



ТРЕХМЕРНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ: ИДЕАЛ И РЕАЛЬНОСТЬ

ОАО "Гипротюменнефтегаз" промышленно работает с технологией трехмерного проектирования уже более трех лет. Возможно, наш опыт пригодится тем, кто начинает переход к 3D-технологиям.

Эффективность внедрения средств автоматизации оценивается несколькими параметрами — прежде всего затраченными ресурсами (в том числе временем) и полученной отдачей. Существует мнение, что трехмерное проектирование позволяет при минимальных затратах быстро получить качественные чертежи проектируемого объекта. В идеале это действительно так, но на практике всё оказывается сложнее — если, конечно, рассматривать трехмерное проектирование не как второстепенное средство, а как комплексную технологию выпуска проектной документации. Реализация этой технологии потребует значительных сил, времени и ресурсов. Одно только создание трехмерной модели не означает автоматического получения готовых чертежей проектируемого объекта, их генерация — лишь следствие правильно сформированной технологии.

Исходя из собственного опыта, можно сказать, что трехмерное проектирование — это качественно но-

В статье рассматриваются вопросы промышленной эксплуатации технологии трехмерного проектирования в проектном институте.

вый уровень выполнения проектных работ. Меняется не только технология, меняются люди. Трехмерное моделирование проектируемого объекта позволяет работать над объектом сразу группе специалистов, что невозможно без соблюдения трудовой дисциплины. Каждый участник процесса обязан выполнять предписанные ему операции, поскольку от его действий зависят смежные участники процесса проектирования. Затраты времени на создание модели проектируемого объекта в дальнейшем компенсируются более быстрой ее корректировкой. Результат проектирования (чертежи, разрезы, виды и др.) генерируется на основе максимально законченной модели, что существенно сокращает время выпуска проектной документации.

По словам многих дилеров и некоторых интеграторов, идеальный вариант перехода к 3D-проектированию выглядит просто. Достаточно выполнить три этапа:

1. Купить программные средства трехмерного моделирования проектируемых объектов.

2. Модернизировать существующие или приобрести новые компьютеры, соответствующие системным требованиям программного обеспечения (ПО).
3. Научить проектировщиков работе с программой.

В реальности приоритеты и этапы перехода к 3D выглядят совершенно иначе.

Регламенты выполнения проектных работ

Очень важным этапом освоения технологии трехмерного проектирования является создание документированных процедур, регламентирующих процесс проектирования. В отличие от большинства западных фирм, в нашей стране очень мало узкоспециализированных проектных организаций. Как правило, проектная фирма выполняет широкий спектр проектных услуг: технологическое проектирование, проектирование АСУ ТП, электрика, строительное проектирование и т.д. Соответственно, в каждом институте существует своя, практически "уни-

кальная" сложившаяся технология выполнения проектных работ. На основе нашего опыта и общения с коллегами из смежных компаний можно с уверенностью утверждать, что традиционная технология является последовательной. Немногие фирмы имеют четкое, документированное представление процессов, происходящих при проектировании.

Создание документированных процедур, описывающих технологическую цепочку проектных работ, необходимо для формирования технического задания на программный комплекс, в котором будет выполняться трехмерное проектирование. Это дает возможность найти последовательно-параллельные или строго параллельные участки.

Выбор системы автоматизированного проектирования (САПР)

Идеальным вариантом при выборе САПР является проведение тендера на оказание консалтинговых услуг среди поставщиков САПР и фирм, являющихся системными интеграторами в области информационных технологий, связанных с проектированием. В качестве технического задания можно предоставить документированные процедуры выполнения проектных работ.

В нашей стране очень мало фирм, способных предоставить профессиональные консультации при выборе САПР, удовлетворяющей всем требованиям технологической цепочки конкретной проектной организации. Эти услуги стоят достаточно дорого — и в то же время поставщики ПО используют все доступные методы для продвижения своих продуктов.

На практике идея тендера сводится к выбору наиболее выгодного, дешевого ПО. В любом случае ответственность за выбор правильной САПР ложится на саму проектную фирму. Что важно учитывать при принятии решения? По нашему мнению, следующее:

- применяемые алгоритмы моделирования объектов, определяющие скорость работы системы;
- методы организации хранения данных, влияющие на возможность управления информацией;
- диапазон и специфика решаемых задач (2D/3D архитектурное, конструкторское, технологичес-

кое и прочее моделирование), определяющие масштабы применения системы;

- возможность интеграции или совмещения со смежными САПР (CAD/CAM/CAE/GIS), что позволяет внедрять САПР в существующие на предприятии информационные системы;
- перспективность технологии, которая должна определять стабильность развития и продвижения технологий на предприятии в течение определенного времени;
- стоимость приобретения САПР;
- стоимость владения/поддержки САПР, что еще более важно при выборе продукта.

Технология трехмерного проектирования — это новый этап в развитии проектной организации. На пути к нему любая проектная организация проходит определенные стадии информационно-технического развития. Необходимым условием является наличие локальной вычислительной сети. Рано или поздно персональные компьютеры, объединенные в сеть, приводят к созданию проектного документооборота. Это может быть простой файл-сервер, обеспечивающий централизованное хранение проектных документов. Документооборот может быть сформирован на основе почтовой системы — например, MS Exchange. Имеется масса клиент-серверных, многозвенных решений.

На выбор САПР влияет информационно-техническая среда, существующая в проектной фирме. Наиболее вероятны два варианта:

Вариант 1. Среди всего многообразия САПР выбирается система, оптимально соответствующая информационной среде.

Вариант 2. При выборе САПР анализируется возможность адаптации существующей информационно-технической среды к новому программному решению.

На выбор системы проектирования могут повлиять даже отдельные факторы существующей информационной системы. Например, если в фирме уже функционирует система управления базами данных (СУБД), то выбирается ПО, способное взаимодействовать с этой СУБД.

Необходимо учитывать возможность "стыковки" системы автоматизированного проектирования со

Редакция журнала CADmaster приветствует участников юбилейной пятой научно-практической конференции "Информационные технологии в проектировании", организованной ОАО "Тупротяменнефтегаз" (ГТНГ)!

За 40 лет своего существования ГТНГ стал ведущим российским проектным и научно-исследовательским институтом, выполняющим проекты комплексного обустройства месторождений для нефтяных и газовых компаний.

По проектам ОАО "Тупротяменнефтегаз" обустроено свыше 200 нефтяных, газовых и газоконденсатных месторождений, в том числе такие крупнейшие, как Самолорское, Федоровское, Мамонтовское, Приобское, Кальчинское. Предприятие работает практически со всеми нефтегазовыми компаниями России, в числе которых ЛУКОЙЛ, ТНК-ВР, "Сибнефть", "Роснефть".

Институт имеет большой опыт проектирования сложных объектов: центральных пунктов сбора, установок подготовки нефти, водозаборов, газлифтных компрессорных станций, газотурбинных электростанций, установок подготовки нефти с нагревателями-деэмульсаторами, мультифазных насосных станций, магистральных и промысловых трубопроводов различного назначения.

За годы работы на нефтяных месторождениях приобретен уникальный опыт выполнения инженерно-строительных изысканий и проектирования объектов в условиях высокой заболоченности, многолетнемерзлых грунтов и экстремально низких температур.

Таких успехов ГТНГ удалось достичь во многом благодаря использованию новейших информационных технологий.

Уверены, что предстоящая конференция позволит ОАО "Тупротяменнефтегаз" еще на несколько шагов оторваться от конкурентов, обрести новых партнеров и поделиться опытом с коллегами.

Желаем всему коллективу ОАО "Тупротяменнефтегаз" процветания, новых успехов в работе и укрепления лидирующих позиций в бизнесе!

Редакция журнала CADmaster



Строительство центрального товарного парка на Приобском месторождении



Вариант трехмерного генплана площадки центрального товарного парка с проработкой инженерных сетей на Приобском месторождении

смежными направлениями. Например, результаты инженерных изысканий, выполняемых многими проектными фирмами, являются исходными данными проектирования. Для получения данных по геологии, гидрологии, геодезии и топографии требуется специализированное ПО, результаты работы которого должны передаваться в САПР как исходные данные. Всё это определяет еще одно требование — открытость системы.

Наличие интерфейсов доступа (API) к функционалу САПР значительно повышает шансы на успешное внедрение новых технологий. Применяя API, используя собственные силы или привлекая сторонних разработчиков, можно оптимально интегрировать САПР в информационную систему фирмы.

Лицензирование ПО

При выборе системы автоматизированного проектирования экономический фактор является одним из решающих. Большинство зарубежных партнеров и уже многие российские заказчики при заключении контрактов требуют использования легального, официально купленного и лицен-

зированного программного обеспечения. Идеальным было бы приобретение необходимого числа рабочих мест для перевода всех проектировщиков на новую технологию. На практике это требует больших материальных вложений, а потому оптимальным вариантом оказывается поэтапная покупка небольшого числа рабочих мест. Большинство поставщиков программного обеспечения готовы идти на компромисс, предоставляя на период освоения временные лицензии, позволяющие легально использовать ПО в течение фиксированного промежутка времени.

В рамках одной проектной организации трудно одновременно совместить две технологии проектирования: новую и старую. В кратчайшие сроки необходимо перевести на новую технологию как можно большее число проектировщиков — соответственно необходимо наличие большего количества лицензий. Решение заключается в приобретении сетевых лицензий. ПО не "привязывается" к конкретному компьютеру — конкурентный доступ к лицензиям на отдельные программные модули САПР предоставляется с любого рабочего места. Этот метод позволяет сэконо-

мить значительные средства на этапе приобретения программного комплекса, поскольку нет необходимости комплектовать каждое рабочее место всеми лицензиями, которые могут потребоваться в работе. Анализ деятельности предприятия в период освоения дает возможность подобрать оптимальное количество лицензий для каждого приложения.

Соответствие стандартам

Проектная документация является основой для строительства и разрабатывается в соответствии с требованиями внутренних и государственных норм (ГОСТы, ОСТы, СНиПы, ТУ, РД и т.д.); кроме того, объекты обустройства нефтяных и газовых месторождений являются потенциально опасными. Идеальным вариантом работы САПР является возможность применения отечественных стандартов и требований в процессе разработки модели и оформления генерируемых документов.

На практике многофункциональные САПР создаются за рубежом — соответственно, вопросы адаптации ПО к российским стандартам решает либо локальный представитель фирмы-производителя, либо системный интегратор, заинтересованный в продвижении системы в России.



Существует довольно много систем автоматизированного проектирования, созданных в России, но среди них единицы являются перспективными и конкурентоспособными, так как большинство из них представляют собой приложения для отдельных областей проектирования.

В любом случае продавцы конкурентоспособных систем (представители фирмы-разработчика, интеграторы и пр.) уже имеют комплекс решений по адаптации ПО к российским стандартам и, владея набором технических решений, готовы выполнить первоначальную адаптацию под конкретного пользователя. Вероятно, это потребует от покупателя дополнительных материальных вложений.

Если САПР предлагается фирме в стандартном, неадаптированном виде, то возможности успешного внедрения технологии трехмерного проектирования значительно снижаются.

Субъективный фактор

Существует мнение, что достаточно обучить персонал новому программному средству — и технология трехмерного проектирования начнет работать. В реальности всё гораздо сложнее.

Основная проблема заключается в изменении идеологии проектирования. Внедрение 3D-моделирования трансформирует двумерное черчение в объемное моделирование. Профессиональный инженер-проектировщик может с легкостью выполнить чертеж проектируемого объекта с видом сверху или сбоку, представляя в уме полный вид объекта. Однако при этом он может оказаться психологически не готовым к работе с реалистичным объемным представлением проектируемого объекта в компьютере. Проектировщику требуется дополнительное время на адаптацию к проектированию сразу в трех плоскостях. Необходимо проводить психологическую подготовку персонала, показать, что новая технология значительно облегчает его работу, сокращает ошибки и повышает эффективность труда.

Важным моментом является обучение персонала работе с ПО. Перспективные конкурентоспособные системы поставляются с хорошей документацией и имеют встроенную электронную справочную систему. Идеальный вариант — предоставление и того и другого на русском языке.

При наличии финансовых возможностей можно провести обучение в авторизованных центрах наиболее активных и важных пользователей, пригласить преподавателей непосредственно в фирму и обучить как можно большее количество специалистов. Если бюджет ограничен, то оптимальным решением будет создание собственного учебного класса. В дальнейшем люди, прошедшие обучение у профессионалов, смогут передать полученные знания внутри фирмы. Подобное решение увеличивает срок освоения новых технологий, но при этом значительно снижает материальные затраты на обучение персонала.

Переход к технологии трехмерного проектирования изменяет схему взаимодействия между специалистами. В большинстве проектных организаций существует строгая иерархия, в соответствии с которой исполнитель выполняет чертеж, а руководитель/главный специалист проверяет работу. Новая технология позволяет анализировать качество выполняемой работы на раннем этапе, так как чертеж генерируется в финале. Гораздо легче обнаружить коллизии в объемной модели, чем на плоских чертежах. Работа с трехмерным представлением проектируемого объекта значительно упрощает решение конфликтных ситуаций между смежными подразделениями, участвующими в создании сложного объекта.

Приведенные факторы требуют проведения дополнительного обучения для специалистов, отвечающих за контроль и принятие решений (ведущие инженеры, главные специалисты, руководители среднего звена). Очень важно убедить специалистов работать с трехмерным представлением на дисплее и не требовать от исполнителя бумажных видов и разрезов проектируемого объекта.

Сопровождение системы

Для привлечения дополнительных пользователей некоторые производители САПР максимально снижают цены на приобретение программного обеспечения, но дальнейшее сопровождение системы может потребовать затрат, превышающих стоимость лицензий.

В основе трехмерного моделирования лежит возможность быстро создавать сложные объемные элемен-

ты. Любой такой объект состоит из совокупности простых элементов, объединенных по определенным правилам. Все современные САПР предлагают большое количество графических примитивов для моделирования.

Объекты обустройства нефтяных и газовых месторождений состоят из ограниченного и строго регламентированного перечня оборудования, характеристики которого могут меняться в зависимости от технико-экономических условий. Это трубы, трубопроводная арматура (тройники, отводы, переходы, задвижки, клапаны, вентили и пр.), емкостное оборудование, насосное оборудование и т.д. Для широкого внедрения 3D-технологий нужны средства быстрого создания моделей оборудования. Как правило, с простыми элементами проектирования (трубами и трубопроводной арматурой) проблем не возникает. Все системы проектирования предлагают механизмы для быстрой генерации этих элементов. Для моделирования более сложного, комплексного оборудования существует два решения. Мощные САПР предлагают механизмы создания параметризованного оборудования. Описав все геометрические параметры объекта и увязав их между собой, в дальнейшем можно без труда создавать объект с нужными характеристиками. Нефтегазовое оборудование — это графически сложные элементы, где число степеней свободы, подлежащих фиксации, может превышать 50. Параметризация такого оборудования требует большого мастерства и немалых трудозатрат. Другим распространенным методом является использование готовых графических фрагментов оборудования с заранее заданными характеристиками. Применение этого метода определяется специализацией проектной организации, технико-экономическими условиями и требованиями заказчика.

Поставщики САПР для проектирования объектов капитального строительства предлагают в комплекте с ПО библиотеки оборудования, строительных конструкций и материалов соответствующих ГОСТов, ОСТов и ТУ. На этапе освоения системы автоматизированного проектирования этих библиотек вполне достаточно. Для получения чертежей, соответствующих стандартам пред-

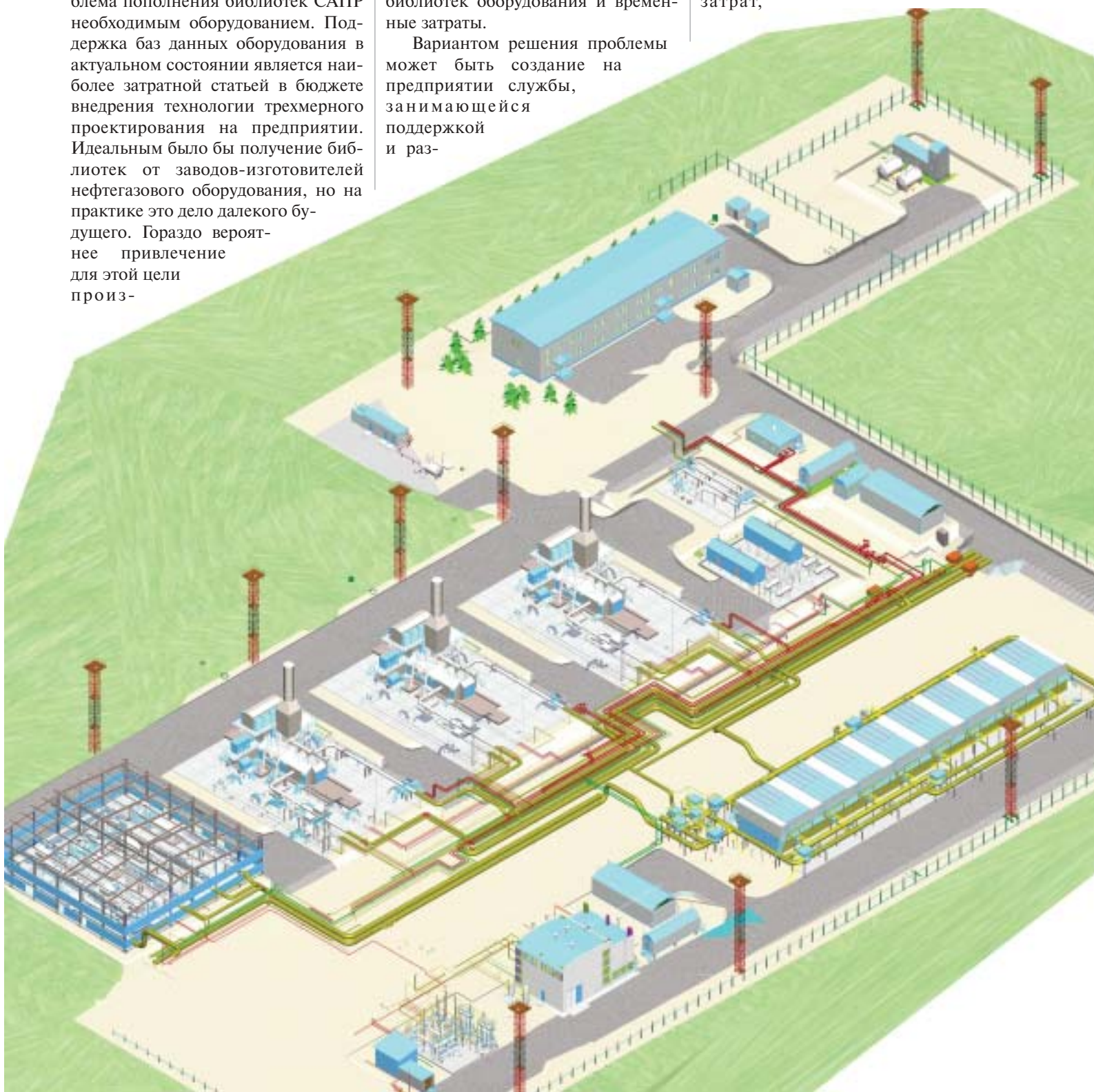
приятия, необходимо создавать реальную модель проектируемого объекта, все элементы модели должны быть в реальных габаритных размерах и содержать всю атрибутивную информацию, необходимую в дальнейшем для генерации чертежей.

Рано или поздно возникает проблема пополнения библиотек САПР необходимым оборудованием. Поддержка баз данных оборудования в актуальном состоянии является наиболее затратной статьей в бюджете внедрения технологии трехмерного проектирования на предприятии. Идеальным было бы получение библиотек от заводов-изготовителей нефтегазового оборудования, но на практике это дело далекого будущего. Гораздо вероятнее привлечение для этой цели произ-

водителя ПО, интеграторов и пр. Такой способ наиболее удобен с точки зрения трудозатрат: достаточно заказать фирме список оборудования и через некоторое время установить готовые библиотеки. К минусам можно отнести высокую стоимость услуг по созданию персональных библиотек оборудования и временные затраты.

Вариантом решения проблемы может быть создание на предприятии службы, занимающейся поддержкой и раз-

витием баз оборудования. В зависимости от объемов работы проектная организация может регулировать количество людей, задействованных в развитии библиотек оборудования. Первоначально этот вариант требует дополнительных материальных и временных затрат,



Компоновка блока площадки фильтров-сепараторов в проекте дожимной компрессорной станции на Восточно-Таркосалинском месторождении

так как необходимо разработать технологию ведения библиотек, обучить персонал дополнительным навыкам создания элементов оборудования. Однако в дальнейшем фирма сможет самостоятельно, оперативно и с минимальными затратами развивать собственные библиотеки оборудования.

При развитии библиотек оборудования возникает проблема детализации. С одной стороны, для получения правильных и качественных чертежей моделируемое оборудование должно быть максимально реалистичным, детализированным. С другой — излишняя детализация требует продолжительного времени на этапе создания элемента и отнимает много компьютерных ресурсов при работе с такими элементами. Степень детализации — очень индивидуальная характеристика и зависит от специфики проектного производства, применяемого оборудования, мощностей вычислительной техники и профессионализма персонала. Только практический опыт позволит определить "золотую середину" между необходимостью и достаточностью.

Когда основной проектный состав может самостоятельно выполнять проектирование объектов по новой технологии, возникает потребность в дальнейшем развитии и автоматизации: разработке дополнительных приложений для САПР, расширении функционала системы, интеграции расчетных задач в САПР. Как и в предыдущих случаях, есть два варианта: привлекать сторонних разработчиков или разрабатывать всё своими силами. Оба варианта потребуют затрат. Выбор варианта зависит от серьезности организации, наличия специалистов и прочих факторов.

Модернизация ПК

Современные САПР очень требовательны к системным ресурсам: наличию быстрых процессоров, мощным видеокартам, большим объемам памяти и др. К сожалению, идеальный вариант — оснастить все рабочие места "по максимуму" — удастся редко. Но проектировщиков, применяющих 3D-технологии, можно разделить на следующие группы:

1. Исполнители, которые работают в рамках конкретного проектируемого объекта.

2. Исполнители, одновременно работающие с несколькими объектами одного проекта.
3. Ответственные исполнители, выполняющие контролирующие функции в рамках одного или нескольких объектов.
4. Ведущие специалисты и руководители разного уровня, нуждающиеся в просмотре модели всех проектируемых объектов в рамках одного проекта.
5. Специалисты, максимально использующие функционал САПР.

Групп может быть и больше — важно обозначить критерии деления по потребности в вычислительных мощностях.

Исполнители первой группы, участвующие в создании отдельных объектов, могут работать на ПК с минимальными системными требованиями: как правило, количество элементов на модели проектируемого объекта конечно и имеет разумную величину.

Вторая группа исполнителей, работающая с несколькими объектами, должна оснащаться более мощной техникой. Например, можно увеличить оперативную память, оставив стандартную видеокарту.

Чем большим количеством объектов будет манипулировать специалист, тем более мощной должна быть техника. Необходимо комплектовать ПК мощными видеокартами, увеличивать размер оперативной памяти, повышать частоту...

Соответственно, каждая группа компьютеров будет обладать определенной функциональностью и ценой. Крупные фирмы-производители ПК выпускают специальные рабочие станции, ориентированные на работу с CAD-системами. То же касается и видеокарт. Серьезные производители оборудования сертифицируют драйверы у фирм-разработчиков САПР.

Таким образом, переход к технологиям трехмерного проектирования не может быть быстрым, легким и дешевым. Как всякая новая технология, внедрение 3D-моделирования требует больших усилий, времени и материальных затрат, чем представляется на начальном этапе.

Рассмотренные особенности внедрения технологии трехмерного проектирования не являются един-

ственными, но опыт показывает следующее:

- необходимы регламенты выполнения проектных работ. Дополнительный стимул — эти документы пригодятся при сертификации по стандарту ISO9000;
- нельзя поспешно выбирать систему автоматизированного проектирования: это ядро технологии, и ее трудно поменять на другую без потерь. Внедряемая система должна интегрироваться в существующую систему проектного документооборота;
- важно использовать легальное ПО — в дальнейшем помощь разработчика или представителя разработчика САПР может оказаться незаменимой. Кроме того, все серьезные зарубежные работодатели обращают внимание на этот пункт;
- функционал системы автоматизированного проектирования должен удовлетворять стандартам предприятия;
- необходимо проводить плановое обучение проектного состава;
- САПР необходимо не только установить, но и сопровождать, поддерживать все информационные блоки в актуальном состоянии;
- по мере продвижения 3D-проектирования повышаются качество и сложность выполняемых проектов — соответственно возрастают требования к техническому обеспечению и квалификации исполнителей.

Существует два фактора, значительно повышающих шансы на успешное внедрение новой технологии: это наличие слаженной команды профессионалов-энтузиастов, которые на ранних этапах смогут повести за собой основную массу проектировщиков, и руководство, принимающее активное участие в продвижении новых технологий и понимающее, что трехмерное проектирование позволит компании выдержать жесткую конкуренцию.

Денис Мариненков
начальник отдела
автоматизированных технологий
проектирования
ОАО "Тупролюменнефтегаз"
Тел.: (3452) 46-3217
E-mail: denmarinenkov@gtng.ru