

*А. А. Петров,
А. В. Кобелев,
В. А. Кукушкин,
В. Н. Виниченко,
Д. О. Острокопытов
Инженеры ПКБ "СЕВМАШ"*



Опыт использования AutoCAD на СЕВМАШЕ

ГУП «ПО "Севмашпредприятие"» в Северодвинске, известное огромным вкладом в строительство атомного подводного флота Советского Союза и России, за последнее время заметно укрепило свое экономическое положение. Внушает оптимизм существенное пополнение портфеля заказов: наряду с выполнением традиционного оборонного заказа предстоит строительство объектов морской техники и судов, в том числе на экспорт. Ключевым моментом, предопределившим возрождение предприятия и освоение новых направлений, стало совершенствование проектно-конструкторских работ и технологической подготовки производства на основе САПР и информационных технологий.

История развития САПР в проектно-конструкторском бюро СЕВМАШ (ПКБ "Севмаш") насчитывает не более 7-8 лет, выпавших к тому же на трудные годы экономического спада. Главным вопросом этих лет было определение верной стратегии инвестирования в САПР в ситуации, когда недостаток средств заставлял больше думать не о развитии, а о выживании производства. Очевидно, что приобретение дорогой "тяжелой"

CAD-системы, работающей на дорогостоящей технической платформе, было невозможно. Выбор AutoCAD в качестве базового графического программного продукта был почти безальтернативным: сравнительно невысокая цена продукта, возможность его установки на более или менее недорогие компьютеры, открытость системы, богатый набор инструментальных средств разработки программного обеспечения, распространенность в России и у зарубежных партнеров СЕВМАШ — все говорило в пользу такого решения.

С первых шагов освоения AutoCAD (начиная с 10-й версии) ставилась задача получить от внедрения системы максимальный результат. Головной специальностью на начальном этапе была выбрана корпусная специальность. Это определялось сложившейся к тому времени на СЕВМАШе коммерческой ситуацией. Кроме того, корпусные судостроительные чертежи, включающие порой более тысячи позиций, — наиболее трудоемкие в разработке.

Все начиналось традиционно: с автоматизации оформления чертежа за счет разрабатываемого на AutoLISP программного сервиса и

стандартизации структуры DWG-файла. Скорость работы конструкторов выросла незначительно. Следующим шагом стало создание программного интерфейса AutoCAD и разработанной в ПКБ программы формирования спецификации. Для обеспечения этого интерфейса информация, необходимая для формирования спецификации, заносилась в атрибуты блоков AutoCAD. Блоками представлялись номера позиций и текст основной надписи (углового штампа). Программный интерфейс снял проблемы нестыковки чертежа и спецификации, дал заметный, процентов на тридцать, прирост производительности труда конструктора. Но он не менял в принципе ситуацию "электронного кульмана", то есть ограничение САПР плоским черчением и задачей ускорения только конструкторской работы. Чтобы преодолеть это ограничение и обеспечить использование результатов труда конструкторов при плазовой подготовке производства, был принят так называемый принцип "точной геометрии". Это означало, что в процессе разработки конструктор обязан был точно строить чертеж, определяя в нем точные контуры по

возможности всех деталей, которые затем передавались на плаз. Следование принципу "точной геометрии" усложнило задачу конструкторам, но при этом сократило затраты на подготовку производства. Одновременно повысилось качество чертежа: осознание большей ответственности заставляло специалистов тщательнее прорабатывать конструкцию. Другим интересным опытом был в этот период опыт унификации конструкций. Унификация проводилась в трех уровнях: унифицированные элементы (вырезы для прохода профиля, обрезка концов и т.п.), унифицированные детали и унифицированные узлы. В возможных случаях использовалась также унификация укрупненных узлов (состоящих из других унифицированных узлов и деталей). Предпосылками к поиску решения по унификации деталей и сборочных единиц были, с одной стороны, характер конструкций, проектировавшихся в то время и отличавшихся большой регулярностью набора (морской понтон для фирмы Protopis, корпус минибалкера для фирмы Bijlholt, конструкции опор ледостойкой самоподъемной платформы ЛСП "Арктическая" по техпроекту ЦКБ "Коралл", морской ледостойкой стационарной платформы МЛСП "Приразломная"), с другой — желание получить выигрыш за счет типовых маршрутов обработки деталей и сборки узлов, сокращения затрат на подготовку производства. Интересно, что для описания унифицированных деталей использовалась параметризация макроописаний контуров деталей с использованием таблиц параметров. Построение контуров деталей по макроописаниям, как и сама подготовка макроописаний, производилось в среде AutoCAD в автоматизированном режиме.

Параллельно с развитием автоматизации выпуска чертежей велись работы по использованию AutoCAD для решения плазовых задач, причем результаты от внедрения системы в плазовую подготовку были получены еще до начала ее использования в проектировании. Первый опыт применения AutoCAD для плазовых работ был получен на буксире голландской фирмы Damen в 1992 году. Сжатые сроки, недостаток вы-

числительной техники, практическое отсутствие в то время специализированных судостроительных приложений, небольшой опыт работы пользователей в AutoCAD полностью компенсировались универсальностью, открытостью системы и легкостью разработки программ в AutoLISP. Был своевременно разработан весь объем деталей корпуса, включая обшивку, получены все данные для изготовления постелей, гибочной и сборочной оснастки. В ходе работ удалось создать ряд эффективных приложений автоматизации плазовой подготовки. Интересной особенностью формы корпуса буксира была ее высокая технологичность, основанная на принципе использования поверхностей (цилиндрических, конических и линейчатых), точно разворачиваемых на плоскость. Использование этой особенности на базе специально разработанного в AutoLISP программного обеспечения развертки деталей позволило сократить сроки плазовых работ, обеспечить требуемое качество при сборке, а также внедрить новую технологию гибки с использованием образующих, определяемых в AutoCAD.

Итог работ показал, что наилучшие результаты достигаются только при интеграции проектирования и плазово-технологической подготовки. Первым шагом на этом пути стало использование чертежей, выполненных по правилам "точной геометрии", и унификация конструкций.

Другим направлением автоматизации плазовых работ было использование информации базы данных программы формирования спецификаций корпусных чертежей. Использование базы упростило оформление карты технологического процесса на обработку детали, а AutoCAD обеспечил вставку детали на поле бланка с одновременным расчетом и простановкой габаритных размеров, контрольных диагоналей и периметра детали. Кроме того, были разработаны программы, позволяющие изменять контур деталей с учетом припусков и сварочных зазоров, рассчитывать и проставлять разделки кромок под сварку с использованием справочника узлов сварки, определять маршрут обра-

ботки детали в корпусообрабатывающем цехе. В полном объеме такая работа впервые была проделана на проекте самоподъемной платформы "Арктическая".

К 1996-му (то есть всего за три года) на базе перечисленных программных решений и AutoCAD 12-й версии сложилась вполне логичная и цельная система, интегрированная с технологической и плазовой подготовкой производства, организационно оформленная соответствующим положением. Объем программного кода, написанного в основном на AutoLISP, составлял к этому времени несколько десятков тысяч строк.

Жесткие контрактные сроки строительства надводных судов подвигали к поиску и новым подходам в организации конструкторско-технологической подготовки монтажного производства. В 1996 году инженеры ПКБ приступили к разработке и внедрению приложения для трехмерного моделирования трубопроводов в AutoCAD 12-й версии. Создание электронной модели рассматривалось как альтернатива натурному макетированию трубопроводов на судне. Перспективность этого направления была очевидна. Во-первых, компьютерное моделирование позволяло исключить часть технологических операций, выполняемых на стапеле, и тем самым сократить продолжительность строительства судов. Во-вторых, появилась возможность с максимальной эффективностью задействовать имеющийся парк трубогибных станков с числовым программным управлением.

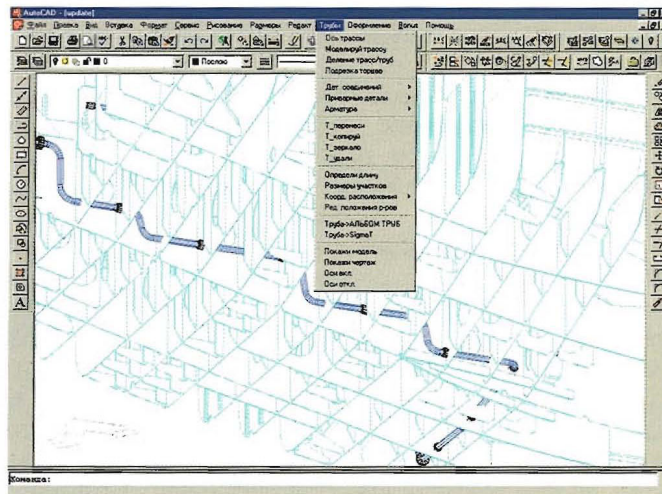
Для успешного решения поставленной задачи и скорого получения практических результатов понадобилось создать приложение, не требующее от пользователей большого опыта работы с AutoCAD. В процессе плановой разработки чертежей были написаны и внедрены в промышленную эксплуатацию основные AutoLISP-функции; за пять последующих лет они не претерпели принципиальных изменений. Модель трубопровода, состоящая из окружностей и 3М-сетей, строится в координатах судна в логичной для инженера-механика последователь-

ности. Основные этапы построения модели:

- пробивка осевой линии трассы трубопровода;
- ввод исходных данных для трассы (наружный диаметр, радиус гибки, минимально допустимая длина прямого участка трубы);
- автоматическое моделирование трубопровода с проверкой выполнения условий гибки;
- разбивка трассы на отдельные трубы;
- установка деталей соединений.

С помощью специальных функций редактирования выполняются подрезка и удлинение труб, копирование, перемещение и зеркальное отражение. При необходимости все элементы модели трубопровода могут быть автоматически преобразованы в твердые тела.

Впервые появилась возможность объединить в одном пространстве трубопроводы различных систем и выполнить необходимые проверки их взаимного расположения. На рисунке показан экран AutoCAD с трехмерной моделью полного комплекта систем буксира.



При построении модели автоматически генерируются графические элементы изометрического чертежа трубопровода, благодаря чему на моделирование и последующую разработку конструкторской документации требуется

времени не больше, чем на обыч-

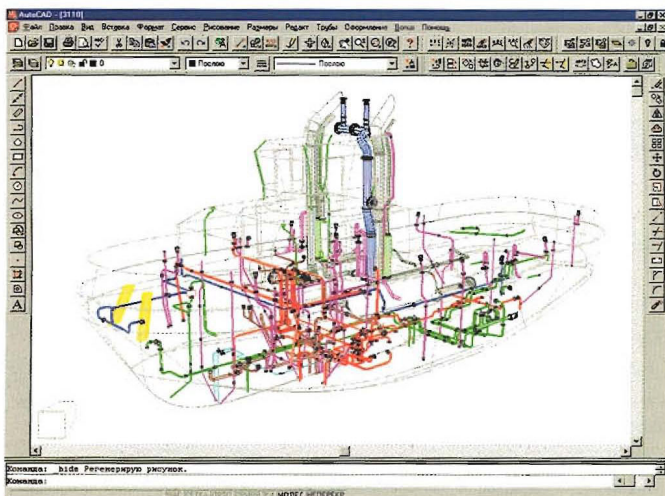
связанных со строительством судов. Это, например, обустройство нефтедобывающих месторождений, строительство МЛСП "Приразломная", проектирование и изготовление установок для очистки воды.

Вообще надо отметить, что в условиях СЕВМАШа разработка программного обеспечения и развитие САПР неотделимы от производственной программы и текущих задач.

Вот и следующий значительный прорыв в технологии использования AutoCAD связан с проектированием и строительством на СЕВМАШе платформы для добычи нефти на месторождении "Приразломное". В свое время (планируется, что установка платформы на месторождении произойдет в 2005 году) это будет грандиозное сооружение — стальной остров, установленный на дно Баренцева моря.

МОРСКАЯ ЛЕДОСТОЙКАЯ СТАЦИОНАРНАЯ ПЛАТФОРМА "ПРИРАЗЛОМНАЯ"

Добыча нефти: до 180 тыс. баррелей (22 тыс. т) в сутки
 Количество скважин: 48
 Объем нефтехранилищ: 127 000 м³
 Персонал: 160 чел.
 Габариты: 126 x 126 x 91 м
 Вес платформы: 85 000 т
 Срок службы: 25 лет



ные "плоские" чертежи.

Система моделирования трубопроводов широко используется сейчас и на других направлениях деятельности СЕВМАШа, не

Заказчик МЛСП "Приразломная" — АО "Росшельф". Генеральным проектантом проектных работ

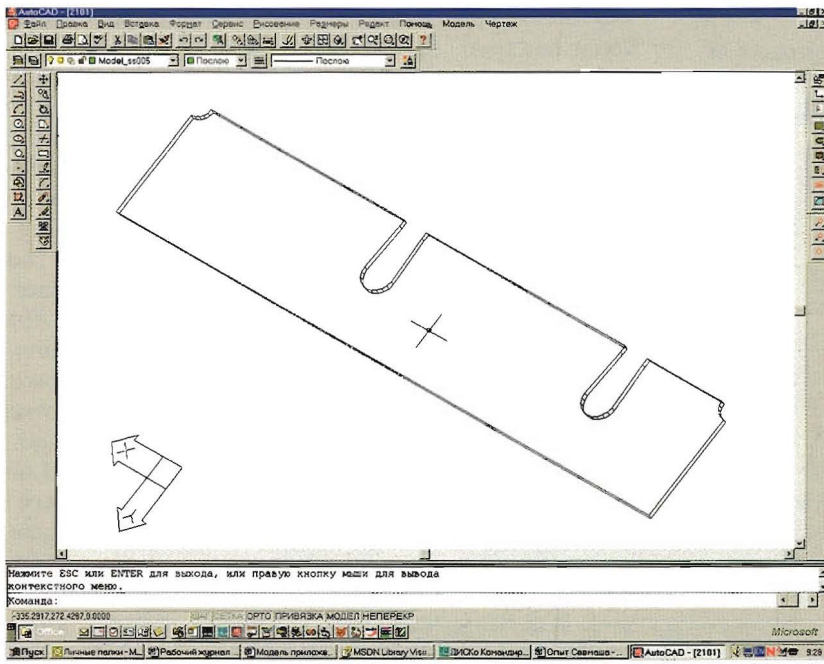
на кессоне (основании платформы) является компания Haliburton Brown&Root (офис проектного бюро в Лондоне), имеющая большой опыт в проектировании морских платформ для добычи нефти и газа по всему миру. Как и положено такой компании на Западе, она великолепно оснащена программными и аппаратными средствами, имеет высококвалифицированный персонал, владеющий этими средствами. Первоначально для проектирования кессона платформы Brown&Root предложила использовать собственную CAD-систему TRITON, которая представляет собой специально "заточенную" для трехмерного моделирования оснований морских платформ систему EUCLID. Предполагалось, что данные трехмерного моделирования TRITON будут передаваться конструкторам СЕВМАШа для оформления в AutoCAD рабочих чертежей в привычном для СЕВМАШа и принятом в России виде, а также для использования в плазовой подготовке производства. Но уже первые тонны конструкции, смоделированные в TRITON, показали чрезмерную трудоемкость и соответствующую стоимость проектных работ. Моделировщики Brown&Root явно не справлялись с рабочим графиком, хотя и работали более чем напряженно. Из-за высокой стоимости проектирования (в которую, кстати, включается стоимость аренды системы и рабочих станций Silicon Graphics) заказчик оказался не в состоянии оплачивать проект и потребовал разработки мероприятий по снижению стоимости проектных работ. Причина неудачи TRITON в том, что эта система была специализирована на моделировании оснований морских платформ, но совсем другой, чем у МЛСП, конструкции. Основания, которые моделирует

TRITON, представляют собой ферменную опору из труб, так называемый джексет. А число деталей, каждая из которых в модели TRITON имеет твердотельное представление, в конструкции кессона МЛСП "Приразломная" на два порядка больше, чем в джекете. К тому же эти детали плоские. Применяемая Brown&Root методология получения детали в твердотельном представлении требовала использования булевых операций с твердотельными примитивами, одни из которых выступали в качестве заготовки, а другие — как инструмент, вычитающий из заготовки лишний объем. Заготовки и инструменты сохранялись в базе данных и структурно организовывались в виде дерева. Такая методология обеспечивает исключительную гибкость модели при внесении изменений в конструкцию (достаточно изменить параметр инструмента — и результирующая форма детали меняется автоматически), однако это очень накладно для ресурсов рабочей станции и локальной сети, трудоемко для пользователей. В результате проектант решил отказаться от использования TRITON на проекте кессона, а для выпуска рабочих чертежей ограничиться AutoCAD, используя его в качестве "электронного кульмана".

Но для специалистов СЕВМАШа общение с трехмерным моделирова-

нием на этом не закончилось: возникла идея провести трехмерное моделирование в AutoCAD (к тому времени была уже приобретена 13-я версия). Ранее при передаче геометрической информации из TRITON через DXF передавались контуры плоских деталей. Эти контуры после некоторой обработки и превращения в полилинии AutoCAD использовались и для оформления чертежа, и для раскроя металла. Контуры передавались в координатах кессона и при загрузке в общий DWG-файл создавали вполне правдоподобное изображение модели. Толщина детали могла эмулироваться высотой полилинии (высота — в терминах AutoCAD).

При необходимости такое условное представление легко преобразуется в полноценное твердотельное. Разумеется, чтобы реально обеспечить условия, необходимые для трехмерного моделирования, предстояло решить множество задач — таких, как представление внутренних вырезов в общей группе полилиний детали, создание для пользователей набора программных инструментов, эмулирующих работу с полилиниями как работу с твердотельной моделью. Интересным решением оказалось создание алгоритма и программной процедуры распознавания контуров и автоматического присвоения одинаковым контурам общего обозначения — унификации. Другой проблемой была интеграция геометрической, числовой и текстовой информации, которая могла быть приписана контуру конкретной детали. Здесь AutoCAD может предоставить программисту различные возможности: это и SQL-интерфейс с внешними базами данных, и атрибуты блоков, и расширенные данные примитивов. Для хранения текстовой информации решено было ис-



Новости

SOLIDCAM 2000 на русском языке

Компания Consistent Software, авторизованный дистрибьютор CADTECH, начала поставки новой версии пакета SOLIDCAM 2000 на русском языке! Все разделы программного продукта, предназначенного для 3D-моделирования и генерации управляющих программ для фрезерных и токарных станков с ЧПУ, имеют русскоязычный интерфейс.

SOLIDCAM 2000 — мощный инструмент получения управляющих программ для станков с ЧПУ при обработке деталей, содержащих сложную поверхностную или твердотельную геометрию. SOLIDCAM обеспечивает 2,5- и 3-осевую фрезерную обработку с гарантированным отсутствием "подрезов", токарную обработку тел вращения, визуализацию процесса резания с имитацией удаления материала.

SOLIDCAM 2000 имеет собственную систему твердотельного и поверхностного моделирования на базе ACIS, но может функционировать как интегрированное приложение Autodesk Mechanical Desktop R5 или AutoCAD 2000.

SOLIDCAM обладает мощными средствами для создания и редактирования математических моделей, что дает инженеру-технологу необходимый набор инструментов на его рабочем месте. Модели могут быть созданы комбинацией твердотельных примитивов и NURBS-поверхностей.

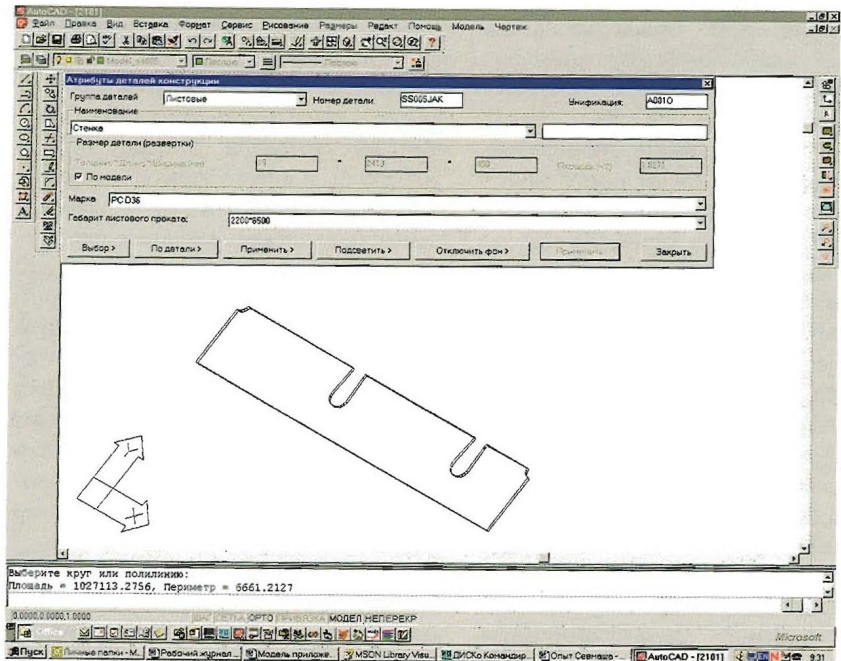
Предлагается широкий выбор стратегий черновой, получистовой и чистовой механообработки как отдельных поверхностей, так и сложных твердотельных моделей. Визуализация траектории инструмента возможна в "проволочном" представлении с кадровым перемещением фрезы либо в полутонной заливке с имитацией удаления материала. Для каждого кадра управляющей программы выводятся сведения о режимах резания и времени обработки.

Модуль токарной обработки позволяет программировать продольные и поперечные перемещения резца при обработке внешних и внутренних контуров тел вращения. Генератор постпроцессоров обеспечивает подготовку управляющих программ для любых станков отечественного или зарубежного производства.

Более подробная информация о пакете SOLIDCAM — на веб-сайте компании Consistent Software <http://www.csoft.ru>.

пользовать в основном расширенные данные полилиний, которые легко связать со всей полилинией и ее отдельным сегментом. Конечно, для того чтобы текстовую информацию было удобно читать и вносить в расширенные данные, требовалось разработать соответствующие программные процедуры. На рисунке показан экран AutoCAD с диалоговым окном такой процедуры.

ками, гнутыми деталями? Ну, во-первых, для представления таких деталей никто не мешает внедрять в облегченную модель и твердотельные объекты. Во-вторых, на основе комбинации объектов облегченного представления можно представлять и профили. Такой опыт имеется. В-третьих, применительно к кессону МЛСП, деталей, которые нельзя представить в облегченном виде, не



Чтобы обеспечить формирование видов чертежа на основе трехмерной модели, был разработан комплект программных процедур. Пересмотрено программное обеспечение для формирования спецификации. Все это было сделано в течение сравнительно небольшой (5-6 месяцев) паузы в проекте, возникшей в 1997 году после требования заказчика снизить стоимость проектных работ. Затем работы возобновились, но трехмерная модель создавалась уже руками конструкторов СЕВМАШа, а скорость продвижения проекта больше не зависела от моделирования конструкции и выпуска чертежей.

Критики облегченного представления трехмерной модели на основе полилиний AutoCAD, конечно же, могут отметить ограниченность этой идеи даже для корпусных конструкций. Как быть, например, с деталями из профильного проката, отлив-

наберется и полпроцента. Зато какие преимущества! На не самом "крутом" PC можно собрать модель с несколькими десятками тысяч деталей, которую проблематично было бы увидеть и на рабочей станции. При этом доступны все качества твердотельной модели. Можно вычислить объем, массу и центр масс. Посчитать площадь поверхности конструкции (сейчас это используется для создания программного обеспечения расчета площадей окраски). Построить любое сечение и определить его геометрические характеристики.

С освоением на проекте МЛСП облегченной модели развитие программного обеспечения не закончилось. Новым достижением стало интегрирование трехмерной модели и структурного представления свойств объектов модели в виде дерева. Решение этой задачи строилось на словарях AutoCAD — своего рода

списках примитивов, хранимых в базе данных AutoCAD и составляемых на основе общности какого-либо свойства. Вообще говоря, в этом качестве может выступать любое свойство, например:

- входимость в сборочные группы: деталь, узел, секция, блок (деревяной сборки);
- марка материала;
- толщина детали;
- код унификации и т.п.

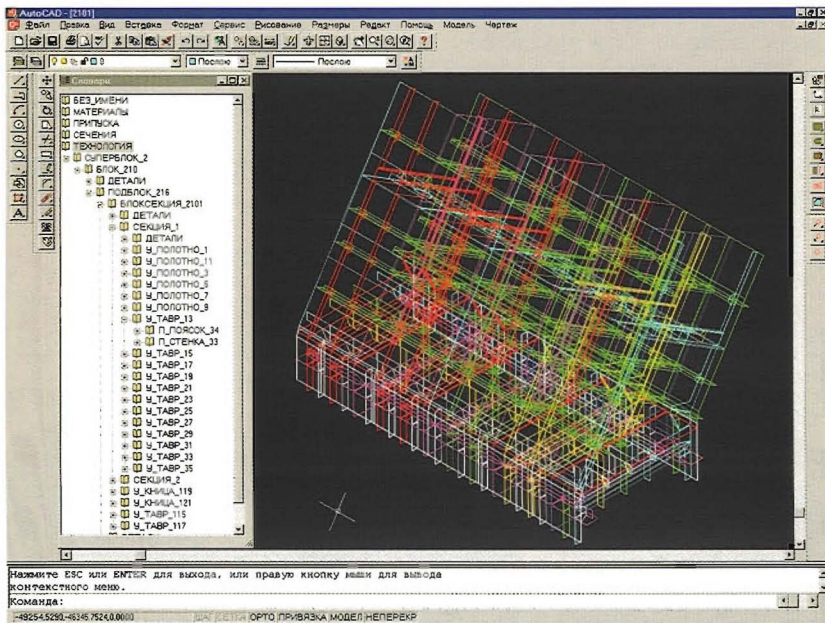
Для создания и управления деревьями в трехмерной модели на основе Object ARX и Visual C создано соответствующее программное обеспечение. Программное сопряжение дерева с распределением полилиний по слоям сделало возможным выборочную подсветку и отображение объектов модели на экране. На рисунке показан экран AutoCAD с раскрытым слева окном дерева сборки.

задачу предварительного раскроя металла. При традиционной плазменной подготовке производства точное количество листов металла определялось по результатам раскроя после выпуска и передачи на плазменные чертежи. Часто приходилось вводить дополнительные стыки или изменять их расположение в конструкции, менять габариты листов в заказе металла и состав технологических альбомов. На базе дерева сборки было разработано программное обеспечение, позволяющее в автоматизированном режиме выполнять раскрой без ручной выборки деталей. Для обеспечения автоматической выборки заранее, с помощью специальных программных процедур, формируется таблица альбомов, где определяется, детали каких сборочных единиц и по каким чертежам должны быть раскроены и вырезаны одно-

логовое окно, позволяющее выполнить автоматизированный раскрой любого из предложенных типоразмеров. Автоматизированный раскрой выполняется во внешней программе, результаты раскроя возвращаются в AutoCAD. В графическом поле AutoCAD появляются сразу все сформированные карты раскроя. При необходимости можно, не выходя из AutoCAD, изменить габариты листа или состав запуска, повторно выполнить раскрой и в результате добиться оптимальной раскладки деталей.

Все эти операции могут выполняться еще на стадии моделирования конструкции, то есть до распечатки чертежей, что позволяет своевременно оптимизировать конструкцию по критерию коэффициента использования металла и учесть необходимые изменения в заказных ведомостях.

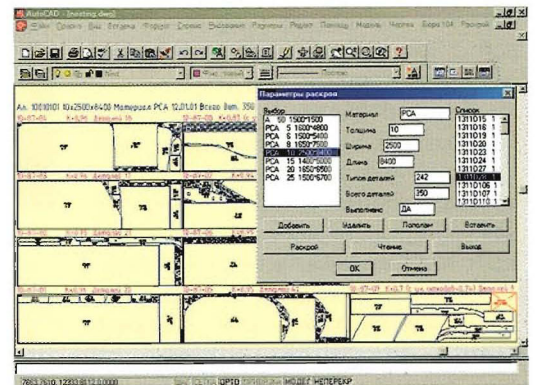
Для выполнения раскроя требуется учесть сборочные припуски на теоретических контурах деталей. Система позволяет включить в модель положение монтажных припусков с указанием их величины, а также определить группы деталей с припусками. В процессе раскроя система анализирует необходимость задания припуска на кромках деталей и соответствующим образом изменяет их контур. Во время раскроя автоматически выполняется и развертка деталей с цилиндрической погибкой. Если же лист обшивки имеет сложную пространственную кривизну, он разворачивается и включается в модель в развернутом виде предварительно. На рисунке — экран AutoCAD с картами раскроя и диалоговым окном для установки параметров раскроя.



Очень ценным было получение возможности комфортно строить дерево сборки, вставлять, удалять и перемещать узлы дерева, назначать узлам атрибуты, контролировать еще не учтенные в дереве детали. На основе выстроенного дерева сборки легко формируется информация для спецификации — с правильным группированием и сортировкой позиций и подсчетом количества одинаковых деталей.

Включение в модель дерева сборки позволило рационально решить

временно. На СЕВМАСе такое группирование называют запуском. Требуемый альбом выбирается из предлагаемого программой списка. Программа последовательно загружает файлы с моделями конструкций по соответствующим чертежам, с помощью дерева сборки выбирает детали, входящие в заданные сборочные единицы, сортирует их по марке материала, толщине и габариту листов и выдает диа-



Использование уникальных восьмизначных имен деталей позволяет получить карты раскроя на этапе проектирования еще до оформления чертежа. Когда чертеж оформлен и сверен с картами раскроя, формируется маршрут вырезки деталей.

Представление контуров деталей в виде полилиний AutoCAD, идеально отвечающих требованиям преобразования их в маршруты резки и управляющие программы, позволило оптимальным образом решить и эти задачи. Разработанное программное обеспечение позволяет не только получать маршруты резки и управляющие программы, но и редактировать уже готовые управляющие программы — загружать маршрут вырезки в AutoCAD, удалять, вставлять и заменять детали, задавать перемычки, менять точки входа в контур детали и многое другое. В результате есть возможность быстро получить новый файл с исправленной управляющей программой резки деталей.

После определения номеров позиций чертежа можно уже выполнять подготовку карт технологического процесса корпусообрабатывающего цеха. Поскольку в модели имеется вся информация о геометрии деталей и все текстовые данные спецификации, разработанные программы позволили формировать плазовые эскизы в автоматизированном режиме, не дожидаясь окончательного оформления чертежа и спецификации.

Программа формирования плазовых эскизов постоянно совершенствуется. Трехмерное моделирование позволяет обеспечить в автоматическом режиме простановку на поле детали ориентирующих надписей, расположение на эскизе профильных деталей в соответствии с технологическими правилами, развертку деталей с фланцами, задание требуемых размеров и многое другое.

Формирование всех необходимых данных для сборки выполняется также с использованием модели корпусных конструкций. В дополнение к традиционным контуровочным и проверочным эскизам в среде AutoCAD, готовятся управляющие программы для машины "Telereh" (фирма ESAB), выполняющей разметку и дробеструйную об-

работку мест установки набора на плоских секциях. Работающее в AutoCAD программное обеспечение позволяет в автоматизированном или интерактивном режиме формировать маршрут разметки, зачистки линий и маркировки надписей с учетом всех особенностей станка.

Уровень развития трехмерного моделирования сейчас таков, что конструкторов и технологов уже не нужно уговаривать (как это случилось раньше) строить трехмерные модели. Преимущества новой методологии очевидны всем. Выполнение проектных работ и технологическая подготовка производства для верфи на базе трехмерного моделирования стали для СЕВМАШа стандартными. Кроме "Приразломной", трехмерное моделирование успешно применено на проектах буксиров, строящихся на СЕВМАШе для голландской фирмы Damen, и технического проекте погрузного понтона.

Распространение идей моделирования на другие дисциплины, а также развитие его на освоенных направлениях связывается на СЕВМАШе с планами upgrade 27 лицензий существующей 14-й версии на AutoCAD

2000i и приобретением дополнительных лицензий.

Иногда нас спрашивают: "Зачем вы наращиваете число лицензий AutoCAD, если одновременно внедряете или планируете внедрять "тяжелые" системы?" Ответ прост. "Тяжелые" системы необходимы прежде всего в "тяжелых" ситуациях, которых не так уж и много в повседневной жизни проектного бюро. Можно прилично сэкономить, оставив ограниченное число лицензий "тяжелой" CAD для особо сложных работ и оснатив основную массу рабочих мест недорогим и в то же время эффективным AutoCAD'ом.

Но чтобы сделать AutoCAD эффективным, нужно хорошо его изучить, проявить творческую фантазию и очень много потрудиться. Только после того как созданные программы принесут существенный и видимый всем эффект, можно объявить эти программы системой САПР и дать ей имя. На СЕВМАШе такая автоматизированная система проектирования и технологической подготовки производства называется САПР "Бриз".



Разработчики САПР "БРИЗ" и авторы этой статьи.

Сидят (слева направо): *Дмитрий Олегович Острокопытов* — начальник отдела САПР ПКБ "Севмаш", *Антон Сергеевич Шарухин* — инженер-конструктор 3-й кат. отдела САПР; стоят (слева направо): *Владимир Николаевич Виниченко* — зам. начальника отдела САПР, *Анатолий Владимирович Кобелев* — начальник бюро отдела САПР, *Александр Алексеевич Петров* — инженер-программист 1-й кат., руководитель группы, *Владимир Александрович Кукушкин* — зам. начальника отдела судовых систем по САПР.