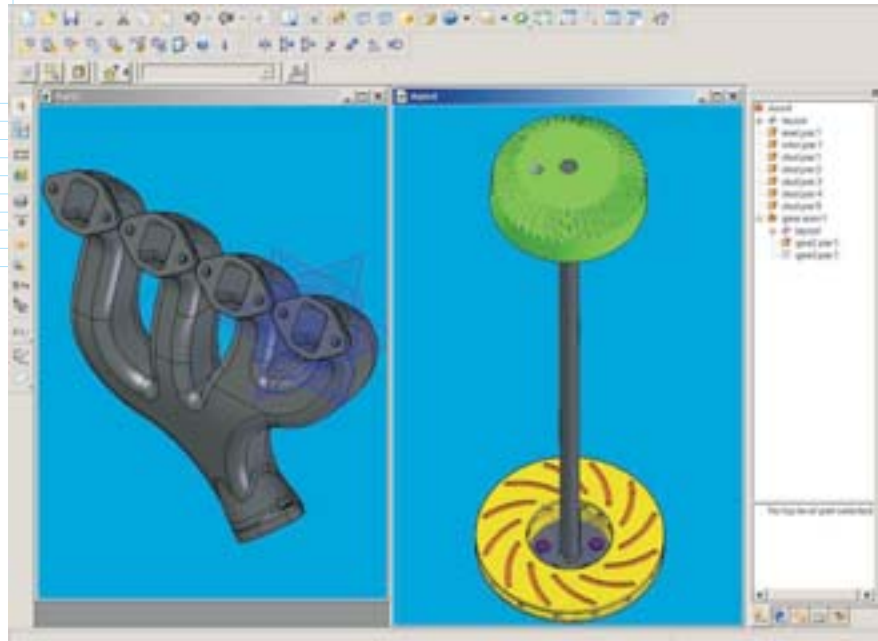


Рис. 17. *Solid Edge* может напрямую открыть файлы детали (слева) и сборки (справа), сделанные в *Unigraphics*. При трансляции передаются цвета, но доступ к переменным КЭ или взаимосвязям не поддерживается. На зеленой шестерне были добавлены эллиптическое отверстие и угол наклона, но если снова открыть модель в *UG* – они видны не будут

проектирование оснастки и инструмента. Кроме того, *Solid Edge* может даже работать непосредственно с *I-deas Team Data Manager*, получая с его помощью модели деталей и сборок *I-deas*.

Следует отметить, что пользователи *Solid Edge* не имеют доступа к переменным конструктивных элементов в моделях *Unigraphics*. Это ограничивает возможность вносить в них изменения. Тем не менее при помощи *Solid Edge* можно добавлять КЭ в модели *Unigraphics* – к примеру, наклон граней, бобышки или вырезы. Однако эти элементы не будут отображаться, если повторно открыть модель в *Unigraphics* (рис. 17). Следовательно, менеджеры должны внимательно следить за тем, какие изменения в файлах *Unigraphics* или *I-deas* были сделаны при помощи *Solid Edge*. Самый простой способ избежать проблем – не делать вообще никаких изменений, используя детали *Unigraphics* только в качестве исходных данных.

Все же файл *Unigraphics* открывается в *SE* дольше, чем хотелось бы. По ходу дела программа выдает пугающие сообщения, которые, однако, могут быть полезны для устранения проблем, если процесс закончится неудачей. Но, безусловно, *SE* гораздо лучше обрабатывает файлы *Unigraphics*, чем *SolidWorks* – файлы *CATIA* или *Unigraphics*. В *SW 2001 Plus* есть дополнительная программа, которая позволяет открывать детали и сборки *Unigraphics*, но она не дает возможности сохранить их в этом формате. Ну а для того, чтобы *SolidWorks* мог воспользоваться данными *CATIA*, надо получить их в формате *STEP*

(ISO 10303) или соглашаться на *faceted CATIA CGR*-модели.

В свою очередь, *Unigraphics* тоже может открывать файлы деталей и сборок *Solid Edge*, которые затем могут быть использованы в сборках *Unigraphics*. Как и в случае с *Solid Edge*, ни КЭ деталей, ни связи между деталями при этом не конвертируются. Кроме того, *Unigraphics* не может читать напрямую сделанные в *Solid Edge* чертежи, – впрочем, как и *Solid Edge* не может читать чертежи *Unigraphics*. Обмен чертежами осуществляется через *DXF*-формат.

Другие доводы *pro et contra*

Безусловно, *Solid Edge* – солидная CAD-система, достойная внимания любой фирмы, которая ищет ПО в этом ценовом классе. Однако компаниям, рассматривающим возможность покупки *Solid Edge*, стоит оценить также *SolidWorks* и, возможно, *Autodesk Inventor* (если имеются лицензии *AutoCAD*).

В целом у *SolidWorks* больше возможностей для построения тела по набору сечений и поверхностного моделирования – функции, которые особенно часто используются в промышленном дизайне. Кроме того, *SW* позволяет создавать конфигурации (что-то вроде таблиц семейств в *Pro/E*), благодаря чему можно хранить различные варианты модели в одном файле. В *Solid Edge* каждая конфигурация детали должна быть сохранена в отдельном файле, но сборки *SE* могут иметь конфигурации, содержащие различные группы деталей.

У *Solid Edge* есть специализированные функции для проектирования сварных конструкций. То же самое может быть сделано и в *SW*, но у этой системы нет какого-либо специального вида файла для представления сварного узла аналогично *weldment* в *Solid Edge*. Изначально *Solid Edge* всегда имел преимущество в проектировании изделий из листового металла, хотя появление сходных функций в *SolidWorks* позволило сократить разрыв в этой области. Интересующиеся проектированием изделий из листовых материалов должны сравнить оба эти пакета особенно тщательно.

По нашему мнению, для компаний с небольшим числом рабочих мест администрирование *Solid Edge* может оказаться несколько более сложным, чем *SolidWorks* (но значительно более простым, чем в случае с *Pro/E*). Вплоть до версии *Solid Edge 12* разработчики рекомендовали удалять предыдущую версию системы перед инсталляцией новой. В результате пропадали и все установки пользователя, сделанные в предыдущей версии. Считается, что 12-я версия позволяет модернизировать систему без удаления старого багажа. Однако после того как установленная нами рабочая версия отказалась работать должным образом, инженер из службы поддержки порекомендовал нам удалить прежнюю бета-версию *Solid Edge 12* для решения этой проблемы. В отличие

от этого, *SolidWorks* разрешает устанавливать новые версии поверх старых.

Всякий раз при инсталляции *Solid Edge* пользователь должен вручную вводить 12-значные цифровые коды для каждой лицензии, в то время как *Pro/E* позволяет копировать в программу лицензионные коды из других документов (скажем, из *e-mail*). Кроме того, *Solid Edge* требует подключения ключа защиты к параллельному порту каждого компьютера. Новый *SolidWorks* работает без применения каких-либо аппаратных средств защиты (речь, очевидно, идет о поставках *SolidWorks* в США; в европейские и другие страны пакет поставляется с ключом защиты. – *Прим. ред.*).

Как и все другие системы твердотельного моделирования, *Solid Edge* “вылетает” чаще, чем хотелось бы. Программа также достаточно долго перезагружается, зачищая остающиеся после сбоя “хвосты”. Кроме того, нам показалось, что *Solid Edge* дольше генерирует модели деталей и сборок, чем *SolidWorks*, хотя никаких строгих испытаний с целью зафиксировать это различие в скорости мы и не проводили.

За свои **4995 долл.** набор *SolidWorks Office* обеспечивает больше функций, чем стоящий столько же *Solid Edge Classic*. Клиентов *Solid Edge* попросят дополнительно заплатить за следующие возможности: распознавание КЭ в экспортированной модели – 495 долл., подготовка модели для размещения в интернете – 495 долл., библиотека стандартных деталей – 1495 долл. Кроме того, *SW Office* включает утилиту *e-Drawings Professional*, позволяющую использовать чертежи и модели *SW* тем компаниям, которые не имеют лицензии *SolidWorks* (насколько нам известно, *Solid Edge* тоже имеет бесплатную программу просмотра файлов. – *Прим. ред.*). Для объективности необходимо отметить, что входящее в *Solid Edge* приложение *Engineering Handbook*, разработанное компанией **Mechsoft**, является более мощным, чем бывший *Cimlogic Toolbox*, включенный в *SW Office*. Пользователи *SolidWorks* тоже могут приобрести аналогичный продукт **Mechsoft**, но это обойдется им в 1900 долл. Можно посоветовать при покупке *Solid Edge* обсудить с продавцом вопрос о скидках, чтобы стоимость пакета была сопоставима со стоимостью *SolidWorks*.

Самая существенная причина для выбора *Solid Edge*, а не *SolidWorks* – это совместимость первого с *Unigraphics* и *I-deas*. Поставщики компаний, использующих *Unigraphics*, могут предоставлять сделанные в *SE* модели компонентов и узлов, которые можно напрямую вставлять в виртуальные макеты (*digital mockups*) системы *Unigraphics*. И наоборот, производители инструмента и оснастки могут использовать модели *Unigraphics* при проектировании своих изделий. Фирмы, использующие *Unigraphics* для разработки сложных технических проектов, имеют шанс найти в лице *Solid Edge* экономичного

помощника в создании простых деталей и сборок для макетов *Unigraphics*.

Корпорации *Dassault* также следовало бы обеспечить подобный обмен файлами между *SolidWorks* и *CATIA V5*, но этого пока не сделано. Напомним, что и *SolidWorks*, и *Unigraphics* используют ядро *Parasolid*, что облегчает обмен данными между этими системами. А вот *Autodesk Inventor*, вероятно, не лучший выбор для компаний, которым нужно работать с файлами *Unigraphics* или *I-deas*. Этот пакет базируется на собственной версии библиотеки твердотельного моделирования *ACIS* компании *Spatial*, и он до сих пор не может создавать файлы в формате *Parasolid*.

Вопросы квалификации

Помимо технических достоинств *CAD*-систем среднего класса, покупателям будет полезно проанализировать и качество обслуживания, предлагаемое тем или иным дилером.

У *SolidWorks* дилерская сеть многочисленнее и разветвленнее, чем у *Solid Edge*. Однако в ряде районов лучший охват может оказаться как раз у *Solid Edge*. Далее потенциальные клиенты должны оценить, какой из местных дилеров – *SE*, *SW* или *Inventor* – сможет лучше обеспечить поддержку и обучение. Как уже было отмечено выше, обучение и поддержка являются неотъемлемыми составляющими успеха при работе с любой системой твердотельного моделирования, а дилеры, местные консультанты и центры обучения – главные источники этих услуг.

SolidWorks продал примерно вдвое больше лицензий, чем *Solid Edge*, поэтому найти специалистов, освоивших *SolidWorks*, в целом, легче. Тем не менее наличие квалифицированных пользователей того или иного пакета во многом зависит от местоположения компании. В некоторых регионах (например, на юго-востоке США) достаточно много конструкторов, работающих с *Solid Edge*.

Послесловие

Нельзя не заметить, что в целом наш обзор получился довольно критическим. Что ж, все люди, в том числе и аналитики, быстро привыкают к хорошему и считают это само собой разумеющимся. А ведь еще не так давно о такой функциональности систем среднего класса приходилось только мечтать.

Надо констатировать, что, в отличие от прошлых обновлений, нововведения в нынешних версиях действительно существенные и значимые. Напомним, что предыдущая, 11-я версия *Solid Edge* подвергалась серьезной критике за отсутствие реальных улучшений в моделировании. Версии *SolidWorks 2002* не существовало вовсе – вместо нее была выпущена версия со скромным и красноречивым обозначением *2001 Plus*. Динамику развития сохранил только *Inventor 5*, но и это была всего лишь динамика догоняющего.

Рассматриваемые апгрейды ни в коей мере не являются “пустыми”. Тем не менее при внимательном рассмотрении нетрудно заметить, что все улучшения можно свести к двум основным направлениям. Во-первых, все компании усиленно “подтягивали” те модули и функции, которые были слабее, чем у конкурентов. При этом без лишних сомнений они заимствовали друг у друга наиболее удачные и оправдавшие себя решения – так развивалось, например, поверхностное моделирование пакета *Solid Edge*, проектирование изделий из листовых материалов *SolidWorks*, работа со сварными изделиями *Inventor*.

Во-вторых, увеличивается количество модулей и приложений, поставляемых в составе базовых и расширенных наборов. Так, *SolidWorks* теперь

включает в базовую поставку модуль *COSMOSXpress* (урезанная версия системы прочностных расчетов *COSMOS/Works*), интерактивный поисковый ресурс *3D ContentCentral (SM)* и пр. *Solid Edge*, помимо усиления встроенной *PDM*-системы *Insight*, обогатился модулем для прокладки электрокабелей, ну а *Inventor*, в свою очередь, – системой задания допусков размеров на модели, а также мини-*PDM*.

Все это, безусловно, хорошо и полезно, однако такой путь развития следует охарактеризовать как экстенсивный. Ни одна из трех систем не продемонстрировала пусть спорной, но действительно яркой и новаторской технологии. Что стоит за этим – отсутствие новых идей или проявление осторожности (в условиях обострения конкуренции и сокращения общего объема рынка *CAD* важнее может оказаться, говоря языком марафонских велогонок, не столько победить, сколько с гарантией “приехать на колесе” у ближайшего конкурента)? В любом случае такой путь не может тянуться до бесконечности, и момент кризиса, скорее всего, уже недалек. И если у *Inventor*'а некоторый запас роста (или цены) еще есть, то два других соперника рискуют оказаться в весьма сложном положении. С одной стороны их поджимает своей практически демпинговой политикой *Autodesk*, с другой – стремительно дешевеющие продукты класса *High-End*, которые уже начинают занимать рыночные ниши, ранее традиционно принадлежавшие системам среднего класса (например, *Pro/E Foundation*).

Что ж, будущее, как говорится, покажет. В каком направлении пойдет развитие систем среднего класса, мы увидим уже в ближайшие годы. ☞