

С.А. Жмурко, В.В. Янушко

### **ВИРТУАЛЬНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ, КАК ПОДХОД К ПРОЕКТИРОВАНИЮ САПР**

Большинство современных САПР ориентировано на выпуск изделия. Изделием называется любой предмет или набор предметов производства, подлежащих изготовлению на предприятии. Жизненный цикл изделия представляет собой совокупность взаимосвязанных процессов (стадий) создания и последовательного изменения состояния изделия, обеспечивающего потребности клиента. Жизненный цикл сложного наукоемкого изделия обычно составляет десяток лет, причем довольно большую часть этого времени занимают периоды разработки и изготовления.

К основным стадиям жизненного цикла относятся: маркетинг; проектирование и разработка продукции; планирование и контроль процессов; закупка материалов и комплектующих; производство и предоставление услуг; упаковка и хранение; монтаж и ввод в эксплуатацию; техническая помощь и сервисное обслуживание; послепродажная деятельность или эксплуатация; утилизация и переработка по истечении полезного срока службы;

Традиционный подход, сложившийся в первоначальный период внедрения вычислительной техники в производственные процессы, состоял в том, что с ее помощью решались отдельные, частные задачи, относившиеся к различным стадиям жизненного цикла изделий. Первоначально автоматизировались отдельно учетно-управленческие функции в рамках автоматизированной системы управления производством (АСУП), автоматизированные системы управления технологическими процессами (АСУТП). Следующим этапом использования компьютеров стала разработка и внедрение систем автоматизированного проектирования (САПР), что позволило автоматизировать процесс конструкторской и технологической подготовки производства. Причем сложность САПР определяется сложностью разрабатываемого изделия: чем сложнее изделие, тем более сложной и функциональной должна быть САПР. Системы проектирования в масштабах предприятия принято определять как CAD/CAM/CAE/PDM системы [1]. Функции автоматизированного проектирования распределяются в них следующим образом:

- ◆ модули CAD (Computer Aided Design – система автоматизированного проектирования) обеспечивает моделирование и визуализацию изделий или их деталей в двух и/или трёх измерениях;
- ◆ модули подсистемы CAM (Computer Aided Manufacturing – системы технологической подготовки производства) используются для создания управляющих программ для станков с числовым программным управлением (ЧПУ) в соответствии с созданной моделью;
- ◆ модули CAE (Computer Aided Engineering – системы инженерного анализа) позволяют анализировать механические, температурные, магнитные и иные физические свойства разрабатываемых изделий, осуществлять симуляцию различных условий и нагрузок на детали, а также рассчитывать стоимостные характеристики готового изделия и планировать производственный цикл;
- ◆ модули PDM (Product Data Management – системы управления инженерными данными) обеспечивают хранение и управление проектно-конструкторской документацией на разрабатываемые изделия, внесение в документацию изменений, сохранение истории этих изменений и т.п.

Таким образом, современная система CAD/CAM/CAE/PDM обеспечивает автоматизированную поддержку работ инженеров и специалистов на всех стадиях жизненного цикла (проектирования и изготовления) продукции [2].

По мере увеличения различных систем САПР, АСУП и АСУПТ возник вопрос обмена данными между ними, что естественным образом привело к идее информационной интеграции всех используемых систем на основе единого информационного пространства.

Главными проблемами, мешающими эффективному управлению информацией об изделии, являются огромное количество информации («информационный хаос») и коммуникационные барьеры между участниками ЖЦ изделия. Поэтому одной из важнейших задач, которые ставятся перед современными предприятиями, является создание единого информационного пространства (ЕИП) для всех участников жизненного цикла изделия, включая потребителя.

Преодоление информационного хаоса и коммуникационных барьеров между участниками ЖЦ изделия приведет к улучшению взаимодействия между ними, повышению эффективности процессов ЖЦ. Результатом станет снижение временных и материальных издержек и возрастание удовлетворения потребностей заказчика, а это, в свою очередь, неизбежно повысит конкурентоспособность изделия.

В основе ЕИП лежит использование открытых архитектур, международных стандартов, совместных хранилищ данных и апробированных программно-технических средств. ЕИП обеспечивает совместную работу проектных организаций, производственных предприятий, поставщиков, организаций сервиса и конечного потребителя на всех стадиях ЖЦ.

Одной из важнейших задач является интеграция данных, находящихся в ЕИП [3,4]. Технологии интеграции данных представляют собой набор методов для интеграции автоматизированных процессов ЖЦ и относящихся к ним данных, представленных в электронном виде, в рамках ЕИП. Интегрированная модель ЖЦ изделия должна включать в себя всю информацию о моделях частных задач для каждого этапа ЖЦ и об их взаимосвязях.

Интеграция нужна для создания структуры, объединяющей частные модели, соединения множеств понятий, атрибутов и отношений, а также определения отношений между множествами понятий частных моделей.

Интеграция необходима для получения взаимосвязанной совокупности процессов, составляющих ЖЦ изделия [4].

Большинство крупных компаний, использующих различные САПР, сталкивается с двумя главными проблемами. Первая из них – потеря информации при переходе от одного уровня проектирования, выпуска и поддержки изделия к другому. Вторая проблема состоит в том, что САПР является довольно монолитной системой. Эта система является довольно сложной и не способной к быстрому изменению, к переходу к другим видам продукции. Однако это противоречит основным направлениям развития большинства современных компаний.

Мощное и эффективное развитие компаний в современных условиях предполагает высокую степень специализации и кооперации работ. Кооперация - одна из важнейших сторон современной индустрии, охватывающая все сферы деятельности человека: науку и производство, торговлю, услуги и т.д. Проблемы кооперации компаний тесно связаны с проблемами их внутренней организации. Чем больше направлений в деятельности компании, чем сложнее выпускаемые изделия, чем разнообразнее сама деятельность, тем больше роль кооперации, и тем более высокоорганизованной должна быть компания. При этом, чем более высокоорганизованной является компания, тем более самостоятельными являются ее внутренние

подразделения, тем в большей степени жесткое директивное управление в ее внутреннем функционировании заменяется на кооперацию. Вместе с тем, рассматриваемая внешняя и внутренняя кооперация, позволяющие для компаний добиваться высокой рентабельности – это и постоянная угроза для каждой из них. Достаточно одной из кооперирующих сторон нарушить свои обязательства, и вся сложившаяся цепочка взаимодействия начинает рушиться. Для работы в этих условиях компании должны обладать высокой интеллектуальностью, гибкостью и мобильностью, что в результате должно обеспечивать, с одной стороны, возможность постоянной эволюционной адаптации компаний к условиям рынка и, с другой стороны, возможность совершать революционные и неожиданные для конкурентов скачки в развитии, резко повышающие конкурентоспособность компании. Последнее становится возможным лишь на основе процесса постоянного внутреннего развития (саморазвития) компании, предполагающего способность к самоорганизации.

При этом внешне проявляемые стабильность и процветание рано или поздно оказываются роковой иллюзией, даже для самых мощных и известных компаний. Невидимый процесс накопления и обострения внутренних проблем и противоречий, вовремя не замеченных и неисправленных, постепенно начинает разрушать организацию. Одним из путей решения этой проблемы может являться создание интеллектуальных систем управления и поддержки групповой согласованной деятельности нового класса, которые бы не только упрощали для пользователей принятие столь необходимых согласованных решений, но и стимулировали процесс самоорганизации компании на всех уровнях деятельности.

Один из аспектов взаимной кооперации связан с организацией коллективов людей, объединяющих свои ресурсы для достижения общих целей [5]. Все начинается обычно с кооперации отдельных рабочих групп специалистов (в больших компаниях). По мере получения результатов, данное объединение трансформируется в малую компанию или новые подразделения в большой компании, далее - в группу компаний, консорциум и т.д. При этом какова бы ни была форма существования организации, решения на всех уровнях принимаются некоторыми коллективами людей, способных сообща спланировать и скоординировать свою деятельность при решении общих задач.

Простейшей формой такой организации коллективов людей являются широко распространенные на практике рабочие совещания, построенные по принципу "круглого стола". Цель этих совещаний (в отличие от совещаний других видов) состоит в выявлении и разрешении общих проблем (противоречий) в кооперативной деятельности. Амбиции и иерархии здесь отходят на второй план, уступая место знаниям и опыту. Чем глубже дискуссия за "круглым столом", тем более остро обнажаются противоречия, и тем более продуманными и согласованными будут принимаемые решения (при условии признания всеми общих правил игры и некоторых других ограничений). Можно утверждать, что на время проведения любого совещания в компании как бы организуется новое виртуальное структурное подразделение – временный творческий коллектив специалистов. В результате, возможно незримо, но именно эти коллективы начинают интеллектуально управлять компанией. При этом руководитель любого уровня высоко организованной компании постепенно приобретает роль арбитра (что вовсе не отрицает его участие в спорах как рядового специалиста), следящего за соблюдением общих для всех правил игры в условиях заданных ограничений. Высшей формой групповой коллективной работы самоорганизация.

Самоорганизация – основа интенсивного развития компании, способность компании чутко реагировать на изменения во внешней среде, обоснованно и свое-

временно изменяя не только свое внешнее поведение, но и основополагающие принципы собственного устройства и функционирования. В рассматриваемом случае самоорганизация должна проявлять себя в самостоятельном создании специалистами новых рабочих групп по каждому направлению деятельности компании, независимо от ведомственной принадлежности и уровней подчиненности специалистов (множество открытий и изобретений делается на стыке различных направлений деятельности, если обеспечены условия для общения специалистов. Известны примеры, когда с этой целью компании строят свои производственные здания так, чтобы сотрудники различных подразделений чаще могли бы, даже случайно, встречаться). Таким образом, деятельность компании (или группы компаний) в каждый момент времени можно представить конфигурацией "круглых столов" (рабочих групп), относительно постоянно действующих или создаваемых на самое короткое время.

Второй аспект кооперации находится в области экономических вопросов. Время одиночек в производстве давно прошло. Едва ли найдется действительно сложное изделие, все комплектующие к которому разрабатывает и производит то же предприятие, которое его выпускает. Общеизвестен вывод аналитиков о том, что конкуренция постепенно перемещается из сферы борьбы за качество продукции в сферу повышения эффективности цепочек поставок. Качественную продукцию способны производить многие предприятия. Вопрос в том, чтобы научиться разрабатывать ее и выпускать с максимальным соответствием с сегодняшними и завтрашними запросами потребителей, быстро выводить продукцию на рынок, тратить при этом меньше денег, обеспечивать стабильно высокое качество производства и технического обслуживания изделий.

Это трудно сделать в рамках всего одного предприятия – требуется кооперация со смежниками и партнерами. Однако организация взаимодействия партнеров в новых условиях становится делом не менее сложным.

Задача кооперации переходит на новый уровень: вчерашний производственный консорциум должен превратиться в виртуальное предприятие – крупную территориально распределенную структуру, состоящую из независимых (не входящих в единый холдинг и имеющих разных владельцев) компаний и организаций, которые вместе трудятся над разработкой и выпуском сложных изделий.

В рамках виртуального предприятия CALS/PLM пронизывает всю структуру [5]. Внутри нее неизбежно происходит стандартизация и (возможно) унификация методик и технологий создания и производства изделий, управления проектами, качеством и пр. Внутри виртуального предприятия возникают отдельные группы специалистов, которые трудятся над реализацией общих для данной группы целей, задач, проектов, но при этом являются сотрудниками разных компаний. Формируется единое информационное пространство виртуального предприятия, в рамках которого в электронном виде циркулирует практически вся существенно значимая информация об изделии, а также об агрегатах и узлах, которые требуются для его выпуска и технического обслуживания: конструкторская, технологическая, производственная, контрактная, финансовая, маркетинговая и пр.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Городецкий В.И., Грушинский М.С., Хабалов А.В.* Многоагентные системы (обзор) // *Новости искусственного интеллекта*, №2, 1998. – С. 64-117.
2. *Смирнов А.В., Шереметов Л.Б.* Многоагентная технология проектирования сложных систем // *Автоматизация проектирования*. № 3, 1998.

3. *Тарасов В.Б.* Агенты, многоагентные системы, виртуальные сообщества: стратегическое направление в информатике и искусственном интеллекте // *Новости искусственного интеллекта*, №2, 1998. – С. 5-64.
4. *Тарасов В.Б.* От многоагентных систем к интеллектуальным организациям: философия, психология информатика. – М.: Эдиториал УРСС, 2002.
5. *Клышинский Э.С.* Агентные системы: классификация и применение / САПР и графика, № 8, 1999. – С. 90-96.

**А.А. Денисюк, А.А. Полупанов**

### **ОБРАБОТКА ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ДАННЫХ В ГИС**

Уже не первый век человечество пользуется привычными для нас географическими картами. Карты постоянно эволюционировали. Сегодня существует множество различных видов карт и масштабов. Очередной этап развития карт, обусловлен появлением компьютеров и развитием информационных технологий. Как результат этого – появление новых терминов и определений во многих областях науки.

В тех областях, где применялись карты местности на смену бумажным картам пришли «электронные карты» – представляемые на персональном компьютере и хранимые в виде одного или нескольких файлов. В начале 60-х годов стали создаваться первые информационные системы, которые позволили выполнять различные операции над объектами, имеющими пространственные свойства и визуализируемые на электронных картах. Основное назначение таких систем это производить сбор, хранение, обработку, отображение и распространение данных, а также получение на их основе новой информации и знаний о пространственно-координированных явлениях. Они получили название геоинформационных систем (ГИС). Объединяя в себе все достоинства предоставляемые картой, и основываясь на ЭВМ нового поколения, эти программные средства проникают почти во все сферы человеческой жизни. Можно уверенно сказать, что с момента появления карт, они являлись тем средством, на основе которого принималось решение.

В современных ГИС используются векторные или растровые электронные карты, полученные путём преобразования снимков со спутника.

Полученный со спутника снимок – это растровая картинка, которую можно использовать только как шаблон или подложку для построения объектов местности. Однако изображаемая на снимке информация не может быть достоверной на все 100%. Это объясняется тем, что на достоверность изображённой информации влияет множество факторов, наиболее явные из которых: угол, под которым произведена съёмка; атмосферные явления в момент съёмки; времена года; время снимка.

Кроме того, при создании карт путём компьютерной классификации, приходится сталкиваться с тем, что полное покрытие территории обеспечивается несколькими перекрывающимися снимками [1,5].

До получения итоговой карты, космоснимки проходят обработку по нескольким этапам:

1. **Подбор космоснимков.** Существует несколько способов получения космоснимков. От получения из бесплатных архивов [2] и до индивидуального заказа в компаниях занимающихся продажей таких снимков [3]. Качество снимков, произведённых с различных спутников, также различно.
2. **Предварительная коррекция снимков.** Сюда входит радиометрическая и геометрическая коррекция. В случае радиометрической коррекции под-