

КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ПРОИЗВОДСТВА СЛОЖНЫХ ИЗДЕЛИЙ

*Одокиенко С.Н., кандидат технических наук, доцент
Киевский национальный университет технологий и дизайна*

Актуальным вопросом науки и практики является разработка и внедрение компьютерных технологий в проектировании и производстве сложных изделий. В частности, интерес представляют изыскания по разработке системы CAD/CAE/CAM, которая обеспечивает базу для успешного внедрения компьютерной технологии на предприятиях, занимающихся созданием *сложных наукоемких изделий*.

Создание наукоемких сложных изделий — длительный процесс, требующий внимательного проектирования. Он состоит из нескольких стадий и последовательных приближений к окончательному варианту. В этом процессе участвует множество различных специалистов — руководителей, идеологов, конструкторов, расчетчиков, технологов. И задача внедрения компьютерной технологии проектирования и производства состоит в том, чтобы сократить сроки и затраты при проектировании и технологической подготовке производства, а также повысить качество изделий.

На стадии проектирования важно по возможности сократить число итераций и вызванных ими переделок конструкции, отказаться от части натурных испытаний и макетирования. На стадии технологической подготовки компьютерная технология должна обеспечить сокращение сроков и затрат за счет возможности создавать оснастку, не дожидаясь полного окончания процесса проектирования, за счет исключения промежуточных носителей геометрии и ручной доводки, за счет повышения точности и обеспечения взаимозаменяемости. Таких результатов можно добиться только в том случае, когда система обеспечивает взаимодействие всех участников в едином, организованном, доступном и достоверном информационном пространстве, когда система дает возможность работать в совершенно новом режиме компьютерной технологии. Так что же следует понимать под компьютерной технологией?

Компьютерная технология призвана *не автоматизировать традиционно существующие технологические звенья* (так как это обычно не дает какого-либо эффекта, за исключением некоторого изменения условий труда), *а принципиально изменить саму технологию проектирования и производства изделий*. Только в этом случае можно ожидать существенного сокращения сроков создания изделий, снижения затрат на весь жизненный цикл изделия, повышения качества изделий.

В основе организации компьютерной технологии лежит создание полного электронного макета изделия, так как именно создание трехмерных электронных моделей, адекватных реально проектируемому изделию, открывает колоссальные возможности для создания более качественной

продукции (особенно сложной, наукоемкой продукции) и в более сжатые сроки. В идеале в процессе проектирования и производства сложных и многокомпонентных изделий все участвующие в проектировании должны, работая одновременно и наблюдая работу друг друга, создавать сразу на компьютерах электронные модели деталей, узлов, агрегатов, систем и всего изделия в целом. При этом необходимо одновременно решать задачи концептуального проектирования, всевозможных видов инженерного анализа, моделирования ситуаций, а также компоновки изделия и формирования внешних обводов. Не дожидаясь полного окончания разработки нового изделия, эту информацию следует использовать для технологической подготовки производства и производства как такового. Кроме того, необходимо автоматизированно управлять и всеми создаваемыми данными электронной модели (то есть структурой изделия), и самим процессом создания изделия, и к тому же иметь возможность управлять структурой процесса создания изделия.

Для реализации именно компьютерной технологии проектирования и производства должны применяться системы автоматизированного проектирования инженерного анализа и технологической подготовки производства (CAD/CAE/CAM) высшего уровня, а также системы управления проектом (PDM — Product Data Management).

Что такое система CAD/CAE/CAM высшего уровня? Это такая система, которая, во-первых, обеспечивает весь цикл создания изделия от концептуальной идеи до реализации, а во-вторых (и это самое главное), создает проектно-технологическую среду для одновременной работы всех участников создания изделия с единой виртуальной электронной моделью этого изделия. На Западе эта организационная философия обозначается аббревиатурой CAPE (Concurrent Art-to-Product Environment), что можно перевести как «Единая среда создания изделия от идеи до реализации». По существу, именно то, в какой степени система реализует указанную философию, и определяет уровень системы. Руководствуясь такой концепцией, можно резко сократить цикл создания изделия, повысить технический уровень проектов, избежать нестыковок и ошибок в изготовлении оснастки и самого изделия благодаря тому, что в подобном случае все данные взаимосвязаны и контролируются. Следовательно, система низкого или среднего уровня не может перейти на высший уровень только за счет наращивания функций и приложений — для этого необходимо принципиальное изменение ядра системы и ее внутренней структуры.

В рамках реализации CAPE существует понятие концепции «мастер-модель». Мастер-модель — это уникальная электронная модель в ассоциативной структуре изделия, которая служит ссылочным эталоном для ассоциативно связанных с ней элементов создаваемого изделия или оснастки для его производства, с которой одновременно работают все участвующие в создании изделия. Для того чтобы поддерживать такую концепцию, система должна быть определенным образом организована и обладать многими специфическими функциональными возможностями, среди которых, в

частности: полная параметризация и ассоциативная связь как внутри самой модели и сборки, так и с приложениями; возможность создания и управления сборками неограниченных размеров, с управляемой параметризацией между компонентами сборки. Данная концепция подразумевает, что электронная модель изделия в каждый текущий момент времени актуальна, а значит, в этом случае теоретически исключаются нестыковки, ибо вся информация — единая.

Отсюда следует, что любые системы низкого (типа AutoCAD) или даже среднего уровня, позволяя решать отдельные частные задачи, не в состоянии обеспечить радикального снижения сроков создания и повышения качества сложных изделий. Только системы высшего уровня в той или иной степени могут позволить приблизиться к реализации компьютерной технологии проектирования и производства.

В области продвижения компьютерных технологий проектирования высшего уровня существуют два основных (и к тому же противоположных) вила стратегии ведения бизнеса. Первый — любыми средствами продать какую-нибудь систему и дальше искать нового заказчика. Понятно, что такая стратегия довольно проста: она не требует высокой квалификации исполнителя, а все проблемы внедрения решаются (а часто просто не решаются) самим заказчиком. При такой стратегии совершенно не важно, какую именно систему предлагать. Чаще решающую роль здесь играют финансовые условия отношений с вендором либо вообще какие-то случайные факторы. Второй вид стратегии — обеспечить заказчику успешное внедрение и быстрый возврат инвестиций. Эта задача значительно сложнее, поскольку требует больших временных и интеллектуальных затрат и, следовательно, наличия высококвалифицированных специалистов, зато при успешной реализации проекта приводит к долгосрочному сотрудничеству внедряющей компании с заказчиком. В этом случае для продвижения следует выбирать ту систему, которая в наибольшей степени гарантирует успешное внедрение. Департамент САПР компании «ЛАНИТ» строит свою стратегию именно на внедрении, поэтому вопрос выбора системы ставится таким образом: с помощью какой системы CAD/CAE/CAM мы можем дать гарантии успешного внедрения в сфере нашей деятельности — для разработки и производства сложных изделий машиностроения. (Под сложными изделиями понимается как наукоемкая многокомпонентная продукция, так и продукция, для производства которой требуются сложные технологические процессы.) На сегодняшний день развивающихся универсальных систем высокого уровня на рынке, по существу, четыре: CATIA французской компании Dassault Systemes, Pro/Engineer американской компании Parametric Technology Corp, Unigraphics (UG) американской компании Unigraphics Solutions и I-DEAS Master Series американской компании SDRC. Проведя анализ существующих систем высокого уровня, мы пришли к выводу, что в настоящий момент система Unigraphics в наибольшей степени отвечает требованиям компьютерной технологии проектирования и производства сложных изделий машиностроения. Это подтверждается и широкой

распространенностью этой системы во всем мире — в авиационной, космической, автомобильной промышленности, в авиационном двигателестроении, а также в производстве высокоточного оборудования и инструментов.

Система Unigraphics в своем сегодняшнем виде — система достаточно молодая. Она имеет совершенную внутреннюю архитектуру. С 1993 года Unigraphics строится на ядре Parasolid, которое в значительной степени определило сегодняшний отрыв системы от основных конкурентов. Это ядро реализует совершенно новые принципы геометрического моделирования, структуры сборок, обеспечивая гибкую параметризацию и полную ассоциативность. Ядро Parasolid уже приобрели многие компании для разработок собственных систем, и в настоящее время число инсталляций ядра Parasolid в разных системах составляет в мире 550000. Постепенно Parasolid фактически становится стандартом CAD/CAE/CAM-систем.

Unigraphics имеет единую внутреннюю базу данных для всех приложений системы, которая построена на принципе мастер-модели, обеспечивающей надежный систематизированный подход к созданию и проверке геометрии изделия и связанных с ней процессов. Это позволяет легко манипулировать большими сборками в среде параллельного инжиниринга. Внутри системы существует единая среда хранения данных, и нет абсолютно никаких конверторов, поэтому все данные ассоциативны через все приложения системы. Unigraphics имеет твердотельный моделлер с встроенной гибкой параметризацией и глубокой ассоциативностью — самый совершенный среди всех систем. Все модели, создаваемые в UG, являются автоматически параметризованными и в любой момент доступными для различного вида модификаций. Причем параметризация — нежестко привязанная к порядку построения геометрии (как, например в системе Pro/Engineer), а гибкая, не заставляющая конструктора много раз переделывать геометрию в процессе моделирования и модификации, позволяющая в любой момент времени переопределять и перепривязывать связи, изменять порядок создания элементов в уже построенной модели. При этом средства создания жестко параметризованной геометрии в системе также присутствуют в полной мере, и в некоторых случаях это целесообразно. В системе не существует каких-либо внутрисистемных ограничений для конструктора. Например, внутри системы нет различий между объемным и листовым телом, поэтому с гранью твердого тела можно делать то же самое, что с поверхностью, а над листовыми телами (поверхностями) можно производить булевы операции, так что различие обуславливается только физическим смыслом.

Unigraphics — хорошо сбалансированная система. Она содержит все средства инженерного анализа, присущие универсальным системам. Программное обеспечение UG в области программирования станков с ЧПУ обеспечивает функциональность на таком уровне, который недоступен для других систем. Позиции UG/CAM оцениваются в качестве мирового стандарта для всех других производителей NC-программ. Система

содержит специализированные технологические приложения, функционирующие в единой базе данных Unigraphics, а значит, поддерживающие ассоциативность и целостность данных.

Еще одно ценное качество системы Unigraphics — интеграция с системой среднего уровня Solid Edge. В настоящее время обе системы имеют одинаковый интерфейс (Microsoft). Solid Edge сама имеет мощный моделинг, включающий твердотельное и поверхностное моделирование, очень хорошие средства проектирования листовых деталей, проектирования трубопроводов, возможность создания сборок с ассоциативными связями геометрии одного компонента с геометрией другого. С системой Solid Edge поставляются библиотеки стандартных элементов. Система позволяет создавать чертежи в соответствии с ЕСКД, имеет полную русскую локализацию, описание на русском языке, а также совершенную обучающую программу на русском языке. При этом система Solid Edge обладает уникальной интеграцией с системой высшего уровня Unigraphics. В UG можно открыть файл Solid Edge и наоборот. Детали и сборки, созданные в Solid Edge, могут входить в сборку Unigraphics с сохранением ассоциативности, а элементы, созданные в UG, могут входить в сборку Solid Edge также с сохранением ассоциативности. Таким образом, кроме решения самостоятельных задач, Solid Edge можно использовать для расширения фронта моделирования сложных изделий, проектируемых в Unigraphics, или в Solid Edge можно оформлять чертеж на изделие, созданное в UG. При изменении этого изделия в Unigraphics чертеж в Solid Edge обновится автоматически. На основе такого двухуровневого комплекса полностью обеспечивается концепция единой среды разработки изделия.

Особенно глубокая интеграция системы UG реализована с PDM-системой iMAN, (также продукт компании Unigraphics Solutions). iMAN — полнофункциональная и легко настраиваемая система PDM, позволяющая управлять всеми знаниями об изделии и процедурами как на стадии проектирования и производства, так и на стадии эксплуатации и утилизации. Графические интерфейсы в iMAN используют современные решения Web-технологий, что дает оптимальное использование Internet- и Intranet-технологий. iMAN является системой PDM, реально работающей на российских предприятиях.

Перспективы дальнейших исследований связаны с поиском наиболее приемлемых решений для проектирования изделий легкой промышленности.