

# CAD *master*

ЖУРНАЛ  
ДЛЯ ПРОФЕССИОНАЛОВ  
В ОБЛАСТИ САПР

2(42)'2008

[www.cadmaster.ru](http://www.cadmaster.ru)

**СОЗДАНИЕ  
ЕДИНОЙ СРЕДЫ  
ПРОЕКТИРОВАНИЯ  
В ОАО "КБСМ"**

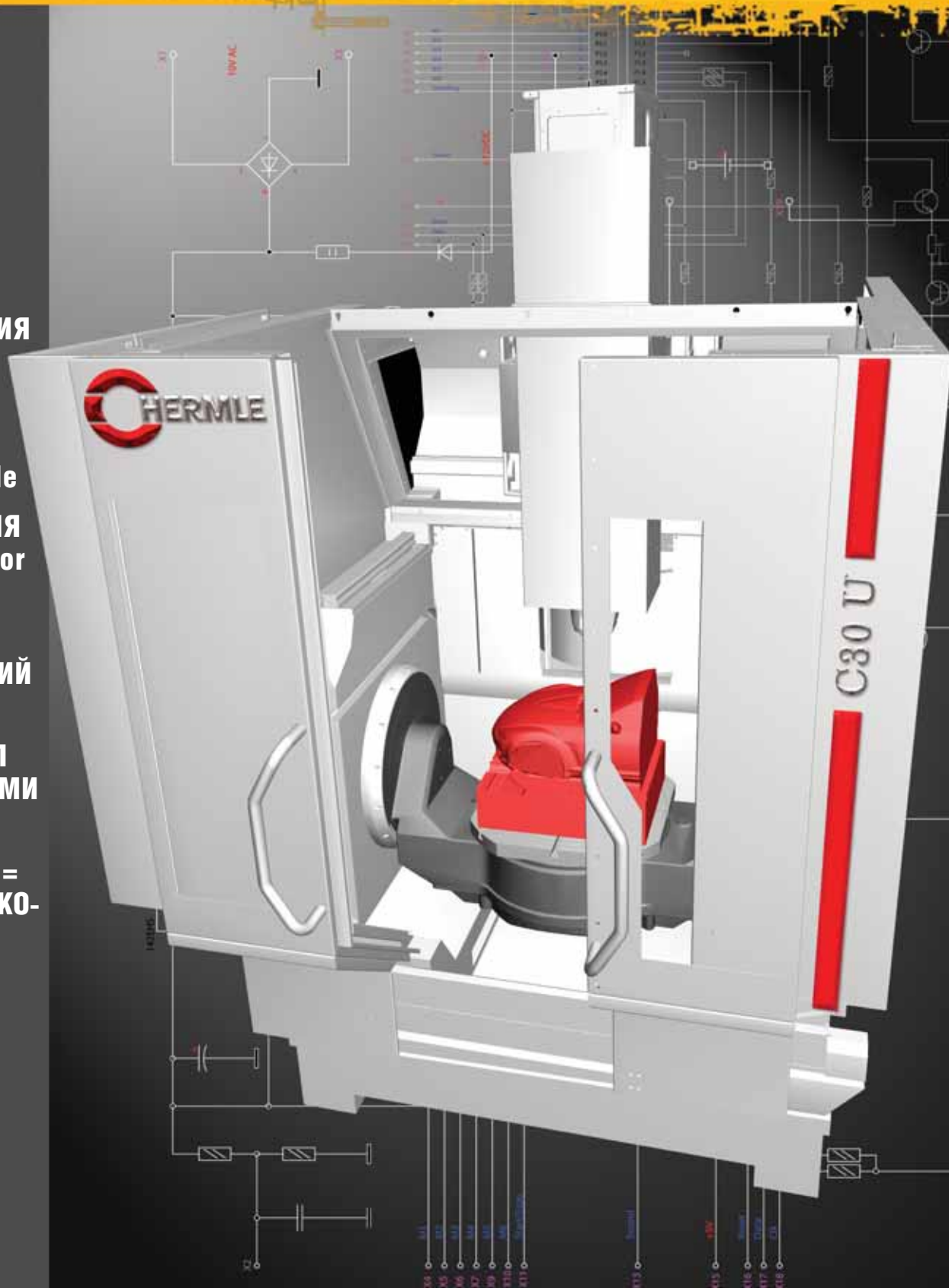
**Unigraphics,  
VERICUT  
И СТАНКИ Hermle**

**InventorCAM для  
Autodesk Inventor**

**ВИРТУАЛЬНЫЕ  
ТЕХНОЛОГИИ  
ПОИСКА РЕШЕНИЙ**

**СОВРЕМЕННОЕ  
СОСТОЯНИЕ ДЕЛ  
С ЭЛЕКТРОННЫМИ  
АРХИВАМИ**

**Canon + Context =  
СИСТЕМА ШИРОКО-  
ФОРМАТНОГО  
КОПИРОВАНИЯ**



you can  
**Canon**



iPF610

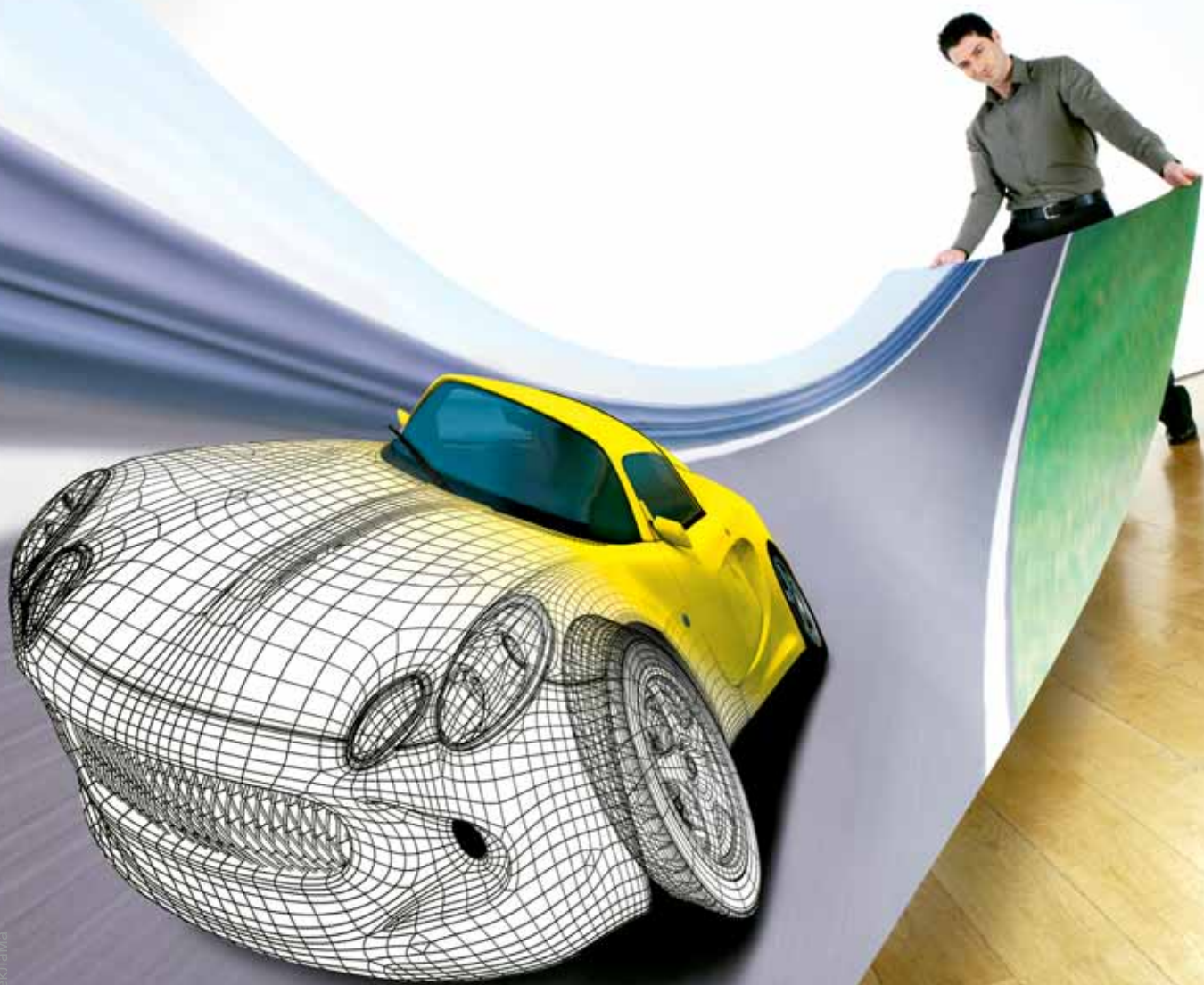


iPF710

Великолепный дизайн требует безупречной подачи. Именно поэтому Canon создал для Вас линейку новых широкоформатных принтеров, которые ни в чем не ограничат Вашу фантазию. Черные пигментные чернила обеспечат идеальную четкость тонких линий. А высочайшая в данном классе принтеров скорость – 56 секунд для формата A0 и 33 секунды для A1 – еще раз покажет, на что способны принтеры Canon.

Узнайте больше о цветных широкоформатных принтерах Canon, включая 24" iPF610 и 36" iPF710: [www.consistent.ru/canon](http://www.consistent.ru/canon).

## Масштабы впечатляют



Реклама

Исключительное качество печати гарантировано только при использовании оригинальных чернил и бумаги для струйных принтеров Canon.

**ВЫ МОЖЕТЕ**



**ImagePROGRAF**

**ИМИДЖПРОГРАФ**

# СОДЕРЖАНИЕ

## Лента новостей

## Календарь событий

3

## ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### Дискуссия

Лекарство от жадности

4

### Событие

Время 2009-х

8

Пользователи всех стран, соединяйтесь!

10

### Образование и повышение квалификации

Программные продукты Autodesk и CSoft Development — технологическая платформа для студентов технического университета

12

### Комплексная автоматизация

Концепция создания единой среды проектирования как первый этап обеспечения жизненного цикла изделий. Опыт ОАО "КБСМ"

16

### Машиностроение

Unigraphics, VERICUT и станки Hermle

22



Немного о "настройщиках роялей" для конструкторов

28

Autodesk AliasStudio — сплав дизайна и технологии. Продолжение темы

33

Применение модуля Dynamic Simulation Autodesk Inventor для решения задач судостроения

36

InventorCAM для Autodesk Inventor

42

## АППАРАТНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### Системы широкоформатного копирования

Canon + Contex = система широкоформатного копирования

108

### Сканеры

Современные стандарты сканирования

110

Сообщество SolidCAM.

Продолжение знакомства

54

О современных технологиях передачи управляющих программ на стойки УЧПУ

62

COPRA RollForm: когда качество решает всё

68

Виртуальные технологии поиска решений.

Переход на новые материалы

в ЗАО "Связьстройдеталь"

72



Новая жизнь старых изделий: модернизировать стало легче!

80

Техтран — сверление трубных досок

84

### Электротехника

Совместное использование ElectriCS Storm и ElectriCS Light при проектировании молниезащиты и наружного освещения

88

### Электронный архив и документооборот

Современное состояние дел с электронными архивами

92

### Гибридное редактирование и векторизация

Гибридные технологии Raster Arts. Актуализация планшетов

98

### Архитектура и строительство

Project Studio<sup>CS</sup> КСК 1.3

104



## Главный редактор

Ольга Казначеева

## Литературные редакторы

Сергей Петропавлов,

Геннадий Прибытко,

Владимир Марутик

## Корректор

Любовь Хохлова

## Дизайн и верстка

Марина Садыкова,

Елена Чимелене

## Адрес редакции:

117105, Москва,

Варшавское ш., 33

Тел.: (495) 363-6790

Факс: (495) 958-4990

[www.cadmater.ru](http://www.cadmater.ru)

## Журнал зарегистрирован

в Министерстве РФ по

делам печати, телерадио-

вещания и средств мас-

совых коммуникаций

## Свидетельство

о регистрации:

ПИ №77-1865

от 10 марта 2000 г.

## Учредитель:

ЗАО "ЛИР консалтинг"

117105, Москва,

Варшавское ш., 33

Сдано в набор

6 мая 2008 г.

Подписано в печать

12 мая 2008 г.

## Отпечатано: Фабрика

Офсетной Печати

Тираж 5500 экз.

Полное или частичное воспроизведение или размножение каким бы то ни было способом материалов, опубликованных в настоящем издании, допускается только с письменного разрешения редакции.  
© ЛИР консалтинг



## Consistent Software Distribution расширяет ассортимент бумаги для струйной печати от фирмы Océ

Consistent Software Distribution начинает поставки расширенного ассортимента бумаги для задач САПР.

- IJM 005 Océ Draft Paper 75 г/м² – немелованная белая бумага для монохромной и цветной черновой печати. Это экономичная бумага для цветной и монохромной печати линий и рисунков с простыми заливками.
- IJM012 Océ Draft Plus Paper 80 г/м² – немелованная белая бумага для монохромной и цветной черновой печати. Эта недорогая бумага для широкоформатных струйных принтеров используется при печати цветных и черно-белых пробных и рабочих документов с небольшими заливками.
- IJM021 Océ Standard Paper 90 г/м² – немелованная белая гладкая бумага для монохромной и цветной печати. Превосходно подходит для широкоформатных струйных принтеров, используется для печати рабочих документов различного типа. Является бюджетной альтернативой бумаге класса "Премиум", обладает повышенной надежностью, необходимой для рабочей документации.
- IJM113 Océ Premium Paper FSC 90 г/м² – мелованная гладкая бумага для монохромной и цветной печати высокого качества. Предназначена для печати цветных документов с большим процентом заполнения чернилами. Обеспечивает превосходный контраст и яркость цветов, хорошо подходит для презентационных документов.
- IJM123 Océ Premium Paper FSC 130 г/м² – мелованная высококачественная гладкая бумага для монохромной и цветной печати презентаций.

### Компания Océ объявила о начале поставок бумаг форматов ГОСТ в Россию

Теперь российским пользователям доступен полный спектр бумаг в рулонах форматов ГОСТ. Бумага выпускается под маркировкой Océ Top Label, относится к материалам премиум-класса, имеет однородную структуру, гладкую матовую поверхность и отличается высокой степенью белизны. Стабильная толщина и низкое содержание хлора гарантируют долгий срок службы ресурсных деталей плоттеров и копировальных аппаратов.

Краткое описание:

- формат A3: бумага Océ Top Label Paper ECF, 75 г/м², 0,297x175 м (99671874)
- формат A2: бумага Océ Top Label Paper ECF, 75 г/м², 0,42x175 м (99671875)
- формат A1: бумага Océ Top Label Paper ECF, 75 г/м², 0,594x200 м (99671307)
- формат A0: бумага Océ Top Label Paper ECF, 75 г/м², 0,841x200 м (99671862)

Обратите внимание, что бумага форматов A1 и A0 поставляется в 200-метровых рулонах.

### Компания Contex получила четыре звезды по рейтингу BERTL "Очень рекомендовано"

Рейтинг BERTL "Очень рекомендовано" означает, что при проведенных испытаниях устройство показало исключительную производительность и обладает характеристиками, которые за самый короткий срок позволяют окупить вложенные в него средства. Сканеры Contex Crystal G600, Cougar G600, Chameleon G600 и Chroma G600 получили высокий рейтинг благодаря простоте установки, настройки и использования. Кроме того, эксперты BERTL отметили, что сканеры и прикладное программное обеспечение представляют абсолютно полное решение для сканирования широкого диапазона документов профессиональной графики.

Говорит Нэйл Аппель, вице-президент Contex по маркетингу и продажам: "Получение рейтинга 4 звезды от BERTL – это нечто большее чем просто награда. Это признание того, что мы достигли высочайшего уровня производительности, качества и надежности, требуемых экспертами BERTL, которые в свою очередь представляют интересы основного круга наших клиентов".

Вот уже более 15 лет компания BERTL Inc. является одним из самых надежных источников в области независимой объективной оценки и сравнительного анализа цифровых устройств обработки изображений и документооборота. Протестировав в общей сложности более 5000 устройств от основных производителей, BERTL обладает наиболее полной базой обзоров, отчетов и результатов тестов по копирам, принтерам, МФУ, промышленным и офисным сканерам, широкоформатным устройствам, факсам и цветным печатным устройствам.

Более подробная информация о компании BERTL – на сайте [www.bertl.com](http://www.bertl.com).

### Завершена разработка программного комплекса ПланКАД

Сотрудники компании CSoft совместно со специалистами ФГУП "Ростехинвентаризация – Федеральное БТИ" досрочно завершили разработку программного комплекса ПланКАД. ПланКАД является специализированной системой автоматизированного проектирования, предназначенной для выполнения камеральных работ в сфере технической инвентаризации объектов недвижимости. Система позволяет значительно сократить время, необходимое для подготовки поэтажных и ситуационных планов, а также существенно повысить качество выпускаемой документации.

Начатые в марте 2006 года работы по созданию информационной системы планировалось завершить в декабре 2008-го, но благодаря профессионализму и слаженной работе команды специалистов исполнителя и заказчика время разработки программы удалось сократить.

## NormaCS используется ведущей проектной организацией Казахстана

В середине апреля информационная система по нормативным документам NormaCS успешно запущена в промышленную эксплуатацию в крупнейшей проектной организации Республики Казахстан – Проектной академии "KAZGOR". Проект был реализован группой компаний CSoft.

Необходимость использования современной электронной базы данных нормативных документов в ПА "KAZGOR" обусловлена спецификой ее деятельности. "KAZGOR" является крупнейшей в Республике Казахстан организацией, разрабатывающей масштабные проекты застройки городов Казахстана, России и других стран СНГ. Кроме того, "KAZGOR" – это единый специализированный центр, получивший право на разработку и издание строительных нормативов, применяемых в Республике Казахстан.

Условия цивилизованного рынка требуют от производителей продукции и услуг гарантии качества и безопасности, что подразумевает обязательное соблюдение принятых в отрасли норм и стандартов. Это особенно важно для отраслей, связанных с жизнью и безопасностью людей, таких как строительство, здравоохранение, пищевая промышленность и т.д. Для соблюдения норм необходим постоянный мониторинг новых документов и вносимых изменений, что требует от компании больших временных и финансовых затрат, связанных с поиском и приобретением нормативов и бюллетеней. Все это ложится дополнительной нагрузкой на сотрудников и осложняет проектирование объектов строительства.

Специалистам ПА "KAZGOR" требовалось оптимальное решение, которое не только облегчало бы поиск необходимых документов и обеспечивало сокращение затрат, но также давало уверенность в точности, актуальности и полноте требуемой информации, поскольку деятельность компании связана с безопасностью для жизни и здоровья большого числа людей. Поэтому выбор информационной системы по нормативным документам NormaCS был не случаен. Программа содержит более 40 тысяч полнотекстовых документов и предназначена для хранения, поиска и отображения текстов и реквизитов нормативных документов, а также стандартов – в том числе и межгосударственных, регламентирующих деятельность предприятий различных отраслей промышленности. NormaCS – единственная система, содержащая аутентичные тексты документов, что гарантирует их подлинность и достоверность.

"Работа проектировщика связана с повышенной ответственностью, поскольку за результат своей деятельности он отвечает своей судьбой. А результат во многом зависит от того, насколько специалист обеспечен полной и достоверной информацией – документами, необходимыми ему для работы, – говорит директор Инфотехцентра ПА "KAZGOR" Валентина Ивановна Слюсарева. – Использование NormaCS дает нашим специалистам возможность получать нужные нормативы и обновления в автоматическом режиме, существенно сокращая временные и финансовые затраты компании, что обеспечивает удобство использования и расширяет возможности пользователей".

- выставка
- мастер-класс
- семинар
- конференция
- форум
- олимпиада
- конкурс
- фестиваль



<b>Российский архитектурно-строительный форум</b>	Нижний Новгород	20-23 мая	Снежана Шкабенкова	(831) 277-7911 e-mail: sn@csoft.nnov.ru
<b>Информационные технологии проектирования объектов строительства</b> (конференция)	Санкт-Петербург	27-30 мая	Татьяна Денисова	(812) 496-6929 tdenisova@csoft.spb.ru
<b>Преимущества 3D-решений в области геодезии и землеустройства</b> (семинар)	Воронеж	21 мая	Наталья Иванова	(4732) 39-3050 e-mail: marketing@csoft.vrn.ru
<b>Машиностроение</b> (выставка)	Москва	26-30 мая	Наталья Кузякина	(495) 913-2222 e-mail: marketing@csoft.ru
<b>Металлообработка</b> (выставка)	Москва	26-31 мая	Алексей Лебедев	(495) 913-2222 e-mail: marketing@csoft.ru
<b>АрхМосква</b> (выставка)	Москва	28 мая — 1 июня	Наталья Кузякина	(495) 913-2222 e-mail: marketing@csoft.ru
<b>Программное обеспечение для машиностроителей</b> (семинар)	Нижний Новгород	29 мая	Снежана Шкабенкова	(831) 277-7911 e-mail: sn@csoft.nnov.ru
<b>Эффективные технологии автоматизации проектирования-2008</b> (конференция)	Краснодар	10 июня	Виктория Фадеева	(861) 254-2156 e-mail: viktorija@cskuban.ru
<b>МОРИНТЕХ-ПРАКТИК-2008</b> (конференция)	Санкт-Петербург	19 июня	Татьяна Денисова	(812) 496-6929 tdenisova@csoft.spb.ru
<b>Нефть и Газ</b> (выставка)	Москва	23-27 июня	Наталья Кузякина	(495) 913-2222 e-mail: marketing@csoft.ru
<b>Балтийская Строительная Неделя-2008</b> (выставка)	Санкт-Петербург	10-13 сентября	Татьяна Денисова	(812) 496-6929 tdenisova@csoft.spb.ru

# Лекарство от жадности

**Ч**то больше всего волнует хозяина бизнеса? Правильно, "вечные ценности", то есть **ДЕНЬГИ** — ведь он не благотворительностью занимается. Конечно, проще всего когда денег нет совсем. Всем поставщикам, партнерам, клиентам, заказчикам можно тогда спокойно и уверенно заявить — денег нет и не будет. Точка.

Тогда и статью не о чем писать.

Но бизнес идет и **ДЕНЬГИ** все же имеются. Например, проектный бизнес. Оказывается, делать проекты — дело вполне выгодное, хотя и своеобразное. Конечным результатом и рабочим материальным ресурсом здесь выступает интеллектуальный продукт.

Как же распорядиться прибылью?

Заплатил руководитель коммунальные платежи, выдал зарплату сотрудникам, организовал ремонт (или даже построил новое здание), купил офисное оборудование, мебель, а может еще что-то?

## Куда пойдут ДЕНЬГИ?

И решил руководитель наконец-то купить программное обеспечение — как-то не солидно работать на ворованном САПР. Серьезный бизнес требует хорошей репутации.

Но вот проблема: **ДЕНЕГ** вдруг оказывается маловато. Удивительно... Руководитель — грамотный финансист, согласно финансовому плану он выделил часть бюджета на развитие ИТ. Расходы определяются пропорционально: например, запланировано сразу потратить на развитие информационных технологий 15% от общего годового бюджета и затем тратить не менее 5% в год. Это очень хорошая цифра, укладывается в мировые параметры. Руководитель понимает, что для выполнения проектов требуется соответствующее информационно-техническое обеспечение, и выделяет весомую долю средств на развитие.

Вот только в абсолютных цифрах бюджет отечественной проектной организации невелик — страна у нас пока небогатая. И потратить можно только те **ДЕНЬГИ**, что заработал. Не больше. Значит, тратить следует как можно эффективнее.

Теперь будем более конкретными — возьмем для примера среднее архитектурно-строительное проектное бюро численностью 25-50 проектировщиков и попробуем рассчитать затраты на закупку и внедрение информационных проектных технологий.

## Что предлагают за ДЕНЬГИ?

Возьмем обычный, не самый дикий случай, когда требуются постоянные затраты на обновление уже существующих технологий работы и постепенное развитие новых.

В нашем примере проектное бюро уже несколько лет полностью работает в различных САПР, закупило некоторое количество лицензий, часть которых требует обновления (апгрейда). Потребности в обновлении компьютерной техники на данный момент нет — эту статью расходов мы здесь рассматривать не будем.

Вводные параметры — в таблице 1.

Проводится небольшое обследование, которое позволяет установить характер будущей поставки, степень владения определенными компьютерными технологиями, привычку проектировщиков к определенному ПО и другие факторы, определяющие спецификацию для продавца-внедренца. Методика обследования может быть самой разной, наименования программных продуктов — тоже разными, но общий порядок цен примерно будет таким же (табл. 2).

Обследованием установлено, что, используя обычную электронную графику базовых программных продуктов —

Таблица 1. Численный состав бюро

Архитектурная группа	Строительная группа	Группа генплана и благоустройства	Группа подготовки документации	Управление (ГАП, ГИП)
5 специалистов	15 специалистов	10 специалистов	5 специалистов	3 руководителя
ИТОГО: оснащение программным обеспечением 38 рабочих мест				

Таблица 2. Оценка потребности в базовом программном обеспечении

Архитектурная группа	Строительная группа	Группа генплана и благоустройства	Группа подготовки документации	Управление (ГАП, ГИП)
Autodesk 3ds Max (Autodesk) — 3 новые сетевые лицензии, ArchiCAD (Graphisoft) — апгрейд трех сетевых лицензий, Revit Architecture (Autodesk) — 1 новая лицензия	AutoCAD MEP (Autodesk) — 10 новых сетевых лицензий, апгрейд пяти ранее приобретенных локальных лицензий AutoCAD	AutoCAD Civil 3D (Autodesk) — 5 новых сетевых лицензий, апгрейд пяти ранее приобретенных локальных лицензий AutoCAD	AutoCAD LT (Autodesk) — 5 новых лицензий	AutoCAD LT (Autodesk) — 3 новые лицензии
Стоимость:* ~ 780 460 руб.	Стоимость:* ~ 2 084 750 руб.	Стоимость:* ~ 938 700 руб.	Стоимость:* ~ 327 450 руб.	Стоимость:* ~ 196 470 руб.
ИТОГО:* ~ 4 327 830 руб.				

\*За основу взяты широко опубликованные текущие цены на лицензии текущих версий ПО для конечного пользователя. Цены приведены без количественных скидок. Цена апгрейда принимается без подписок. С учетом скидок цена может измениться не более чем на 5%, так как общее количество лицензий невелико. Возможно снизить затраты примерно до 4 111 438,5 руб.

ArchiCAD и AutoCAD, проектное бюро уже полностью исчерпало возможности повышения производительности труда. Для дальнейшего роста требуется ПО более производительное и специализированное.

Поэтому, разумеется, кроме затрат на базовое ПО проектное бюро необходимо предусмотреть затраты и на специализированные программы. Потребность в таком ПО различна даже для проектных бизнесов в рамках одной отрасли: она зависит от профиля деятельности организации, характера и сложности выполняемых работ. Допустим, что наше бюро занимается проектированием и привязкой малоэтажной и среднеэтажной жилой застройки. Посмотрим, в какие **ДЕНЬГИ** это обойдется (табл. 3).

Почему специалисты-проектировщики должны работать в специализированном ПО? Разве не хватает возможностей базовых графических платформ?

Достаточно обычного наблюдения, чтобы убедиться: лидирующие позиции занимают именно те организации, которые помимо обычных программных средств используют и узкоспециализированные.

**Грамотное и умелое использование специализированных программ и есть главное конкурентное преимущество проектной организации!**

Таким образом, приобретая ПО, проектное бюро должно решить две задачи:

- увеличить общее число рабочих мест, оснащенных САПР, обеспечить легитимность своей деятельности и исключить конфликты с законом;
- резко повысить производительность труда сотрудников и их профессиональный уровень.

Несложное сравнение показывает: стоимость базовых САПР-продуктов превышает стоимость специализированных (диаграмма 1). При этом на 50% рабочих мест специализированный софт устанавливается как приложение к базовому. Установка приложения на нелегальный базовый продукт приводит к конфликту с законом.

Это означает, что проектное бюро вынуждено будет потратить **ДЕНЬГИ** не слишком эффективно, в первую очередь закупая малопроизводительное, но крайне дорогое ПО. Совершенно очевидно, что при полной закупке базовых продуктов на остальные **ДЕНЕГ** просто не хватит.

Важный момент: является ли сама по себе закупка ПО окончательной статьей затрат на развитие новых технологий? Конечно, нет. Кроме покупки лицензий следует как минимум позаботиться о качественном обучении специалистов и хотя бы минимальной настройке некоторых программных продуктов. Договориться с поставщиком ПО о таком сервисе несложно. А если поставка и предоставление услуг осуществляются одним и тем же дилером, то и цена на дополнительные услуги, как правило, вполне привлекательна. Можно рассчитывать на некоторые льготы и скидки. Приведем расчет примерной минимальной стоимости таких услуг. При расчете учитывается, что пользователи-проектировщики уже владеют начальными навыками работы в ба-

зовых САПР-продуктах, поэтому акцент потребует сделать на обучении навыкам работы в специализированных программах. Обучение проводится рационально: на каждый курс специалисты попадают после тестирования или предварительного обучения.

К сожалению, поскольку дилер не всегда может обеспечить обучение узкоспециальным программам, некоторых специалистов придется командировать в специализированные учебные центры. В ряде случаев это приводит к удорожанию обучения примерно вдвое, что и учтено в примерном расчете (табл. 4).

Здесь стоит отметить, что затраты на обучение не являются единовременными. Отвлекая сразу множество специалистов, бюро понесло бы большие расходы, а главное — поставило бы под угрозу выполнение рабочего графика проектирования. Поэтому в нашем примере обучение идет постепенно — оно запланировано на целый год после поставки ПО. Это разумный подход, который также позволит экономить **ДЕНЬГИ**.

### Как заставляют тратить ДЕНЬГИ?

Теперь, когда сформулированы задачи развития информационных технологий, определена стоимость поставки программ и сопутствующих услуг, хозяй-

Диаграмма 1. Пропорциональное сравнение затрат на специализированное и базовое ПО

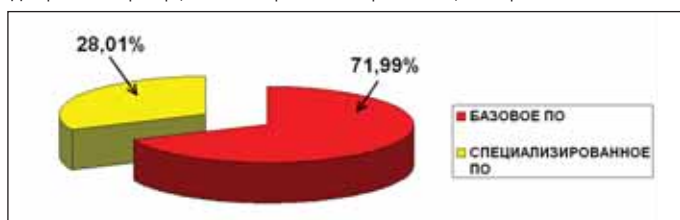


Таблица 3. Оценка потребности в специальном программном обеспечении

Архитектурная группа	Строительная группа	Группа генплана и благоустройства	Группа подготовки документации	Управление (ГАП, ГИП)
VRay плагин для 3ds Max (Chaos) — 3 новые лицензии, Sketch Up (Google) — 4 новые лицензии, Corel Graphics Suite (Corel) — 1 новая лицензия	СПДС GraphiCS (CSoft Development) — 15 новых сетевых лицензий, Project Studio <sup>CS</sup> Конструкции, Фундаменты (CSoft Development) — 5 новых сетевых лицензий, Project Studio <sup>CS</sup> Водоснабжение, Электрика (CSoft Development) — 4 новые сетевые лицензии, апгрейд расчетного комплекса SCAD S64 Office — 2 сетевые лицензии	GeoniCS (CSoft Development) — 5 новых сетевых лицензий, Spotlight Edit (CSoft Development) — 1 новая сетевая лицензия, апгрейд пяти ранее приобретенных лицензий CREDO Генплан, CREDO DAT, CREDO MIX	NormaCS (CSoft Development)	Нет данных
Стоимость:* ~ 113 012 руб.	Стоимость:* ~ 1 273 824 руб.	Стоимость:* ~ 583 250 руб.	Стоимость:* ~ 29 920 руб.	
ИТОГО:* ~ 2 000 006 руб.				

\*За основу взяты широко опубликованные текущие цены на лицензии текущих версий ПО для конечного пользователя.

Для специализированного ПО у продавцов можно добиться существенных количественных скидок. Скидки возможны даже на апгрейды (как форма поощрения лояльности клиента). В целом при данной поставке можно рассчитывать на скидку до 20% от итоговой расчетной суммы — при условии поставки **всего ПО одним поставщиком**. Возможно, даже удастся сторговаться на сумме 1 600 000 руб.



Таблица 4. Оценка стоимости обучения поставленному ПО

Продвинутое обучение базовым продуктам	Базовые курсы по специальным программам	Индивидуальное обучение по расчетно-аналитическим программам	Продвинутое обучение по специальным проектным технологиям (по согласованию с заказчиком)	Обучение администрированию и управлению проектами в программных продуктах
AutoCAD, ArchiCAD, 3ds Max, Revit	AutoCAD MEP, AutoCAD Civil 3D, Project Studio <sup>CS</sup> Конструкции, Фундаменты, GeonICS	Project Studio <sup>CS</sup> Водоснабжение, Электрика, Инженерный анализ стержневых систем в SCAD Office	Моделирование в SketchUp+3ds Max, Создание и управление материалами 3ds Max+Vray	Создание и управление электронным проектом в AutoCAD MEP
Стоимость:* 256 250 руб.	Стоимость:* 1 350 000 руб.	Стоимость:* 480 000 руб.	Стоимость:* 126 700 руб.	Стоимость:* 54 000 руб.
ИТОГО:* 2 266 950 руб.				

\*Расчет затрат производился по рыночным ценам официальных авторизованных учебных центров в 2007 г. со скидками при покупке лицензионного ПО. За основу бралась средняя цена обучения одного специалиста по конкретному указанному продукту (или курсу) в трех городах: Москве, Нижнем Новгороде, Екатеринбурге.

ин проектного бизнеса заглядывает в свой кошелек и планирует затраты. У него есть 15% от годового оборота — сколько это?

Допустим, проектное бюро выполняет заказы примерно на 30 млн. рублей в год (достаточно скромная и реалистичная оценка). Таким образом, на IT-развитие может сразу израсходовать до 4,5 млн. рублей. Но как планируется распределить эти **ДЕНЬГИ**?

Пояснение к диаграмме 2. Как правило, часть **ДЕНЕГ** уходит различным аутсорсинговым компаниям, которые выполняют специализированные работы: осуществляют настройку и администрирование локальной сети, профилактику сервера, обслуживание устройств печати, закупку и поставку расходных материалов и т.д. Крупные проектные организации на этом существенно экономят — выполняют соответствующие работы силами собственных IT-подразделений. Небольшие бюро (наш пример) такого позволить себе не могут, поэтому их затраты на различные виды IT-сервиса относительно велики.

Так что же получается? **ДЕНЕГ** на закупку и внедрение ПО выделяется не так уж и много — остается только 50% от уже скромного бюджета! Как же эффек-

тивно распорядится малой суммой всего в 2 250 000 руб.?

Вот здесь, расталкивая всех локтями, первыми прибегают к пирогу самые "голодные и нуждающиеся" — дилеры крупных софтовых компаний. Их понять можно: ПО, которое они продают, — самое распространенное. Вот только не самое эффективное. Потребители это давно знают и стараются использовать базовое ПО только со специальными приложениями.

Для получения своей доли **ДЕНЕГ** крупными производителями разработан и действует механизм внеэкономического принуждения к затратам. Не хочешь покупать — будут конфликты с законом. Сделано это под прикрытием обеспечения коммерческих авторских прав и международных юридических соглашений. Но почему перед носом у потребителя обязательно нужно размахивать административно-правовой дубиной? Очень просто: а иначе не купит.

Это верно. Потребитель не будет покупать товар (продукт, услугу), цена которого кажется ему неочевидной и необоснованной. Ведь что это за товар, базовое ПО? Нечто вроде автомобиля без колес, без внутренней отделки, без дверей, без... без... — можно продолжать долго. Но есть кузов и двигатель, на которые привинчены товарные знаки и имеются серийные номера. Это всё. Причем за очень большие **ДЕНЬГИ**. Высокая цена "полуфабриката" обосновывается тем, что при

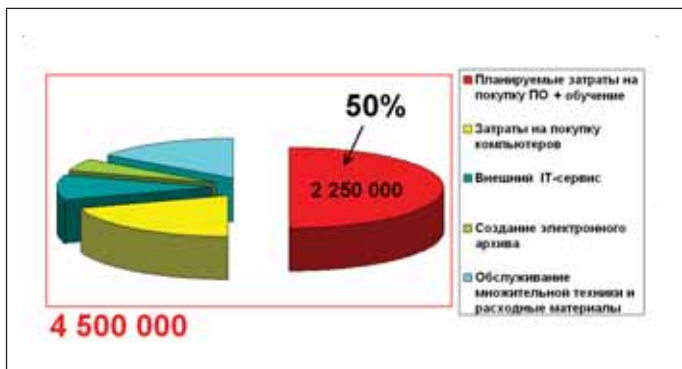
создании этих программ были проведены научно-исследовательские работы, расходы на которые заложены в стоимость лицензии.

Возможно, лет двадцать-тридцать тому назад так оно и было, но сейчас признавать современные массовые САПР-поделки инновационным продуктом не сможет уже никто. Более того, массовые базовые графические платформы — самые консервативные и технологически отсталые программные продукты. Ведь огромная, накопленная за многие годы армия пользователей и не предполагает быстрых и фундаментальных инноваций у софтовой компании международного уровня. А зачастую у небольшой компании просто покупается уже готовый инновационный программный продукт и с использованием всей маркетингово-рекламной мощи биржевого гиганта "продвигается" на рынок.

Разумеется, оскорбления коммерческих, авторских и смежных прав производители товарных знаков и регистраторы серийных номеров никому простить не могут. По меткому выражению одного из пользователей, "пацаны-менеджеры трясут честных очкариков, а кто недоволен, на того наезжают, покаяваясь пальцем на портрет Исаака Ньютона. Мы, мол, его полномочные представители..."

А кто приходит потом, после цепких международных вендоров-мейджоров? Продавцы и производители специализированных программных продуктов. Могут ли они пугать своего клиента овчарками, свистками, погонями, ссылками на заповеди Ветхого Завета? Разумеется, нет. Репутация, качество и функциональность программного продукта — вот основания, по которым потребитель отдает сравнительно небольшие деньги этим разработчикам и про-

Диаграмма 2. Пропорциональное распределение IT-бюджета проектного бюро





давам. Особенно это характерно для расчетно-аналитического софта, ведь за каждым из них стоит не армия менеджеров и юристов, а репутация научной школы, проектной методики. Чем специализированней продукт, тем большим он обладает инновационным и научным потенциалом, но (увы, это объективно) тем менее он распространен. Узких специалистов немного.

Резко отличается у малых софтовых компаний и работа с клиентом. Программы совершенно бесплатно и на длительный срок даются клиентам для испытания и апробации, а специалисты-разработчики стремятся как можно тщательнее консультировать своих заказчиков, часто создавая отдельные релизы специально под их конкретные задачи. Дождаться такого сервиса от крупного производителя нереально. Одним словом, в данном случае **ДЕНЬГИ** поставщиком ПО зарабатываются, а не вымогаются.

### Как надо тратить ДЕНЬГИ?

Прежде всего руководителю проектного бюро нужно понять — монополизма предложения уже нет. Программных продуктов очень много. Много поставщиков. Есть лишь недостаток информации: где, как и каким количеством способов решить свои задачи и в какие **ДЕНЬГИ** это обойдется. Не хватает публичной компетентной сравнительной экспертной оценки таких способов. Очень часто при обсуждении состава поставки, качества продуктов и характера услуг хитрые менеджеры могут вводить заказчика в заблуждение. Вводит в заблуждение и назойливая реклама. Приведем некоторые уловки из арсенала продавцов — и корректные, но твердые возражения.

**Утверждение.** Вам просто необходимо немедленно приобрести определенное количество лицензий на программные продукты. Иначе на выбор: судебное преследование, разорительный штраф, тюрьма, расстрел на месте (нужное подчеркнуть).

**Разумный ответ.** Наша организация будет тратить только те деньги, которые уже запланировала. Мы готовы к долгосрочному сотрудничеству и готовы рассмотреть варианты с постепенной закупкой ПО, рассчитанные на несколько лет. Если этот продавец не согласен идти на уступки, мы выберем другого продавца-поставщика и другие программные продукты.

**Утверждение.** Только этот набор программных продуктов является для потребителя необходимым. Он окончательный и обсуждению не подлежит.

**Разумный ответ.** Выбор программных продуктов будет происходить постепенно, только после тестовой эксплуатации и предварительного обучения наших специалистов. Мы предлагаем продавцу рассмотреть поставку в несколько этапов, корректируя набор продуктов и количество лицензий на каждом этапе поставки.

**Утверждение.** Только предлагаемые вам программные продукты способны работать с нужными форматами файлов. Другие форматы данных либо неполные, либо дефектные.

**Разумный ответ.** Существует достаточно большое количество разнообразных программ, поддерживающих самые распространенные форматы данных САПР. Кроме того, существуют и используются международные межплатформенные стандарты, предназначенные для обмена данными. Это легко решаемый технический вопрос.

**Утверждение.** Эффективно организовать работу с электронными проектами можно только в определенных программных продуктах. Иначе не получится.

**Разумный ответ.** Мы самостоятельно выберем только те программные продукты, которые наиболее подходят для принятой у нас методики и порядка ведения проектных работ. Пусть предлагаемые технологии сначала докажут свою эффективность на практике.

**Утверждение.** Покупать программы нужно строго в определенном порядке. Сначала те, что подороже, и только потом те, что подешевле. Потому что дорогие продукты самые нужные и функциональные.

**Разумный ответ.** Это далеко не так. Мы готовы покупать только эффективные и самые необходимые продукты, которые позволят быстрее заработать деньги. Только когда мы сможем повысить свою эффективность, у нас появится возможность покупать дорогие программы.

**Утверждение.** Категорически запрещено работать в приложениях, использующих незаконно приобретенные/полученные графические САПР-платформы. Работа приложений на нелегальном софте невозможна.

**Разумный ответ.** Ни в одном лицензионном соглашении в открытых САПР-платформах нет упоминания о запрете или ограничении работы программных приложений. Наша компания готова приобрести САПР-платформы только при условии их соответствия используемым нами проектным технологиям. Решения, предлагаемые продавцами, могут быть слишком затратными для нас. Но мы готовы рассмотреть все варианты: аренду лицензий, лизинг, продажу с отсрочкой и т.д.

Что сейчас предлагает рынок программных продуктов? Какие альтернативные решения возможны? Сколько это стоит для потребителя?

Эти вопросы будут подняты в следующей статье.

*Андрей Грачевский,  
директор по развитию  
компании Нанософт*

Ничего лишнего. 100%-ное проектирование



  
**NANOSOFT**

Национальный проект — доступный САПР

Тел.: +7 (495) 645-8626, факс: +7 (495) 645-8627  
Internet: www.nanocad.ru E-mail: nano@nanocad.ru

# Время 2009-х

**С**мена поколений линейки Autodesk прошла на высоте — и в переносном смысле, и в самом что ни на есть прямом: пресс-конференция, посвященная выходу 2009-х версий, была организована на 29 этаже гостиницы Swissotel Красные Холмы. 25 марта 2008 года новая линейка продуктов на базе AutoCAD и Revit официально пришла в Россию.

Региональный директор Autodesk СНГ Александр Тасев начал свое выступление с вопроса: "Когда вы последний раз встречались с AutoCAD?". Не "доводилось ли вам", а именно "когда". За 25 лет решения, созданные в программах этого семейства и воплотившиеся в самых привычных вещах, стали частью повседневной жизни, равно работая и для тех, кто знает AutoCAD во всем многообразии его возможностей, и для тех, кто ни разу не слышал этого названия.

"Мы хотим, чтобы в России и СНГ не

просто повторяли мировые образцы, пусть даже и лучшие, — сказал Александр Тасев. — Мы хотим, чтобы в этих странах такие образцы создавались, чтобы работающие здесь пользователи были в числе законодателей мод".

Сделать возможности лучших достоянием многих — для этого каждый год и выходит новая версия. Рынок откликается всё увеличивающимся спросом. В 2007-м общий рост продаж продуктов Autodesk по странам СНГ составил 164%. Продажи решений для машиностроения увеличились на более чем впечатляющие 250%, разработок для архитектуры и строительства — на 160% (заметим для сравнения, что в целом рынок САПР вырос за то же время и по тем же направлениям на 45 и 79%).

По данным исследований, проведенных компанией IDC, исключительно двумерным проектированием ограничиваются сегодня лишь 23% российских

предприятий, тогда как больше половины (53%) комбинируют 2D и 3D. Как результат, число пользователей отраслевых 3D-решений Autodesk увеличилось за год более чем на 15 тысяч.

И еще одно достижение: доходы, полученные Autodesk из региона EMEA, объединяющего Европу, Среднюю Азию, Индию и Африку, впервые превзошли доходы от традиционно лидировавшего по этому показателю региона Южной и Северной Америки (40 и 37% соответственно).

Лучше понять направление и логику развития линейки помогло выступление директора по развитию Autodesk ЕС Йозефа Швенды (Josef Svenda). По сути, это развитие — ответ на четыре определяющих тенденции современного мира:

- жизнь в цифровом формате (молодое поколение все меньше нуждается в физических моделях и прототипах, причем со временем эта потребность будет только сокращаться. Решения в цифровом формате становятся доминирующими);
- глобализация, порождающая не только всемирную конкуренцию, но и международную кооперацию;
- инфраструктурный бум (развитие производства, новое строительство требуют серьезнейшей модернизации стремительно устаревающей инфраструктуры);
- защита окружающей среды.

Предложение Autodesk — технологии инновационного проектирования, призванные не только упростить работу, сделать ее по-настоящему современной, но и полнее раскрыть творческие возможности инженера...

О новой линейке рассказали руководители базовых направлений деятельности Autodesk СНГ Павел Брук, Павел





Ханженков, Алексей Петринчук и Алан Гасанов, а в это время их коллеги — специалисты в области землеустройства, архитектуры, дизайна — наглядно демонстрировали возможности работы в единой информационной среде, на глазах воплощая замысел будущего оздоровительного центра под Екатеринбургом: от точки на карте до проработанных решений. Рождался первый российский проект, выполненный средствами линейки 2009...

*Сергей Петропавлов*  
*E-mail: sergp@cadmaster.ru*

Подробную информацию о новинках и усовершенствованиях, предложенных версией 2009, вы найдете здесь: [www.consistent.ru/news/news\\_28665.html](http://www.consistent.ru/news/news_28665.html)





# Пользователи всех стран, соединяйтесь!

24 апреля в отеле Holiday Inn Sokolniki (Москва) состоялась Вторая конференция пользователей решений Autodesk для машиностроения "Autodesk Inventor — от идеи до реализации". Нетерпение, с которым ждали этого события, вполне объяснимо: Autodesk Inventor прочно занимает лидирующие позиции в области проектирования изделий машиностроения. Ни один другой программный продукт не может предоставить такого полного и эффективного набора средств для создания и изучения поведения точных цифровых прототипов деталей и изделий, а также для подготовки документации. Поэтому естественен тот интерес, который проектировщики проявляют ко всему новому, что появляется в Autodesk Inventor. И удовлетворение этого законного интереса стало одной из целей конференции.

Да-да, именно так! Сказав "одной из...", мы ничуть не ошиблись. Ознакомление с новыми возможностями Autodesk Inventor — дело, безусловно, очень важное, которому обычно и посвящается большинство подобного рода конференций. Но у прошедшего форума была и еще одна миссия — создание российского отделения Независимого сообщества пользователей Autodesk (AUGI<sup>1</sup>).

Необходимость в такой организации назрела давно. Число пользователей продуктов Autodesk стремительно растет: за три года оно увеличилось на 25% (и это только официально зарегистрированных!). С каждым годом все более актуальной становится задача обмена опытом, обсуждения новых идей, формирования инновационных подходов. Последнее особенно важно. Региональный директор Autodesk СНГ Александр Тасев в своем выступлении подчеркнул: "Для успешного развития вашего бизнеса, успеха вашего предприятия и экономических успехов страны в целом объектив-

но существует ряд обязательных условий, таких как инвестиции, качество и т.д. Однако определяющими факторами в этом ряду являются инновации и производительность. Создание российского отделения сообщества AUGI поможет пользователям продуктов Autodesk более успешно работать в указанных направлениях".

Задача создания нового сообщества предопределила и формат конференции. Она, по словам директора по маркетингу Autodesk СНГ Анастасии Морозовой, получилась "не практической, а очень практической". И это утверждение как нельзя более соответствовало действительности. Так, например, участниками традиционной выставки, проводившейся в рамках конференции, стали не разработчики, а пользователи программных продуктов. Причем не только из Москвы, но и из Санкт-Петербурга, Иркутска, Пскова, других городов нашей страны. А это значит, что информация о том, как выбирались, внедрялись и использовались решения Autodesk в области машиностроения, поступала из первых рук. Живое общение пользователей, заинтересованный обмен опытом... — вот прообраз создающегося сообщества! Кстати, там же, в фойе, был установлен и стенд AUGI, где можно было оформить участие в новом объединении.

В основном практический характер носила и работа секций, которых в этом году было две: "Машиностроение" и "Приборостроение". На первой из них с приемами работы в Autodesk Inventor и Autodesk Inventor Professional участников конференции знакомили Александр Волков и Джей Тадеша (Autodesk). А на впервые организованной секции "Приборостроение" Евгений Макаров и Олег Карасев (CSoft Нижний Новгород) представили решения Autodesk для электротехники и приборостроения. Затем были

рассмотрены практические примеры. Так, Елена Ловкова (ИнформЭлектроСофт) рассказала о способах создания базы данных компонентов, Анна Силина (НИП-Информатика) привела интересный пример проектирования стойки шкафа, Людмила Галашкина (ПОИИТ) продемонстрировала приемы создания проекта блочно-модульных конструкций, а Виталий Кочергин (IDT) поделился секретами работы в AutoCAD Electrical.

С понятным интересом участники конференции ждали рассказа о программных продуктах линейки 2009. В докладах Андрея Виноградова, Адама Пери, Джея Тадеша (Autodesk) и Дениса Лобзова (HP) были представлены новые возможности Autodesk Inventor и AutoCAD Mechanical. С вопросами можно было обратиться к специалистам работавшего в фойе "Уголка технических ответов".

И, конечно, не было обойдено вниманием образование, которое на протяжении многих лет является одним из приоритетов Autodesk. На стенде "3D-образование" представителей вузов ждало специальное предложение, призванное помочь студентам более эффективно обучаться работе с программными продуктами Autodesk.

В конце такого насыщенного, богатого событиями, информацией и впечатлениями дня наступил долгожданный момент — на общей сессии состоялось торжественное открытие отделения Независимого сообщества пользователей Autodesk. Праздничное настроение, царившее среди теперь уже полноправных членов AUGI, рождало новые планы и смелые замыслы. Которые непременно осуществляться!

*Геннадий Прибытко*  
E-mail: pribytko@cadmaster.ru

<sup>1</sup>Autodesk User Group International.



Фотографии предоставлены агентством PR Partner



# Программные продукты Autodesk и CSoft Development

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПЛАТФОРМА ДЛЯ СТУДЕНТОВ ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

**В** учебном процессе Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева (НГТУ) программные продукты промышленных графических информационных технологий широко используются еще с 90-х годов прошлого столетия. Государственные образовательные стандарты не предписывают освоения каких-либо конкретных технологических платформ, оставляя выбор за вузами. В НГТУ бесспорный приоритет отдан технологиям компании Autodesk — мирового лидера в области автоматизации САПР, архитектуры и строительства, ГИС и виртуального моделирования. В последние годы все большее внимание уделяется и серии программных продуктов отечественной компании CSoft Development. Программ-

ное обеспечение именно этих двух разработчиков и стало в нашем вузе базовым. Такой выбор во многом предопределен давними плодотворными контактами структурного подразделения НГТУ — Нижегородского областного центра новых информационных технологий (НОЦ НИТ) с указанными компаниями. Сотрудниками НОЦ НИТ разработана стратегия компьютерно-графической и геометрической подготовки [1], базирующаяся на технологиях компаний Autodesk и CSoft, которая как нельзя лучше соответствует основным требованиям, предъявляемым к базовым информационным технологиям (ИТ) для технического и гуманитарного образования. С 2006 года она рекомендована научно-методическим Советом РФ по начертательной гео-

метрии, инженерной и компьютерной графике в качестве базовой и с того времени стала наиболее распространенной в высшей школе России.

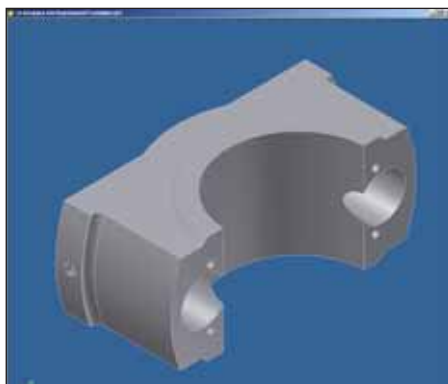
Стратегически новым подходом к информатизации геометрической и графической подготовки в настоящее время становится обеспечение требований информационной поддержки жизненного цикла (ЖЦ) изделий и инфраструктуры (ИПИ- и ИПИН-технологии). Звеном, позволяющим связать этапы ЖЦ в этих технологиях, представляется трехмерная геометрическая модель (ГМ) — математическое описание структуры изделия, а также полный набор координат и геометрических характеристик его элементов. Электронным воплощением ГМ становится электронная модель или электронный макет (ЭМ) изделия и его составляющих. По существу, ЭМ представляет собой набор данных, однозначно определяющий требуемую форму и размеры изделия. ЭМ может быть каркасной, поверхностной или твердотельной. При необходимости 3D-модель достаточно просто преобразовать в 2D-модель, то есть в чертеж на плоскости. Именно ЭМ играет роль первоисточника для всех этапов ЖЦ изделий и инфраструктуры, хранится в базе данных проекта изделия или инфраструктуры и обеспечивает решение инженерных задач при проектировании, производстве, строительстве и эксплуатации.

Постараемся охарактеризовать направления многоуровневой подготовки, в которых используются эти технологические платформы.

На первом этапе задача технических вузов в области компьютерной геометрической и графической подготовки (КГГП) состоит в формировании и предоставлении студентам таких образовательно-информационных услуг, которые







позволят будущим специалистам наряду с основами прикладной геометрии овладеть и приемами современных графических информационных технологий. Такие технологии позволяют освоить большой объем знаний и умений за значительно меньшее время, значительно повысив производительность и качество учебной работы. При этом основная задача КГПП значительно расширяется по сравнению с существовавшей до последнего времени и фактически сводится к геометрическо-графическому наполнению технологий информационной поддержки изделий и инфраструктуры. С первого по третий курс студенты НГТУ всех технических специальностей осваивают технологическую платформу 2D- и 3D-моделирования, базирующуюся на платформе AutoCAD. На этой стадии КГПП должна подготовить их к изучению таких разделов, как "Автоматизированное проектирование", "Инженерный анализ", "Управление станками с ЧПУ", "Техническая подготовка производства", "Электронный архив и электронный документооборот", "Комплексная автоматизация подготовки производства" и др., которые преподаются на последующих курсах. Первый этап завершается курсовой работой, предусматривающей выполнение 3D-моделей сборочной единицы с входящими в нее деталями и соответствующими 2D-чертежами.

Студенты нового направления "Информационные системы", поддержку которого осуществляет НОЦ НИТ, полу-

## ЦЕЛИ СИСТЕМЫ

- поддержка очного обучения программным продуктам серии Raster Arts
- дистанционное обучение
  - RasterDesk
  - Spotlight
  - RasterID




**RasterArts**

АУК Гибридные графические редакторы и векторизаторы программного комплекса

## Структура системы

- Теория**
- Практика**
- Тестирование**
- Глоссарий**
- Галерея работ**



чают значительно более широкую КГПП. Кроме фундаментальной компоненты, включающей такие дисциплины, как "Вычислительная геометрия", "Дифференциальная геометрия", "Аффинная геометрия", "Геометрия и топология многообразий" и др., они осваивают и комплекс прикладных дисциплин: "Геометрическое моделирование", "Виртуальное моделирование", "Гибридные векторно-растровые технологии", "Мультимедиа-технологии", "Технологии презентаций" и др. Базовыми платформами во всех случаях служат технологии Autodesk и CSoft Development.

Методологию исходного параметрического 3D-моделирования для проектов крупных машиностроительных сборок, позволяющую по мере необходимости

получать 2D-модели, полностью обеспечивает программный комплекс, состоящий из Autodesk Inventor и MechaniCS. Студенты осваивают следующие базовые технологические разделы:

- создание файла шаблона для модели детали в Autodesk Inventor;
- средства создания и редактирования эскизов;
- создание эскизируемых конструктивных элементов;
- создание типовых конструктивных элементов;
- создание чертежа детали;
- создание модели сборочной единицы;
- редактирование модели сборочной единицы;
- создание чертежей и схем сборочной единицы;

- создание моделей в MechaniCS – приложении к Autodesk Inventor;
- групповая вставка;
- расчеты;
- составление спецификаций;
- оформление чертежей;
- прокладка и редактирование трубопровода.

В дополнение к существующей литературе специалистами НОЦ НИТ был подготовлен комплекс учебно-методических материалов [2, 3].

Важнейшим требованием ИПИ и ИПИН, предъявляемым к геометрической и графической подготовке, является ее полная информатизация, переход к электронному документообороту и внедрение информационных систем на всех этапах обучения, включая самостоятельные, курсовые, выпускные работы бакалавров, дипломные проекты инженеров и диссертации магистров. Курсовая или дипломная работа будущего специалиста – не просто комплект чертежей, эскизов, схем с пояснительной запиской в электронном виде. Это инженерная информационная система с классификационной структурой, интерактивностью, визуализацией (в том числе виртуальной и анимационной), графическим интерфейсом, дизайном и навигацией.

Будущие специалисты, формирующие широко используемые электронные инженерные архивы предприятия, должны уметь применять растровые, векторные и гибридные (растрово-векторные) технологии. Обработку сканированных изображений целесообразно осуществлять с помощью популярной во многих странах серии Raster Arts (разработчик – компания CSoft Development), включающей, в том числе, программные продукты Spotlight и RasterDesk.

В рамках освоения этого программного обеспечения НОЦ НИТ создал и постоянно совершенствует серию информационно-обучающих систем и автоматизированных учебных комплексов, в разработке которых активное участие принимают студенты направления "Информационные системы".

Наряду с освоением базовых конструкторских функций пакета Autodesk Inventor студенты изучают и дополнительные модули, позволяющие реализовать такие возможности, как управление данными (модуль Vault), визуализация, анимация (модуль Inventor Studio) и др.

Многочисленные победы студентов НГТУ в международных олимпиадах и всероссийских конкурсах [4] подтверждают правильность выбора технологических платформ для КГП технического университета.



### Литература

1. Сидорук Р.М., Райкин Л.И., Соснина О.А., Якунин В.И. Инновационная стратегия информатизации геометрической и графической подготовки в высшем техническом профессиональном образовании. — Труды 14-й Всероссийской научно-методической конференции "Телематика-2007". — СПб, 2007, с. 508-511.
2. Сидорук Р.М., Райкин Л.И., Райкин И.Л., Соснина О.А. Компьютерная и инженерная графика. Часть 1. Компьютерная графика: комплекс учебно-методических материалов / Р. М. Сидорук, Л. И. Райкин, И. Л. Райкин, О. А. Соснина; НГТУ. Нижний Новгород, 2006. — 93 с.
3. Сидорук Р.М., Райкин Л.И., Рай-

- кин И.Л., Соснина О.А. Компьютерная и инженерная графика. Часть 2. Инженерная графика: комплекс учебно-методических материалов / Р. М. Сидорук, Л. И. Райкин, И. Л. Райкин, О. А. Соснина; НГТУ. Нижний Новгород, 2006. — 113 с.
4. Сидорук Р.М., Райкин Л.И., Соснина О.А. Олимпиады — важное средство подготовки специалистов. — CADmaster, № 1/2007.

*Ростислав Сидорук,  
директор НОЦ НИТ,  
зав. кафедрой ГИС НГТУ  
Леонид Райкин,  
зам. директора НОЦ НИТ  
E-mail: sidoruk@nocnit.ru  
Тел.: (8314) 36-2303*



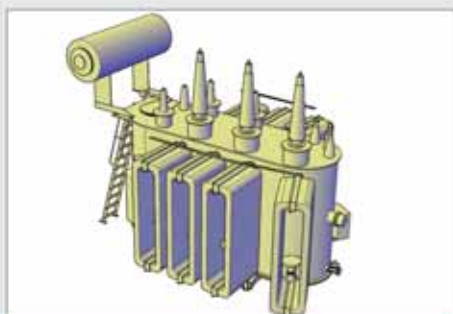
# Model Studio CS



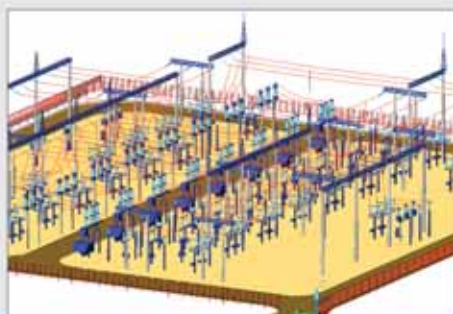
"Говорят, что в мире 50-60% проектов автоматизации проектных и конструкторских предприятий или их подразделений либо проваливаются, либо завершаются с непомерным перерасходом времени и средств. Как этого избежать?" (Из материалов журнала CADmaster)

**ОТВЕТ ПРОСТ:**

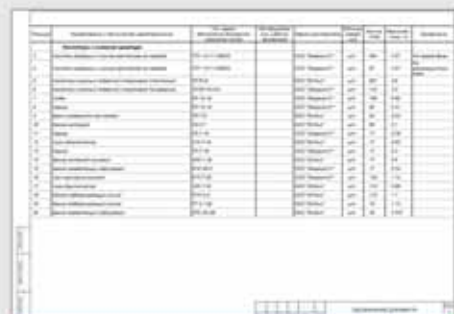
**обращайтесь в ЗАО "СиСофт" – мы подберем и обоснуем ваше персональное решение САПР**



Model Studio CS – это трехмерная база данных оборудования, изделий и материалов со всей необходимой атрибутивной информацией



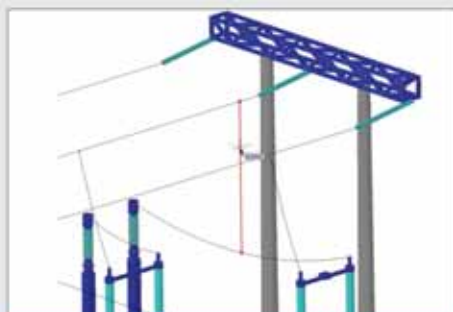
Model Studio CS – это доступное каждому проектировщику средство трехмерного проектирования



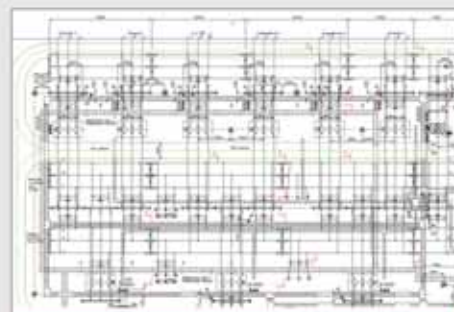
Model Studio CS – это автоматическое составление спецификаций и других табличных документов



Model Studio CS – это инженерные расчеты, выполняемые в автоматическом режиме



Model Studio CS – это автоматическая система контроля компоновочных решений на основе высокоэффективных алгоритмов поиска коллизий



Model Studio CS – это автоматическая генерация и оформление чертежей на основе трехмерной модели

## Model Studio CS для проектирования открытых распределительных устройств

Model Studio CS – это высокоэффективная прикладная система трехмерного проектирования и расчета в среде AutoCAD, которая объединяет все современные достижения в области САПР.

Использование Model Studio CS гарантирует сокращение количества конструкторских ошибок уже в первый день эксплуатации и многократное увеличение производительности при постоянном использовании.

Проектируйте ОРУ в Model Studio CS и получите:

- ▼ стопроцентно увязанное и целостное компоновочное решение ОРУ;
- ▼ механический расчет проводов в соответствии с ПУЭ (автоматически и в реальном времени);
- ▼ расчет спецификации и выпуск оформленного документа (на выбор: в AutoCAD, Microsoft Word, Microsoft Excel);

- ▼ все необходимые чертежи (планы, виды, разрезы), автоматически сгенерированные и оформленные в заданном месте и в нужном масштабе;
- ▼ автоматически сформированные задания смежным отделам;
- ▼ полное соответствие документов требованиям нормоконтроля к оформлению чертежей.

**Ваша организация проектирует ОРУ и вводы?**

**Торопитесь! Ваши конкуренты наверняка уже купили Model Studio CS.**

**CSsoft**  
группа компаний

Москва, 121351,  
Молодогвардейская ул., д. 46, корп. 2  
Тел.: (495) 913-2222, факс: (495) 913-2221  
Internet: [www.csoft.ru](http://www.csoft.ru) E-mail: [sales@csoft.ru](mailto:sales@csoft.ru)

Волгоград (8442) 94-8874  
Воронеж (4732) 39-3050  
Екатеринбург (343) 379-5771  
Казань (843) 570-5431  
Калининград (4012) 93-2000  
Краснодар (861) 254-2156  
Красноярск (3912) 65-1385  
Нижний Новгород (831) 430-9025  
Новосибирск (383) 220-5187  
Омск (3812) 31-0210

Пермь (342) 235-2585  
Ростов-на-Дону (863) 206-1212  
Самара (846) 265-0614  
Санкт-Петербург (812) 496-6929  
Тюмень (3452) 75-1351  
Уфа (347) 292-1694  
Хабаровск (4212) 41-1338  
Челябинск (351) 265-6278  
Ярославль (4852) 42-7044





# Концепция создания единой среды проектирования как первый этап обеспечения жизненного цикла изделий

ОПЫТ ОАО "КБСМ"

**П**редлагаемая методология создания единой информационной среды для управления жизненным циклом проектной документации технических систем в период их создания (проектирование, изготовление и испытания) и эксплуатации в конструкторских подразделениях организации была создана с учетом особенностей действующей в ОАО "КБСМ" нормативной базы, регламентирующей обмен информацией о составе и структуре изделий. При этом учитывалась и возможность обновления систем (модернизации) путем замены определенной части элементов (комплекты и др.) на более совершенные, соответствующие достигнутому за определенный период эксплуатации технологическому уровню, и необходимость демонтажа систем по исчерпанию их ресурсов.

## Введение

Работы по созданию единой информационной среды для управления жизненным циклом проектной докумен-

ции в ОАО "КБСМ" проводятся в соответствии с концепцией создания информационной системы управления ОАО "Концерн ПВО Алмаз – Антей".

Единая среда проектирования призвана обеспечить коллективную работу проектно-конструкторских подразделений над проектом с разграничением прав доступа к его составным частям, надежное хранение и быстрый поиск информации в электронных архивах, максимальное использование в новых разработках отработанных и проверенных технических решений, хранящихся в архиве, а также исключение ошибок за счет устранения нескольких источников для хранения одной и той же информации.

## Специфика работы организации

Основной задачей проводимых работ стало создание единой среды для работы подразделений — от планирования проводимых конструкторских работ до сдачи разработанных документов в электронный архив с учетом промежуточных этапов: выдачи производственных заданий, технического документо-

оборота, проведения изменений конструкторской документации (КД) и прочих процессов основной деятельности организации.

Специфика работы многих отечественных проектных организаций заключается в вынужденном использовании нескольких 2D- и 3D-САПР, и ОАО "КБСМ" здесь не исключение. При этом конечным продуктом является проектная документация, которая должна быть оформлена в соответствии с ЕСКД.

Несмотря на наличие отечественных стандартов на электронные документы и модели, неосвоенность в отечественном машиностроении производственных процессов на электронных документах заставляет предприятия обмениваться между собой и с заказчиком проектной документацией на бумажных носителях.

Разнородность САПР, имеющихся в организации, обусловлена:

■ *существованием на рынке САПР большого количества различных программных продуктов. Каждый из них имеет*

свою методологию проектирования, свой интерфейс, свои библиотеки стандартных элементов и приложения для решения специальных задач, собственные особенности взаимодействия с расчетными программами, с программами обработки текстовой и графической информации, средствами организации групповой работы;

- *сравнительно недавним появлением САПР, удобных для проектирования.* К этому моменту на многих предприятиях уже внедрили САПР первых поколений;
- *применением САПР собственной разработки для решения специализированных задач.* Имеющийся опыт требуется перенести в новые условия;
- *обновлением в течение одного-двух лет версий программных продуктов.* Рынок САПР динамично развивается, меняются интерфейс, настройки, обеспечивающие организацию комфортной для разработчика индивидуальной рабочей среды, набор инструментов для выполнения той или иной операции с моделью;
- *различным уровнем освоения САПР сотрудниками предприятия.* Сотрудники предприятия, использующие САПР, различаются по квалификации, опыту работы, специализации. Выпускники вузов, приходящие на смену старшему поколению, как правило, знают программные продукты, которые легче освоить в рамках небольших по объему учебных программ, а не те, которые применяются на предприятии. Отсутствие единой среды разработки приводит к разнообразию методологии проектирования и настроек рабочей среды, формирующих индивидуальный стиль и мешающих групповой работе.

Поскольку единого программного продукта и единого регламента работы с САПР не существует, каждое предприятие в освоении электронного документооборота идет своим путем. В рамках совместной работы с организациями-смежниками инженерам-проектировщикам приходится работать с различными программными продуктами. По этой причине получаемые из 3D-моделей двумерные документы обычно "дорабатываются" в AutoCAD или КОМПАС, что вызывает разрыв ассоциативных связей между 2D-объектом и 3D-моделью. Следует отметить, что проведение изменений в КД целесообразно прово-

дить "от модели", но с разорванными связями автоматизация изменений в 2D-документах является проблематичной.

Несмотря на некоторое отставание России в области информационных технологий, связанное с политическими событиями конца прошлого века, страна имеет огромный промышленный и интеллектуальный потенциал, а также отработанные и стандартизированные ГОСТы на способы проектирования и производства сложнейшей продукции. С другой стороны, применение зарубежных САПР и PDM/PLM-систем имеет свои недостатки.

**Поскольку единого программного продукта и единого регламента работы с САПР не существует, каждое предприятие в освоении электронного документооборота идет своим путем**



1. Зарубежные САПР и PDM/PLM-системы не учитывают принятые в России способы производства продукции. Например, в них отсутствуют отечественные механизмы проведения изменений в проектной и технологической документации, алгоритмы технической подготовки производства и многое другое. Решить проблемы автоматизации проектной деятельности организации в существующих российских условиях можно следующими очевидными способами:

- идти по пути слепого копирования зарубежных стандартов, что неизбежно потребует изменения значительной части устоявшихся в РФ принципов производства продукции и перехода не на один адекватно переведенный стандарт, а на все стандарты, связанные с ним;
- отказаться от адекватного перевода стандартов, адаптируя их к принятым в РФ принципам производства продукции с возможностью передачи информации о структуре изделия зарубежным заказчикам с учетом их требований.

2. Зарубежные PDM/PLM-системы являются дорогостоящими, и далеко не

все организации могут позволить себе финансировать проекты их внедрения. Как правило, единая среда проектирования должна объединить сотни рабочих мест, при этом многие из них используют лишь небольшой процент всего функционала PDM/PLM-системы (по нашим оценкам — 5-10%). К таким рабочим местам можно смело отнести не только рабочие места для доступа к архиву, службы технологического, метрологического и нормоконтроля, но также и большую часть рабочих мест конструкторов. Поэтому более рациональным является обеспечение сотен рабочих мест более "легкой" системой (в нашем случае была предложена система TDMS), способной выполнять все востребованные на данных местах функции. Такой подход не исключает возможности использования на части рабочих мест, нуждающихся в расширенном функционале, PDM/PLM-системы, родственной западной САПР. При этом должен быть реализован механизм обмена данными между этими двумя системами.

С учетом данной специфики, присущей, на наш взгляд, большинству проектных организаций отечественной промышленности, в ОАО "КБСМ" был реализован проект создания единой информационной среды для управления жизненным циклом проектной документации в конструкторских подразделениях организации.

### Автоматизируемые задачи

Основной задачей проведенных работ являлась реализация в среде TDMS полного технологического цикла создания КД — от планирования работ по договору до электронного архива для хранения, классификации потока проектных данных, нормативно-справочной и технической документации.

Основные программные модули системы условно можно классифицировать следующим образом:

- планирование;
- проектирование;
- проведение изменений;
- архив.

Отметим, что эта классификация достаточно условная: тесная взаимосвязь между решаемыми задачами не позволяет провести между ними четкие границы. Ниже приведено описание перечисленного функционала.

### Планирование

В отличие от проектирования с использованием бумажного документооборота, в электронном проектирова-

нии появляются новые виды объектов: 3D-модель, расчетная модель (2D или 3D), объект с видео- и аудиозаписью, комбинированный объект, включающий в себя посредством ссылок в локальной сети или сети Internet другие объекты различных типов.

В связи с этим в реализуемой среде разработки создается не одно дерево объектов, отражающих структуру проекта, а два: дерево 3D-моделей, описывающих геометрию разрабатываемого изделия (в дальнейшем — "дерево 3D-моделей"), и дерево документов, в которое включаются 2D-модели и все остальные типы моделей и объектов проекта (в дальнейшем — "дерево документов").

В качестве системы планирования на предприятии предложено использовать систему MS Project и программный интерфейс ее взаимодействия с системой TDMS.

Кратко опишем организацию программного взаимодействия систем TDMS и MS Project.

Перед началом работы по составлению плана-графика главный конструктор проекта создает в среде TDMS лист ресурсов, используя справочники, отражающие структуру предприятия, отделов, пользователей системы. Необходимость реализации этой функции связана прежде всего с тем, что один и тот же пользователь системы TDMS в различных проектах может выполнять различные роли (например, в одном проекте быть руководителем, а в другом — лишь согласовывать часть КД).

Руководитель проекта разрабатывает схему деления изделия на составные части и на ее основании создает в среде MS Project укрупненный план-график разработки проекта с указанием сроков, ресурсов (разработчиков) и взаимосвязей между задачами. При этом ресурсы, назначаемые каждой задаче плана-графика, "поступают" в среду MS Project из упомянутого выше ресурсного листа, созданного по данному проекту в среде TDMS. Автоматизированное взаимодействие TDMS и MS Project в области передачи ресурсов осуществляет реализованный модуль программного взаимодействия.

После составления плана-графика начинает действовать стандартный механизм автоматизированной маршрутизации и согласования документов системы

TDMS. Иными словами, используется стандартная система документооборота, описывать которую нет надобности.

По завершении корректировок, согласований и утверждения плана-графика руководитель проекта получает возможность путем выбора соответствующей функции (специально разработанный программный интерфейс) в среде MS Project запустить процедуру автоматического формирования в среде TDMS древовидной структуры — дерева документов. Подчеркнем, что каждый узел сформированной иерархии является "заготовкой" документа (объекта) и/или группы документов (например, альбома) в составе которой производится регистрация в БД и разработка под управлением TDMS моделей, объектов и документов.

**В отличие от проектирования с использованием бумажного документооборота, в электронном проектировании появляются новые виды объектов: 3D-модель, расчетная модель (2D или 3D), объект с видео- и аудиозаписью, комбинированный объект, включающий в себя посредством ссылок в локальной сети или сети Internet другие объекты различных типов**



проработано и реализовано решение для следующей ситуации: по различным причинам структура изделия, КД по нему и, соответственно, структура плана-графика в MS Project могут меняться (в структуру изделия добавляются новые ветви и узлы, некоторые ветви и узлы могут удаляться или, наоборот, раскрываться). В связи с этим структура изделия в TDMS синхронизируется со структурой плана-графика. Кроме того, проработана и реализована на практике "обратная связь": при изменении структуры изделия в TDMS план-график в MS Project синхронно изменяется.

Это позволяет:

- автоматизировать процесс согласования плана-графика посредством системы электронного документооборота;
- синхронизировать структуру изделия в среде управления разработкой (TDMS) с календарным планом-графиком разработки КД;
- синхронизировать ресурсы системы планирования с реальными ресурсами, задействованными в разработке КД;
- автоматически устанавливать в среде TDMS сроки разработки КД в соответствии с планом-графиком;
- автоматически получать информацию о реальном выполнении каждой задачи плана-графика (процент выполнения по каждой строке и факт окончания работ).

## Проектирование

Основным средством разработки трехмерных моделей на предприятии является система трехмерного твердотельного проектирования Pro/ENGINEER от компании PTC. Следует отметить, что окончательное формирование двумерных чертежей на предприятии осуществляется как в данной системе, так и в системах плоскостного проектирования, созданных сторонними разработчиками. При этом ассоциативная связь между трехмерной моделью и порожденными ею двумерными чертежами может оказаться разорванной. Для предотвращения подобной ситуации в системе TDMS была разработана структура хранения данных, обеспечивающая сохранность ассоциативной связи. Ее идеологическим отличием является интеграция двух древовидных структур объектов TDMS, предназначенных соответственно для хранения трехмерных (дерево 3D-моделей) и двумерных (дерево документов) структур изделия. Такая интеграция предусматривает наличие горизонтальных перекрестных связей для ускорения навигации между деревьями, скажем, при переходе от трехмерной детали к ее про-



екции. По этим перекрестным связям также автоматически отслеживаются изменения трехмерной модели или плоского чертежа, и в случае изменения объекта с одной стороны связи автоматически формируется соответствующее уведомление конструктору о несоответствии оригинала порожденному им чертежу с требованием исправления возникшей ситуации. Рассмотрим поэтапно методологию работы конструкторов предприятия после завершения описанных выше процессов планирования.

1. *Создание и регистрация сборки верхнего уровня будущего изделия.* На предприятии внедряется методология нисходящего проектирования и управления большими сборками в Pro/ENGINEER, предусматривающая создание на начальном этапе пустой древовидной структуры проектируемой сборки с ее последующим наполнением. Для создания концептуальной схемы будущего изделия руководитель проекта формирует сборку верхнего уровня, которая имеет прямую наследственную связь со срезом схемы изделия, полученным на этапах планирования. Таким образом, после окончания планирования руководитель проекта формирует в Pro/ENGINEER трехмерное дерево будущего изделия и при наличии соответствующих прав переносит его в TDMS. При этом в соответствии с принятым на предприятии соглашением об обозначениях объектов TDMS автоматически формируются перекрестные связи между древовидными структурами объектов среза схемы деления и регистрируемых 3D-объектов сборки верхнего уровня и, следовательно, — горизонтальные связи между деревом 3D-моделей и деревом документов.

2. *Выгрузка трехмерных данных из TDMS.* При наличии соответствующих прав командой TDMS инициализируется выгрузка файлового состава из объектов в папку на локальной машине, местоположение которой задается конструктором. Этот процесс необходим для повышения отказоустойчивости системы в целом, поскольку работа конструктора становится автономной и на данном этапе разработки не зависит от состояния серверных и сетевых составляющих компонент. В процессе выгрузки данных в дерево 3D-моделей TDMS создается объект, файловый состав которого включает в себя все выгружаемые файлы, а также XML-файл, содержащий всю атрибутивную и иерархическую структуру выгружаемых объектов. Такой объект,

создаваемый при каждой выгрузке, необходим для последующего восстановления выгруженных данных в случае их потери или для восстановления предшествующего состояния выгруженных объектов, являясь, таким образом, версией выгружаемых данных.

3. *Загрузка трехмерных данных в TDMS.* Загрузка результата работы проектировщика из Pro/ENGINEER также инициализируется соответствующей командой TDMS. При этом во временную папку на локальной машине конструктора из Pro/ENGINEER выгружаются файлы последней версии модели, переносимые затем на сервер в дерево 3D-моделей TDMS. Данный процесс аналогичен процессу переноса объектов сборки верхнего уровня, однако здесь при включении файлов в состав объектов первоначального дерева 3D-моделей возможны три варианта поведения TDMS:

- *перенос измененного объекта* — в данном случае в TDMS загружается измененный в процессе работы конструктора объект, ранее присутствовавший в модели, которая выгружается из дерева 3D-моделей. При этом происходит замена файлового состава и атрибутивной части в существующих объектах дерева 3D-моделей;

- *перенос добавленного объекта* — в процессе переноса ранее не существовавшего в TDMS объекта в соответствующем месте дерева 3D-моделей формируется структура переносимого нового узла либо поддеревя. При этом осуществляется проверка наличия объектов в дереве документов в соответствии с принятым на предприятии соглашением об обозначениях. При их наличии устанавливается перекрестная взаимосвязь между созданными объектами дерева 3D-моделей и найденными объектами дерева документов. Объекты, отсутствующие в дереве документов, создаются, как и в случае с деревом 3D-моделей, при этом перекрестные связи также устанавливаются автоматически.

- *перенос удаленного объекта* — если удаленный объект имел в дереве документов объекты с существующим файловым составом, то он не удаляется из дерева 3D-моделей, а приобретает статус "аннулированного". В противном случае объект удаляется из дерева документов.

## Проведение изменений

Механизм внесения изменений в конструкторские документы в системе TDMS был разработан на основании типовой схемы процесса внесения изменений в КД, принятой в ОАО "КБСМ". При этом во время проведения регламентных работ предусматривается возможность вносить в КД данные о замене устаревших элементов на новые, соответствующие достигнутому технологическому уровню. Таким образом, производится модернизация технических систем. Внесение изменений в электронном виде осуществляется в соответствии не только с положениями ГОСТ 2.503-90, регламентирующими проведение изменений в конструкторской документации, но и с требованиями к проведению изменений в электронных конструкторских документах, изложенными в приложении А ГОСТ 2.051-2006 "Электронные документы".

При проведении изменений в электронных конструкторских документах реализован следующий алгоритм.

1. Инициатор создает в TDMS извещение на изменения (ИИ), заполняет все необходимые поля карточки.
2. ИИ встроенными средствами маршрутизации системы TDMS отправляется для получения регистрационного номера в отделе.
3. Сотрудникам отдела СИТД приходит письмо с просьбой выдать регистрационный номер.
4. После выдачи регистрационного номера ИИ отправляется обратно инициатору.
5. Инициатор создает в системе TDMS электронное административное поручение, при помощи которого извещение отправляется по маршруту согласования.
6. После согласования всеми указанными в маршруте лицами инициатору приходит соответствующее письмо, позволяющее приступить к внесению изменений.
7. Инициатор создает производственные поручения со ссылкой на извещение и конструкторский документ, в который необходимо внести изменения, и рассылает их отделам-разработчикам для внесения изменений.
8. Каждому отделу-разработчику приходит письмо и производственное поручение, в котором указан конструкторский документ, требующий внесения изменений.
9. В системе TDMS в соответствии с требованиями приложения А ГОСТ 2.051-2006 генерируются новые версии электронных документов, в которые и вносятся изменения. Все версии документов сохраняются в БД TDMS.

10. В карточке учета указываются вносимые в конструкторский документ изменения, а в карточке версии — новая версия и основание изменений.
11. После прохождения маршрута рецензирования процесс внесения изменений в данный конструкторский документ считается завершенным.
12. По окончании отработки всех производственных поручений и внесения необходимых изменений работа с извещением завершается и оно переводится в статус архива.

Через определенные периоды времени эксплуатации инициатор проводит проектно-конструкторские работы по модернизации технических систем и вносит изменения, направленные на улучшение характеристик технических систем. Это влечет за собой замену определенного числа элементов, что вызывает необходимость внесения изменений в документацию по описанному выше алгоритму.

После исчерпания ресурса технических систем должен быть произведен их демонтаж по одному из вариантов, определяемых структурой технических систем, полученной в результате их модернизации.

## Архив

В процессе разработки и тестирования находится модуль, являющийся логическим завершением организации единой информационной среды, — система электронного архива, выполняющая следующие функции:

- размещение всей окончательно разработанной документации в единой БД;
- предоставление доступа пользователям системы;
- управление тиражированием документации (оформление, согласование и отработка заказов-нарядов на тиражирование);
- управление процессом передачи электронных и бумажных документов внешним организациям;
- управление процессом приема и регистрации;
- управление процессами сканирования документации на бумажных носителях, обработки растровых изображений и регистрации их в единой БД информационной среды предприятия.

## Заключение

Полное внедрение описанной методологии, скажем откровенно, — непростая задача, связанная прежде всего с принятием ряда организационных мер, направленных на оптимизацию работы организации, разработкой и внедрением новых стандартов работы, и даже с ря-

дом психологических аспектов, которые неизбежно приходится преодолевать. Несмотря на это, представленный способ создания единой информационной среды для управления жизненным циклом проектной документации, на наш взгляд, является перспективным. И прежде всего потому, что снижает ресурсоемкость и трудоемкость проведения проектно-конструкторских работ, повышает производительность труда и ведет к повышению прибыли организации.

Представленная методология создания единой информационной среды для управления жизненным циклом проектной документации позволяет с помощью современной технологии САПР, реализуемой в единой информационной среде, выполнять проектирование, корректирование документации в период изготовления и испытаний технических систем, а также осуществлять их проектно-конструкторское сопровождение в течение эксплуатации, включая модернизацию и демонтаж, то есть эффективно управлять жизненным циклом технических систем.

## Литература

1. Воробьев А.М., Щеглов Д.К. Создание единого информационного пространства организации // Сб. материалов семинара "Развитие информационной структуры Концерна". — М.: ОАО "Концерн ПВО Алмаз — Антей", 2007.
2. Погорелов В.И., Щеглов Д.К., Рындин А.А. Методы обмена данными между системами поддержки жизненного цикла изделий на основе языка XML // Сб. материалов общероссийской НТК "Третьи Уткинские чтения". — СПб.: БГТУ "Военмех", 2007.
3. Свинцов Е.Н., Щеглов Д.К., Крылов А.Н. Опыт использования системы 3D-моделирования Pro/ENGINEER для разработки средств ЗПК // Сб. материалов отраслевой НПК "CALS-технологии в образовании, науке и производстве". — СПб.: БГТУ "Военмех", 2007.
4. Алимов М.В., Рындин А.А., Тучков А.А., Фертман И.Б. Ступени внедрения ИПИ-технологий. Опыт реализации электронного документооборота // REM № 2, 2006.
5. Давыденко С.В., Павлович М.М. Реализация системы конструкторского документооборота и решение проблемы тиражирования документации в ЦКБ МТ "Рубин" // CADmaster № 5, 2000.
6. Ведерникова Т.В., Смирнов С.В. Использование современных достижений информационных технологий в ЗАО "ЦНИИ судового машиностроения" // CADmaster № 5, 2005.

7. Рындин А.А., Фертман И.Б., Тучков А.А. Ступени внедрения ИПИ-технологий. Опыт реализации электронного документооборота // Материалы конференции "Моринтех-практик — информационные технологии в судостроении". — СПб., 2006.
8. Рындин А.А., Рябенский Л.М., Тучков А.А., Фертман И.Б. Ступени внедрения ИПИ-технологий // CADmaster № 1, 2006.
9. Рындин А.А., Рябенский Л.М., Тучков А.А., Фертман И.Б. Описание электронной информационной модели изделия судостроения на различных стадиях жизненного цикла с элементами интегрированной логической поддержки // Сб. материалов конференции "Применение ИПИ-технологий для повышения качества и конкурентоспособности наукоемкой продукции (ИПИ-2004)", 7-8 декабря, 2004 г., Москва.
10. Давидович А.Н. "Обоснование необходимости использования гетерогенных САПР при проектировании сложных наукоемких изделий машиностроения" // REM № 4, 2007.

ОАО "КБСМ":

*Алексей Воробьев,  
член-корр. РА РАН, д.т.н., проф.,  
зам. генерального конструктора по науке —  
главный конструктор — начальник РИО*

*Владимир Пивоваров,  
зам. главного конструктора —  
начальника КК-ПВО*

*Дмитрий Щеглов,  
руководитель лаборатории ИТ*

CSoft-Бюро ESG:

*Михаил Алимов,  
инженер-программист*

*Татьяна Ведерникова,  
ведущий инженер-программист*

*Лариса Данилова,  
к.ф.-м.н., бизнес-аналитик*


*Алексей Рындин,  
начальник отдела*

*Александр Тучков,  
к.т.н.,  
директор Бюро ESG*

*Игорь Фертман  
директор CSoft-Бюро ESG*

*Тел.: (812) 496-6929  
E-mail: sales@csoft.spb.ru*





ElectriCS  
ElectriCS Express  
GeoniCS Изыскания (RGS, RGS\_PL)  
GeoniCS Инженерная геология  
GeoniCS Топоплан-Генплан-Сети-Трассы  
GeoniCS CIVIL  
MechaniCS  
MechaniCS Оборудование  
MechaniCS Эскиз  
NormaCS  
PlanTracer  
Project Studio<sup>CS</sup> Архитектура  
Project Studio<sup>CS</sup> Водоснабжение

## **СДЕЛАНО В РОССИИ. В СТРОГОМ СООТВЕТСТВИИ С ГОСТ**

Project Studio<sup>CS</sup> Конструкции  
Project Studio<sup>CS</sup> СКК  
Project Studio<sup>CS</sup> Фундаменты  
Project Studio<sup>CS</sup> Электрика  
RasterDesk  
RasterID  
SchematiCS  
Spotlight  
TDMS  
TechnologiCS  
СПДС GraphiCS

CSoft Development – ведущий разработчик программного обеспечения для рынка САПР. С момента основания компания ориентируется на создание собственных приложений, которые в сочетании с программным обеспечением от мировых лидеров позволяют решать задачи в области САПР на самом высоком уровне и с учетом российских стандартов.



[www.csoft.ru](http://www.csoft.ru) E-mail: [sales@csoft.ru](mailto:sales@csoft.ru)

# Unigraphics, VERICUT и станки Hermle



**Н**ачну с констатации приятного факта: всё большее число отечественных машиностроительных предприятий перевооружает свой парк оборудования. О причинах, вызвавших к жизни этот процесс, сказано уже немало, так что, не повторяясь, отмечу лишь одно: в результате модернизации производств на наших предприятиях растет число современных многоосевых станков с ЧПУ. О российском опыте работы с японскими станками Mazak нам уже доводилось рассказывать на страницах журнала<sup>1</sup>.

По роду деятельности нашего отдела САПР и инженерного анализа мы работаем с очень многими предприятиями — в последнее время преимущественно авиастроительными, двигателестроительными, предприятиями ракетной отрасли. Таким образом, есть возможность сравнивать оснащенность заводов. Сугубо личное наблюдение: в своем классе оборудования на очень многих производствах доминируют немецкие станки Hermle. Речь прежде всего идет о пятикоординатных станках, поскольку задачи, которые нам приходится решать, в подавляющем большинстве случаев выполняются на сложном многоосевом оборудовании. О причинах столь массированного и успешного внедрения станков Hermle на отечественный рынок рассказывает заместитель коммерческого директора компании ООО "Хермле Восток" **Алексей Алексеевич Трусов**:

*Основа успеха оборудования Hermle — богатейший опыт германских станкостроителей, помноженный на желание спроектировать и построить один из лучших станков для пятиосевой фрезерной обработки. Специалисты завода в городе Госхайм проанализировали огромное множество известных кинематических схем и при-*

*шли к выводу, что для задуманного ими станка наилучшим образом подходит портальная двухстоечная схема типа "Гентри" с вариантом наклонно-поворотного стола типа "качающаяся люлька". Впрочем, эта конструкция тоже оказалась не идеальной и в результате была подвергнута глубокой модификации. Смотрите сами:*

- жесткая цельнолитая портальная двухстоечная конструкция станины типа "Гентри" из полимергранита, который имеет отличные виброгасящие свойства, не гигроскопичен и чрезвычайно термостабилен;
- три направляющие по оси Y и серединный привод через ШВП создают оптимальный треугольник сил в процессе резания;
- широкая гамма шпинделей — от 9000 до 40 000 об./мин.;
- инструмент перемещается по трем линейным осям, благодаря чему достигается динамика, не зависящая от детали;
- компактная конструкция и при этом большой вес — от 7 до 23 тонн. Лучшее в своем классе соотношение габаритов рабочей зоны и внешних габаритов станка;
- приводы и направляющие вне рабочей зоны;
- высочайшая динамика и грузоподъемность наклонно-поворотных осей за счет применения высокомоментных моторов;
- высокая точность хода, позиционирования и продолжительности работы;
- применение современных устройств автоматизации, благодаря которым появилась возможность встраивать станки (они оптимальным образом подходят для 24-часового режима работы) в гибкие производственные линии.

Отдельно стоит отметить запатентованную фирмой Hermle систему защиты шпинделя от вертикального удара, которая спасает шпиндель от дорогостоящего ремонта или даже замены. Опыт показывает, что ситуации, грозящие повреждением шпинделя, к сожалению, возникают довольно часто, так что система позволяет владельцам станка экономить время и деньги.

Опыт поставок, начавшихся в 1999 году, показывает, что оборудование фирмы Hermle отлично зарекомендовало себя в автомобильной и авиационно-космической промышленности, в общем машиностроении, при производстве оптики и медицинской техники, в инструментальном производстве и во многих других областях, где требуется высокоточная, производительная и надежная фрезерная обработка от трех до пяти осей.

Ко всему сказанному остается добавить, что сам по себе станок, даже с ЧПУ, — это набор механизмов, которыми нужно правильно управлять. Речь прежде всего идет об управляющих программах (УП) для станков с ЧПУ. Методы получения этих программ могут быть разными — от написания вручную до использования САМ-систем. Работа вручную или с помощью простых систем внутри ЧПУ станка не свободна от многих недостатков — здесь и длительное время написания программ, и существенные ограничения по видам обработок (изделий), программу для которых можно подготовить подобным способом и т.п. Об этом подробно рассказывалось в статьях, авторы которых имеют отношение к обработке на станках с ЧПУ<sup>2</sup>.

Что же касается САМ-систем, скажу следующее. Таких систем, различных по возможностям, ценам и так называемым "уровням", в мире довольно много. Для

<sup>1</sup>См.: "Unigraphics + VERICUT: оптимальная формула работы со станками Mazak" (CADmaster, №2/2006, с. 18-28).



решения сложных задач в части подготовки управляющих программ отдел САПР и инженерного анализа компании CSoft предлагает и использует связку Unigraphics и VERICUT. Задачи, которые может и должно решать оборудование Hermle, — как раз под стать двум этим системам.

Unigraphics — система высокого уровня (CAD/CAM/CAE), предназначенная для решения всего комплекса задач, стоящих перед инженерами на всех этапах создания сложных технических изделий (предварительное проектирование, этап инженерного анализа и оптимизации конструкции, изготовление). Она широко используется в аэрокосмической промышленности, автомобилестроении, общем машиностроении, производстве бытовой техники, игрушек, медицинских инструментов. Рабочее место представляет собой набор модулей, каждый из которых отвечает за определенные функции. Это позволяет составить оптимальный набор для решения различных задач — в том числе и технолога, то есть специалиста, отвечающего непосредственно за изготовление изделия (речь идет о САМ-модулях системы Unigraphics).

VERICUT — программный комплекс для визуализации процесса обработки деталей на станках с ЧПУ, проверки и оптимизации управляющих программ в любых форматах. Самая важная и главная задача этого ПО — выявить и исключить *до начала реальной обработки* возможные столкновения рабочих органов станка.

Ниже мы приведем примеры работы этих систем применительно к станкам Hermle. Даже исключительно мощный по функционалу Unigraphics, к сожалению, умеет далеко не всё, но существует возможность разрабатывать под эту систему собственные приложения, есть и опыт таких разработок, а значит недостающий функционал можно пополнить. Тем более это необходимо при появлении специфических задач, которые штатными средствами системы Unigraphics либо не решаются вовсе, либо решаются не лучшим образом.

Как было замечено коллегой, среди областей, где станки компании Hermle наиболее востребованы, — инструментальное производство. Посему рассказ о работе с этим оборудованием резонно начать с характерного представителя упомянутого вида производства — санкт-петербургского ООО "Завод Прогресс".

### ООО "Завод Прогресс" (Санкт-Петербург)

Знакомство с этим предприятием и его специалистами началось с любопытного, даже несколько забавного случая. В сентябре 2007 года к нам в отдел обратились с не совсем стандартной задачей. Требовалось выполнить на станке уменьшенную модель автомобиля Mazda RX8 (масштаб 1:5). Материал — пенополиуретан, станок — Hermle C40. Нетривиальность задачи заключалась в том, что модель, по которой должна была производиться обработка, была результатом сканирования реального автомобиля и, соответственно, в конечном счете представляла собой фасетное тело. То есть не твердое тело, состоящее из поверхностей, граней и т.п., а тело, образованное огромным количеством треугольников вместо поверхностей. "Ну и что тут такого? — возразят мне. — Обрабатывать фасетные модели позволяют многие САМ-системы, да тот же Unigraphics!". Позволять-то они позволяют, но... только в трех осях. А вот вести обработку подобных моделей в пяти координатах — такой возможности нет..

Правда, к тому моменту специалистами отдела САПР и инженерного анализа при помощи средств UG/Open уже был разработан собственный модуль, позволяющий вести пятикоординатную обработку фасетных тел. Суть этого приложения, названного **Mesh\_5axis**, про-



Рис. 1

ста: нужно создать некую управляющую поверхность (по аналогии с некоторыми штатными многоосевыми операциями Unigraphics), по нормали к которой и будет формироваться траектория движения инструмента, спроецированная на фасетное тело. Приложение вызывается через пользовательскую операцию MILL\_USER (см. левую часть рис. 1), диалоговое окно Mesh\_5axis представлено в правой части рис. 1. На рис. 2 показана модель задней части автомобиля (синий цвет) и половина управляющей поверхности (голубой цвет).

Ну и наконец результаты. На рис. 3 — та же часть автомобиля, уже обработанная, а на рис. 4 — модель, собранная из двух половин. Вот такая любопытная работа была проделана в течение одного дня.

Выполнялась эта работа как раз на ООО "Завод Прогресс". В данном случае наш отдел выступал лишь как демонст-



Рис. 2

<sup>2</sup>См., например: "Будущее наступает сегодня. Станок CHIRON и система Unigraphics на предприятии "СКИФ-М" (CADmaster, № 2/2005, с. 30-32) и уже упомянутую статью "Unigraphics + VERICUT: оптимальная формула работы со станками Mazak".



Рис. 3



Рис. 4

ратор своих возможностей в плане разработки собственных приложений. Специалисты завода — давние пользователи системы Unigraphics. И, конечно, задача, которую мы решали на станке Hermle C40, не совсем характерна для основной деятельности предприятия.

Более 60 лет завод занимает лидирующие позиции на рынке технологической оснастки. Производство высокотехнологичной продукции (пресс-формы, штампы, литье изделий из пластмасс) базируется на применении современного оборудования, качественного сырья и работе

высококвалифицированного персонала. Здесь реализован полный цикл производства высокопроизводительной технологической оснастки: от 3D-проектирования до серийных партий и гарантийного обслуживания. Выпускаемые пресс-формы применяются для изготовления изделий из пластмасс методом литья под давлением в термопластавтоматах, литья изделий из цветных сплавов и др. Широкий спектр производимых штампов (вырубные, гибочные и др.) находит применение в холодной листовой штамповке из инструментальных сталей и твердых сплавов.

В процессе знакомства со специалистами предприятия выяснилось, что даже наличие такого мощного инструмента для работы со станками с ЧПУ, как Unigraphics, не избавило от довольно серьезных проблем при работе со станком Hermle. По большей части причина оказалась в не самом хорошем постпроцессоре. Как известно (и на страницах журнала мы об этом рассказывали), специалисты отдела САПР и инженерного анализа уже многие годы разрабатывают постпроцессоры для системы Unigraphics под любые станки. Потому в тот же день было предложено, не ограничиваясь изготовлением модели автомобиля, продемонстрировать работу постпроцессора для Hermle C40. Такую возможность нам любезно предоставили.

Станки Hermle обычно оснащаются двумя видами систем ЧПУ: iTNC Heidenhain или Siemens различных версий. Сложилось так, что большая часть оборудования Hermle, поставленного на российский рынок, — это станки с iTNC Heidenhain 530. Не стал исключением и станок, работающий на заводе "Прогресс". iTNC Heidenhain 530 располагает довольно обширным функционалом для решения различных задач. Когда речь идет о многоосевом оборудовании, к которому относится и Hermle C40, прежде всего важны те инструменты ЧПУ, которые позволяют легко осуществлять программирование именно пятиосевых обработок — как позиционных, так и непрерывных. У системы iTNC Heidenhain 530 такие инструменты есть, главное — уметь ими пользоваться. И задействовать их в постпроцессорах.

Коротко поясню. Поскольку основным продуктом, выпускаемым ООО "Завод Прогресс", является оснастка, то большая часть обработок на станке — либо трехосевые, либо пятиосевые фиксированные (такой вид обработки еще называют 3+2). В процессе выполнения операции поворотные столы поворачиваются один раз, занимая определенную позицию на детали (грани), а дальше идет обычная двух- или трехкоординатная обработка. Еще совсем недавно многие постпроцессоры под различные САМ-системы для подобных станков и обработок имели существенный минус. "Программный ноль" (систему координат, относительно которой идет отсчет координат в УП) всегда нужно было устанавливать в определенную точку станка. Приходилось тратить дополнительное время, позиционируя заготовки на станке (их требовалось жестко устанавливать по отношению к этому нулю). Происходило это либо ввиду отсутствия специального функционала в системах ЧПУ, либо по неумению использовать



имеющийся функционал в постпроцессорах. У ЧПУ iTNC Heidenhain 530 есть команда *Plane*, отвечающая за пересчет и перенос "ноля программы" при позиционных поворотах. С ее помощью и удаётся "отвязаться" от предписанного места ноля. Другими словами, я могу установить заготовку произвольным образом, а привязку "ноля программы" осуществлять на характерных точках заготовки. Что касается пятиосевой непрерывной обработки, при которой станок совершает одновременное движение по всем пяти осям, то для такого режима в арсенале iTNC Heidenhain 530 имеется команда *M128*. Помимо динамического пересчета "ноля программы" она несет в себе и функцию синхронизации (а точнее, коррекции) подачи, поскольку подача для линейных узлов станка и подача для угловых компонентов — разные вещи, а в УП она назначается для всего движения в целом. Эти моменты учтены и используются в наших постпроцессорах. Я не говорю о таких элементарных компонентах работы постпроцессора, как вывод круговой интерполяции, осевые циклы, — разумеется, в постпроцессорах, разработанных нашим отделом, все это тоже присутствует.

Помимо всего прочего, мы стараемся делать постпроцессоры максимально безопасными. Многие, кто сталкивается или сталкивался с пятиосевой обработкой, знают, что самое "темное" место в плане безопасности работы — переход от одной операции к другой. В этот момент станок может совершить движение, которое в визуализаторе Unigraphics не увидишь. Для таких случаев, — например, при изменении угловых осей от одной операции к другой, — постпроцессор вводит дополнительное движение, отводя инструмент в безопасное место. Далее следуют позиционирование угловых осей, подвод в зону обработки в плоскости XY и опускание инструмента по оси Z в начальную точку операции.

Всё это и было продемонстрировано на тестовых примерах специалистам ООО "Завод Прогресс". Результатом стало решение использовать на предприятии постпроцессор, разработанный отделом САПР и инженерного анализа компании CSoft, а также продолжать сотрудничество в плане консультаций и более глубокого обучения работе с ПО.

Как уже говорилось, мы стараемся заложить в постпроцессоры максимально безопасную стратегию обработки, но быть абсолютно безопасным не способен ни один даже самый "умный" постпроцессор. Например, в самом Unigraphics можно сформировать такие операции или набор операций, которые столкнут инструмент как с приспособ-

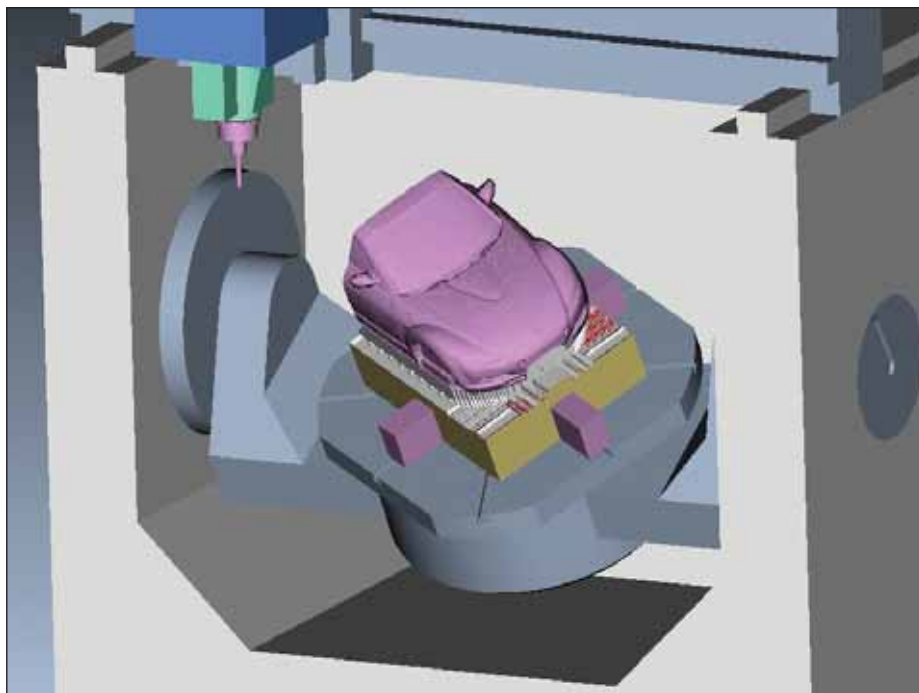


Рис. 5

лением, так и с заготовкой при подаче быстрого перемещения. Таких ситуаций может быть немало; чтобы исключить их, мы предлагаем программный комплекс VERICUT.

На страницах журнала мы не раз рассказывали о практическом применении этого ПО. Еще раз напомним лишь об основной задаче системы: до непосредственного выхода на реальный станок устранить различного рода ошибки при изготовлении изделий. В первую очередь имеются в виду возможные столкновения рабочих узлов станка, приспособлений, заготовок, инструмента. Нами подготовлено немало моделей различных станков, причем наиболее трудоемким оказывается не столько само моделирование, сколько разработка репостпроцессора — блока, который отвечает за распознавание и правильную реакцию узлов станка в VERICUT на команды из УП. Естественно, основные модели линейки Hermle, смоделированные и настроенные в системе VERICUT, у нас тоже имеются. На рис. 5 вы можете видеть рабочую зону станка Hermle C40 с обработанной моделью передней части уже знакомого вам автомобиля.

Система VERICUT теперь также используется на предприятии.

О совместно проведенной работе, ее результатах и планах на будущее рассказывает ведущий специалист ООО "Завод Прогресс" **Дмитрий Юрьевич Баталов**:

С появлением на нашем предприятии станка Hermle C40 мы столкнулись с проблемой постпроцессора для многоосевой обработки (ранее с разработкой постпроцессоров для трехосевой обработки мы

справлялись своими силами). Не хватало опыта и знаний в этой области. Мы обращались к нескольким фирмам, но результаты нас не удовлетворяли. Либо выставлялись ограничения по привязке к нулевой точке, что вызывало большие неудобства, либо между операциями и при смене инструмента станок выполнял непонятные и непредсказуемые "телодвижения". Попутно возникало множество мелочей, менее опасных для оборудования, но неприятных для операторов и программистов. Фактически приходилось вручную просматривать тексты готовых УП и запускать обработку на свой страх и риск, что рано или поздно привело бы к плачевным последствиям.

Счастливый случай свел нас с компанией CSoft и дал возможность на практике убедиться в высоком качестве ее разработок. Предложенный постпроцессор для станка Hermle C40 под Unigraphics практически полностью удовлетворял всем нашим требованиям — потребовались лишь незначительные корректировки. За всё время использования постпроцессор не вызвал никаких нареканий.

Следующим шагом стало приобретение системы VERICUT, эффективно работающей в связке с Unigraphics. VERICUT — отличный помощник при проверке УП многоосевой обработки. Смоделировать процесс, включая расположение деталей, заготовок и различных приспособлений, он позволяет со стопроцентной точностью. Теперь, отработав программу в VERICUT, мы можем быть уверены, что при работе станка не случится ничего неожиданного. Это гарантирует сохранность деталей, инструмента, качествен-



Рис. 6

ную и точную работу оборудования, что в конечном итоге самым положительным образом сказывается на качестве выпускаемой нами продукции.

Со своей стороны мы надеемся на дальнейшее сотрудничество с предприятием, желаем ему успешного развития. И расширения станочного парка.

### НПО "Сатурн" (Рыбинск)

Если ООО "Завод Прогресс" — предприятие относительно небольшое, то научно-производственное объединение, о котором пойдет речь дальше, — одно из крупнейших и известнейших производств как в нашей стране, так и в мире. Это НПО "Сатурн". Основной продукцией предприятия являются авиационные двигатели различного назначения, в том числе беспилотных аппаратов и корабельные, а также энергетическое оборудование.

НПО "Сатурн" — современное технологичное производство, которое позволяет изготавливать детали газотурбинной техники любой степени сложности, различных типоразмеров с широким спектром механических характеристик. Парк металлообрабатывающего оборудования превышает 12 000 единиц, в том числе металлургического — около 2000 единиц. Автоматизированные линии и станки с программным управлением по ряду направлений серийного производства составляют более 40% от общего количества оборудования<sup>3</sup>.

На НПО "Сатурн" оборудование Hermle представлено, пожалуй, наиболее массово как в количественном плане, так

и в номенклатурном — станки этой марки работают здесь и на инструментальном производстве, и на производстве общей механической обработки. Если при изготовлении инструментальной оснастки (штампов, пресс-форм и т.п.), как мы уже говорили, превалирует либо трехосевая обработка, либо многоосевая позиционная (3+2), то в процессе изготовления деталей, например, авиационного двигателя помимо упомянутых видов обработки может применяться и непрерывная пятиосевая. Оборудование Hermle вполне справляется с этими задачами.

С НПО "Сатурн" у нашего отдела давние взаимоотношения. На предприятии давно работают системы Unigraphics и VERICUT, причем специалисты НПО являются высококвалифицированными пользователями. Между нашими компаниями идет постоянный обмен опытом.

На сей раз к нам обратились с довольно интересной задачей. Нужно было изготовить оседагональный центробежный импеллер из титанового сплава (подробности относительно его геометрии и внешнего вида по понятным причинам останутся за рамками нашего рассказа). Наряду с непосредственным изготовлением и обеспечением геометрических параметров одной из основных задач было существенное уменьшение времени обработки по сравнению с временем изготовления аналогичных изделий на предприятии. Моделирование и особенно изготовление подобных изделий (авиационных лопаток, импеллеров и т.п.) нашему отделу очень близки, в этом направлении нами накоплен довольно большой опыт.

Снова понадобилась разработка собственного приложения к Unigraphics — этого требовали сложная геометрия лопаток импеллеров и, соответственно, большие трудности в формировании наиболее эффективных траекторий обработки.

После нескольких попыток обработать поверхность лопаток моноколеса в Unigraphics с использованием штатных стратегий (Sequential Milling, Variable Contour) возникла идея написать свое UG\Open-приложение, которое облегчило бы эту работу. Не сказать чтобы те попытки были абсолютно безуспешными — скорее не совсем приспособленными к стратегии Unigraphics для обработки подобных изделий...

Существует устойчивый миф, в который и сегодня верят многие технологи-программисты. Он настолько живуч и распространен, что, встречаясь с ним на очередном предприятии, уже и не удивляешься. Собственно миф состоит в следующем: "Поверхность лопатки линейчатая, поверхность конического инструмента — линейчатая, стало быть можно эти линии образующих совместить!" Светлая идея, вот только такая возможность существует не для всех линейчатых поверхностей! Грубо говоря, к конической поверхности приложить конический инструмент по линиям образующих в ряде случаев можно, а в ряде случаев — нет. Поэтому, приложив фрезу боком к поверхностям лопатки колеса, вы во многих ситуациях получите или подрез части поверхности, или недорез. Потому и было разработано приложение, названное **UG\_blades**, которое решает подобную проблему.

В основе алгоритма, рассчитывающего положение инструмента на обрабатываемой поверхности, — метод деления пополам. То есть существует диапазон изменения положения оси инструмента между нормалью к поверхности и вектором образующей. В каждом из положений производится проверка на пересечение инструмента с обрабатываемой поверхностью и диапазон сокращается вдвое — до тех пор, пока "коридор" этого диапазона не сократится до 0,001 градуса (более чем достаточно).

UG\_blades многократно использовалось нами при изготовлении импеллеров на других предприятиях, пример изготовленного колеса вы можете видеть на рис. 6 (еще раз замечу в скобках, что показанное на рисунке гипотетическое изделие продукцией НПО "Сатурн" не является). Приложение справилось со своей задачей и сейчас.

Несколько слов о еще одном, также нестандартном шаге, предпринятом на-

<sup>3</sup>Информация с сайта компании ([www.npo-saturn.ru/new/index.php?pid=164](http://www.npo-saturn.ru/new/index.php?pid=164)).



шими специалистами. Многие из тех, кто работает с постпроцессорами к системе Unigraphics, знают, что программы, получаемые такими постпроцессорами, — прямые. Специфика изготовления моноколес, а в особенности отладки этого процесса, заключается в том, что технологию часто приходится отлаживать на двух-трех лопатках колеса. Причем, случается, не на первых двух-трех, а на произвольных номерах. Чтобы упростить работу в подобном контексте, нами был разработан постпроцессор, который формирует не прямую программу, а управляющую (главную) и подпрограммы.

В главной программе осуществляется вызов инструментов и начальные угловые позиционирования заготовки, после чего вызываются подпрограммы, которые собственно и содержат в себе траектории обработок. В начале главной программы через переменные задается количество лопаток колеса (его можно задавать и при постпроцессировании в системе Unigraphics), указывается начальное количественное положение обработки, конечное положение, число обрабатываемых лопаток. В ней же перед каждым вызовом подпрограмм через логические условия осуществляется контроль — когда и на каких лопатках эти подпрограммы применять.

Все вышесказанное, а также некоторые технологические новшества, примененные нашими специалистами, обеспечили результат, который превзошел все ожидания! Время обработки колеса оказалось в 4 раза меньше того, что сегодня требуется предприятию для производства аналогичных изделий. И это при всех довольно жестких требованиях как к качеству изделия, так и к технологическим особенностям изготовления. О результатах работы наших специалистов рассказывает заместитель главного инженера НПО "Сатурн" **Сергей Юрьевич Денисов**:

*Сотрудничество нашей компании с CSoft является безусловно полезным: благодаря совместной работе мы приобретаем опыт эксплуатации многоцелевых обрабатывающих центров, а также осваиваем новые наукоемкие технологии, которыми владеют специалисты компании. Надеемся на продолжение сотрудничества в области внедрения новых технологий и применения таких информационных систем, как Unigraphics, VERICUT, ProCAST и PAM-SHTAMP.*

Отдел САПР и инженерного анализа будет рад и дальше сотрудничать с одним из лидеров научной и инженерной мысли нашего государства!

## НПЦ АП им. Н.А. Пилюгина (Москва)

Опыт совместного использования Hermle, Unigraphics и VERICUT был применен нами и в Научно-производственном центре автоматизации и приборостроения им. Н.И. Пилюгина. Центр специализируется в области бортовых систем наведения, навигации и управления движением ракет и космических аппаратов; является головным разработчиком и производителем систем управления для ракетных комплексов, ракетополетов, разгонных блоков и космических аппаратов. Специалистами предприятия успешно реализованы более 80 крупных проектов в интересах науки, обороны страны, экономики и международного сотрудничества в космосе.

Другие направления деятельности:

- мониторинговые системы и диагностическая аппаратура для медицины;
- автоматизированные системы управления технологическими процессами в энергетической, металлургической и газовой промышленности;
- диагностическая аппаратура для легковых автомобилей<sup>4</sup>.

Предприятие использует возможности и Unigraphics, и VERICUT. На одном из его участков работают два станка Hermle: C1200U и C40, причем первый относится к устаревшей линейке, а второй — к новой. Задача, которая была поставлена перед нашими специалистами, заключалась в том, чтобы проекты, разработанные под старый станок, можно было выполнять и на новом — благо кинематические схемы станков подобны, а различаются в основном рабочие зоны. Следовательно, требовалось так модернизировать постпроцессор, чтобы формируемые программы были бы пригодны для обоих станков при минимальном объеме ручных правок в УП.

Надо отметить, что на предприятии также используется функционал ЧПУ iTNC Heidenhain версии как 430, так и 530 для обработки с фиксированными угловыми положениями (3+2) — цикл I9. Этот цикл — предшественник команды Plane, о которой упоминалось выше. Кроме того, он решает задачу пересчета и переноса программной системы координат при фиксированных поворотах столов. Для пятиосевой непрерывной обработки также используется команда M128.

Помимо рабочих зон обработки, станки различаются и расположением референтных точек (референтная точка — это система координат, не зависящая от "программного ноля"). Существует команда M92, наличие которой говорит о том, что координаты, заданные в кадре вместе с M92, — это координаты относительно референтной точки. Такими точ-

ками довольно удобно пользоваться для безопасных отводов при перепозиционировании между многоосевыми операциями, при объезде зоны обработки перед сменой инструмента или после смены. Все эти моменты используются в разработанных нами постпроцессорах. А проблема различного расположения референтных точек решена с помощью пользовательских переменных Q, так что поправлять требуется только эти величины. В УП это выглядит таким образом:

Q20 = 500; X-coordinate for M92:  
C1200 = +500, C40U = +900

Q21 = -790; Y-coordinate for M92:  
C1200 = -790, C40U = -560

Дальше в теле УП появляются в различных местах кадры, схожие с этими:

6 L YQ21 R0 F MAX M92

7 L XQ20 R0 F MAX M92

Специалисты, хорошо знающие системы ЧПУ iTNC Heidenhain, могут обоснованно возразить, что референтные точки в ЧПУ настраиваемые и что их можно было бы перенастроить на одном из станков. Всё это так, но на данном предприятии в силу ряда причин решено было этого не делать...

И еще несколько слов в завершение. Нами накоплен довольно большой опыт работы со станками компании Hermle в связке с программным обеспечением Unigraphics и VERICUT. Разработки сотрудников отдела — постпроцессоры и созданные в VERICUT модели станков — с успехом используются на множестве предприятий. Мы открыты для взаимодействия с любыми компаниями, располагающими таким оборудованием или планирующими его приобретение, готовы к решению задач, связанных с подготовкой управляющих программ любой сложности, верификацией и оптимизацией УП.

Не менее детально знакомы наши специалисты и с другим оборудованием: Chiron, DMU, Mazak, Willemin-Macodel. Владелец этих станков мы также предлагаем всяческое содействие в области подготовки управляющих программ.

**Николай Батарев**

CSoft

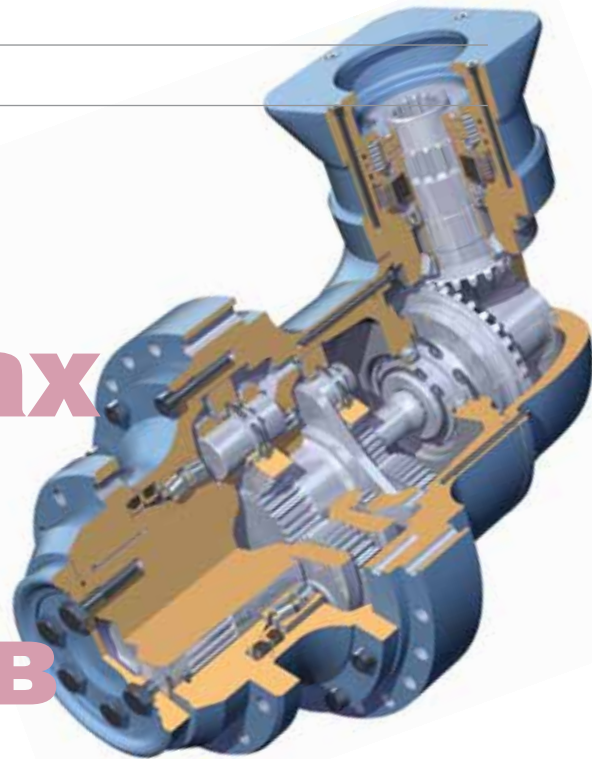
Тел.: (495) 913-2222

E-mail: [batarev@csoft.ru](mailto:batarev@csoft.ru)

*Специалисты отдела САПР и инженерного анализа компании CSoft выражают искреннюю благодарность всем специалистам компаний-партнеров, упомянутых в статье, — за совместную работу, за теплые слова. Надеемся, что наше сотрудничество будет продолжаться и расширяться.*

<sup>4</sup>Информация с сайта компании ([www.npcap.ru/about.htm](http://www.npcap.ru/about.htm)).

# Немного о "настройщиках роялей" для конструкторов



**П**роводя аналогии, современное конструкторское бюро — это большой оркестр, в котором имеются различные инструменты. Зазвучат они только тогда, только тогда зазвучит музыка, а не какофония, когда настроены все инструменты и общее исполнение управляется дирижером. Чем инструмент сложнее, тем больший профессионализм требуется для его настройки. Если гитару обычно настраивает сам гитарист, то рояль — только профессиональный настройщик.

Служба САПР для КБ как раз и является коллективом "настройщиков роялей", выполняющих функцию создания среды для автоматизированного проектирования.

Под средой автоматизированного проектирования следует понимать не только установленное программное обеспечение на компьютерах конструкторов, не только настроенную компьютерную сеть, но и организованный электронный документооборот, электронный архив, созданные и настроенные пользовательские библиотеки стандартных и унифицированных деталей и узлов, а также библиотеки параметрических элементов деталей.

Реально увеличивает производительность труда конструктора как раз наличие собственных пользовательских библиотек. То есть возможность не придумывать заново когда-то и кем-то созданное, а использовать уже наработанное. Следовательно, одной из основных задач служб САПР, непосредственно влияю-

щих на увеличение производительности труда конструкторов, является создание библиотек стандартных и унифицированных деталей и узлов.

Для каждого предприятия такие библиотеки различны, как различается и номенклатура разрабатываемой и изготавливаемой продукции. Для завода, выпускающего, например, автобусы, библиотека может содержать покупные кресла, поручни, светильники, окна и другие унифицированные для данного предприятия элементы автобуса. В библиотеке для завода, изготавливающего гальванические линии, необходимы параметрические ванны, аноды, тельферы, элементы шкафов управления и многое другое.

Autodesk Inventor предусматривает два варианта создания библиотек:

- размещение деталей или узлов в библиотеке (отдельной папке, находящейся вне папки проекта);
- размещение деталей в каталоге компонентов (Content Center).

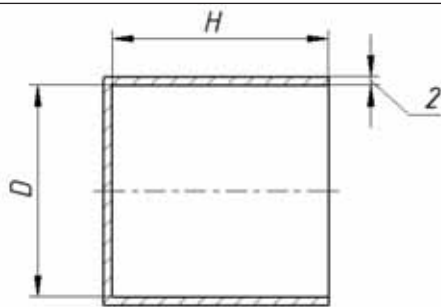
Прежде чем приступить к размещению деталей, рассмотрим процесс создания параметрических деталей и сборок.

Нам необходимо создать параметрическую деталь "Стакан" (рис. 1) с определяющими параметрами "Объем" (внутренний заполняющий объем) и "D" (внутренний диаметр).

Прежде всего создаем деталь средствами Autodesk Inventor (рис. 2).

Выбираем команду *Параметры*  $f_x$  и присваиваем параметрам модели более осмысленные имена (рис. 3):

- d0 переименовываем в D — внутренний диаметр стакана;
- задаем пользовательские параметры:
  - "Объем", равный 100 мл;
  - H<sub>ст</sub> — расчетная высота цилиндра, задаваемая исходя из формулы:



Обозначение	Наименование	Объем	D, мм	H, мм
АБВГ.01.005	Стакан V=100 мл	100 мл	50	51
АБВГ.01.005-01	Стакан V=150 мл	150 мл	55	63
АБВГ.01.005-02	Стакан V=200 мл	200 мл	60	71
АБВГ.01.005-03	Стакан V=250 мл	250 мл	65	75

Рис. 1



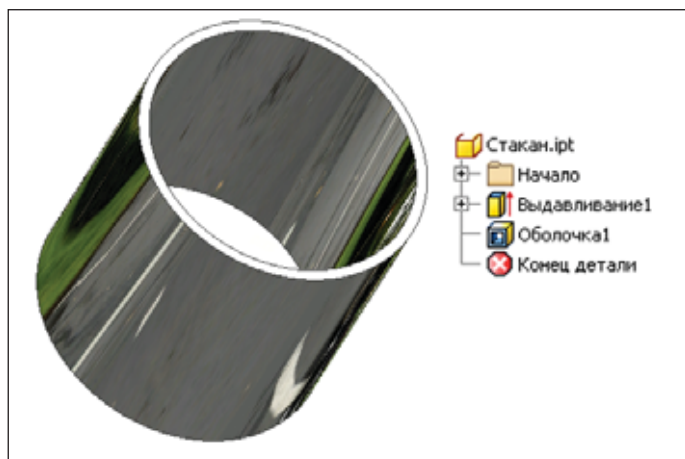


Рис. 2

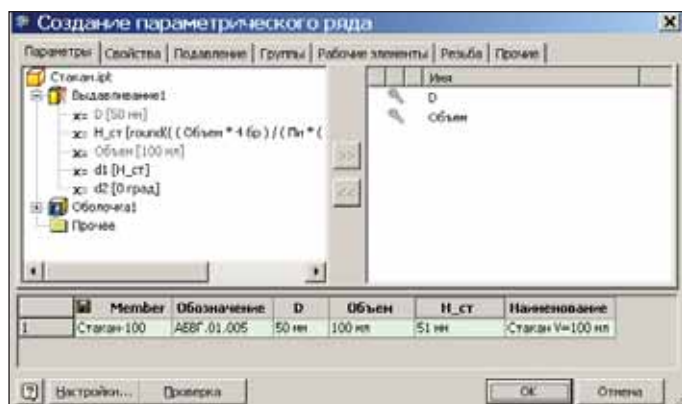


Рис. 5

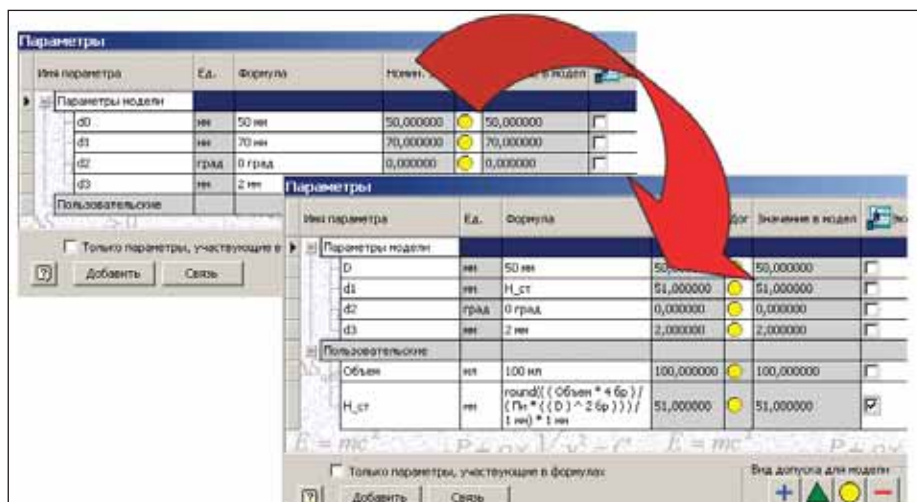


Рис. 3

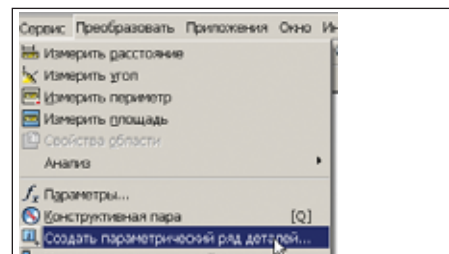


Рис. 4



Рис. 7



Рис. 6

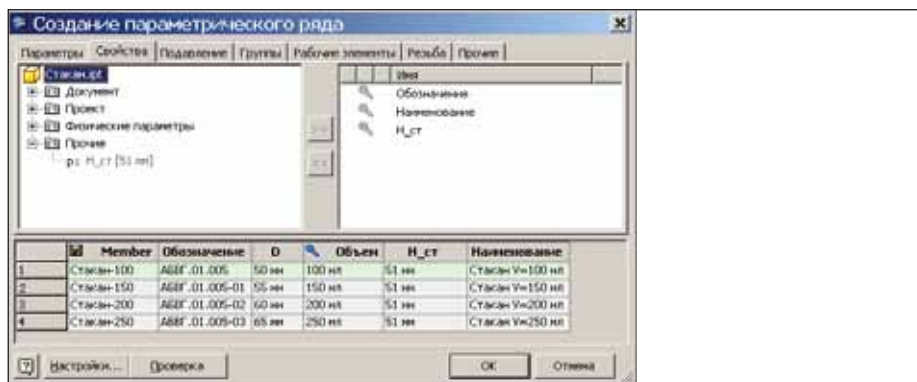


Рис. 8

$$h = \frac{4V}{\pi d^2}, \text{ где}$$

$h = H_{\text{ст}}$ ;  $V = \text{"Объем"}; d = D$ .

В таблице параметров указанная формула выглядит так:

$(\text{Объем} * 4 \text{ бр}) / (\text{Пи} * ((D)^2 \text{ бр}))$ .

Чтобы значение высоты цилиндра округлялось до ближайшего целого числа, добавляем функцию *round*, и наша формула приобретает окончательный вид:

$\text{round}(((\text{Объем} * 4 \text{ бр}) / (\text{Пи} * ((D)^2 \text{ бр}))) / 1 \text{ мм}) * 1 \text{ мм}$

В формуле делим и умножаем на 1 мм – в связи с тем, что *round* является безразмерной функцией.

Не забываем установить флажок для параметра  $H_{\text{ст}}$  в графе *Экспорт параметра* (рис. 3).

Значению параметра  $d1$  (глубина выдавливания) присваиваем имя  $H_{\text{ст}}$ .

Из меню *Сервис* выбираем команду *Создать параметрический ряд деталей* (рис. 4).

В правой части появившегося окна *Создание параметрического ряда* (рис. 5) уже присутствуют параметры "D" и "Объем". Переходим на вкладку *Свойства* (рис. 6) и добавляем параметры  $H_{\text{ст}}$  и *Наименование*.

Выделяем в таблице строку параметров (рис. 7) и добавляем еще три строки, которые редактируем в соответствии со значениями параметров (рис. 8).

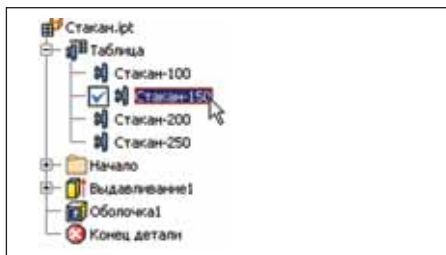


Рис. 9

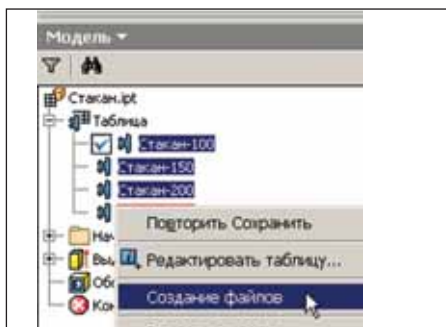


Рис. 12



Рис. 10

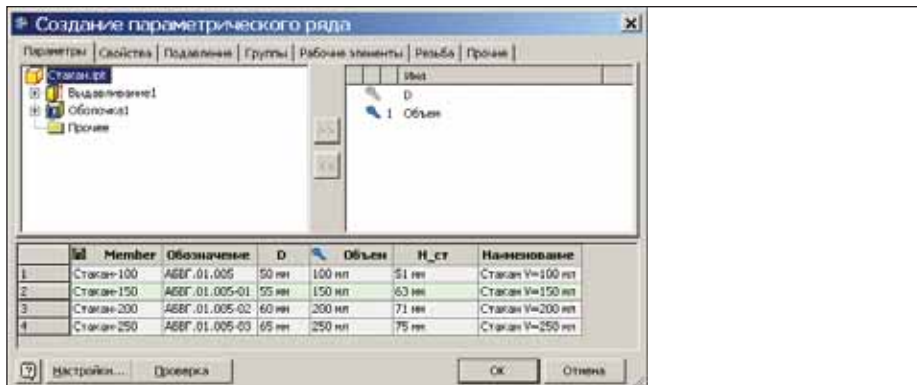


Рис. 11

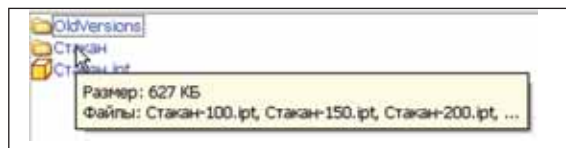


Рис. 13

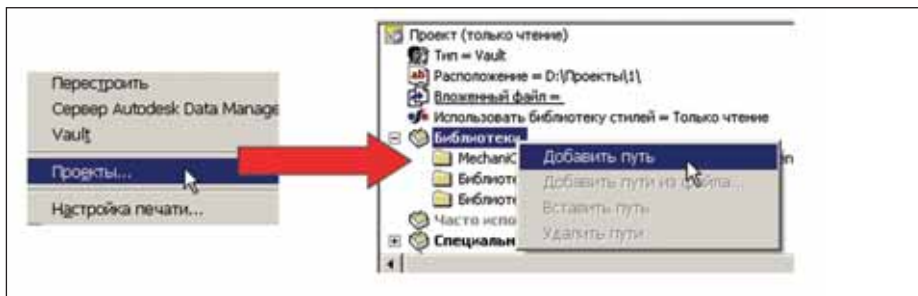


Рис. 14

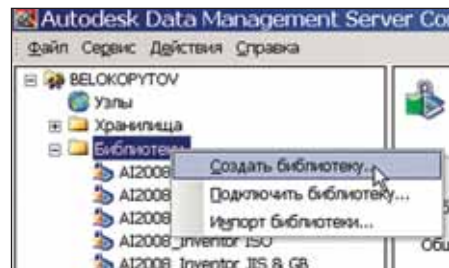


Рис. 15

Параметру "Объем" присваиваем ключевое значение.

Обратите внимание, что в графе  $H_{ст}$  все значения одинаковы — 51 мм. Дело в том, что  $H_{ст}$  является расчетным параметром и Inventor должен посчитать его самостоятельно.

Чтобы это произошло, в браузере периодически переключаем исполнения стакана (рис. 9) и после каждого переключения сохраняем файл.

При этом Inventor выдает сообщение, показанное на рис. 10.

По завершении всех переключений и сохранений таблица параметрического ряда принимает вид, показанный на рис. 11.

Собственно параметрическая деталь "Стакан" уже создана. Теперь настало время поместить ее в библиотеку.

Как уже сказано, в Autodesk Inventor возможны два варианта создания библиотек. Рассмотрим процедуры размещения деталей согласно каждому из них.

Итак, первый вариант: размещение детали "Стакан" в библиотеке.

Прежде чем размещать деталь, необходимо сгенерировать все исполнения файлов. Для этого разворачиваем в браузере таблицу, выделяем все исполнения и, нажав правую кнопку мыши, выбираем команду *Создание файлов* (рис. 12).

По завершении этой операции рядом с файлом *Стакан* создается папка с файлами на каждое исполнение детали (рис. 13).

Файлы сгенерированы, можно помещать их в библиотеку, причем библиотекой может служить любая папка на компьютере или сервере, путь к которой прописан в файле проекта.

Открываем окно редактора проектов (рис. 14) и добавляем путь к библиотечной папке.

После этого копируем файл *Стакан* и папку с одноименным названием (рис. 13) в библиотечную папку.

**Замечание.** Несколько отвлекаясь от темы, хочу заметить, что с помощью прописанных путей к различным папкам как к библиотечным можно организовать заимствование деталей и узлов из других проектов, не копируя при этом файлы, а просто создавая ссылки.

Теперь рассмотрим второй вариант — размещение детали "Стакан" в каталоге компонентов (Content Center).

Прежде всего создаем в каталоге компонентов библиотеку с уровнем доступа "Чтение/запись". Для этого запускаем Autodesk Data Management Server Console (рис. 15). Созданную библиотеку назовем, к примеру, *My Library*.

Настраиваем библиотеку в редакторе проектов (рис. 16, 17).

Как видно из рис. 17, у нас появилась библиотека *My Library* с уровнем доступа "Чтение/запись".

Следующим шагом создадим в библиотеке *My Library* папку или категорию для размещения в ней деталей типа "Стаканы".

Чтобы создать категорию, вызываем *Сервис* → *Редактор библиотеки компонентов* (рис. 18).

При включенном виде библиотеки *My Library* нажимаем в браузере Редактора библиотеки компонентов правую



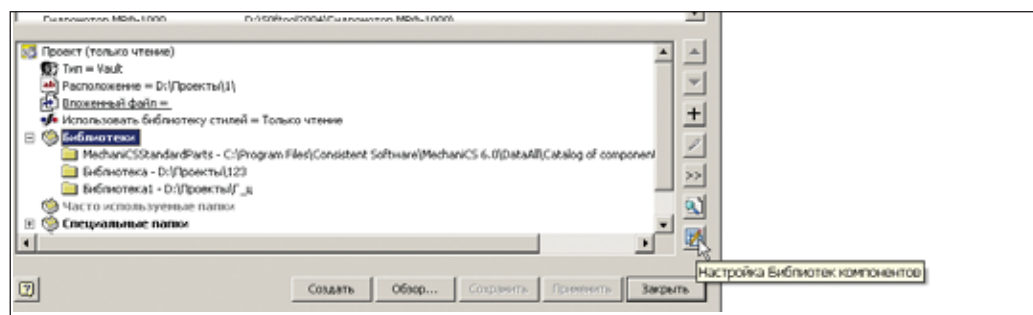


Рис. 16

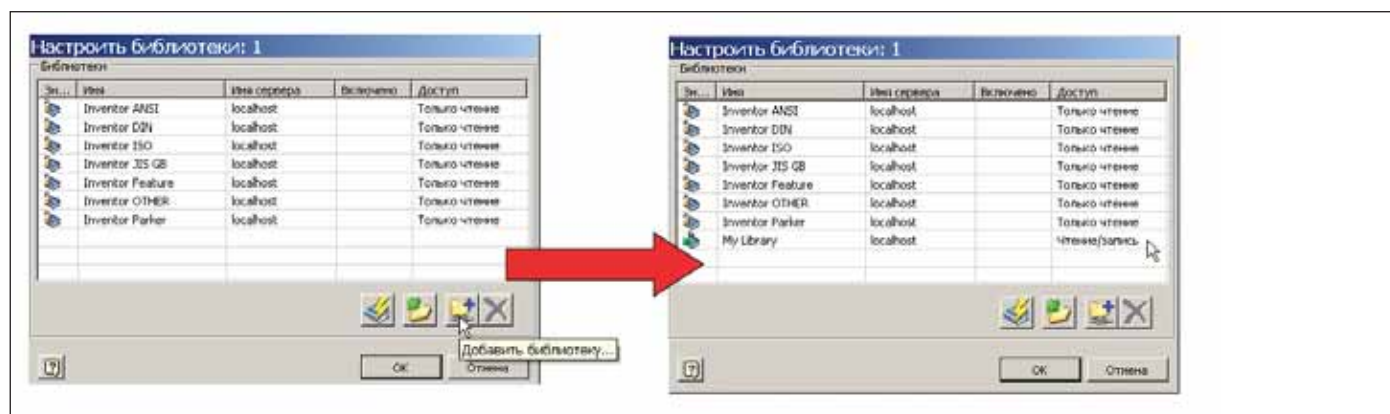


Рис. 17

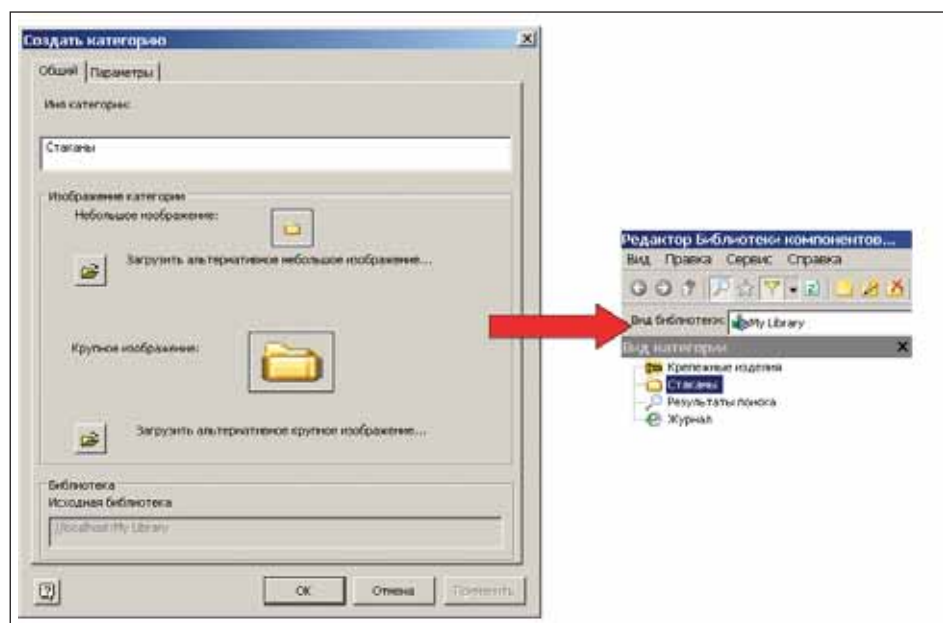


Рис. 20

кнопку мыши и вызываем команду *Создать категорию* (рис. 19).

В появившемся окне задаем имя категории "Стаканы", а также ее свойства и получаем категорию (папку) в списке категорий (рис. 20)

Мы подготовили место для размещения стакана в библиотеке компонентов, теперь пришло время его туда поместить.

Вызываем команду *Сервис → Публикация детали* (рис. 21).

В появившихся окнах последовательно указываем, в какую библиотеку и

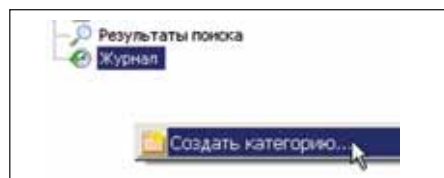


Рис. 19

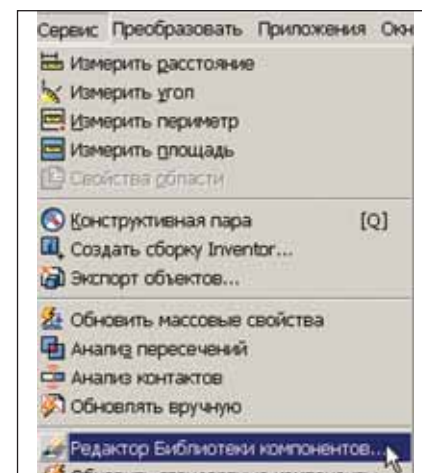


Рис. 18

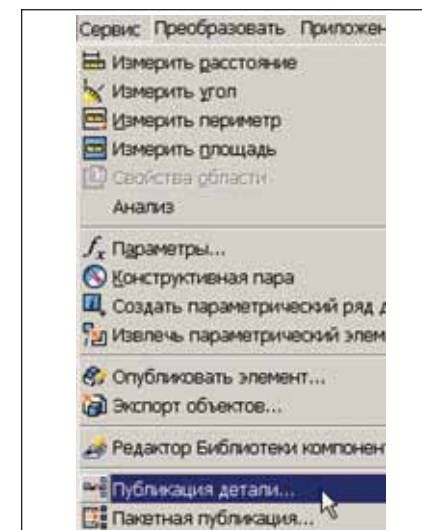


Рис. 21

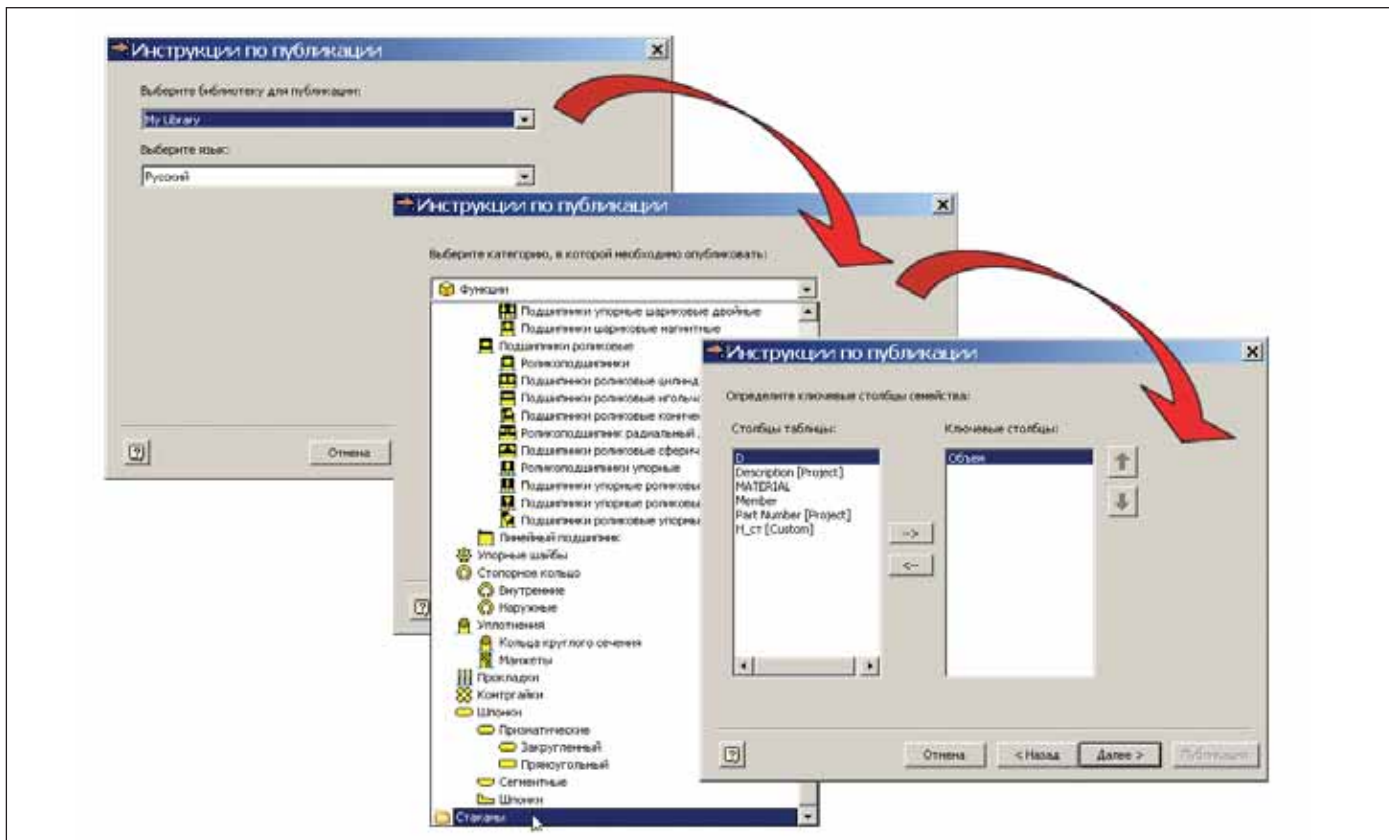


Рис. 22

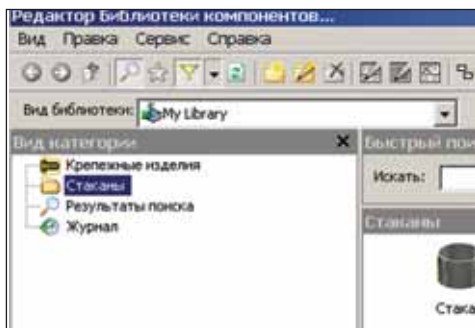


Рис. 23

категорию помещается деталь "Стакан", задаем ключевые столбцы и указываем стандарт, к которому должна принадлежать размещаемая деталь (рис. 22).

После выполнения всех перечисленных действий в категории "Стаканы" появится деталь, а точнее семейство деталей "Стакан" (рис. 23).

Всё, теперь специалисты могут использовать это семейство в своей работе.

Для проверки создадим новую сборку и, выбрав команду *Размещение компонента из библиотеки компонентов* (рис. 24-26), вставим в нее стакан.

Приведенный пример, конечно же, сильно упрощен по сравнению с реальной жизнью и реальными деталями, которые необходимо создавать и размещать в библиотеках. На практике и сами детали сложнее, и типоразмерный ряд порой достигает нескольких сотен, а то и тысяч деталей.

Мы говорили лишь о технологии этой работы, но и из нашего примера понятно, что если на предприятии имеются специфичные для предприятия мощные библиотеки, производительность труда конструкторов возрастает на порядок.

Поэтому, встречаясь на предприятиях с руководителями, я всегда говорю о необходимости не только обязательно организовать службу САПР, но и не экономить на ней. Результат возрастет сторицей.

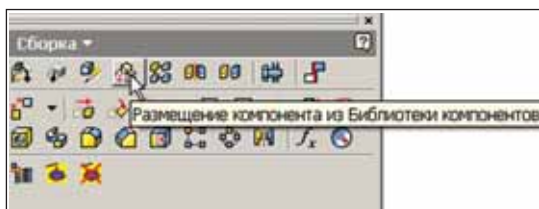


Рис. 24

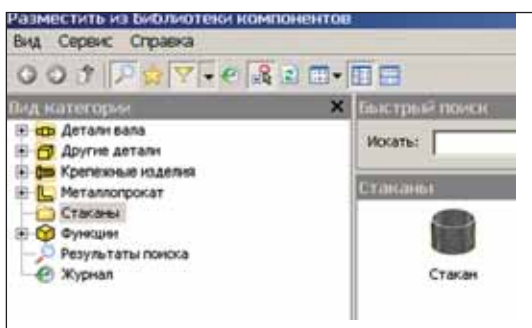


Рис. 25



Рис. 26

Сергей Белокопытов  
CSoft  
Тел.: (495) 913-2222  
E-mail: sergbelok@csoft.ru



# Autodesk AliasStudio

## сплав дизайна и технологии

ПРОДОЛЖЕНИЕ ТЕМЫ



**В** предыдущем номере нашего журнала рассмотрено моделирование лицевой поверхности маски, в процессе которого мы стремились не столько к технологичности, сколько к достижению максимального сходства с эскизом<sup>1</sup>. Продолжим начатую тогда работу: завершим лицевую поверхность с учетом технологических требований и подго-

товим модель к экспорту в Autodesk Inventor.

Впрочем, строго придерживаться этой схемы не обязательно: Autodesk AliasStudio позволяет совмещать диагностику и построение новых поверхностей...

На данном этапе конструирования наша маска представляет собой набор сопряженных между собой поверхнос-

тей, а для создания пресс-формы нам понадобится твердое тело. Для этого мы должны создать недостающие поверхности — подложки и боковины.

Начнем с создания боковины. В этом нам пригодится инструмент *Draft (On Flange)* — он позволяет в нужном направлении и на нужном расстоянии создавать линейчатую поверхность по выбранному контуру (рис. 1).

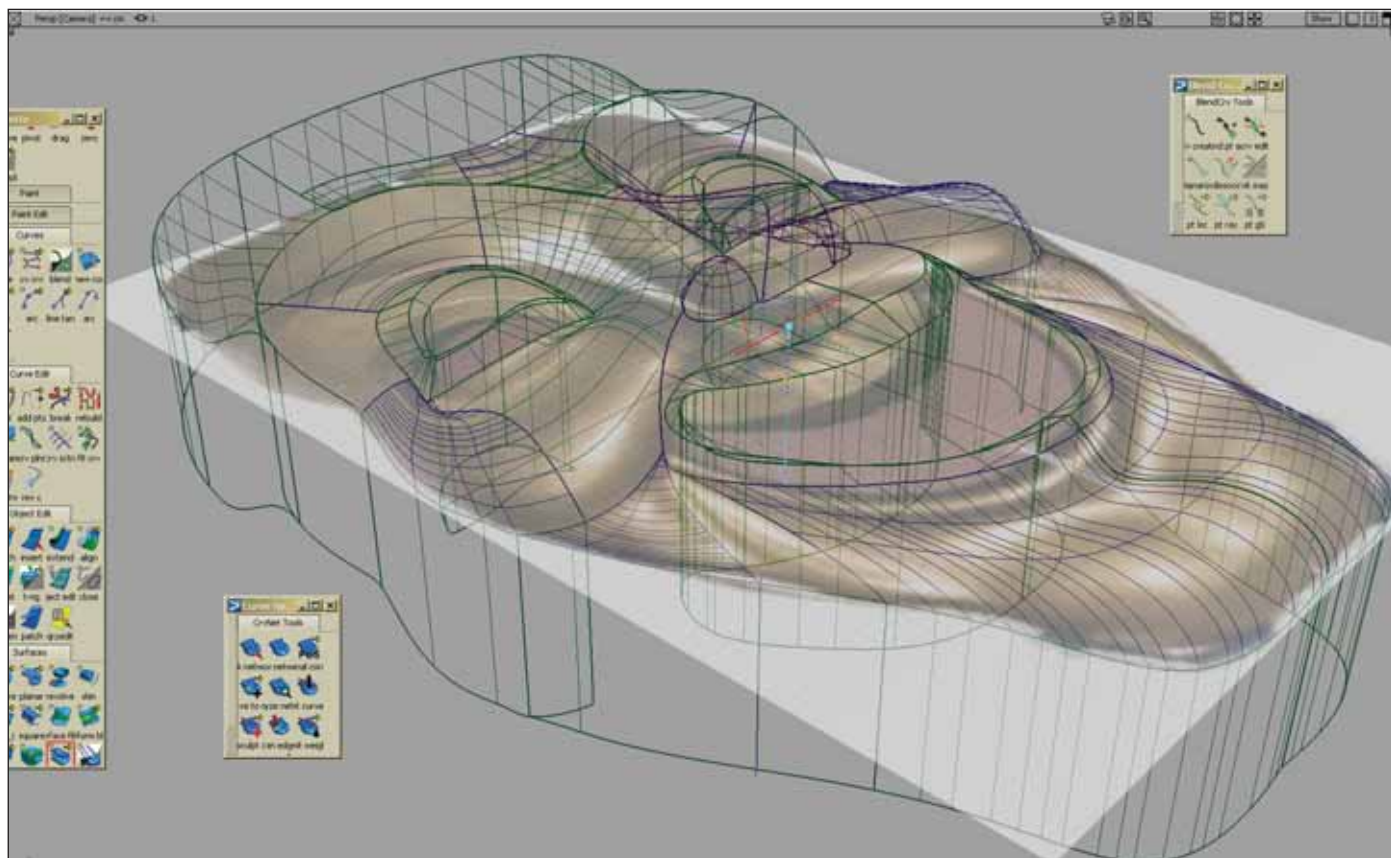


Рис. 1. Создание линейчатой поверхности

<sup>1</sup>См.: CADmaster, № 1/2008, с. 10-14.

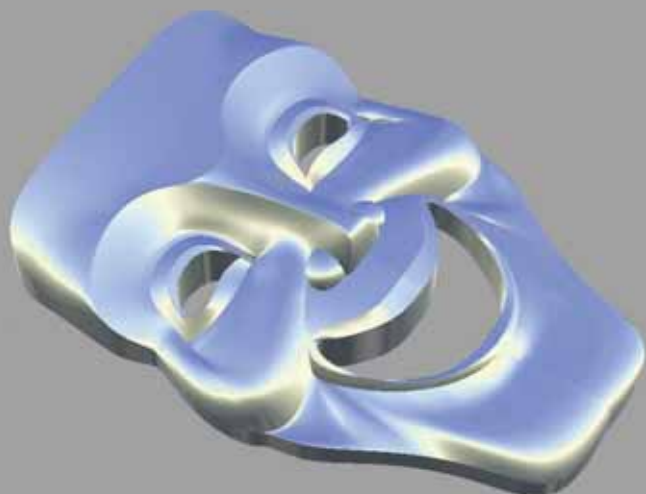


Рис. 2. Модель маски при диагностической заливке

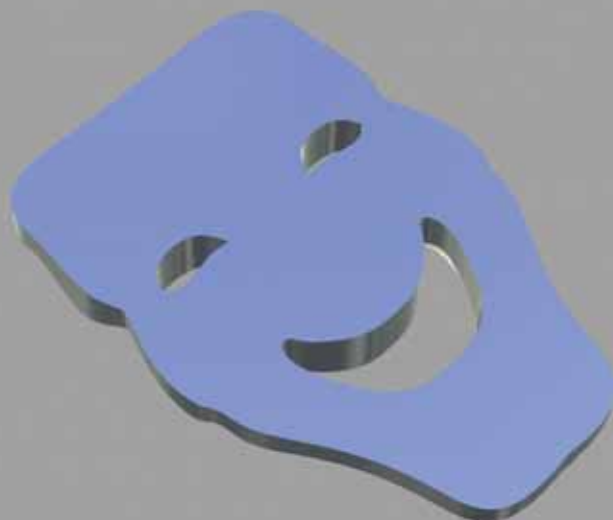


Рис. 3. Контроль плавности переходов



Рис. 4. Раскраска случайными цветами

Теперь создадим подложку, обрезав фланцами плоскую поверхность. Здесь нас могут ожидать подводные камни в виде пересекающихся поверхностей, но эту проблему несложно разрешить с помощью инструмента *Trim*.

Основной сложностью при технологическом моделировании является грамотное и плавное сопряжение поверхностей, а также обеспечение минимальной сложности базовых кривых и тел. Только тогда полученная модель будет адекватно воспринята CAD/CAM-программами.

Для контроля технологических параметров в Autodesk AliasStudio предусмотрен довольно обширный инструмен-

тарий, отвечающий всем требованиям проектировщика.

Следующим нашим шагом подготовки к экспорту будет проверка на целостность и взаимопересечения. Воспользуемся инструментом *Stitch* (рис. 5), а затем, убедившись, что проблемных граней нет, приступим к диагностике поверхностей.

Прежде всего выполняем проверку на плавность (рис. 3).

Как видно на иллюстрации, плавность основных поверхностей соблюдена и достаточна для того, чтобы созданная нами модель могла называться технологичной (рис. 2).

Проверку на совпадение можно выполнить простым закрашиванием поверхностей в произвольные цвета — для этого в Autodesk AliasStudio реализован особый режим раскраски (рис. 4).

Когда все проверки закончены, можно приступать к экспорту модели в Autodesk Inventor.

В качестве формата экспортирования я решил выбрать IGES, так как он позволяет сохранять модель в форме твердого тела, а не набора поверхностей (рис. 6).

Выделяем поверхности маски, экспортируем в формат IGES.





Рис. 5. Проверка на целостность

Следующий шаг – обработка полученного тела в Autodesk Inventor. Экспорт обычно проходит без каких-либо проблем, а мелкие несоответствия Inventor устраняет автоматически (рис. 7). Если бы для экспорта мы воспользовались форматом DWG, то работу по созданию фланцев и подложки нам пришлось бы выполнять в самом Autodesk Inventor.

Итак, модель экспортирована и готова к машинной обработке...

*Роман Хазеев*

*CSoft*

*Тел.: (495) 913-2222*

*E-mail: hazeev@csoft.ru*

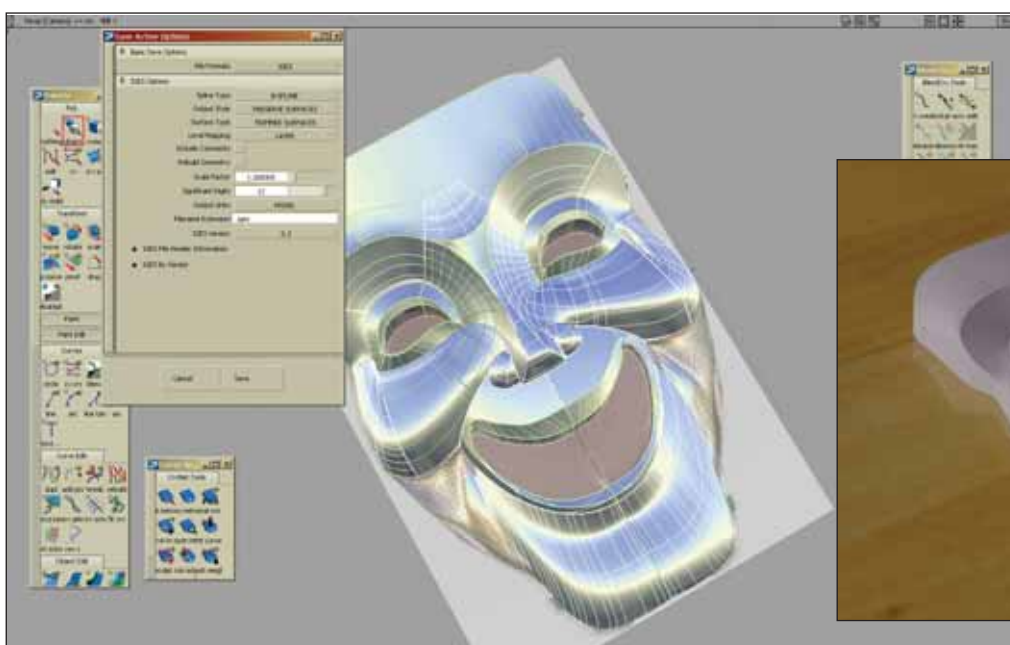


Рис. 6. Экспорт в IGES



Рис. 7. Модель маски в Autodesk Inventor

# Применение модуля Dynamic Simulation Autodesk Inventor для решения задач судостроения

## ЗАДАЧИ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПОДЪЕМА ЯКОРЯ

**С**егодня на помощь инженеру приходят всё новые, более совершенные инструменты проектирования. Одним из таких мощных средств трехмерного моделирования и разностороннего анализа проектируемых конструкций и механизмов является Autodesk Inventor Professional.

Среди множества эффективных инструментов, предоставляемых этой системой, особое место отводится модулю динамического анализа — Dynamic Simulation Autodesk Inventor Professional. И не случайно. В практике проектирования все чаще уже на самых ранних этапах перед инженером встает вопрос о работоспособности механизма в целом, причем с точки зрения не только обеспече-

ния прочности отдельных его частей, но и взаимодействия частей и узлов друг с другом в процессе работы, возникающих при этом сил, скоростей, ускорений моментов и т.п. Именно поэтому Dynamic Simulation Autodesk Inventor Professional заслуживает отдельного разговора.

Конечно, наиболее полно возможности модуля можно рассмотреть на примере его работы со сложной моделью. В области судостроения таким примером может служить проектирование якорного устройства. Проблема здесь заключается в сложности моделирования процесса подъема и отдачи якоря: прилегания лап якоря в поднятом состоянии, способности якоря самостоятельно опускаться при отдаче, предотвращение заклинивания якоря при подъеме и т.п.

Стандарт ОСТ 5Р.2049-2000 — "Макеты якорных устройств. Правила изготовления и приемки" требует до физического (материального) изготовления якорного устройства судна изготовить его масштабный макет из, как правило, древесины и листовой стали. Для выполнения этого требования заводское бюро отдела Главного конструктора вынуждено выпускать около 15 чертежей деталей макета якорного устрой-

ва формата от А3 до А1, а предприятие-строитель судна на изготовление самого макета и отработку на нем элементов якорного устройства судна тратит около \$10 000. Dynamic Simulation Autodesk Inventor Professional позволяет значительно ускорить и удешевить этот процесс. Как? Рассмотрим это на примере моделирования подъема якоря, выполненного конструкторами ФГУП "ЦС "Звездочка".

Итак, прежде всего необходимо построить трехмерную модель якорного ключа с участком бортовой обшивки и палубы, самого якоря и звеньев якорной цепи. В нашем случае построение этих моделей было выполнено с использованием САПР CATIA и импортировано в STEP-формате в Autodesk Inventor Professional, что свидетельствует о хорошей совместимости между САПР различного уровня и разных производителей, в частности — между системами, используемыми на нашем предприятии.

В результате получаем сборку, состоящую из всех необходимых для расчета компонентов. Однако при импортировании моделей нарушились все связи в сборке, которые следовало повторно наложить в Autodesk Inventor Professional. А это могло затруднить обработку полученной модели в контексте сборки (перемещение деталей и т.п.). Следует отметить, что при задании начальных и граничных условий в модуле Dynamic Simulation требуется импортировать связи из сборки либо назначить новые вне зависимости от наличия связей, сформированных при создании модели.

Обращаем ваше внимание, что модуль Dynamic Simulation очень чувствителен к ресурсам используемой компьютерной техники — к мощности процессора и объему оперативной памяти (не



Рис. 1. Импортированная модель якоря, ключа и корпусных конструкций



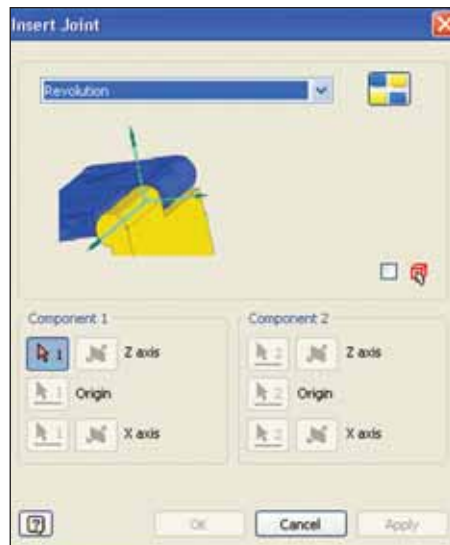


Рис. 2. Наложение связей (вращающаяся)

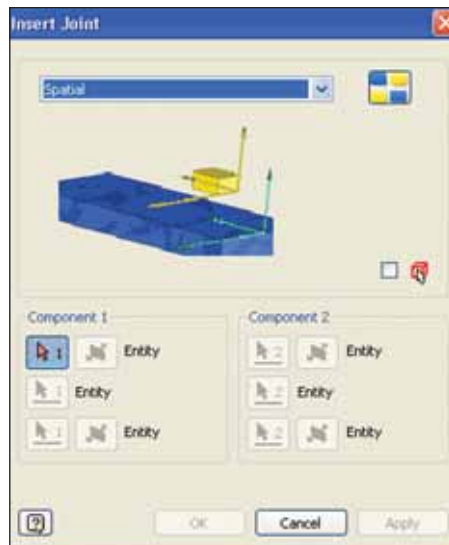


Рис. 3. Наложение связей (свободная)



Рис. 4. Наложение связей (3D-контакт)

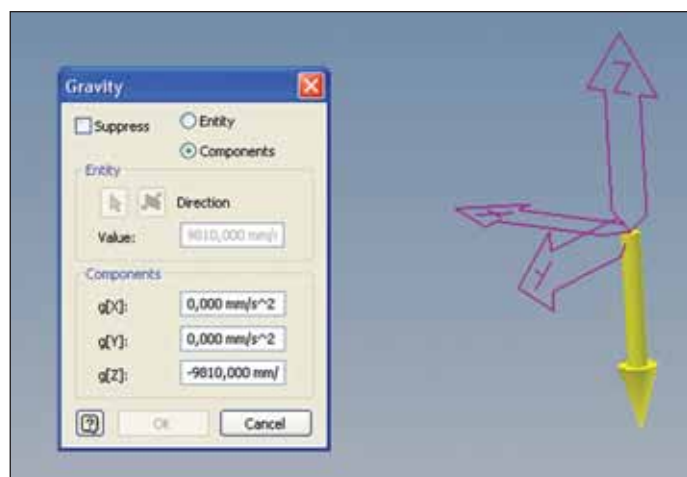


Рис. 5. Моделирование гравитации

менее 1 Гб, рекомендуется 2-4 Гб). Здесь многое зависит от количества элементов и связей, принятых к расчету. Перед началом работы рекомендуется выполнить анализ и оптимизацию рассчитываемой модели с целью определения необходимого, но достаточного количества элементов либо использовать для расчета более производительную вычислительную технику, что, однако, не освобождает инженера от необходимости решения вопроса оптимизации задачи.

Таким образом, после импортирования модели в модуль Dynamic Simulation детали не имеют связей между собой и относятся к разряду закрепленных (закрепленных).

Для определения характера взаимодействия элементов в модуле расчета динамики имеется ряд специализированных типов связей с различным набором степеней свободы взаимодействующих деталей. Описание всех таких типов связей выходит за рамки этой статьи, отметим лишь, что в нашем случае в основном использовались следующие:

- вращающаяся (для связей лап якоря со штоком и штока со скобой);
- свободная (для освобождения звеньев цепи);
- 3D-контакт (для наложения взаимодействия освобожденных звеньев цепи между собой и корпусными конструкциями).

Этот набор связей был принят неслучайно: он позволяет наиболее

точно смоделировать особенности подъема якоря, предоставляя динамической системе максимально возможную свободу и не накладывая искусственных ограничений, влияющих на достоверность результата. Однако нельзя забывать, что за повышение точности и реалистичности моделирования приходится расплачиваться увеличением времени расчета.

Моделирование веса якоря выполнялось с помощью функции "гравитация": было задано значение коэффициента ускорения свободного падения и его направление (направление вектора действия гравитационных сил, заданного по умолчанию, может не совпадать с требуемым для расчета). Теперь, если перейти в режим симуляции, не ограниченный в перемещении якорь вместе с цепью начнет двигаться в направлении действия гравитационной силы, при этом все элементы будут взаимодействовать друг с другом в соответствии с заданными связями.

Наложив связи и задав вес элементов, указываем силу тяги цепи (сила, с которой осуществляется подъем якоря),

полученную из заранее известных параметров лебедки подъемного механизма. Причем сила может быть как постоянно направленная, так и связанная с элементом, к которому она приложена (с изменением положения элемента будет меняться направление действия силы). При этом силы по своему значению и скорости изменения могут быть также непостоянными.

Помимо силы подъема, большое значение для выполнения динамических расчетов имеет скорость движения элементов системы. Модуль Dynamic Simulation Autodesk Inventor Professional позволяет задавать элементам механизма скорость (начальную, текущую, постоянную, переменную — меняющуюся по разным законам). Поскольку нам пришлось ограничить количество элементов динамической системы, в нашем примере была дополнительно задана начальная скорость движения якоря и цепи, чтобы смоделировать установившееся движение и, соответственно, скорость подъема якоря.

Указание скорости для отдельных элементов осуществляется посредством изменения их свойств, при этом существует возможность для уже наложенных связей задавать ограничения и дополнительные характеристики (скорости вращения, возможные перемещения и т.п.). Для нашего расчета задавалась скорость перемещения звена цепи, к которому была приложена поднимающая сила как для элемента, определяющего движение всей системы, сообщаемого посредством наложенных связей движение всем ее элементам. Таким образом, приложенная сила подъема должна преодолеть силу тяжести, действующую на якорь и цепь, а скорость перемещения головного звена — задать динамику процесса.

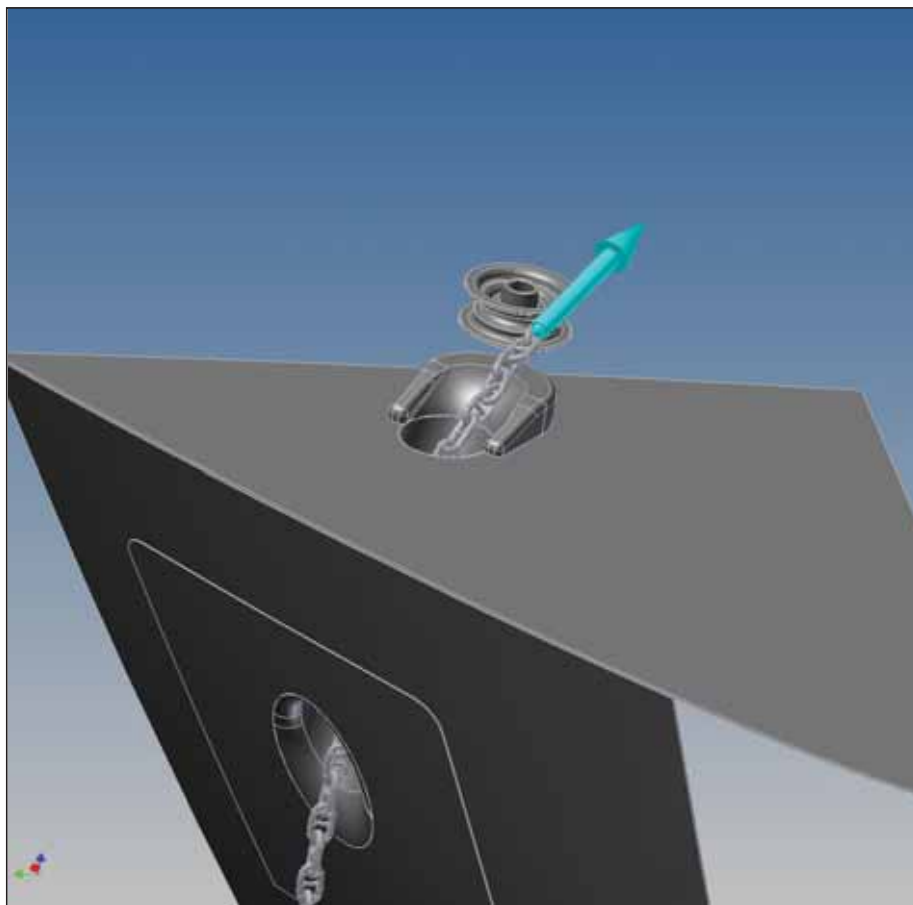


Рис. 6. Задание силы и направления подъема якоря

Хочется подчеркнуть, что при создании модели динамической системы требуется всё тщательно продумать: обеспечить контакт всех элементов, ликвидировав зазоры между ними; учесть динамику и инерцию. В противном случае после задания силы и скорости из-за рывка может произойти разрыв связей и даже элементов: расчет имеет свой шаг по времени и при попадании события (рывка) в промежуток между рассчитываемыми периодами может нарушиться целостность как связи и контакта, так и элемента. В итоге результаты расчета будут некорректными.

После ввода всех исходных данных можно переходить к симуляции.

При выполнении расчетов инженеру предоставляется возможность указать длительность расчетного периода, то есть моделируемое время в натуральных единицах — секундах (1 секунда соответствует 1 секунде поведения динамической системы), и количество шагов расчета на данном отрезке времени. В процессе расчета можно изменять время симуляции, правда, только в большую сторону (если в течение выбранного ранее промежутка расчетного времени ожидаемый результат не был получен), останавливать расчет, просматривать и при необходимости либо закончить его, либо возобновить с места остановки.

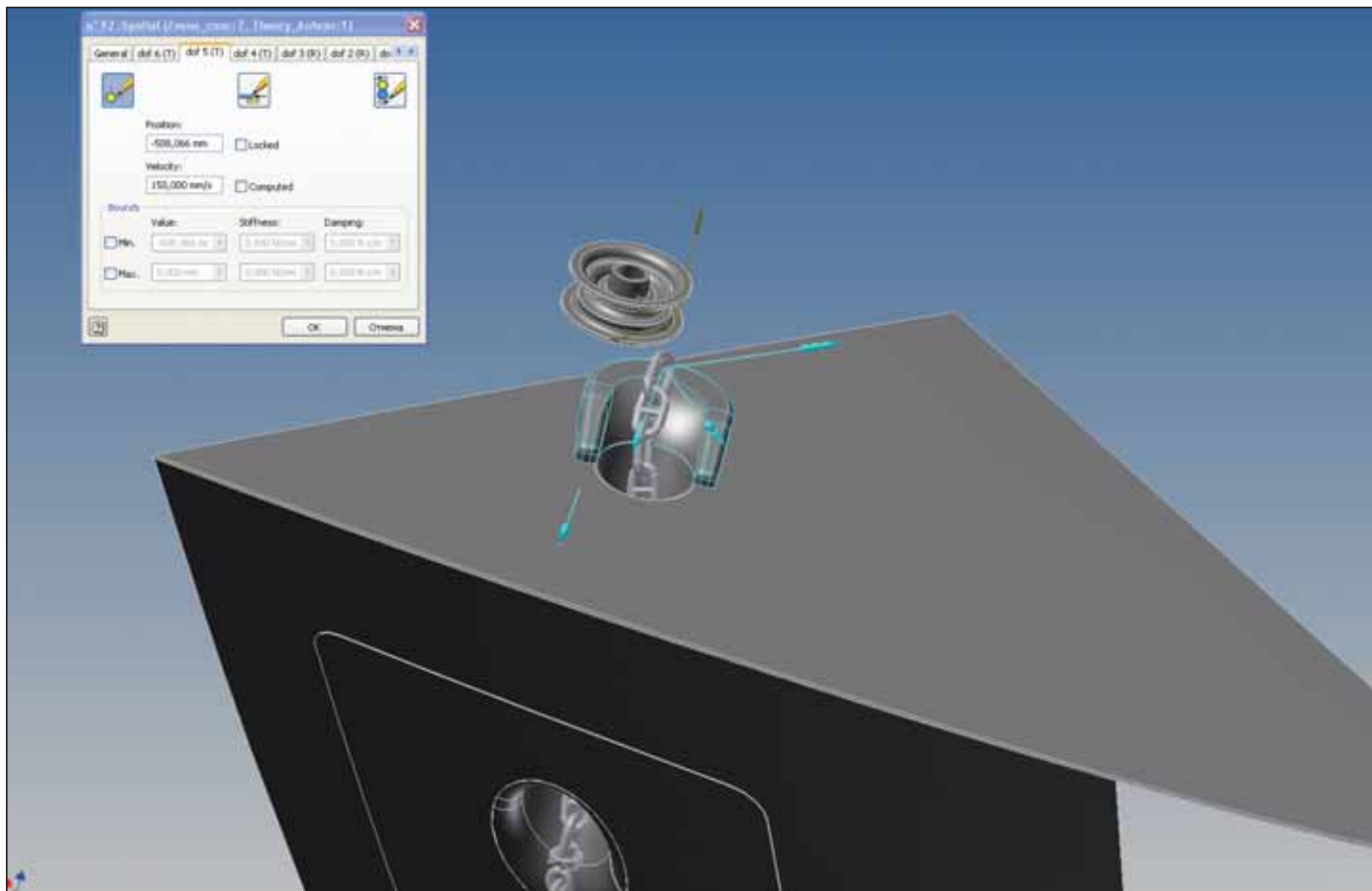


Рис. 7. Задание начальной скорости подъема якоря (движения элемента)

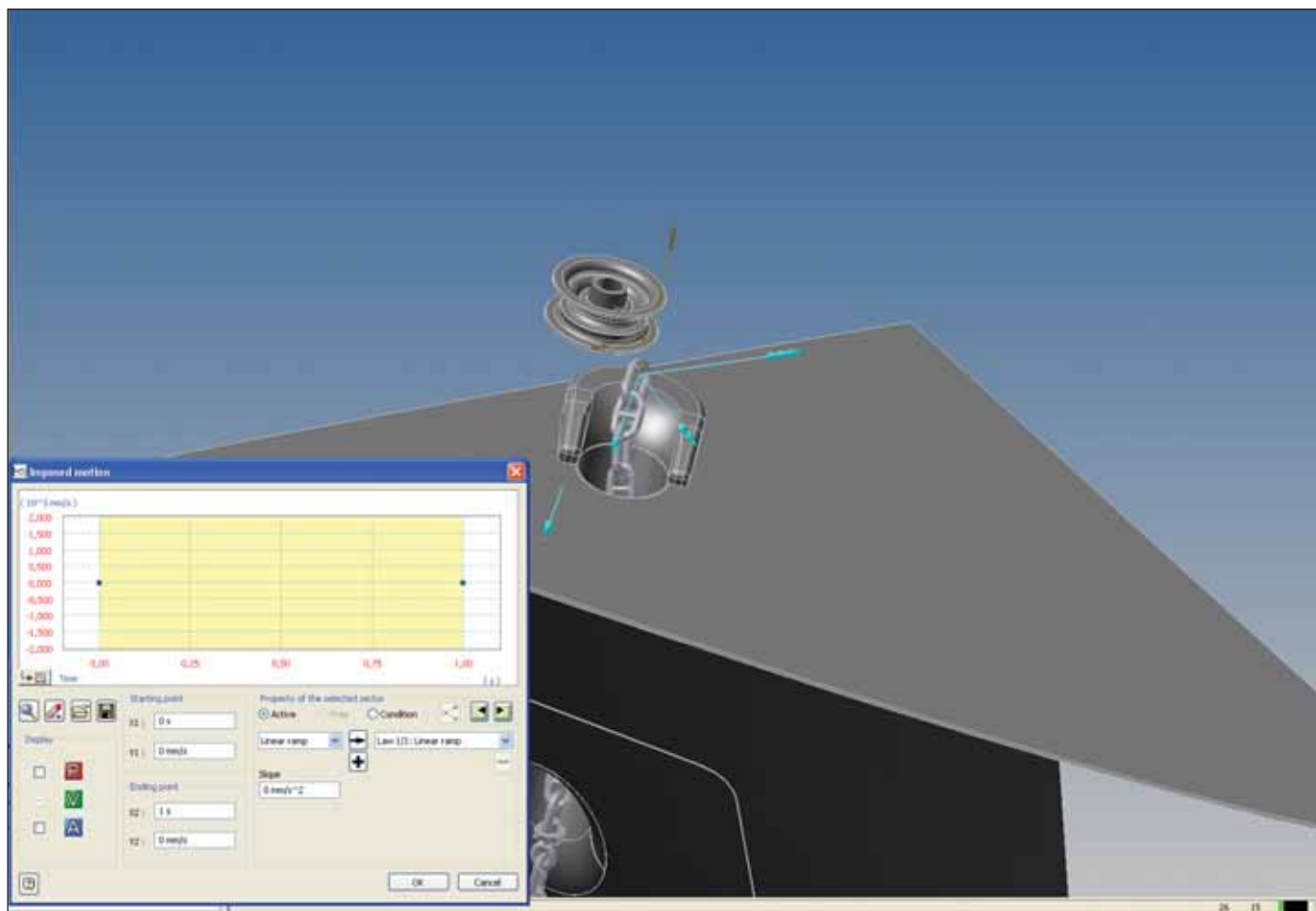


Рис. 8. Задание скорости подъема якоря

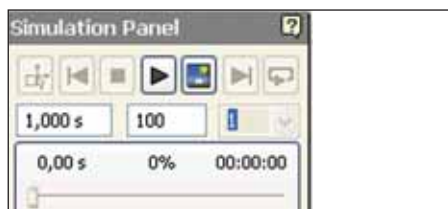


Рис. 9. Панель настройки, запуска и просмотра симуляции

Для полного обсека нашей модели — затягивания якоря в якорный клюз — потребовалось приблизительно семь расчетных секунд. На неспециализированном компьютере (Pentium IV, 3.2 ГГц, 1 Гб ОЗУ под Windows XP Pro) фактическое время расчета составило порядка 80 часов непрерывной работы. К сожалению, модуль Dynamic Simulation Autodesk Inventor 11 Professional, в котором выполнялся расчет, не предусматривает возможности сохранения промежуточного состояния расчета и его возобновления после перезагрузки (выключения/включения) компьютера.

Результаты расчета выводятся в табличном виде и виде графиков, на которых отражаются различные изменяющиеся во времени характеристики динамической системы (такие как скорости, ускорения, силы, моменты), которые

могут быть импортированы в MS Excel. Результаты взаимодействия элементов модели могут также быть использованы для расчета прочности в расчетном модуле Autodesk Inventor Professional. Кроме того, существует возможность импорта в видеоролик для демонстрации и анализа. Несколько кадров сделанного нами ролика приведены на рис. 10а-10е.

В заключение необходимо отметить, что электронное моделирование — в частности с использованием системы Autodesk Inventor Professional с модулем Dynamic Simulation — обладает неоспоримым преимуществом перед привычными методами натурного и масштабного моделирования и макетирования.

При использовании традиционных, к сожалению, уже несколько устаревших методов все элементы конструкции необходимо изготавливать (чаще всего из дерева и фанеры), что требует существенных затрат времени и ресурсов (материалов, использования станков и оборудования), а также наличия высококвалифицированных рабочих. При этом не следует забывать, что при получении неудовлетворительных результатов может понадобиться выполнение нескольких приближений, то есть переделка макета и изменение конструкции по данным

предыдущего моделирования. К тому же следует учесть, что макетирование конкретной конструкции уникально, изготовленный макет после использования не подлежит длительному хранению и утилизируется, что существенно увеличивает совокупные затраты.

При электронном же моделировании работы выполняются чаще всего одним инженером на одном компьютеризированном рабочем месте с затратами времени на 50-70% меньшими, чем при использовании натурного или масштабного макетирования. При этом, кроме электроэнергии, никаких других материальных затрат не требуется.

Таким образом, преимущества электронного моделирования налицо. Хотя выбор, безусловно, — за вами!

*Александр Давидович,  
заместитель главного конструктора —  
начальник бюро проектирования  
ФГУП "Центр судоремонта "Звездочка"  
E-mail: bo25@ko.star.ru  
Денис Рябконов,  
инженер-конструктор — руководитель  
проектной группы*



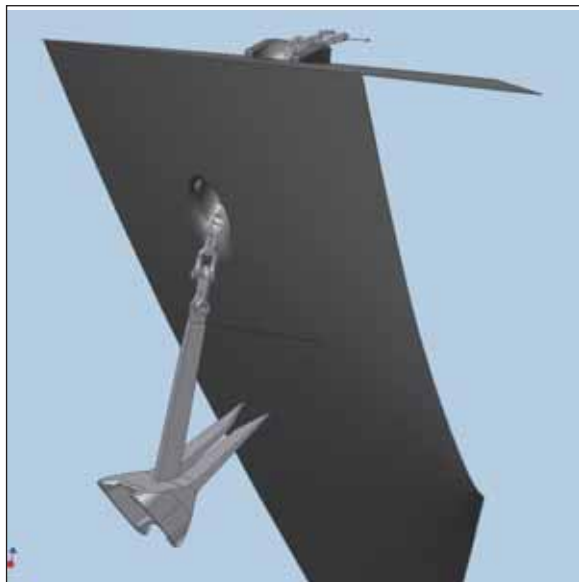


Рис. 10а

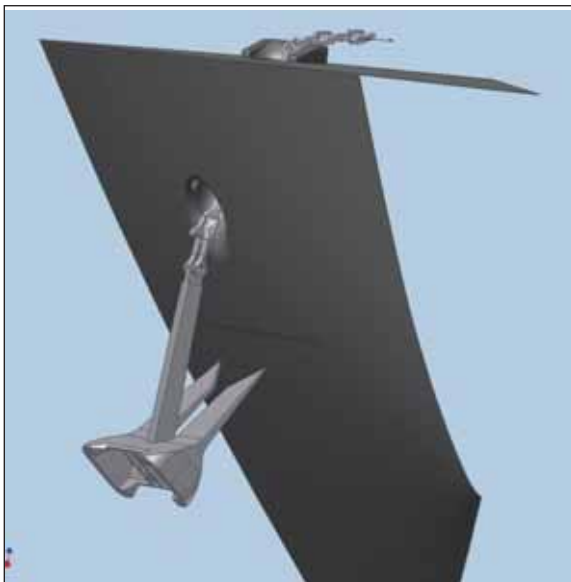


Рис. 10б

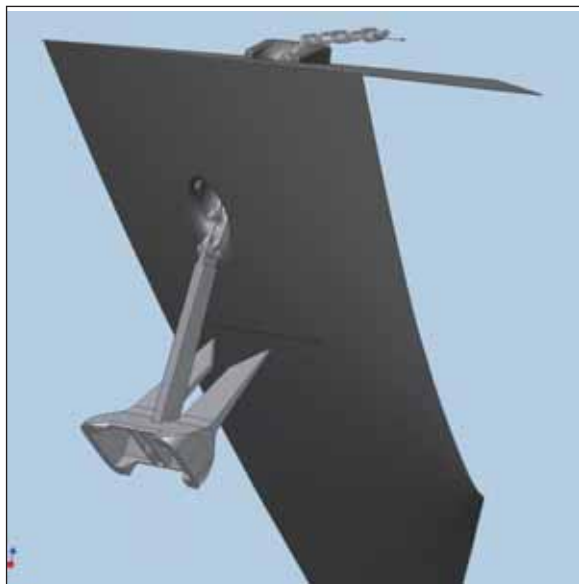


Рис. 10в

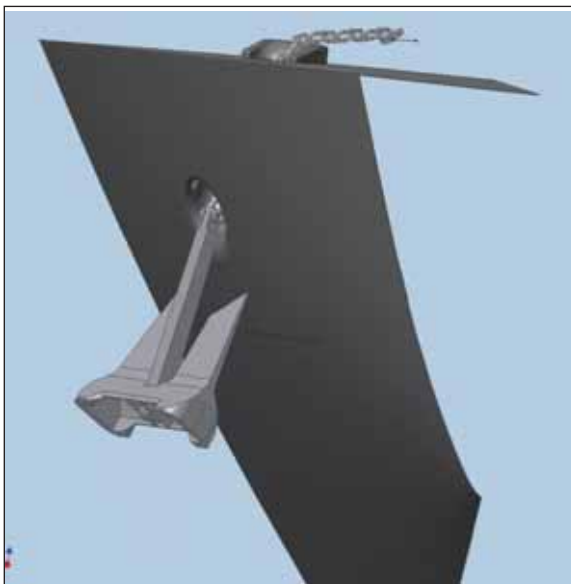


Рис. 10г



Рис. 10д

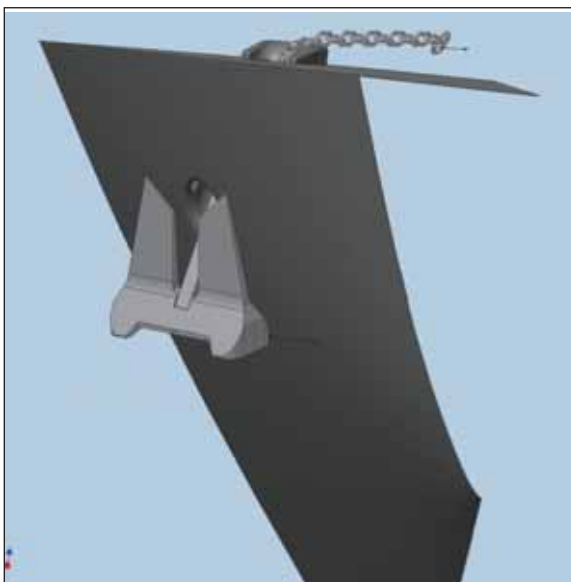


Рис. 10е

Рис. 10. Кадры полученного видеоролика, иллюстрирующего процесс затягивания якоря в якорный клюз

КОНЦЕПЦИЯ — дизайн-проект автомобиля разрабатывается в Autodesk® AliasStudio

КОНСТРУИРОВАНИЕ — двигатель собирается из отдельных деталей в Autodesk® Inventor™ и передается в цифровую модель-прототип

ОБМЕН ДАННЫМИ — встроенные средства управления данными позволяют совместно работать с проектной информацией на всех стадиях: от концептуальных разработок до изготовления изделия



**ЦИФРОВОЙ ПРОТОТИП  
ПРИВОДИТ К УСПЕХУ  
ГОНЩИКОВ БУДУЩЕГО  
ПОКОЛЕНИЯ**

[autodesk.ru/digitalprototyping](http://autodesk.ru/digitalprototyping)

Изображение предоставлено  
Дэниелом Саймоном.

Autodesk, AliasStudio, Autodesk Inventor и Inventor являются зарегистрированными товарными знаками либо товарными знаками компании Autodesk, Inc. в США и/или других странах. Все остальные названия и товарные знаки принадлежат соответствующим владельцам. Компания Autodesk оставляет за собой право изменять характеристики продуктов в любое время без уведомления, а также не несет ответственности за возможные ошибки в данном документе. © 2007 Autodesk, Inc. Все права защищены.

Авторизованный дистрибьютор Autodesk в России **Consistent Software®**  
E-mail: [info@consistent.ru](mailto:info@consistent.ru) Internet: [www.consistent.ru](http://www.consistent.ru)

# InventorCAM

## для Autodesk Inventor

### ЗАОЧНЫЙ МАСТЕР-КЛАСС, ЗАНЯТИЕ 4

**У**важаемые читатели, этим материалом мы завершаем цикл статей под рубрикой "заочный мастер-класс"!

Прежде всего обращаю ваше внимание на новое название статьи<sup>1</sup>.

Для тех, кто впервые присоединился к нашему заочному обучению, я напоминаю, что на предыдущих трех занятиях был подготовлен токарно-фрезерный проект обработки детали в графической среде Autodesk Inventor. В качестве исходных данных для этого проекта использовался двумерный чертеж в формате DWG. Более подробно об этом вы можете прочитать в предыдущих журналах CADmaster ([www.cadmaster.ru/magazin/numbers](http://www.cadmaster.ru/magazin/numbers)).

Сегодня мы рассмотрим две темы, которые завершают подготовку управляющих программ обработки на станках с ЧПУ:

- проверка и визуализация процесса обработки;
- настройка постпроцессора для стойки УЧПУ и генерация управляющих программ.

#### Проверка и визуализация процесса обработки

В одной из своих предыдущих статей<sup>2</sup> я уже отмечал, что возможность просматривать и контролировать тра-

екторию обработки на экране монитора обеспечивает существенный экономический выигрыш по сравнению с обычным способом отладки управляющей программы непосредственно на станке. "Виртуальная обработка" позволяет не терять драгоценное время оператора, экономнее расходовать дорогой материал заготовки и инструмент, оценить правильность переходов, стратегий и параметров обработки, а также выбора режущего инструмента. Кроме того, можно проверить различного рода "коллизии" и многое другое. В настоящее время для визуализации и контроля обработки InventorCAM предлагает широкий спектр возможностей — от каркасного представления траектории до имитации обработки с учетом полной кинематики станочного оборудования. Конечно же, уважаемые читатели, вы понимаете, что этап визуализации и контроля является динамическим процессом и его "надо видеть, а не читать о нем" в журнальной статье. Поэтому позволю себе остановиться только на описании предоставленных возможностей и кратких советах, не столь очевидных пользователям на первый взгляд.

В InventorCAM для визуализации различных видов обработки (токарной, фрезерной, токарно-фрезерной и электро-

эрозионной) существуют несколько режимов просмотра. Для всех видов обработки поддерживаются режимы *Визуализация на CAD-модели* и *Solid Verify*.

#### Из файла помощи InventorCAM

Режим *Визуализация на CAD-модели* позволяет просмотреть траекторию обработки непосредственно на модели в окне Autodesk Inventor. В процессе визуализации доступны все опции динамического просмотра моделей Autodesk Inventor: вы можете наблюдать за траекторией инструмента с различных точек, масштабировать и перемещать отображение.

Режим *Solid Verify* позволяет выполнять визуализацию обработки на пространственной модели заготовки. В процессе визуализации InventorCAM посредством булевых операций "вычитает" тело инструмента, движущегося по координатам траектории обработки. Во время визуализации или после нее заготовка является твердотельной моделью, которая может быть динамически повернута или масштабирована. В этом режиме движется инструмент, а не деталь, как это происходит на самом деле (как правило, двигается стол с заготовкой). Следовательно, для всех типов станков визуализация выглядит одинаково.

<sup>1</sup>InventorCAM — новое название программного обеспечения SolidCAM, интегрированного в Autodesk Inventor. Впервые InventorCAM был представлен специалистами SolidCAM Ltd. на ежегодной конференции Autodesk University (27-30 ноября 2007 г., Лас-Вегас). В настоящее время InventorCAM сертифицирован компанией Autodesk.

<sup>2</sup>Андрей Благодаров. Мечты сбываются, или Как сказка стала былью. — CADmaster, № 5/2005.



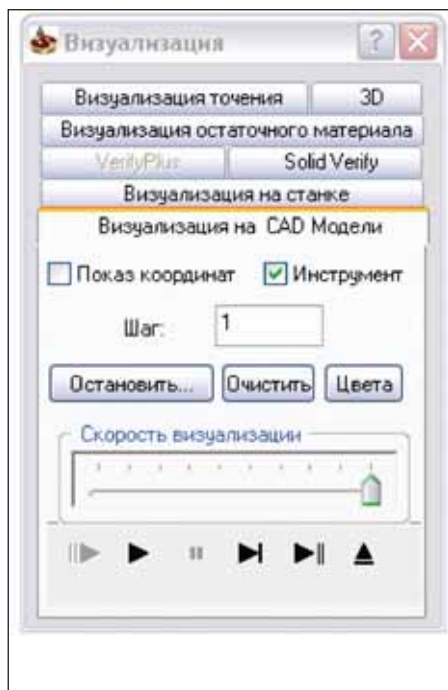


Рис. 1

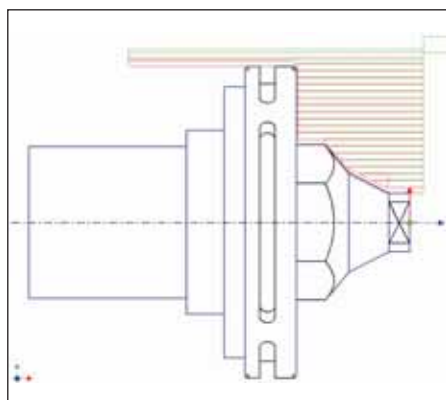


Рис. 3

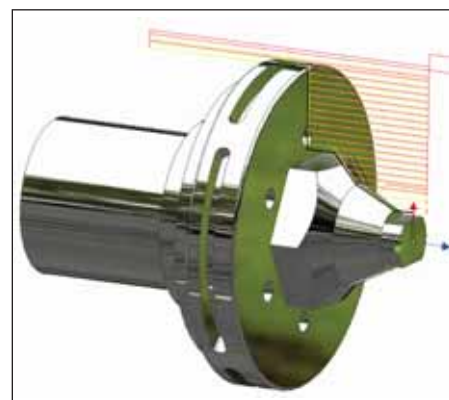


Рис. 4



Рис. 2

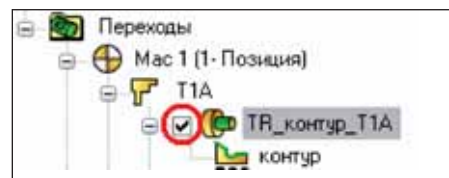


Рис. 5

**Шаг 1.** Для визуализации всего полученного нами на предыдущих занятиях проекта обработки в InventorCAM Manager (ICM) щелкните правой клавишей мыши (ПрКМ) на разделе *Переходы* → *Визуализация*. Откроется диалоговое окно *Визуализация*, содержащее вкладки с режимами визуализации (рис. 1) и кнопки с управлением процессом визуализации (рис. 2).

Для просмотра первого перехода точения нажмите левой клавишей мыши (ЛКМ) кнопку *Режим отдельного Перехода*.

На экране отобразится траектория, представленная на рис. 3. При обработке 3D-модели детали была бы получена траектория, изображенная на рис. 4. Для завершения процесса визуализации нажмите кнопку *Выход*.

Очень часто в процессе подготовки проекта обработки приходится выполнять визуализацию не всего проекта обработки, а отдельных его переходов. Для таких случаев в InventorCAM предусмотрено несколько возможностей, например просмотр траектории обработки перехода непосредственно из ICM.

**Шаг 2.** Для просмотра траектории обработки любого перехода активируйте окно просмотра рядом с переходом в ICM (рис. 5).

Если мы хотим использовать различные режимы визуализации отдельного перехода или группы переходов, следует выбрать переход в ICM и в контекстном меню, вызываемом ПрКМ, выполнить команду *Визуализация*. Для примера рассмотрим визуализацию перехода обработки радиальных пазов в режиме *Solid*

*Verify*. Однако предварительно зададимся вопросами: "Что в этом случае будет отображаться на экране?" и "Что послужит исходным материалом заготовки для данного шага?"

Отвечая на эти вопросы, отметим следующие возможности InventorCAM.

Во-первых, при настройке InventorCAM можно задать параметр *Обновление модели заготовки* (рис. 6) – модель заготовки будет с заданной периодичностью сохраняться во временном файле рабочего каталога.

При этом процесс визуализации существенно ускоряется, поскольку программа не пересчитывает каждый раз состояние модели, однако одновременно увеличивается объем занимаемого места на диске. Рекомендуем использовать периодичность сохранения после каждого перехода. Для экономии места на жестком диске после завершения выполнения проекта все сохраненные временные файлы заготовки можно удалить командой *Удалить файлы обновленной модели*

*заготовки* в меню настройки *Solid Verify* (рис. 7).

Во-вторых, при настройке InventorCAM можно использовать параметр *Обновление модели заготовки* → *Вручную* (рис. 6). В дальнейшем после выполнения группы переходов возможно сохранять модель заготовки в STL-файле и загружать сохраненный файл перед визуализацией (рис. 8).

**Шаг 3.** Для визуализации перехода обработки радиальных пазов в режиме

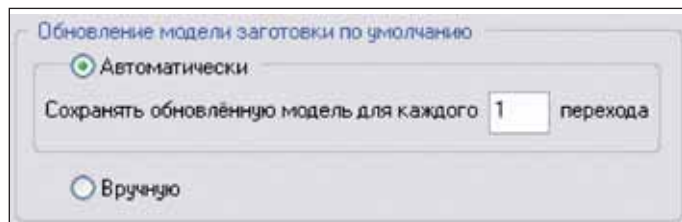


Рис. 6

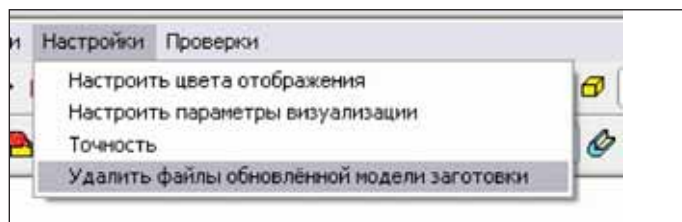


Рис. 7

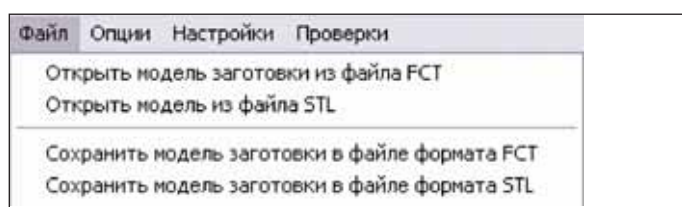


Рис. 8

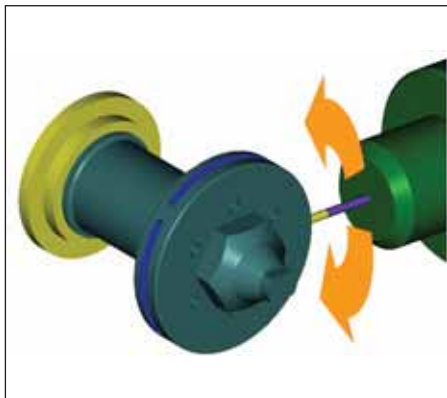


Рис. 9

*Solid Verify* (в нашем проекте это предпоследний переход) выберем в контекстном меню перехода команду *Визуализация*. Затем перейдем на соответствующую вкладку для выбора режима *Solid Verify* и нажмем кнопку *Start* (рис. 2). На экране отобразится процесс обработки четырех пазов (рис. 9).

Еще раз обращаю ваше внимание, уважаемые читатели: вращается не сама заготовка, а инструмент вокруг нее!

В заключение отметим, что для режима *Solid Verify* очень важна правильность настроек. Они выполняются один раз и, как правило, не требуют изменений.

Находясь в режиме визуализации *Solid Verify*, выберите команду *Настройки* → *Настроить параметры визуализации* (рис. 10).

Рекомендуемые параметры настройки приведены на рис. 11.

Кроме указанных режимов визуализации в *InventorCAM* существуют и режимы, характерные только для фрезерной или только для токарной обработки.

Так, для визуализации токарных переходов предусмотрен режим *Визуализация точения*, позволяющий осуществлять просмотр траекторий движения инструмента в центральном сечении рабочей плоскостью ZX.

**Шаг 4.** Для визуализации двух токарных переходов обработки выберите ЛКМ оба перехода в ИСМ при нажатой кнопке *Ctrl* и в контекстном меню задайте ко-

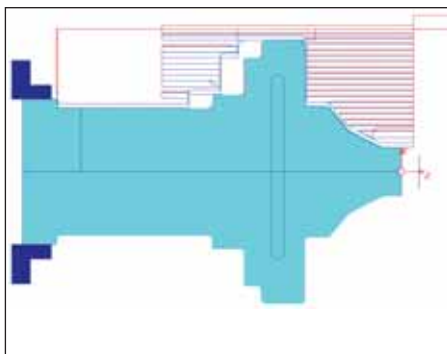


Рис. 13

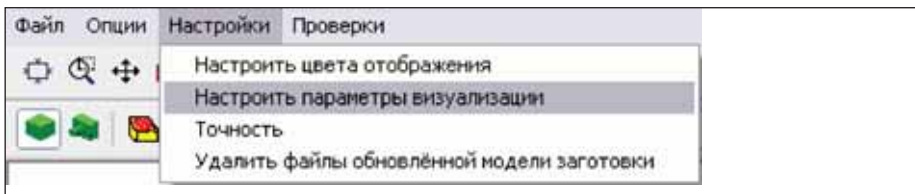


Рис. 10

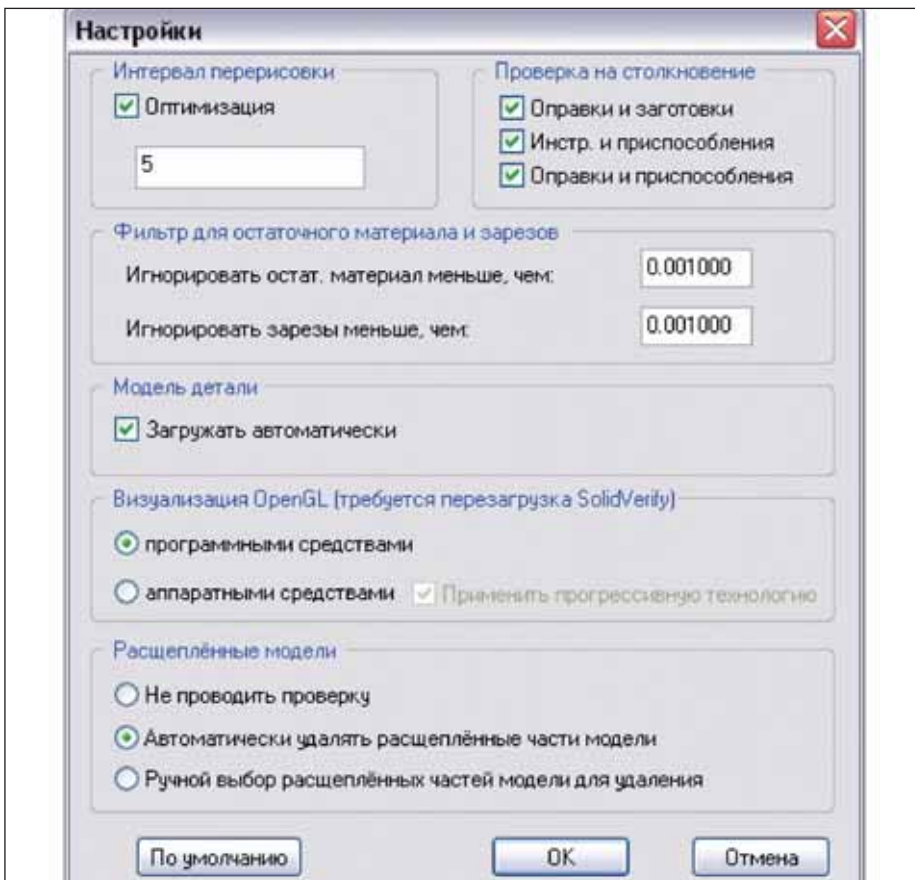


Рис. 11

## Из файла помощи InventorCAM

*Интервал перерисовки* — позволяет увеличить скорость визуализации путем определения количества перемещений инструмента до следующей перерисовки изображения на экране.

*Проверка на столкновение* — в процессе визуализации выявляет возможные коллизии между различными участвующими в обработке компонентами (инструмент, оправка, заготовка, крепежное приспособление). При возникновении коллизий в процессе визуализации на экран будут выводиться соответствующие предупреждения (рис. 12).

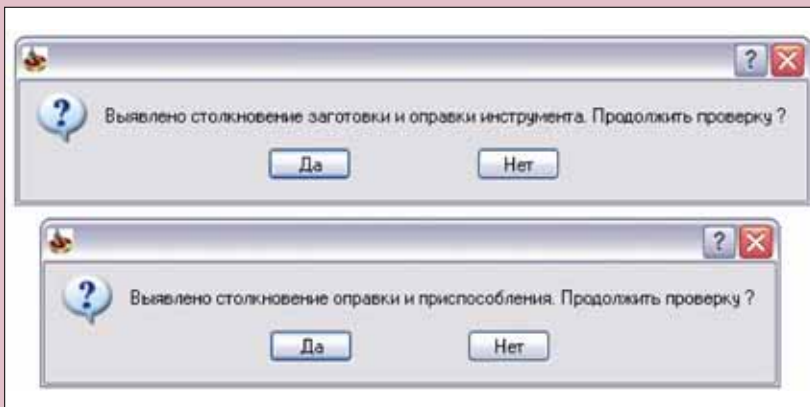


Рис. 12

*Фильтр для остаточного материала и резцов* — позволяет задавать допуски на визуализацию остаточного материала и областей возможных резцов.

*Визуализация OpenGL* — обеспечивает увеличение производительности визуализации при использовании различных графических адаптеров посредством переключения между программным/аппаратным ускорением OpenGL.

*Расщепленные модели* — позволяет автоматически определять и удалять с экрана "повисшие в воздухе" части материала заготовки.

манду *Визуализация*. Затем для выбора режима *Визуализация точения* перейдите на соответствующую вкладку, установите опцию *Все вместе* в рабочем поле *Показать* и нажмите кнопку *Start*. На экране будет отображен процесс обработки (рис. 13).

Поскольку в нашем проекте мы не имеем возможности показать специфичные режимы визуализации для фрезерной обработки, просто опишем их.

В завершение темы проверки и визуализации процесса обработки отдельно рассмотрим режим *Визуализация на станке*. Очень часто этот режим визуализации воспринимают как проверку кадров управляющей программы.

Уважаемые читатели, я хочу вас огорчить: к сожалению, это не так!

Но чтобы вы не очень расстраивались, сразу же сообщу, что в арсенале нашей компании есть программное обеспечение, позволяющее переводить представленные в текстовом виде кадры управляющей программы в движение инструмента на экране компьютера, а также осуществляет полную проверку процесса обработки с учетом обрабатываемого оборудования — VERICUT! На страницах журнала CADmaster мы неоднократно делились опытом использования этого программного обеспечения. Более подробно ознакомиться с программой вы можете, посетив страничку [www.csoft.ru/catalog/soft/version\\_9948.html](http://www.csoft.ru/catalog/soft/version_9948.html) или позвонив нашим специалистам.

Однако вернемся к InventorCAM. Зачем же нужен режим *Визуализация на станке* и чем он может помочь на этапе просмотра и проверки проекта обработки?

Ответ очевиден! Он позволяет выполнить проверку траектории обработки с учетом перемещений исполнительных органов оборудования, смены режущего инструмента, линейных и угловых ограничений рабочих зон вашего станка.

Конечно же, прежде чем использовать этот режим визуализации, необходимо выполнить достаточно большой объем ответственной и кропотливой работы, связанной с трехмерным моделированием вашего оборудования в реальном масштабе и с описанием возможностей динамической схемы взаимодействия исполнительных

### Из файла помощи InventorCAM

*2D* — позволяет просмотреть траекторию движения инструмента на проекционном виде, что бывает полезно при обработке призматических деталей.

*3D* — позволяет просмотреть траекторию обработки на 3D-модели с показом движения 3D-инструмента без оправки. Перед применением данного режима визуализации должна быть определена модель получаемой детали.

*Rapid Verify* — позволяет просмотреть траекторию движения инструмента фрезерной обработки, которая содержит большое количество строк обработки. Отличие этого режима от *Solid Verify* состоит в том, что визуализация модели заготовки производится в упрощенном представлении, благодаря чему увеличивается скорость визуализации. Однако при этом для данного режима существует ограничение: он не предназначен для просмотра траектории 4- и 5-координатной фрезерной обработки.

органов. Подробный рассказ о подготовительной работе — отдельная тема, выходящая за рамки нашего заочного мастер-класса. Когда-нибудь мы остановимся на ней подробнее, а пока проанализируем этот режим в привязке к нашему проекту обработки. Для удобства возьмем переход, выполненный на шаге 3.

**Шаг 5.** Для визуализации перехода обработки радиальных пазов зададим в контекстном меню перехода команду *Визуализация* и перейдем для выбора режима *Визуализация на станке* на соответствующую вкладку. На экране отображается модель станка с заготовкой и траекторией обработки, а также деталь (рис. 14).

С помощью колеса мыши увеличим изображение рабочей зоны и выполним пошаговый просмотр траектории обработки, последовательно нажимая кнопку *Step forward* на рабочей панели (рис. 15).

На экране будет отображаться процесс обработки четырех пазов. При этом, что очень важно, движение инструмента по траектории обработки осуществляется в соответствии с динамической схемой взаимодействия исполнительных органов оборудования.

На рисунках 16а, 16б и 16в представлены три положения инструмента при обработке радиального паза. Можно заметить, что в процессе визуализации

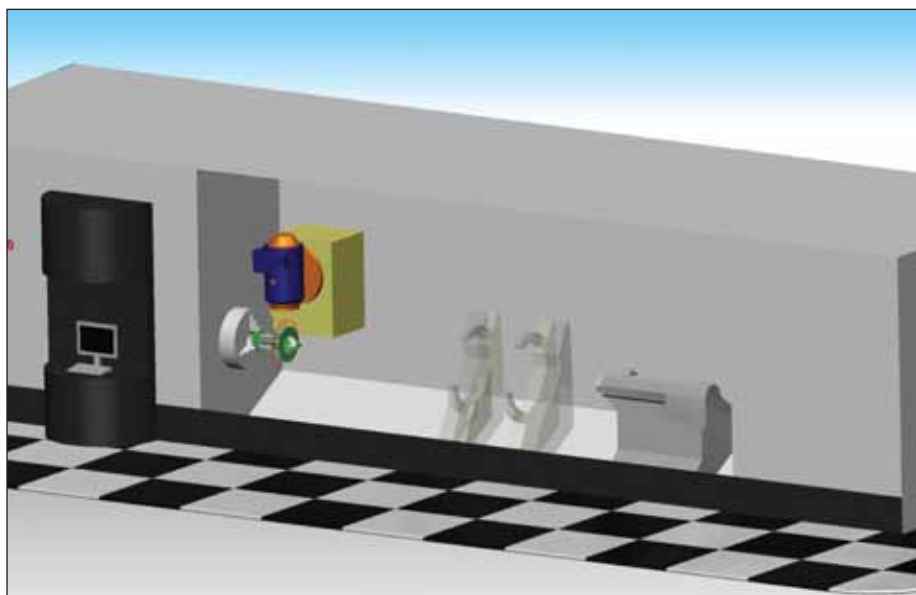


Рис. 14



Рис. 15



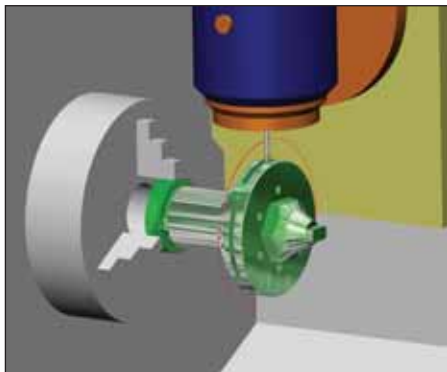


Рис. 16а

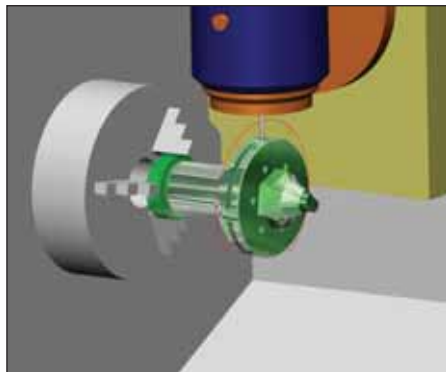


Рис. 16б

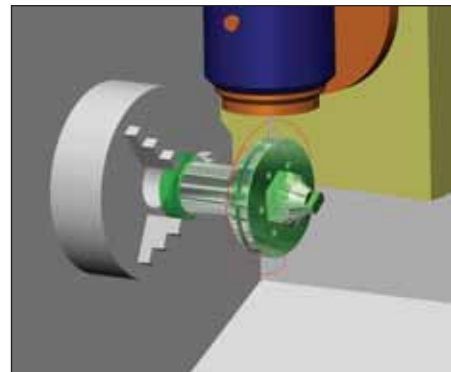


Рис. 16в

происходит вращение кулачков с зажатой в них заготовкой.

Вы, конечно же, уже обратили внимание, что интерфейс данного режима англоязычный. Однако, на наш взгляд, это не мешает вам в работе. Тем более что все найденные коллизии сохраняются в протоколе обработки, демонстрируются на экране и фиксируются в строках с координатами перемещения. Но чтобы вам было проще, переведем несколько сообщений, выдаваемых при возникновении коллизий.

#### Перевод сообщений об ошибках обработки

*Collision between spindle and ...* — столкновение между шпинделем и...;

*Collision between tool and workpiece, range: more than...* — столкновение между инструментом и заготовкой, более чем... (мм);

*Out of Limits* — выход за лимиты.

Итак, мы в "журнальном варианте" просмотрели процесс обработки детали, подготовленный на предыдущих занятиях заочного мастер-класса, выявили недочеты в нашем проекте обработки, устранив которые можем переходить к завершающему шагу — генерации текста управляющей программы.

#### Генерация управляющих программ и настройка постпроцессора

Как выяснилось, главная цель обучения в нашем мастер-классе — обыкновенный текстовый файл, файл управляющей программы! Его создание самый легкий шаг в процессе обработки. Как вы уже убедились, в каждом переходе, подготовленном нами, присутствует кнопка **УП**, нажатие которой приводит к генерации текста управляющей программы для данного перехода.

Какими еще способами генерируется управляющая программа?

Можно выделить в ICM переход или группу переходов и в контекстном меню выбрать команду *Создание УП*. В

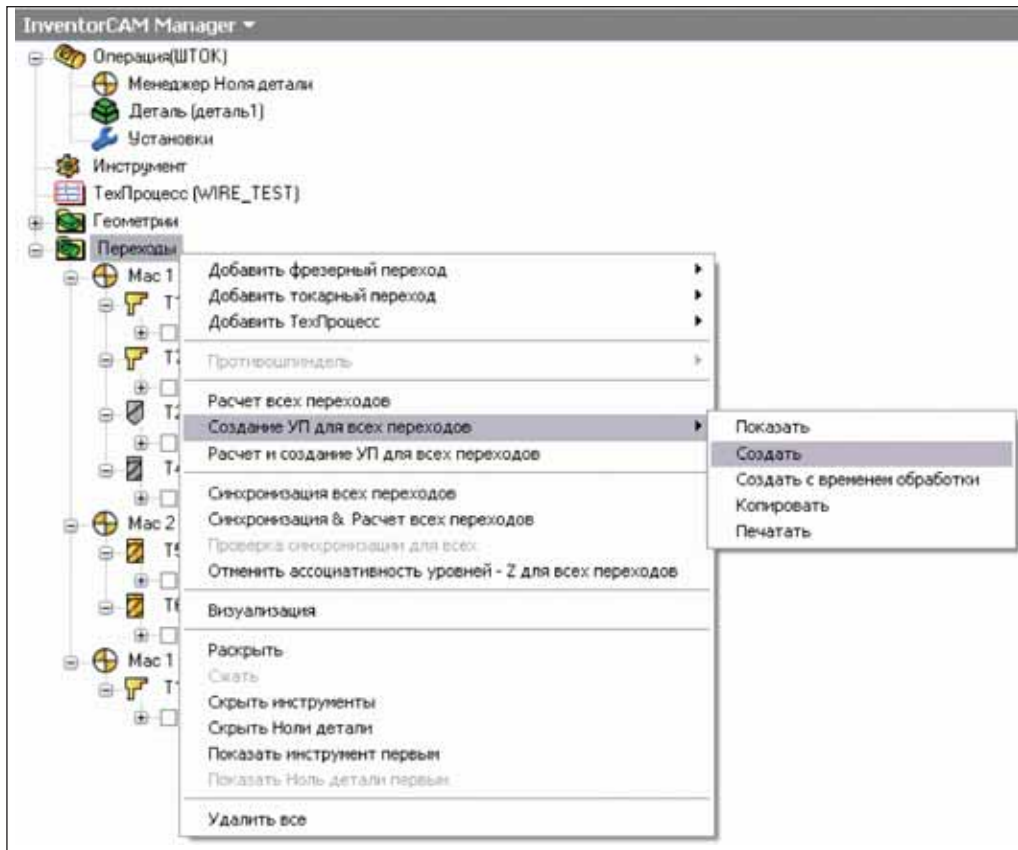


Рис. 17

результате получим управляющую программу для данного перехода или группы переходов.

**Шаг 6.** Чтобы получить общую управляющую программу для всего проекта обработки, необходимо нажать ПрКМ в ICM на разделе *Переходы* и в контекстном меню выбрать команду *Создание УП для всех переходов* (рис. 17).

Не правда ли, все легко и очень просто?

Почему же тогда на многих предприятиях так сильны страх и ужас перед внедрением новых технологических систем? Почему опытные в своем деле технологи настолько консервативны, что отдают предпочтение устаревшим технологическим системам, а порой прибегают к написанию текста управляющих программ вручную?

Дело в том что за легкостью генерации управляющих программ в InventorCAM скрывается очень ответственный этап — настройка постпроцессора!

На многих предприятиях с большим опытом использования станков с ЧПУ не осталось специалистов, способных выполнить эту работу. А молодые специалисты, "рвущиеся в бой", как правило, натываются на такие "стены неприятия" в лице старых технологов, что им легче научиться работать с устаревшим программным обеспечением, чем реализовать свои знания и возможности.

Какие возможности предлагает InventorCAM для настройки постпроцессора?

Не буду подробно описывать настроенные постпроцессоры, уже имеющиеся в библиотеке, накопленной за годы раз-

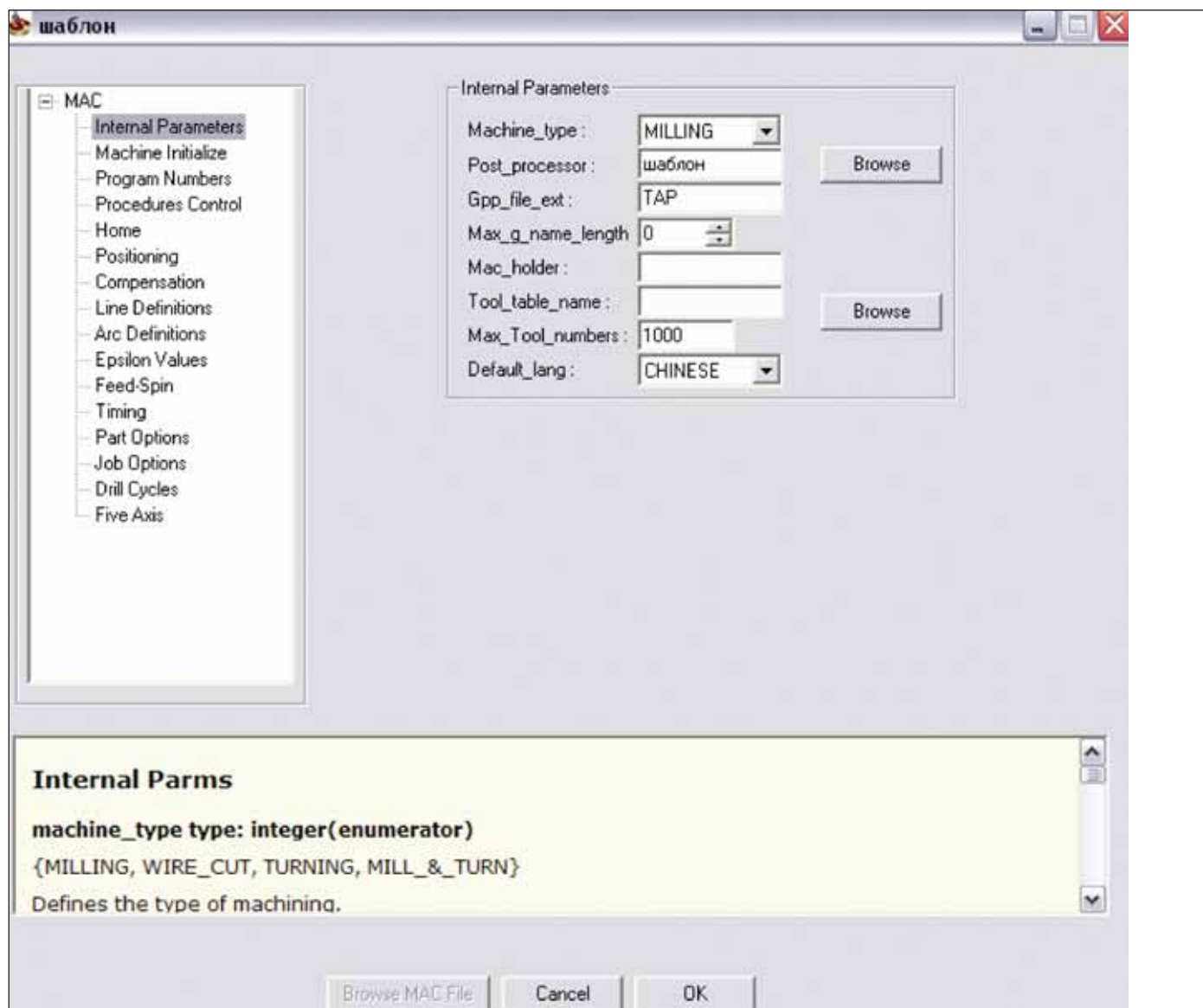


Рис. 18

вития и использования программы SolidCAM/InventorCAM. Отмечу лишь, что такая библиотека существует и она достаточно обширна.

Лучше расскажу о том, как разрабатываются и настраиваются постпроцессоры в программе InventorCAM. Конечно, это не будет перепечаткой файла помощи, потому что любой пользователь программы может с ним ознакомиться самостоятельно. Не станем также подробно рассказывать обо всех этапах настройки, поскольку каждый наш пользователь в любой момент может получить от нас исчерпывающий ответ на любой вопрос. В конце концов, у меня просто нет никакого желания поддерживать и обучать "нелицензионных" пользователей! Поэтому, освещая проблему настройки постпроцессора, я расскажу о принципах и шагах разработки, а также поделюсь опытом решения некоторых проблем.

Нередко приходится слышать, что в той или иной программе настройка

постпроцессора производится с помощью специализированного Мастера настройки, достаточно удобного и легкого: стоит ответить на заданные вопросы — и постпроцессор готов. Хочу предостеречь вас от кажущейся простоты и легкости. Как правило, такой подход возможен только для описания "паспортных" возможностей станка, но никак не для "тонкой" настройки постпроцессора.

В программе InventorCAM настройка нового постпроцессора ведется в двух файлах, в одном из которых содержатся паспортные характеристики и возможности станка (MAC-файл), а во втором — описание синтаксиса кадров готовой управляющей программы (GPP-файл).

Как уже было отмечено выше, для настройки паспортных характеристик можно воспользоваться специализированным Мастером, в котором все процедуры поделены на отдельные разделы и содержат наборы специальных параметров.

На рис. 18 приведено окно первой

процедуры с параметрами (тип станка, расширение файла управляющей программы, имя таблицы инструмента, связанной с данным станком, имя файла постпроцессора, отвечающего за вывод кадров УП и т.д.).

Какие вопросы задаются при настройке данного файла наиболее часто?

**Вопрос 1:** "У меня есть настроенная таблица применяемого инструмента для конкретного станка. Могу ли я выполнить настройку постпроцессора так, чтобы автоматически подгружать эту таблицу в проект обработки?"

**Ответ:** "Да, можете. Для этого необходимо использовать параметр *tool\_table\_name*, значение которого содержит имя таблицы и полный путь к ней".

**Вопрос 2:** "Могу ли я для уменьшения "длины" файла УП использовать повторяющиеся циклы?"

**Ответ:** "Да, можете. Для этого следует использовать параметр *loops*. В резуль-

Параметр $arc\_3d = Y$	Параметр $arc\_3d = N$		
...	...	X172.882 Y42.489 Z0.667	X162.443 Y31.743 Z-0.815
G3 X165.856 Y40.05 Z0. R10. F100	G1 X182.271 Y34.185 Z1.852 F100	X171.192 Y42.425 Z0.519	X162.713 Y30.074 Z-0.963
X171.015 Y22.598 Z-2. R10.	X181.846 Y35.822 Z1.704	X169.537 Y42.077 Z0.37	X163.261 Y28.473 Z-1.111
...	X181.151 Y37.364 Z1.556	X167.964 Y41.455 Z0.222	X164.07 Y26.988 Z-1.259
	X180.207 Y38.767 Z1.407	X166.518 Y40.577 Z0.074	X165.118 Y25.661 Z-1.407
	X179.039 Y39.991 Z1.259	X165.241 Y39.468 Z-0.074	X166.375 Y24.529 Z-1.556
	X177.682 Y41. Z1.111	X164.17 Y38.159 Z-0.222	X167.805 Y23.626 Z-1.704
	X176.174 Y41.766 Z0.963	X163.334 Y36.689 Z-0.37	X169.366 Y22.976 Z-1.852
	X174.559 Y42.267 Z0.815	X162.758 Y35.099 Z-0.519	X171.015 Y22.598 Z-2.
		X162.458 Y33.434 Z-0.667	...

тате можно получить, например, следующие кадры управляющей программы:

```
....
G91 #23 = 0
WHILE [#23 LT 11] DO 3
....
#23 = #23 + 1
....".
```

**Вопрос 3:** "Могу ли я получить УП с подпрограммой?"

**Ответ:** "Да, можете. Для этого необходимо использовать параметр  $gen\_procs = Y$ ".

**Вопрос 4:** "Могу ли я использовать возможности спиральной обработки на станке?"

**Ответ:** "Да, можете. Для этого следует применить параметр  $arc\_3d$ . Если такой параметр не установлен, спиральные дуги разделяются на линейные сегменты в

соответствии с заданной точностью обработки".

**Вопрос 5:** "Станок умеет обрабатывать дуги только по квадрантам. Можно ли задать разбиение дуг на квадранты?"

**Ответ:** "Да, можно. Используйте параметр  $arc\_quadrants = Y$ ".

**Вопрос 6:** "Могу ли я использовать собственные параметры для определения своих команд в управляющей программе?"

Рис. 19



**Ответ:** "Да, вы можете использовать до 50 собственных параметров при определении проекта обработки (*Part Options*) и столько же собственных параметров для переходов обработки (*Job Options*)".

**Вопрос 7:** "В каком файле и разделе описываются параметры циклов обработки отверстий?"

**Ответ:** "Количество и типы циклов обработки отверстий, как и используемые параметры циклов, описываются в MAC-файле раздела *drill\_type*. Правильное формирование кадра вывода цикла обработки зависит от настройки GPP-файла".

**Вопрос 8:** "Какие параметры необходимо задать для определения многоосевой обработки?"

**Ответ:** "Параметры, описывающие многоосевую обработку, включая параметры режима *Визуализация на станке*, задаются в разделах *Fourth axis* и *Sim Five axis*".

На рис. 19 приведено окно Мастера настроек для определения параметров раздела *Sim Five axis*.

После описания паспортных данных станка и его функциональных возможностей следует перейти к настройке файла для описания синтаксиса кадров управляющей программы. Для настройки такого файла в InventorCAM не предусмотрено никакого Мастера. Отметим, что оба файла (MAC и GPP) — текстовые и могут быть созданы и отредактированы в любом привычном для вас текстовом редакторе. Язык программирования, используемый при настройке файла, описывающего синтаксис кадров УП, носит название GPPtool.

Описание структуры кадров управляющей программы необходимо начинать с описания форматов вывода параметров (координат, вспомогательных и основных команд и т.п.), которые будут использованы по умолчанию. При необходимости формат можно изменить как при выводе конкретного параметра в строке, так и при выводе параметров процедуры в целом. Пример параметров, описывающих формат, приведен ниже:

- *numeric\_def\_f*
- *integer\_def\_f*
- *gcode\_f, mcode\_f*
- *xpos\_f, ypos\_f, zpos\_f*
- *feed\_f*
- *blknum\_f*

и т.п.

Для описания форматов вывода существует строковое выражение, определяющее характер вывода параметров строки.

Примером настройки формата вывода координат для нашего проекта может служить строка вывода координаты X:

*xpos\_f* = '5.3(\*2)'

## Из файла помощи GPPtool

**Формат вывода** — строковое выражение, определяющее характер вывода элементов.

**<sign><leading-zeroes><integer> . <fraction><trailing-zeroes><options>**

Формат вывода включает следующие компоненты:

**<sign>** — управление знаком:

'+'	— введите знак '+' для обозначения положительных чисел;
'-'	— введите знак '-' для обозначения отрицательных чисел;
нет опции	— знак вводится только для отрицательных чисел.
<b>&lt;leading-zeroes&gt;</b>	— управление незначащими нулями перед числом:
''	— перед числом будут выводиться пробелы;
'z'	— перед числом будут выводиться незначащие нули;
нет опции	— ничего не выводится.
<b>&lt;integer&gt;</b>	— управление целой частью числа. Этот компонент может иметь вид 'M' или 'M/m', где:
M	— количество цифр перед десятичной точкой;
/m	— минимальное количество генерируемых цифр (по умолчанию — 1);
.	— десятичная точка.
<b>&lt;fraction&gt;</b>	— управление дробной частью. Этот компонент может иметь вид 'N' или 'N/n', где:
N	— количество цифр после десятичной точки (по умолчанию — 0 для целочисленных выражений и 3 для чисел);
/n	— минимальное количество генерируемых цифр (по умолчанию — 0).
<b>&lt;trailing-zeroes&gt;</b>	— управление незначащими нулями после числа:
''	— добавление пробелов после числа;
'z'	— добавление незначащих нулей после числа;
нет опции	— ничего не добавляется.
<b>&lt;options&gt;</b>	— различные опции форматирования заключаются в скобки, а для удобочитаемости разделяются пробелами. Опции можно задавать как строчными, так и прописными буквами:
*s	— коэффициент масштабирования; перед генерацией число умножается на 's' (где s — любое число, включая нецелочисленные значения);
/s	— коэффициент масштабирования; перед генерацией число делится на 's' (где s — любое число, включая нецелочисленные значения);
d	— не выводить, если ноль (если генерируемое число равно нулю, ничего генерироваться не будет);
n	— без десятичной точки (число генерируется без десятичной точки);
p	— условная десятичная точка (число генерируется без десятичной точки, если у него нет дробной части);
i	— инвертирование знака; знак числа изменяется на противоположный, после чего выполняется его генерация.

■ **отсутствие знака** — соответствует выводу знака только для отрицательных значений;

■ **отсутствие параметров управления незначащими нулями** — обозначает, что такие нули выводиться не будут;

■ цифры 5 и 3 — количество знаков числа, вводимых до и после десятичной точки;

■ опция \*2 — обозначает, что расчетные значения координат по оси X должны при выводе умножаться на 2 (вывод координат обработки в метрах).

Продолжим дальше.

Как вы, уважаемые читатели, понимаете, при формировании текста управляющих программ существует множество процедур, которые могут как взаимно исключать друг друга, так и повторяться или постоянно действовать.

Для примера приведу некоторые из них. К взаимоисключающим процедурам, то есть действующим однократно в процессе формирования текста управляющих программ, можно отнести процедуры начала (@start\_of\_file) и конца (@end\_of\_file) файла, формирование кадров "шапки" в начале (@start\_program) и конце (@end\_program) программы. Причем эти процедуры действуют одинаково как для программы отдельного перехода, так и для программы проекта в целом.

К повторяющимся процедурам, то есть действующим периодически по мере необходимости их возникновения, можно отнести процедуры начала (@start\_of\_job) и завершения (@end\_of\_job) каждого перехода, смены инструмента (@change\_tool, @turn\_change\_tool), изменения рабочей плоскости обработки (@machine\_plane) и т.п.

К постоянно действующим процедурам можно отнести процедуры формирования линейных (@line, @move) и дуговых (@arc) перемещений, компенсации инструмента (@compensation), режимов резания (@feed\_spin) и т.д.

Формирование любой процедуры должно начинаться знаком @ и заканчиваться командой *endp*. Таким образом, мы подошли к знакомству с языком программирования GPPtool. Какие процедуры используются при формировании кадров управляющей программы и можно ли добавлять и использовать свои собственные? Основные процедуры, их параметры и порядок выполнения определены разработчиками программного обеспечения. Можно ли изменять этот порядок? Да, можно. Для этого используются операторы условных переходов (*IF, active, change*) и команда вызова процедур (*CALL*).

Внутри каждой процедуры формируются соответствующие ей кадры управляющей программы, в которых используются значения параметров, определенные для данной процедуры. Как же формируются кадры программы и какие параметры в процедурах можно использовать?

Для формирования кадра программы необходимо использовать фигурные скобки {...}, внутри которых заключено выражение для вывода в строке управляющей программы. Это выражение может

## Из файла помощи GPPtool

**Формат:** *trace* <процедуры>: <уровень трассировки>

**Описание:** при генерации управляющей программы выводится информация о трассировке для процедур, заданных в списке <процедуры>. Значение <уровень трассировки> определяет количество выводимой информации в диапазоне от 1 до 5, где 5 определяет максимальное количество доступной информации.

### Примеры:

*trace "all": 1* — будет выполнена трассировка всех процедур с минимальным количеством доступной информации;

*trace "@line,@arc":5* — будут трассироваться только процедуры '@line' и '@arc', при этом сгенерируется максимальное количество доступной информации.

содержать как неизменяемые значения, например, вывод названия оси перемещения X, Y, Z (эти выражения должны быть заключены в кавычки, например — 'X'), так и изменяющиеся значения, например, координаты по осям X,Y,Z в текущий момент формирования кадра (эти значения равны текущим значениям соответствующих переменных, например, *xpos, ypos, zpos*).

Как уже было сказано выше, в основном имена параметров процедур определены разработчиками, а их значения за-

даются вами во время создания проекта обработки или автоматически рассчитываются системой. Чтобы увидеть, в какой процедуре формируется тот или иной кадр управляющей программы и какие переменные и значения при этом используются, в GPPtool предусмотрена команда *trace*.

Ниже приведен пример трассировки процедур @start\_of\_file и @arc с различным уровнем трассировки для первого токарного перехода нашего проекта.

Как можно видеть из приведенного примера, в процедуре @start\_of\_file генерируются два кадра управляющей программы: % и O1001. Оба они выводятся без номера кадра, и ни один из доступных нам параметров (таких как *g\_file\_name, part\_name, clearance\_plane* и пр.) не используется. В процедуре @arc генерируется один кадр управляющей программы *N190 G3 X45.8 Z-17.75 R1.45*, в котором используется вывод номера кадра и текущие значения параметров (*zpos, (xpos\*2)* и *radius*).

Как было отмечено выше, вы сами определяете используемые параметры. В приведенном выше примере формирование кадра движения по дуге обеспечивается следующим текстом в GPP-файле:

```
@arc
if arc_direction eq CCW then
  gcode = 3
else ; CW
  gcode = 2
endif
{nb, ['G'gcode], 'X'xpos, 'Z'zpos}
if arc_size >= 180 then
  radius = -radius
endif
{' Rradius}
endp
```

- *nb* — команда формирования и вывода номера строки (*N190*);
- условие *if arc\_direction eq CCW then* определяет, какую команду (*G2* или *G3*) использовать при выводе в зависимости от направления обработки;
- оператор *{['G'gcode] 'X'xpos 'Z'zpos}* формирует и выводит команду круговой интерполяции и координаты конечной точки дуги, причем команда круговой интерполяции выводится с условием модальности (это определено квадратными скобками [...]);
- оператор *{' Rradius}* выводит величину радиуса дуги.

На первый взгляд, все понятно и просто, однако может возникнуть вопрос: "Почему для формирования одной строки УП в постпроцессоре используются два оператора?" Ответим: "Потому что имеется условие на смену знака величины радиуса, если угловое значение дуги (*arc\_size*) строго больше 180 градусов". При отсутствии такого условия оператор

### *trace "@start\_of\_file, @arc":3*

```
@start_of_file ==> program_number:11 g_file_name:'TR_контур6_T1A.NC'
..> full_g_file_name:'D:\Work_Project\ШТОК\TR_контур6_T1A.NC'
..> part_name:'ШТОК'
..> index_split_file:1
..> rotate_used:false mirror_used:false fourth_axis_used:false
> %
> O1001
```

.....

```
@arc ==> xpos:22.900T ypos:-17.750F zpos:-17.750T feed:0.300F
> N190 G3 X45.8 Z-17.75 R1.45
```

### *trace "@start\_of\_file, @arc":5*

```
@start_of_file ==> program_number:11 g_file_name:'TR_контур6_T1A.NC'
..> full_g_file_name:'D:\Work_Project\ШТОК\TR_контур6_T1A.NC'
..> part_name:'ШТОК'
..> index_split_file:1
..> rotate_used:false mirror_used:false fourth_axis_used:false
..> first_proc_number:5002 last_procedure_number:5002
..> home_number:1 home_changed:false
..> clearance_plane:0.000 tool_start_plane:0.000
..> work_upper_plane:0.000 zero_plane:0.000
> %
> O1001
```

.....

```
@arc ==> xpos:22.900T ypos:-17.750F zpos:-17.750T feed:0.300F
..> arc_direction:ccw xcenter:-17.750 ycenter:21.450 radius:1.450
..> arc_plane:zx xcenter_rel:-1.342 ycenter_rel:-0.550
..> start_angle:22.291 end_angle:90.000 arc_size:67.709
..> next_direction:0.000F
> N190 G3 X45.8 Z-17.75 R1.45
```

вывода кадра управляющей программы выглядел бы следующим образом:

```
{nb, ['G'gcode], 'X'xpos, 'Z'zpos, 'R'radius}
```

Для многих стоек управления при выводе кадра обработки дуги необходимо определять не значение радиуса, а координаты центра. Причем эти координаты могут задаваться как в абсолютных значениях технологической системы координат, так и в относительных значениях от точки начала дуги. Следовательно, для вывода приведенного выше кадра управляющей программы необходимы операторы (используемые имена и величины параметров приведены в примере с трассировкой):

```
■ {nb, ['G'gcode], 'X'xpos, 'Z'zpos, 'I',  
xcen: xpos_f, 'K', ycen: zpos_f} — для  
абсолютных координат центра дуги  
(кадр N190 G1 X45.8 Z-17.75 I-35.5  
K21.45)
```

```
или  
■ {nb, ['G'gcode], 'X'xpos, 'Z'zpos, 'I', xcen-  
ter_rel: xpos_f, 'K', ycenter_rel: zpos_f} —  
для относительных координат центра  
дуги (кадр N190 G1 X45.8 Z-17.75 I-  
2.683 K-0.55).
```

Аналогичным образом описываются операторы для вывода необходимых кадров управляющей программы в каждой процедуре.

Попробуйте самостоятельно, это интересно и очень просто!!!

Ниже я хотел бы привести несколько советов-примеров описания операторов формирования кадров УП в виде ответов на наиболее часто встречающиеся вопросы (продолжим начатую ранее нумерацию):

**Вопрос 9:** "Раньше мы писали управляющие программы токарной обработки вручную и при этом применяли токарные циклы. Можно ли в InventorCAM использовать токарные циклы и как их описать в файле настройки постпроцессора?"

**Ответ:** "Да, можно. Для этого необходимо активировать в токарном переходе опцию *Использование цикла* (рис. 20). Для описания токарных циклов в постпроцессоре используются процедуры @turning, @turn\_proc и @turn\_endproc.

Пример использования токарных циклов приведен в таблице ниже.

Обращаю ваше внимание, что даже если все строки управляющей программы генерируются без номера кадра, то в описании токарного цикла такая нумерация необходима для кадров, описывающих геометрию контура. Для выполнения таких условий используем параметр *blknum\_exist* (вывод нумерации кадров) следующим образом:

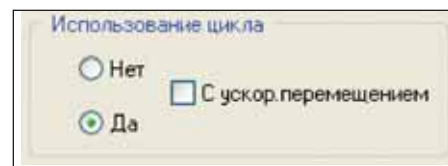


Рис. 20

- 1) для всей программы в процедуре @init\_post устанавливаем параметр *blknum\_exist = false*;
- 2) для вывода номеров кадров в процедуре @turn\_proc устанавливаем параметр *blknum\_exist = true*;
- 3) после завершения формирования токарного цикла в процедуре @turn\_endproc устанавливаем параметр *blknum\_exist = false*.

При такой настройке номера кадров формируются и выводятся только при описании геометрии в цикле, причем в каждом последующем цикле нумерация строк продолжается и, следовательно, в каждом токарном цикле значения параметров *P* (номер первого кадра описания геометрии в цикле) и *Q* (номер последнего кадра описания геометрии в цикле) всегда разные".

Последний вопрос этого занятия я хочу представить в виде задачи.

Опция <i>Использование цикла</i> неактивна				Опция <i>Использование цикла</i> активна
% O1001 G50 S3000 G28 U0 W0 G54 T0101 G97 S600 M4 G0 X54. Z10.3 M8 Z2. X48. G1 Z-41. F0.3 G0 X50.4 Z2. X46. G1 Z-41. G0 X48.4 Z2. X44. G1 Z-16.408 G3 X45.8 Z-17.75 R1.45 G1 Z-41. G0 X46.2 Z2. X42. G1 Z-16.3 G1 X42.9 G3 X44. Z-16.408 R1.45 G1 X44.4 Z-16.208 G0 Z2.	X40. G1 Z-16.3 G1 X42. X42.4 Z-16.1 G0 Z2. X38. G1 Z-16.3 G1 X40. X40.4 Z-16.1 G0 Z2. X36. G1 Z-16.3 G1 X38. X38.4 Z-16.1 G0 Z2. X34. G1 Z-16.3 G1 X36. X36.4 Z-16.1 G0 Z2. X32. G1 Z-16.3 G1 X34. X34.4 Z-16.1 G0 Z2. X30. G1 Z-16.3 G1 X32. X32.4 Z-16.1	G0 Z2. X28. G1 Z-16.3 G1 X30. X30.4 Z-16.1 G0 Z2. X26. G1 Z-16.3 G1 X28. X28.4 Z-16.1 G0 Z2. X24. G1 Z-16.3 G1 X26. X26.4 Z-16.1 G0 Z2. X22. G1 Z-12.215 X22.202 Z-12.3 G3 X22.917 Z-13.066 R1. G1 Z-16.3 G1 X24. X24.4 Z-16.1 G0 Z2. X20. G1 Z-11.376 X22. Z-12.215 X22.4 Z-12.015 G0 Z2.	X18. G1 Z-10.537 X20. Z-11.376 X20.4 Z-11.176 G0 Z2. X16. G1 Z-9.697X18. Z-10.537 X18.4 Z-10.337 G0 Z2. X14. G1 Z-8.663 X14.348 Z-9.004 X16. Z-9.697 X16.4 Z-9.497 G0 Z2. X12. G1 Z-6.7 X14. Z-8.663 X14.4 Z-8.463 G0 Z2. X10. G1 Z-4.737 X12. Z-6.7 X12.4 Z-6.5 G0 Z2. G0X200.Z20. M5 M9 M30 %	% O1001 G50 S3000 G28 U0 W0 G54 T0101 G97 S600 M4 G0 X58.8 Z10.3 M8 Z2. G71 U1 R0.2 G71 P10 Q80 U0 W0 F0.3 N10 G1 X8.8 F0.1 N20 Z-3.56 N30 X14.348 Z-9.004 N40 X22.202 Z-12.3 N50 G3 X22.917 Z-13.066 R1. N60 G1 Z-16.3 N70 G1 X42.9 N80 G3 X45.8 Z-17.75 R1.45 G1 Z-41. G0 Z10.3 G0X200.Z100. M5 M9 M30 %



$$\text{ускорение тела} = \frac{\text{сила}}{\text{масса тела}}$$

$$\text{катет}^2 + \text{катет}^2 = \text{гипотенуза}^2$$

Рис. 21

**Вопрос 10:** Условие: "Кроме современного оборудования с плавным регулированием оборотов вращения шпинделя мы используем на производстве старые станки с ЧПУ, у которых обороты дополнительно регулируются 4-ступенчатой коробкой передач. Сколько опций, каких и где необходимо установить в Мастере настроек при разработке постпроцессора для такого станка?"

**Ответ,** скорее всего, будет следующим: "Разработать постпроцессор для такого станка с помощью Мастера настроек невозможно! Чтобы сделать это, следует прибегнуть к программированию!"

Ниже приведем вариант решения такой задачи, выполненный А. Розовым (CSoft Ярославль) при настройке постпроцессора для своих пользователей.

Как оказывается, все просто!

На этом, уважаемые читатели, я заканчиваю последнюю тему нашего занятия в заочном мастер-классе. Как вы понимаете, говорить о разработке и настройке постпроцессоров можно долго. Я рассказал лишь мизерную часть того, о чем можно было бы рассказать. Не предлагаю вам точно следовать шагам, описанным в

этой теме, но выполнять основы программирования на языке GPPtool вам все равно придется. А поскольку у каждого "настройщика" свой стиль и опыт программирования, любые две разработки всегда отличаются друг от друга. Но тем и интересен этот процесс!

Скептикам и консерваторам, которые в тексте описания темы увидели только чуждые им английские слова и символы, я хочу сказать, что любое программирование подчиняется законам математики и логики. И, наверное, никто из вас не хотел бы видеть второй закон Ньютона и теорему Пифагора в таком виде ☺ (рис. 21).

Вот и закончился наш мастер-класс. Подведем некоторые итоги. Прошедшие занятия, как я очень надеюсь, убедили вас в том, что:

- ответственность за выполнение плана механическими участками лежит не только на технологах-программистах, но и на конструкторах, которые обеспечивают графическими данными технологические службы;
- использовать интегрированные CAD/CAM-решения — производительней и удобней;
- в InventorCAM (SolidCAM) можно

легко и быстро разрабатывать сложные процессы обработки не только трехмерных моделей, но и двумерных чертежей;

- InventorCAM (SolidCAM) предоставляет множество возможностей для создания, визуализации и проверки "виртуального" процесса обработки;
- разработка и настройка постпроцессоров на языке GPPtool — не только понятный и простой, но еще и увлекательный процесс.

Все предыдущие занятия я заканчивал тезисным изложением новых, добавленных и улучшенных функциональных возможностей программы, но в этот раз я этого делать не стану. В ближайших номерах CADmaster мы посвятим версии программного обеспечения InventorCAM 2008 полноценную статью. Следите за нашими публикациями! До новых встреч на страницах нашего журнала!

*Андрей Благодаров*  
CSoft  
Тел.: (495) 913-2222  
E-mail: [blag@csoft.ru](mailto:blag@csoft.ru)

```
;-----
@korobka_peredach
;первая ступень
if spin > 0 and spin <= 315 then
mcode=41
endif
;вторая ступень
if spin > 315 and spin <= 630 then
mcode=42
endif
```

```
;третья ступень
if spin > 630 and spin <= 1250 then
mcode=43
endif
;четвертая ступень
if spin > 1250 then
mcode=44
endif
{nb'M'mcode}
endp
```

# Гравировально-фрезерные станки

 **Cielle®**

Надежные высокоточные компьютеризированные станки для решения разнообразных задач – от гравировки до финишного фрезерования, способные обрабатывать широкий спектр материалов. Модельный ряд включает около двадцати моделей с размерами рабочей зоны от 160х100 до 2000х3000 мм, оснащенных высокооборотными шпинделями мощностью от 0,8 до 10 кВт. Широкий спектр дополнительной оснастки позволяет выполнять различные технологические задачи на производстве.

Сбалансированность компонентов системы (конструкции, приводов, двигателей, математического обеспечения) наряду с высоким европейским качеством – неизменная черта и визитная карточка оборудования Cielle.



Подробно ознакомиться со станками и получить демо-диск можно 26-31 мая на выставке **«Металлообработка-2008»**, ЦВК «Экспоцентр», павильон 8, зал 3, **стенд Фирмы ЛИР (№83А11)**.

**Фирма ЛИР – официальный дистрибьютор компании Cielle в России**



# Сообщество SolidCAM

## ПРОДОЛЖЕНИЕ ЗНАКОМСТВА

Уважаемые читатели! Ровно год назад на страницах журнала (CADmaster № 2/2007) было представлено сообщество SolidCAM в России и странах ближнего зарубежья. Я очень рад, что для многих из вас та публикация стала лишь продолжением тесного сотрудничества: к тому времени для большой аудитории читателей мы были уже не только продавцами программного обеспечения, а настоящими партнерами и друзьями.

За прошлый год наше сообщество значительно выросло за счет новых пользователей. Точные цифры мы здесь приводить не будем: сумма и слагаемые ком-

мерческого успеха пусть останутся коммерческой тайной. На мой взгляд, вам гораздо интереснее будет услышать ответ на "любимый" вопрос потенциальных пользователей: "Где уже внедрено ЭТО программное обеспечение?"

Для наглядности предложим вашему вниманию карту России с выделенными цветом областями, где есть предприятия-пользователи программного обеспечения InventorCAM/SolidCAM (рис. 1), и диаграмму количества предприятий-пользователей по областям (рис. 2).

Даже беглый взгляд на эти иллюстрации позволяет сделать вывод, что нам есть где и с кем работать! Пользуясь слу-

чаем, приглашаю и вас, уважаемые читатели, стать нашими полноправными партнерами в области автоматизации технологических работ на ваших предприятиях!

Как уже не раз отмечалось, InventorCAM/SolidCAM используется для решения задач механообработки как в небольших или средних цехах единичного производства, так и на крупных промышленных предприятиях, производящих детали и узлы в массовом и крупносерийном объеме. Эта программа не нацелена на какой-либо определенный сектор рынка и применяется в самых разных отраслях промышленности: элек-

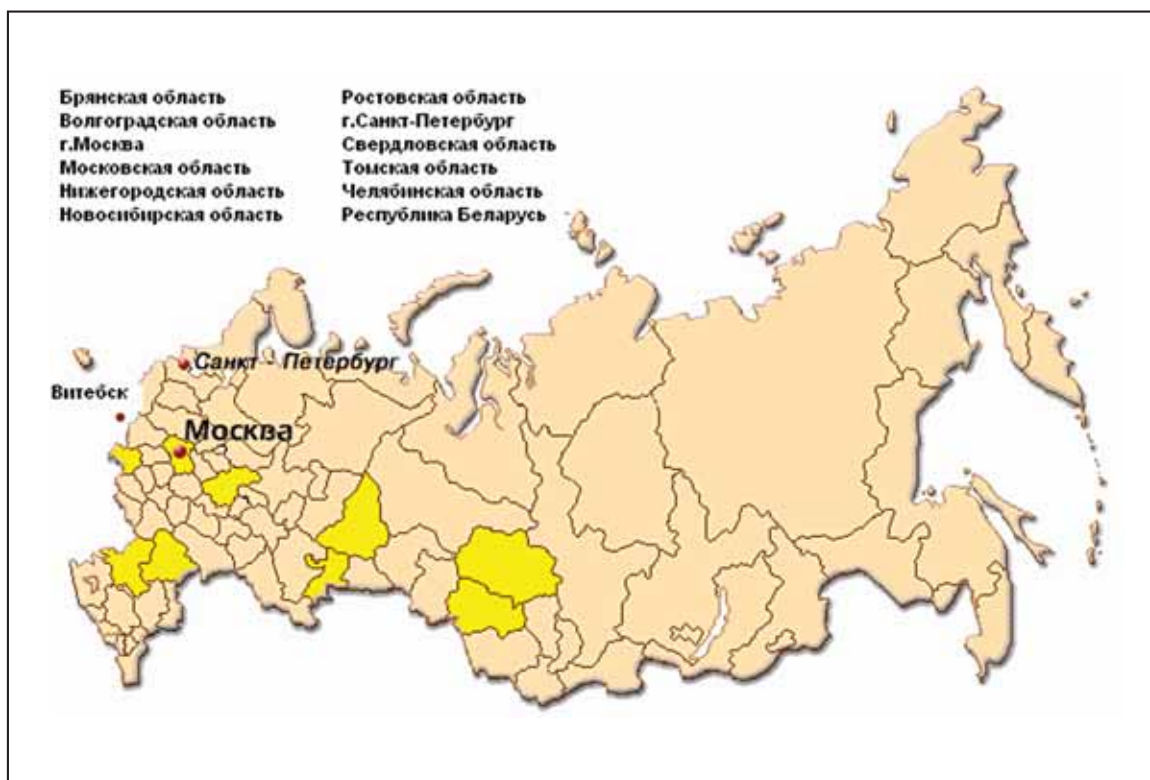


Рис. 1



Графическая платформа	Версия программы InventorCAM/SolidCAM
SolidWorks 2004, 2005 SolidWorks 2006, 2007, 2008	SolidCAM 2006 R10, SolidCAM 2007 R11 SolidCAM 2007 R11.1, SolidCAM 2007 R11.2 <sup>1</sup>
AutoCAD 2005, 2006 AutoCAD Mechanical 2005, 2006 Mechanical Desktop 2005, 2006	SolidCAM 2006 R10, SolidCAM 2007 R11
AutoCAD 2007, 2008 AutoCAD Mechanical 2007, 2008 Mechanical Desktop 2007, 2008	SolidCAM 2007 R11.1, SolidCAM 2007 R11.2
Autodesk Inventor 10	SolidCAM 2006 R10
Autodesk Inventor 10, 11	SolidCAM 2006 R10, SolidCAM 2007 R11 SolidCAM 2007 R11.1, SolidCAM 2007 R11.2
Autodesk Inventor 2008	InventorCAM 2007 R11 <sup>2</sup>

тротехнической и электронной, автомобильной и машиностроительной, аэрокосмической и пищевой... Чтобы стать пользователем InventorCAM/SolidCAM, необходимо всего лишь желание быстро и качественно решать задачи подготовки управляющих программ обработки на станках с ЧПУ токарной, фрезерной, токарно-фрезерной и электроэрозионной групп. Поскольку программа является интегрированным технологическим приложением, для работы с ней необходима графическая платформа (преимущества такого решения описаны в журнале CADmaster № 5/2005). С какими же графическими платформами работает InventorCAM/SolidCAM?

Для ответа на этот вопрос представлю данные, полученные от специалистов компании-разработчика (см. таблицу).

У читателей, которые впервые узнали о InventorCAM/SolidCAM, может возникнуть вопрос: "Где более подробно узнать об этом программном продукте, а может быть даже и приобрести его?" Сообщаю, что все 18 региональных отделений, входящих в состав группы компаний CSoft, а также несколько компаний-партнеров будут рады предоставить вам всю необходимую информацию (адреса и контактные телефоны приведены по адресу [www.csoft.ru/about/contacts/offices/](http://www.csoft.ru/about/contacts/offices/)).

**Андрей Благодаров**  
CSoft  
Тел.: (495) 913-2222  
E-mail: [blag@csoft.ru](mailto:blag@csoft.ru)

При этом хочется особо выделить компании, подтвердившие на 2008 год свой статус авторизованного партнера, что является гарантией качественной технической поддержки и обучения работе с InventorCAM/SolidCAM:

- CSoft (г. Москва, [www.csoft.ru](http://www.csoft.ru));
- CSoft Нижний Новгород (г. Нижний Новгород, [www.csoft.nnov.ru](http://www.csoft.nnov.ru));
- CSoft-Бюро ESG (г. Санкт-Петербург, [www.csoft.spb.ru](http://www.csoft.spb.ru));
- CSoft Ярославль (г. Ярославль, [www.csoft.yaroslavl.ru](http://www.csoft.yaroslavl.ru));
- ООО "Томская Софтверная Компания" (г. Томск, [www.truesoft.ru](http://www.truesoft.ru));
- ООО "НТК" (г. Волгоград, [ntksapr@avtlg.ru](mailto:ntksapr@avtlg.ru));
- ЗАО "Прайд-ТВЛ" (г. Москва, [www.pride-twl.ru](http://www.pride-twl.ru));
- ООО "Прайд-ТВЛ" (г. Воронеж, [www.pride-twl.ru](http://www.pride-twl.ru));
- ЗАО "Аркада" (РУ, г. Киев, [www.arcada.com.ua](http://www.arcada.com.ua));
- НПП "ТИС" (РУ, г. Харьков, [www.tis.kharkov.ua](http://www.tis.kharkov.ua)).

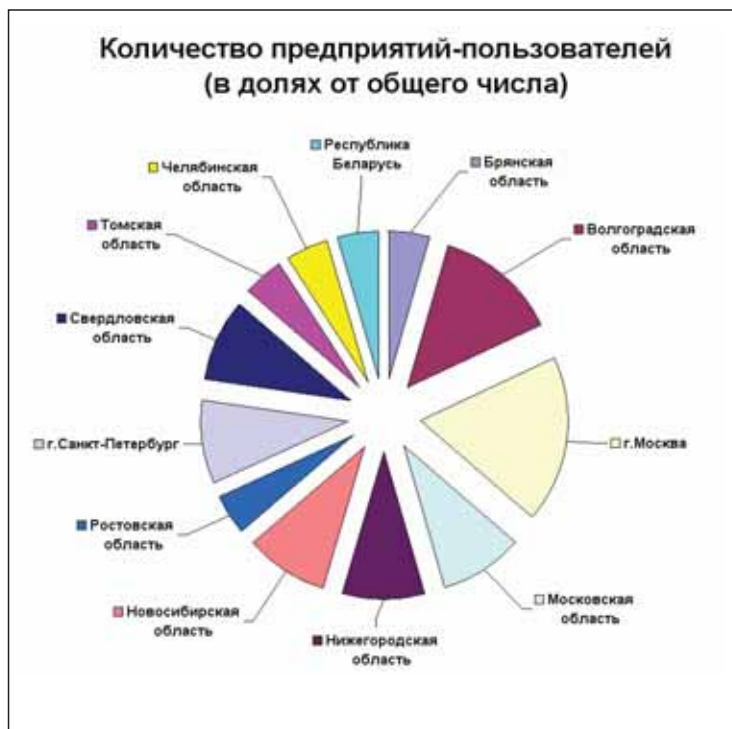


Рис. 2

<sup>1</sup>Сертифицирован компанией SolidWorks Co. (статус "Золотого партнера"):

<http://www.solidworks.com/pages/partners/PartnerDetails.html?ID=178&ProductID=69>.

<sup>2</sup>Сертифицирован компанией Autodesk, Inc.:

<http://partnerproducts.autodesk.com/popups/product.asp?rdid=GBIL0011&prodid=GBP08550&id=18784>.



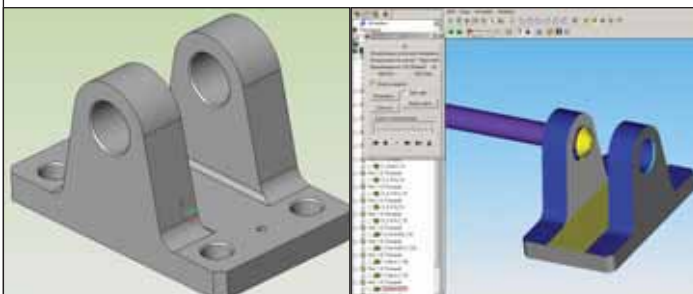
ООО "Завод РОТОР" специализируется на ремонте газоперекачивающих агрегатов (газовых и паровых турбин, центробежных насосов и компрессоров, роторов энергетических машин и т.д.) импортного и отечественного производства, а также на изготовлении запчастей к ним.

"Специфика деятельности нашего предприятия требует частой смены номенклатуры в производстве. При этом определить какой-либо конкретный тип деталей, который обычно заказывают наши заказчики, невозможно. Для автоматизации разработки УП для станков с ЧПУ и обеспечения их непрерывной работы, по нашему мнению, идеально подходит связка SolidWorks и SolidCAM. Ниже представлены несколько проектов, выполненных в этих программах".

А. Веников, начальник бюро САПР и УЧПУ



Деталь **"Опора"** — часть опорно-роликового механизма, предназначенного для опоры узла поворотно-направляющего аппарата ГТК-10И.

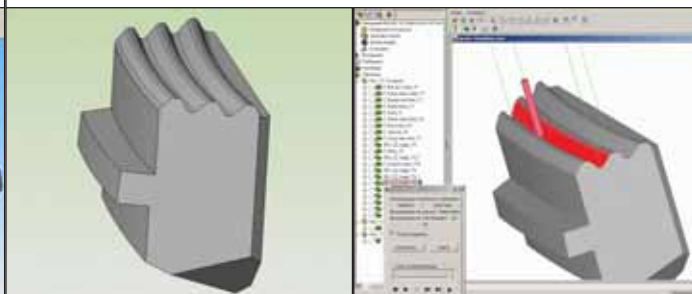


Трехмерная модель детали

Процесс обработки

Как уже было отмечено, специфика работы ремонтных предприятий требует частого изготовления оригинальных деталей, подобных представленной на рисунке. При этом партия нередко состоит всего из одной детали, заготовкой для которой служит, как правило, "кубик из металла".

Деталь **"Вставка замковая"** — предназначена для фиксации лопаток на роторе газоперекачивающей турбины.

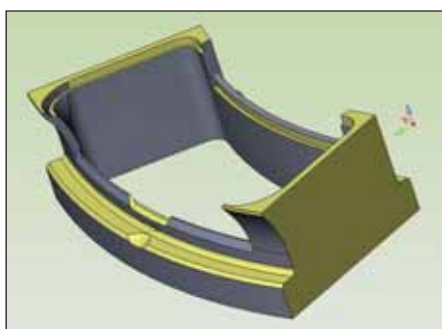


Трехмерная модель детали

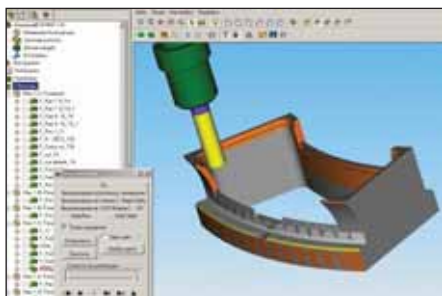
Процесс обработки

Отметим, что при обработке в SolidCAM используются сочетание различных методов с применением как контурной 2,5-координатной 3-осевой (по "ватерлиниям" и "проекционным"), так и 5-координатной обработки.

Деталь **"Рамка газохода"** — элемент конструкции газохода газоперекачивающего агрегата, предназначенный для передачи потока газов на лопатки турбины.



Трехмерная модель детали



Процесс обработки

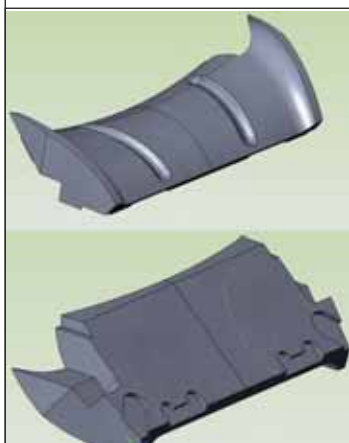


Деталь после обработки

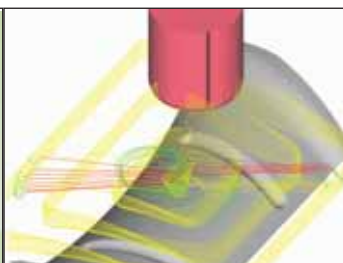


При разработке управляющих программ для этих деталей были использованы возможности модуля высокоскоростной фрезерной обработки (HSM).

Деталь "Прижим" — элемент приспособления, предназначенного для фрезерования верхнего листа газохода.



Трехмерная модель детали

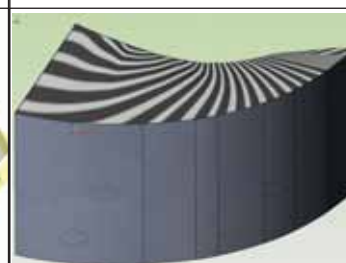


Процесс обработки

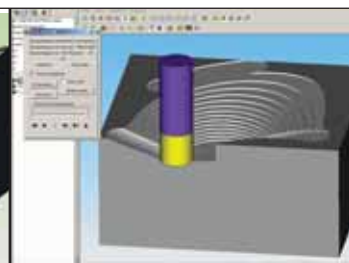


Деталь после обработки

Деталь "Матрица" — элемент пресс-формы для бокового листа газохода.



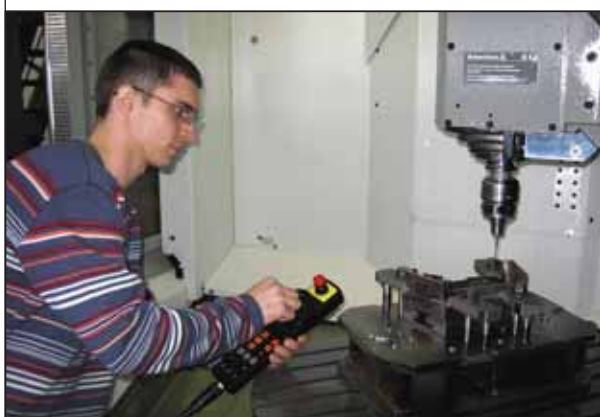
Трехмерная модель детали



Процесс обработки



Деталь после одной из стадий обработки



Е. Огар, инженер-технолог бюро САПР и УЧПУ

"В 2007 году наше предприятие сделало важное приобретение — модули высокоскоростной фрезерной (HSM) и 5-координатной позиционной непрерывной обработки для SolidCAM. Это позволило на 100% использовать технологические возможности наших 4- и 5-координатных обрабатывающих центров. Особо хочется отметить преимущества модуля HSM, который при разработке управляющих программ стал одним из наиболее востребованных благодаря:

- меньшему числу холостых ходов;
- оптимизированной траектории обработки;
- плавному врезанию в материал, повышающему стойкость инструмента;
- большему количеству вариантов стратегий обработки".

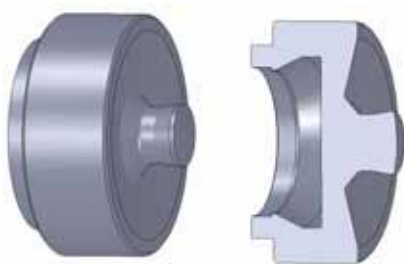


## Лучшие решения в области взвешивания, дозирования и управления технологическими процессами

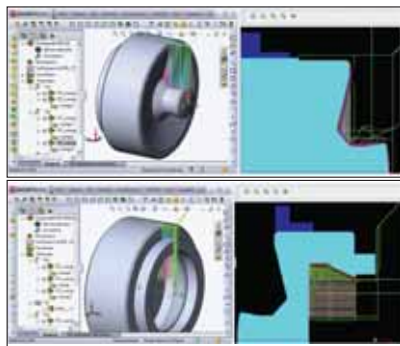
Весоизмерительная компания "Тензо-М" — ведущий российский производитель и разработчик весоизмерительной техники — специализируется на создании датчиков, весов, дозаторов и вторичных приборов для многих отраслей промышленности. Система менеджмента качества сертифицирована по стандартам ИСО 9001-2001 г. и ГОСТ РВ 15.002. Все типы выпускаемой весоизмерительной техники сертифицированы органами Ростехрегулирования и внесены в Государственный реестр средств измерений ([www.tenso-m.ru](http://www.tenso-m.ru)).

*В представленных проектах все трехмерные модели деталей и заготовок построены в графической системе SolidWorks. Подготовка процессов обработки выполнена в программе SolidCAM 2007, интегрированной в SolidWorks. Обработка проводилась на токарном станке HAWK-200 со стойкой управления Siemens Acratic 2100 и фрезерном станке Hartford PRO-1000 со стойкой управления Fanuc 18i-MB.*

Деталь "Элемент упругий М100Н" — основа тензодатчика, устанавливаемого в весах для взвешивания грузовых автомобилей, железнодорожных вагонов и крупногабаритной техники.



Трехмерная модель детали



Процесс обработки

Станок с ЧПУ и деталь после токарной обработки



Деталь "Элемент упругий К20" — основа разработанного в 2007 году тензодатчика, который устанавливается в крановых весах, широко применяемых в металлургической промышленности.



Трехмерная модель детали



Процесс обработки



Деталь после обработки

А. Подольный: "Наша организация использует станки с ЧПУ уже давно, но до сих пор подготавливать управляющие программы приходилось вручную. Поэтому проблема приобретения САМ-системы стояла перед нами со всей остротой. Мы анализировали рынок программного обеспечения, посещали выставки, читали журналы... И в конце концов нашли, что нам нужно. В мае прошлого года на выставке "Машиностроение-2007" мы познакомились с SolidCAM и после тщательного тестирования ее возможностей по созданию УП обработки двух деталей приобрели два рабочих места этой программы. Интерфейс SolidCAM оказался интуитивно простым и понятным. В настоящее время специалисты компании CSoft проводят работы по настройке постпроцессоров под наше оборудование, а в скором времени будет организован полноценный курс обучения".



Наладчик станков с ЧПУ В. Серов и начальник участка станков с ЧПУ А. Подольный

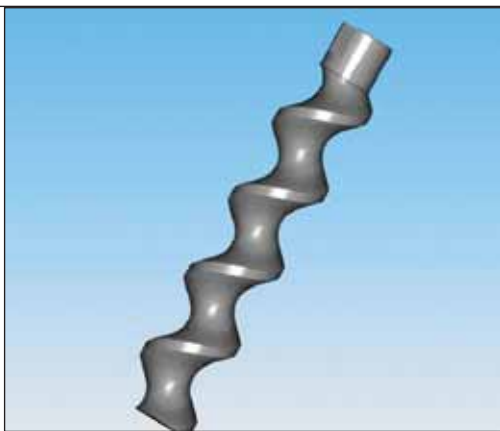
## Опыт компании CSoft-Бюро ESG по внедрению программного обеспечения SolidCAM

Компания CSoft-Бюро ESG занимается консалтингом на IT-рынке с 1989 года. В последнее время спрос на ее услуги значительно возрос благодаря заметно усилившимся в северо-западном регионе России, как и по всей стране, тенденциям модернизации крупных предприятий. Это сделало актуальным комплексный подход к внедрению программного обеспечения: заказчик требует оснастить современными САПР не только конструкторские, но и технологические подразделения. Сегодня выполнить такое желание клиентов стало несложно: после того как компания SolidCAM связала свой продукт интерфейсом с Autodesk Inventor, появилась удобная в работе цепочка передачи данных из конструкторских подразделений в технологические. Эта цепочка и была использована нами в работе с рядом заказчиков.



ОАО НПК "Северная заря" уже упоминалась нами ранее в рамках освещения первого опыта применения Autodesk Inventor Series 10 и SolidCAM 10. Сегодня предприятие перешло к решению более сложной задачи — к использованию 4-й и 5-й

осей. Неизбежно появившиеся проблемы были успешно решены силами CSoft-Бюро ESG при помощи специалистов предприятия заказчика, компании SolidCAM и группы компаний CSoft.

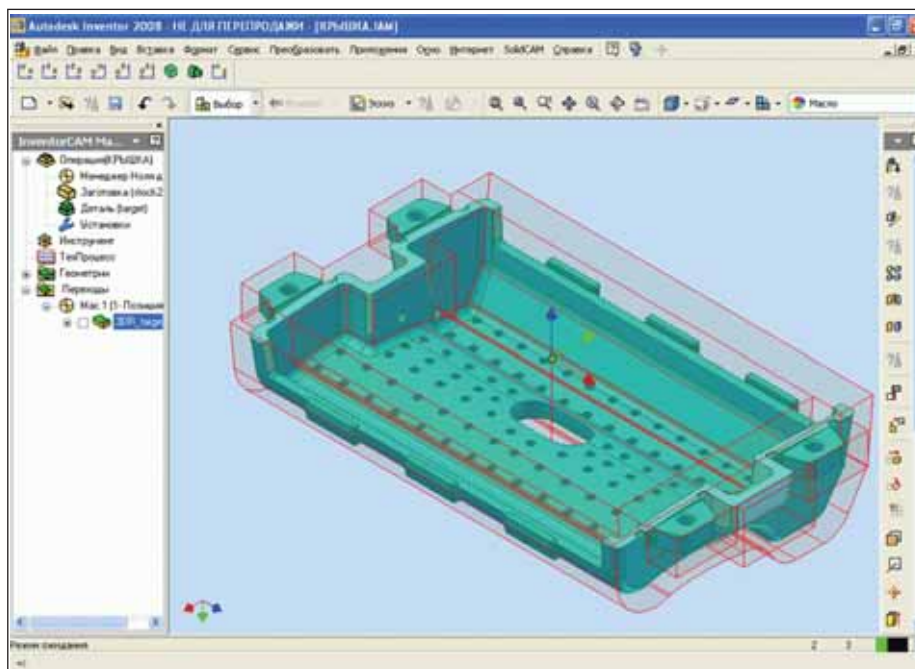


Геротор



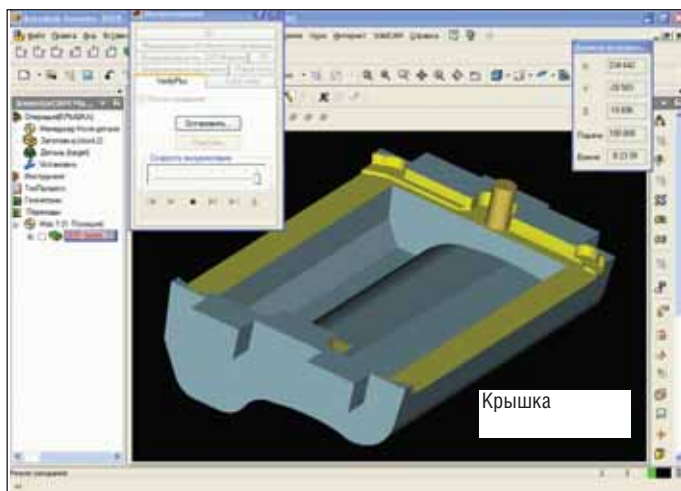
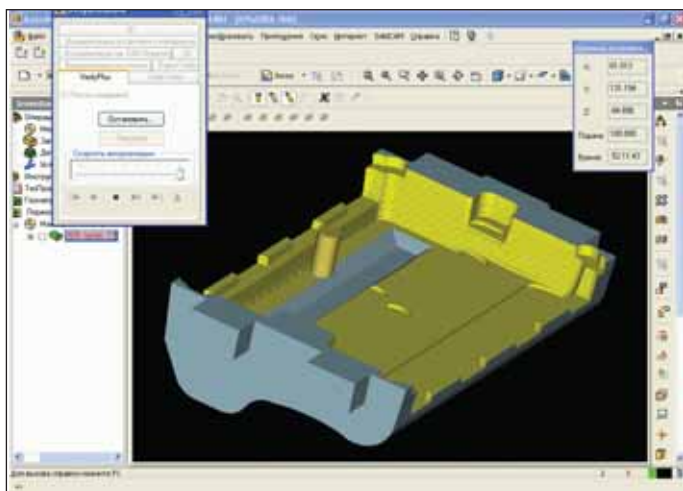
ООО ЗЛЗ "Металласт" — крупнейшее российское литейное производство, расположенное на Южном Урале. Предприятие, девиз которого — "Если внедрять, то самое новое и передовое", известно не только самыми современными технологиями литья, но и новаторским подходом к развитию производства в целом. В рамках этой стратегии компания CSoft-Бюро ESG осуществила поставку на "Металласт" целого программно-аппаратного комплекса, состоящего из новейших разработок: Autodesk Inventor Suite 2008 и InventorCAM 11.2 для конструкторов и технологов, а также станков Cielle и Lywentech для изготовления сложнейшей технологической оснастки. В сочетании с SolidCAM 11.2 по-

лучилось готовое решение по изготовлению оснастки и обработке готовых изделий. Особенно востребованной оказался инструмент SolidCAM 11.2, позволяющий литейщикам отлить необходимую заготовку с "выбранным" в теле материалом. Программа сама оценивает ситуацию и, не совершая лишних перемещений, обрабатывает только реально существующий материал заготовки, что при больших объемах в разы сокращает время обработки. Как обычно бывает при внедрении новых технологий, не обходится и без проблем. Так, например, предприятие изготавливает изделия из сложного материала — жаропрочной нержавеющей стали, которая после литья в землю трудно поддается обработке, что требует подбора оптимального инструмента для работы. Однако после проведения курса комплексного обучения на площадке заказчика специалисты предприятия с честью справились со всеми проблемами.



Крышка





**ОАО НПО "Прибор"** — флагман приборостроения в Санкт-Петербурге. В 2007 году компании НПО "Прибор" и CSoft-Бюро ESG заключили договор на комплексное внедрение систем Autodesk Inventor Suite 2008 и InventorCAM 11.2.

На сегодняшний день в различных подразделениях предприятия уже внедрено несколько автоматизированных рабочих мест и идет освоение программного обеспечения. Таким образом, специалистами уже накоплен определенный опыт использования и внедрения передовых технологий. К сожалению, приходится признать, что этот опыт не всегда положительный. Жизнь есть жизнь! Некоторые затруднения при внедрении InventorCAM возникли при настройке постпроцессоров для оборудования заказчика. Это было связано с тем, что в НПО "Прибор" изготавливаются сложные корпуса из нержавеющей стали и титана, для чего используются различные фрезерные станки — от 2- до 4-координатных. Сначала предполагалось, что на одинаковых моделях станков, отличающихся лишь доступными опциями, единый постпроцессор должен работать одинаково хорошо, но это оказалось не так. Как выяснилось, различное "наполнение" станков подразумевает и различное программное обеспечение стойки УЧПУ. Вот тут специалистам предприятия и пригодилась наша техническая поддержка, включенная авторизованными партнерами в поставку Inventor-CAM. К поиску правильных настроек и их воплощению были привлечены многие специалисты дружной семьи сообщества SolidCAM в России. Как вы, скорее всего, уже догадались (иначе я бы об этом не писал), результатом общих усилий стало правильно работающее оборудование и качественно изготовленные детали.

Еще раз хотелось бы вернуться к разговору об использовании интегрированного CAD/CAM-решения. Практика показала, что такое программное обеспечение предоставляет пользователям не только больше преимуществ и удобств, но и позволяет в кратчайшие сроки производить изменения как в самих моделях, так и в созданных ранее управляющих программах.

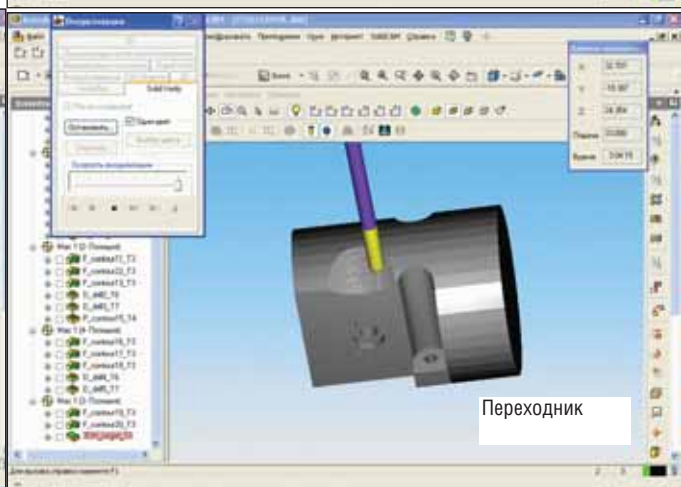
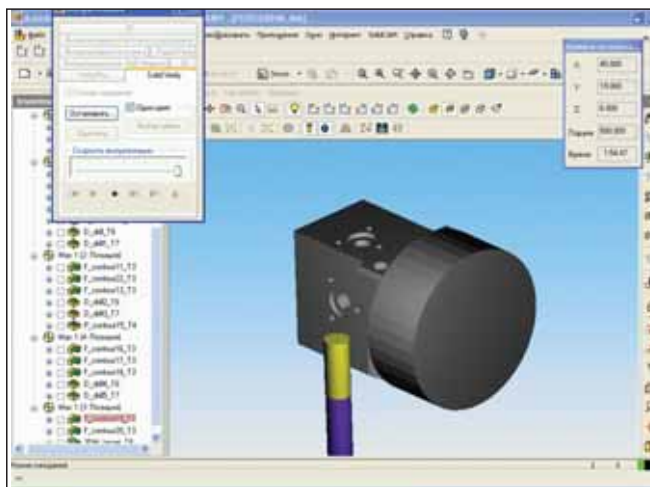
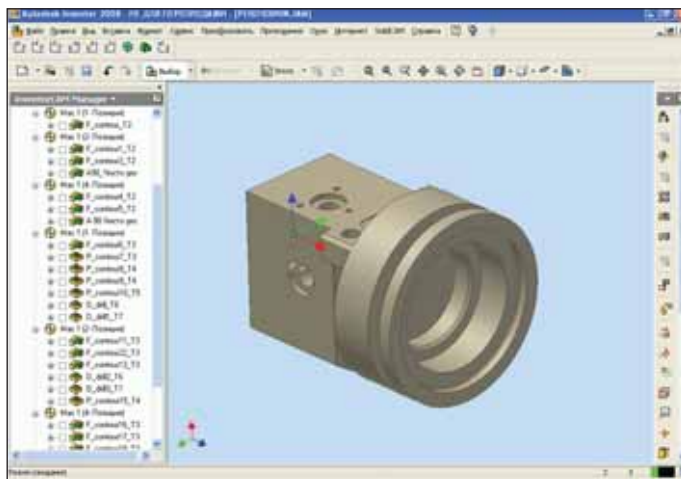
**Хотите узнать, как быстро и без потерь осуществить это на практике?.. Звоните в наши офисы!**

*Игорь Шептунов*

*CSoft-Бюро ESG*

*Тел.: (812) 496-6929*

*E-mail: Sheptunov@csoft.spb.ru*





# 3D-принтеры Contex

(DESIGNmate Cx и DESIGNmate Mx)

▼ Наилучшее решение  
для создания прототипов  
моделей и изготовления  
изделий

## Autodesk Inventor Suite

Современное трехмерное проектирование  
и оформление чертежей на русском языке.

Работа в среде трехмерного параметрического  
редактора или в самой популярной двумерной  
САПР – AutoCAD.

Единая система  
разработки управляющих  
программ для станков с ЧПУ,  
работающая в среде Autodesk Inventor  
и поставляемая на русском языке.

- ▼ Ассоциативность с конструкторской моделью
- ▼ Работа с конструкторской, технологической  
моделью и оснасткой в едином проекте

## InventorCAM

Internet: [www.csoft.ru](http://www.csoft.ru), E-mail: [mechanics@csoft.ru](mailto:mechanics@csoft.ru)

Москва (495) 913-2222  
Волгоград (8442) 94-8874  
Воронеж (4732) 39-3050  
Екатеринбург (343) 379-5771  
Казань (843) 570-5431  
Калининград (4012) 93-2000  
Краснодар (861) 254-2156  
Красноярск (3912) 65-1385  
Нижний Новгород (831) 430-9025  
Новосибирск (383) 220-5187

Омск (3812) 31-0210  
Пермь (342) 235-2585  
Ростов-на-Дону (863) 206-1212  
Самара (846) 265-0614  
Санкт-Петербург (812) 496-6929  
Тюмень (3452) 75-1351  
Уфа (347) 292-1694  
Хабаровск (4212) 41-1338  
Челябинск (351) 265-6278  
Ярославль (4852) 42-7044

**CS**oft  
группа компаний

**Autodesk**  
Authorized Value Added Reseller

# О современных технологиях передачи управляющих программ на стойки УЧПУ



Рис. 1. Электронное считывающее и записывающее устройство модели "К" – ЭСЗУ-К

Чтобы читателям, которые следят за нашими публикациями, не тратить время на чтение всей статьи, сразу отметим, что она состоит из двух частей. В первой описаны только те нововведения в рассматриваемых средствах передачи данных между ПЭВМ и оборудованием с программным управлением, которые появились за прошедший после предыдущей публикации год.<sup>1</sup> Во второй части, больше предназначенной для новых читателей, рассказывается о концепции использования и общих характеристиках модульной системы под названием "электронное считывающее и записывающее устройство модели К" (ЭСЗУ-К) (рис. 1) и специальной сети типа клиент-сервер RS-NET (рис. 2).

Первый комплекс доработок ЭСЗУ-К, осуществленных за прошедший год, был направлен прежде всего на удовлетворение запросов потребителей, использующих память блока электроники и картриджа для хранения достаточно большого архива управляющих программ (УП). Напомним, что хотя операционная система, применяемая в ЭСЗУ-К и других изделиях, построенных на базе того же блока электроники, и обеспечивает решение задач управления данными, которые могут храниться в 999 файлах каталога внутренней памяти блока электроники и в 999 файлах каталога внешнего картриджа памяти, при разработке ЭСЗУ-К не ставилась задача работы с большим архивом УП. Предполагалось, что задачи ведения архива УП будут решаться на цеховом компьютере, а картридж — использоваться только для переноса данных между

<sup>1</sup>Александр Зайцев, Андрей Благодаров. Средства передачи данных: ЭСЗУ-К, RS-NET. – CADmaster, № 2/2007, с. 53-56.

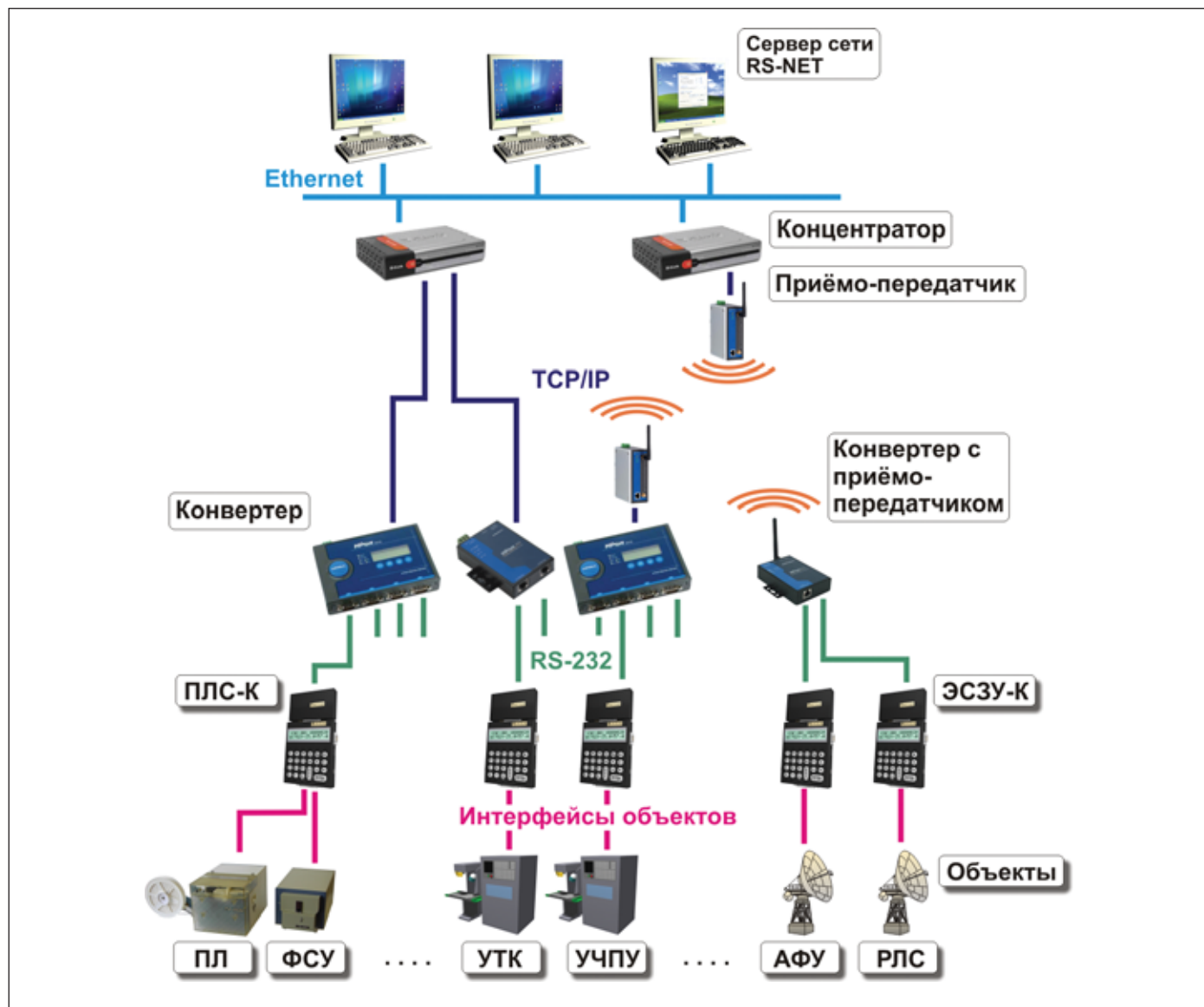


Рис. 2. Вариант структурной схемы сети RS-NET, использующей средства локальной вычислительной сети

ПЭВМ и станком. Но, как всегда, жизнь диктует свои требования, которые привели к необходимости доработки операционной системы. Если раньше основным атрибутом файла был его порядковый номер в соответствующем каталоге, то теперь такую же роль играет и имя, которое прежде носило лишь справочный характер. Функциональное ПО блока электроники начиная с 35-й версии позволяет станочнику производить поиск файла в памяти блока электроники или в картридже не только по порядковому номеру, но и по имени аналогично поиску файла в индивидуальном каталоге станочника на компьютере, подключенном к сети RS-NET.

Внесены изменения и в правила задания имени файла. Если раньше оно должно было строго соответствовать требованиям MS-DOS, то теперь допустимо использовать имя не только в виде <8 символов> <точка> <три символа>, но и просто — <12 символов>. Если

учесть, что кроме имени файла в нашей операционной системе возможно использование дополнительной справочной информации о файле (дополнительного расширения имени файла) из 96 любых символов, то поиск нужного файла теперь уж точно не составит большого труда.

Некоторым доработкам подвергнут пользовательский интерфейс ЭСЗУ-К. Удобнее стало применять одинаковую операцию к набору файлов. Например, чтобы удалить несколько файлов либо скопировать их из памяти в картридж или наоборот, теперь не нужно каждый раз задавать режим выполнения нужной операции.

Отметим, что ЭСЗУ-К использует для представления символов кодовую таблицу 866, обеспечивающую возможность записи в текстах УП комментариев на русском языке, которые нормально читаются на отечественных УЧПУ, на современных же компьютерах ис-

пользуется кодовая таблица 1251. Поэтому символы в именах файлов по-прежнему могут быть только латинскими, а для записи русскоязычных комментариев УП и справочной информации о файле на ПЭВМ должен применяться текстовый редактор, позволяющий записать символы в кодировке 866 (например, AkeIpad). Решить указанные задачи можно также при помощи нашей программы ACONV для предварительной перекодировки файла из кодовой таблицы 1251 в 866 перед его записью в картридж или обратно — после прочтения файла из картриджа. Эта программа входит в состав устройства чтения-записи картриджа на ПЭВМ, ПО которого после внесения изменений в правила задания имени файла также нуждалось в доработке. Повышено удобство работы с архивами УП на картриджах и реализованы другие усовершенствования. Новое ПО версии 2.0 позволяет копировать с картриджа в компьютер не один, а



сразу группу файлов вплоть до всего картриджа.

Второй комплекс доработок направлен на повышение быстродействия ЭСЗУ-К и обеспечение работы с современными компьютерами. Первым шагом в этом направлении стала разработка принципиально новой третьей модели картриджа, использующей более мощный микропроцессор и усовершенствованные микросхемы флэш-памяти. Это позволило на порядок сократить время выполнения операций дефрагментации записей в картридже и чистки картриджа, копирования файлов и сохранения отредактированных данных.

Хотя новый картридж занимает только около трети площади печатной платы, он, по настоянию ряда наших потребителей, производится в старых корпусах. Это позволяет не потерять его в стружке или карманах халата, а также обеспечивает возможность наклеивания листочков с различной информацией. Естественно, внешне он не отличается от второй модели картриджа. Единственное отличие, кроме быстродействия: если старый картридж мог иметь объем 4, 8, 12 или 16 Мб в зависимости от количества установленных микросхем памяти, то новый — 8 или 16 Мб. Отметим, что, несмотря на значительно большую стоимость новых комплектующих, цена картриджа осталась прежней.

Принципиально, что в составе нового картриджа кроме параллельного порта, предназначенного для работы с блоком электроники и LPT-портом компьютера, появился второй интерфейс — USB-шина. Линии этого интерфейса выведены на свободные контакты штатного 25-контактного разъема. Поэтому при отсутствии LPT-порта на новой ПЭВМ, предназначенной для работы с картриджем, можно использовать для обменов данными шину USB и, соответственно, новый кабель устройства чтения-записи картриджа на ПЭВМ. ПО устройства чтения-записи картриджа на ПЭВМ версии 3.0 появилось в продаже в третьем квартале 2008 года.

В четвертом квартале 2008 года планируется поставить в продажу принципиально новый блок электроники ЭСЗУ-К 5-й модели, также выполненный на новом микропроцессоре и имеющий внутреннюю память объемом 16 Мб. Основная задача, ставившаяся при его создании, — повышение предельных скоростей работы всех интерфейсов, и в первую очередь — скорости обменов в сети RS-NET, но это уже тема для будущей публикации.

Отметим, что появившиеся модели картриджа и блока электроники будут полностью совместимы с предыдущими

моделями. Новый картридж сможет работать как с новыми, так и со старыми устройствами чтения-записи картриджа на ПЭВМ и блоками электроники. В свою очередь, новый блок электроники будет работать как с новыми, так и со старыми картриджами. Другими словами, это будет абсолютно та же система, а ее отдельные элементы будут отличаться лишь временем исполнения команд.

Теперь несколько слов о сети RS-NET. Потребители нашей продукции очень часто говорят о сетевой технологии передачи данных между АРМ технолога-программиста и станком, а мы достаточно много времени уделяем совершенствованию сети RS-NET. Однако только 2% ЭСЗУ-К эксплуатируются на предприятиях в составе RS-NET, а основная часть по-прежнему используется в автономном режиме работы. Тем не менее за прошедший год была выпущена новая версия ПО сети RS-NET: и серверной части, устанавливаемой на ПЭВМ, и клиентской части, устанавливаемой на блоке электроники. Теперь для ПЭВМ поставляется сервер RS-NET версии 6.0, а новая клиентская часть входит в состав функционального ПО ЭСЗУ-К, начиная с 36-й версии.

Для пояснения существа доработок обратим внимание на следующие моменты. Реальная скорость передачи данных между ПЭВМ и старыми станками в пространствах в настоящее время системах не превышает 1 Кб/сек. Для типовых УП объемом от 2 до 15 Кб этого вполне достаточно: несколько секунд — и УП передана в нужном направлении. Однако когда речь идет об УП для чистового объемного фрезерования сложной поверхности или художественной гравировки объемом в несколько Мб, ситуация существенно меняется. Так, для передачи УП, имеющей объем 4 Мб, требуется уже целый час. И если предыдущая версия RS-NET позволяла передать такой файл от ЭСЗУ-К на ПЭВМ за 15 минут, то для приема все равно требовался час. Поэтому первым пользователям сети RS-NET мы советовали для передачи таких файлов применять картридж. При использовании ЭСЗУ-К и сети RS-NET всегда существует запасной вариант. Справедливости ради следует заметить, что подобных задач у пользователей и не возникло.

Небольшая скорость приема данных в RS-NET объясняется не самым медленным участком канала связи от конвертера Ethernet/RS-232 до ЭСЗУ-К, а недостаточным быстродействием процессора сегодняшнего блока электроники, преобразующим данные, импортируемые из файловой структуры ПЭВМ в файловую структуру ЭСЗУ-К. Напом-

ним, что в сети RS-NET введено ограничение длины кабеля интерфейса RS-232 до 25 метров, что обеспечивает устойчивую работу на скорости 38 400 бод при использовании простейшего телефонного провода. Кроме того, отметим, что хотя оригинальная файловая структура нашей операционной системы и не исключает полностью проникновение в современные УЧПУ вирусов, но является дополнительным барьером на их пути.

Первым шагом на пути ускорения приема данных в RS-NET стала алгоритмическая доработка протокола передачи данных, которая позволила сократить время приема файла вдвое. Чтобы наши пользователи не впали в уныние от этих характеристик, отметим, что блок электроники 5-й модели обеспечивает одинаковую скорость приема и передачи данных, а приближение конвертера к ЭСЗУ-К на расстояние до 5 метров позволяет на участке интерфейса RS-232 перейти на скорость в 115 200 бод, сократив время приема и передачи файла еще в 2,5 раза. Включение конвертера в состав блока электроники приблизит скорость работы сети RS-NET к типовой скорости Ethernet. И если мы не сделали этого уже сегодня, то только из-за отсутствия спроса. Выше отмечалось, что только 2% ЭСЗУ-К работают в сети RS-NET, и то только для передачи малых УП. Зачем вводить новую функцию, увеличивающую стоимость устройства на 20%, если эта функция не востребована потребителями?

Теперь информация для новых читателей. История нашего предприятия началась в 1988 году с кооператива МНТК "Комплекс", который затем был преобразован в МП "АзиК", а впоследствии — в ООО "АзиК". Сначала мы занимались производством программных и технических средств САПР-АСТПП. Так, нами были разработаны цветные растровые дисплеи, превосходящие по своим характеристикам дисплеи CGA и EGA, а также первые в СССР САПР изделий машиностроения на базе твердотельного моделирования и цветной полутонной машинной графики. С 1992 года основной сферой деятельности предприятия стали средства передачи данных, использующие самые разные технологии: перфоленточную, кабельную, картриджную и сетевую.

С 1996 по 2003 год мы производили ЭСЗУ, в составе которого не было микропроцессора, а с 2002 года производим ЭСЗУ-К. Сегодня это 4-я модификация конструкции и 36-я версия функционального ПО блока электроники, 2-я модификация конструкции и 2-я версия функционального ПО картриджа. В настоящее время начато производство третьей модели картриджа с принципиально

новой версией функционального ПО. Сети ЭСЗУ эксплуатируются на предприятиях с 90-х годов прошлого века. В 2005 году была завершена разработка первой версии сети RS-NET, практическое внедрение которой получила в конце 2006 года только версия 5.4, а теперь это уже версия 6.0.

ЭСЗУ-К и RS-NET сегодня принято относить к средствам малой модернизации станков с ЧПУ. Они позволяют исключить из состава УЧПУ старые перфоленточные устройства ввода/вывода – фотосчитыватель и перфоратор, а на УЧПУ типа NC – и блок корректоров, выполненный на декадных переключателях. Отказ от использования перфоленты и перфоленточных УВВ заметно повышает эксплуатационную надежность станков, а также производительность труда технологов-программистов и станочников. С другой стороны, это позволяет практически внедрить современные CAD/CAM-системы и изготавливать на имеющемся оборудовании принципиально более сложные детали – например, сложную пресс-форму с блестящей поверхностью на станке 6Р13 с УЧПУ НЗЗ по УП объемом несколько Мб.

Наша задача – максимальное использование имеющегося оборудования с минимальными затратами на его модернизацию с целью "резкого" перехода на использование современных станков с технологическими возможностями XXI века. Эта концепция изложена в одной из предыдущих публикаций<sup>2</sup>. Установка ЭСЗУ-К на порядок дешевле установки на станке нового УЧПУ (не считая приводов, измерительной системы и элементов электроавтоматики). Модернизация с использованием наших средств не требует значительных дополнительных затрат времени и финансов на работы, которые приходится проводить как при установке нового оборудования, так и при "глубокой" модернизации имеющихся станков. Однако и это не всё: затраты значительно возрастают, если учесть необходимость:

- вывода модернизируемого станка из эксплуатации на месяцы;
- освоения модернизированного станка электронщиками и другим обслуживающим персоналом;
- освоения модернизированного станка наладчиками и операторами;
- модернизации имеющейся системы подготовки УП;
- переработки имеющегося архива УП, то есть разработки столько новых УП, сколько их хранится в архиве.



Рис. 3. Картридж 16 Мб и 128 бобин перфоленты. Перфолента – носитель информации одноразового использования. Общий вес – 51,2 кг. Цена – 9062 руб. Картридж – носитель информации тысячекратного использования. Вес – 0,13 кг. Цена – 5062 руб.

По нашему мнению, эта подводная часть айсберга значительно дороже самой модернизации и оправдана только при внедрении современных станков. Установка же ЭСЗУ-К занимает не более 2 часов, еще через 6 часов станком может начать пользоваться станочник – и всё! На подключение ЭСЗУ-К к сети RS-NET в среднем также требуется не более 8 часов, при этом нет необходимости останавливать станок.

ЭСЗУ-К состоит из блока электроники, картриджа и соответствующих конкретному УЧПУ кабелей и переходников. Для эмуляции устройств, параллельные интерфейсы которых используют сигналы с уровнями, отличными от ТТЛ-уровней, в состав ЭСЗУ-К могут входить соответствующие интерфейсные вставки или адаптеры.

Интерфейсная вставка или адаптер с одним преобразователем используются практически на всех отечественных УЧПУ типа CNC, на которых для вывода данных применяются перфораторы ПЛ-150М или ПЛ-80. При этом обеспечивается только преобразование уровней сигнала к требуемым значениям. Если на объ-

екте используются фотосчитыватель FS-1501B/P и перфоратор ПЛ-150М, то требуется интерфейсная вставка или адаптер с двумя преобразователями как по интерфейсу ввода, так и по интерфейсу вывода.

Блок электроники имеет "глазастый" дисплей и клавиатуру с большими клавишами, а также снабжен большим количеством интерфейсов. По сути, это специализированный компьютер, который использует в своей работе два электронных диска, один из которых входит в состав блока электроники, а второй выполнен в виде внешнего блока памяти – переносного картриджа.

Картридж может быть также подключен к ПЭВМ. Для этого используется так называемое устройство чтения-записи картриджа на ПЭВМ, состоящее из кабеля и ПО, устанавливаемого на компьютере. Сегодня для обмена данными с картриджем используется LPT-порт ПЭВМ, а для подачи на картридж питания (5 В) может использоваться разъем игрового порта (15 контактов), разъем клавиатуры XT/AT или PS/2, а также шины USB. Поэтому требуется заказывать соответствующий кабель.

<sup>2</sup>Александр Зайцев, Андрей Благодаров. К вопросу о совершенствовании парка станков с ЧПУ – CADmaster, № 2/2007, с. 57-58.



Рис. 4. Блок электроники ЭСЗУ-К с интерфейсной вставкой и фотосчитыватель CONSUL-337.601 с перфратором ПЛ-150М. Фотосчитыватель с перфратором весит 34 кг, потребляют мощность 340 Вт, а их цена составляет 40 978 руб. Блок электроники с интерфейсной вставкой весит 0,55 кг, потребляет 0,4 Вт и стоит 20 125 руб.

Для тех потребителей, которые иногда жалуются на небольшой объем нашего картриджа, на рис. 3 представлен картридж и его перфоленточный аналог. На рис. 4 изображен блок электроники и два наиболее распространенных в отечественных УЧПУ устройства, которые он замещает: фотосчитыватель CONSUL 337.601 и перфратор ПЛ-150М.

Использование двух носителей информации очень удобно при эксплуатации ЭСЗУ-К на станках, работающих в режиме подкачки УП в процессе изготовления детали. Пока станок работает по УП, сохраненной в памяти блока электроники, на картридж записывается новая УП. Режим подкачки используется на УЧПУ не только типа NC, но и типа CNC, когда объем памяти становится недостаточным для хранения большой УП. Сразу оговоримся, что УЧПУ типа CNC не всегда имеют режим подкачки. Например, в некоторых из 30 версий функционального ПО УЧПУ 2C42-65 он имеется, а в других — отсутствует. Всегда присутствует в УЧПУ FANUC-6 и FANUC-11 или TOSNUC T-500, а для ввода режима подкачки в УЧПУ типа TNC фирмы HEIDENHAIN нужно проводить их доработку, в процессе которой можно предусмотреть и введение режима 3D-обработки вместо штатной 2,5D-обработки.

Хотя ЭСЗУ-К и предназначено в основном для работы со старым оборудованием, в последнее время оно часто устанавливается и на современных УЧПУ. Некоторые наши потребители вообще

предпочитают покупать станки с более дешевыми моделями новых УЧПУ таких компаний, как HEIDENHAIN, FANUC или Siemens без устройств ввода-вывода и сетевых средств и устанавливать на них ЭСЗУ-К. Это дает заметную экономию.

ЭСЗУ-К может быть подключено к любым объектам, в том числе к любым УЧПУ, без малейшей доработки. При этом функциональное ПО блока электроники — всегда единое, что позволяет в любой момент переставить ЭСЗУ-К с одного объекта на другой. Просто и быстро осуществить перенастройку алгоритма работы блока электроники на один из сотен, а может и из тысяч вариантов для конкретного объекта помогут дружественный интерфейс и удобно оформленная эксплуатационная документация. Подключается ЭСЗУ-К взамен штатных устройств ввода-вывода к тем же самым разъемам, поэтому не исключается, при необходимости, возможность быстрого возврата к использованию штатных устройств.

ЭСЗУ-К могут устанавливаться на станках с ЧПУ, на оборудовании тестового контроля электронной аппаратуры или контроля печатного монтажа, использоваться в составе измерительных стендов или установок входного контроля электрорадиоэлементов и т.д., обеспечивая единую для всего предприятия технологию передачи данных.

Предназначенные для работы в условиях реального цеха, ЭСЗУ-К устойчивы к металлической или абразивной пыли, масляному туману, электромагнитным

помехам и перепадам температур. Они обладают значительными преимуществами по сравнению с накопителями на гибких магнитных дисках не только по объему носителя и срокам эксплуатации, но и по исключению возможности заноса вирусов на современные УЧПУ вместе с компьютерными играми. Отметим, что типовой гарантийный срок работы ЭСЗУ-К составляет 2 года, а специально оплаченный может достигать 10 лет.

ЭСЗУ-К не вносят абсолютно никаких изменений в действия станочника, позволяя ему работать так же, как и с перфолентой: вводить как всю УП, так и только ее часть, начиная с нужного кадра, производить как однократный, так и циклический ввод аналогично вводу с перфоленты, склеенной в кольцо.

Использование ЭСЗУ-К возможно в качестве как переносного, так и стационарного устройства. При стационарном применении оно может быть одновременно подключено и к интерфейсу ввода, и к интерфейсу вывода объекта, что исключает необходимость какого-либо переключения при переходе от передачи данных к приему. При этом ЭСЗУ-К всегда готово выдать любой из файлов, записанных во внутренней памяти блока электроники или в картридже, и принимать новые файлы без какого-либо предварительного форматирования внутреннего или внешнего носителя информации.

ЭСЗУ-К может работать со всеми типами данных. Например, на станках с ЧПУ оно обеспечивает ввод и вывод



не только управляющих программ и подпрограмм, представленных в 7-битной кодировке, но и функционального или тестового ПО УЧПУ, представленного в 8-битной кодировке, и станочных констант. ЭСЗУ-К работает с данными, для записи которых используется как 8-, так и 5-дорожечная перфолента. Для удобства работы с разными типами данных или при постоянном переключении с одного типа УЧПУ на другой ЭСЗУ-К может хранить до 10 разных настроек. Поэтому для работы в изменившихся условиях не нужно каждый раз производить полную перенастройку алгоритма работы ЭСЗУ-К, достаточно просто переключиться на другую настройку.

Благодаря пяти регистрам клавиатуры ЭСЗУ-К кроме ввода и вывода обеспечивает возможность просмотра и редактирования данных, представленных в любой кодовой таблице, заданной при настройке: при приеме от объекта данные перекодируются в таблицу 866, а при передаче на объект осуществляется их обратная перекодировка. Это позволяет производить ввод новой УП и ее редактирование в процессе экспериментальной отладки на станке с любым типом УЧПУ, включая КОНТУР 2П-67, КОНТУР 2ПТ-71, СЦП-2 ... СЦП-5, клавиатуру НЦ-31 и др. Следует отметить, что вводить новую УП, конечно, удобнее на ПЭВМ, однако существует пример, когда с клавиатуры ЭСЗУ-К рабочим была введена УП из 600 кадров. Отметим, что при редактировании данных можно не беспокоиться об увеличении длины каждого кадра, как и об увеличении всей УП.

Режим редактирования УП средствами ЭСЗУ-К при ее отладке на станке бывает востребован при работе не только с УЧПУ типа NC, но также и с УЧПУ типа CNC, когда речь идет о большой УП, не помещающейся в памяти УЧПУ. Редактировать УП средствами УЧПУ можно только после ее записи в память УЧПУ. При необходимости отладки УП, использующейся при работе с подкачкой, редактировать ее можно только средствами ЭСЗУ-К.

Ряд специфических настроек ЭСЗУ-К позволяет максимально использовать все возможности станка при обработке сложных поверхностей в режиме подкачки без так называемых "задилов", возникающих во время вращения фрезы на одном месте.

ЭСЗУ-К может реализовывать любую технологию передачи данных. Например, запись данных в цехе с ноутбука технолога в ЭСЗУ-К можно осуществить непосредственно по кабелю. Данные с настольного компьютера технолога могут быть переданы с использованием переносного картриджа: картридж значительно меньше самого маленького ноутбука. Установленное на станке ЭСЗУ-К возможно подключить к сети TCP/IP. При этом станочник может сам получить с любого компьютера локальной сети предприятия или цеха нужный файл и точно так же передать его в обратном направлении.

Для подключения ЭСЗУ-К к локальной вычислительной сети нужно только включить один из типовых конвертеров Ethernet/RS-232 между ЭСЗУ-К и цеховым концентратором локальной сети (к которому, между прочим, могут быть также подключены и современные УЧПУ, оснащенные сетевыми средствами), а на одном из компьютеров локальной сети установить программу "Сервер RS-NET". Это подключение может быть произведено с помощью как проводного, так и беспроводного конвертера. Хотя беспроводная технология и позволяет легко решить проблемы, связанные с прокладкой кабелей, однако сегодня для режимных предприятий она, как правило, недопустима.

При подключении ЭСЗУ-К к сети RS-NET кроме картриджа и внутренней памяти блока электроники (привычных для оператора при хранении УП, а для электронщиков — функционального и тестового ПО УЧПУ и станочных констант) на одном из компьютеров локальной сети появляется доступный в любой момент каталог (папка).

Отсутствие каких-либо специализированных устройств и максимальное использование стандартных сетевых средств для подключения ЭСЗУ-К к локальной вычислительной сети делает его наиболее эффективным устройством данного класса как по стоимости и надежности, так и по простоте последующего сопровождения, поскольку не требует специальной подготовки технического персонала.

С одной стороны, обеспечивается поэтапное оснащение станков устройствами ЭСЗУ-К, а их подключение к сети не требует крупных единовременных затрат. С другой стороны, не исключается возможность работы, подключенного к сети, ЭСЗУ-К в автономном режиме с

переносом данных в картридже, если в работе локальной сети возникли какие-то проблемы.

Несмотря на приведенное выше длинное перечисление преимуществ ЭСЗУ-К и сети RS-NET, это далеко не все их возможности. Специальные режимы работы и некоторые другие функции, такие как автоматическое редактирование данных при их приеме и передаче или эмуляция работы корректоров УЧПУ типа H22 или H33, мы опишем в следующей статье.

В заключение отметим, что наша продукция используется на сотнях крупных и малых предприятий. Например, в ДНПП концерна ПВО "Алмаз-Антей" нашими средствами оснащены более 100 станков<sup>3</sup>, а на МРТЗ того же концерна ЭСЗУ-К установлены только на 8 установках УТК-3. В космических войсках РФ наша продукция используется в составе радиолокационных станций, в каналах передачи полетных заданий, в специальных системах передачи данных. На космодромах в Байконуре, в Плесеке, в Капустинском Яре, на измерительных пунктах и других объектах космических войск установлено более 100 единиц нашей продукции.

Достаточно часто наши изделия переживают то оборудование, на котором они были установлены, и при его замене переставляются на новое. Существуют примеры, когда даже наше старое ЭСЗУ после многолетней эксплуатации на станке с УЧПУ КУРС-332 было переустановлено на станок с УЧПУ SINUMERIK-810.

Лучшим показателем качества, по нашему мнению, является тот факт, что около 70% продаж приходится на предприятия, уже использующие нашу технику. Объем гарантийного ремонта от числа поставленных изделий не превышает 2%, из которых примерно 80% приходится на выход из строя отдельных элементов.

**Александр Зайцев**  
к.т.н.,  
директор ООО "Азук"  
Тел.: (495) 440-0024  
E-mail: azik@orc.ru

**Андрей Благодаров**  
CSoft  
Тел.: (495) 913-2222  
E-mail: blag@csoft.ru

<sup>3</sup>Валерий Григорченко, Владимир Андреев. Опыт модернизации оборудования с ЧПУ на ОАО "Долгопрудненское научно-производственное предприятие". — CADmaster, № 4/2007, с. 38-44.

# COPRA RollForm

КОГДА КАЧЕСТВО РЕШАЕТ ВСЁ

Индустрия производства строительных материалов, стимулируемая колоссальным ростом строительного рынка, продолжает стремительно развиваться. В связи с этим всё большей популярностью пользуется продукция компаний, которые специализируются на производстве гнутых строительных профилей различного назначения, полученных путем непрерывного профилирования.

Среди несомненных преимуществ этого способа производства в первую очередь следует назвать большую производительность профилегибочного оборудования при непрерывной формовке, а также высокую степень автоматизации, что в свою очередь улучшает качество готовой продукции, повышает производи-

тельность труда и обеспечивает сокращение издержек производственного процесса.

Инженеры компании ООО "Рускана Инжиниринг", одного из ведущих предприятий в области разработки и производства современного профилегибочного оборудования, столкнулись с серьезной проблемой. В процессе разработки и последующей наладки профилегибочного стана для формовки облицовок сэндвич-панелей с замком Z-Lock не удалось в полной мере обеспечить стабильность процесса формовки. После прохождения эджерных клетей, представляющих собой вертикально расположенные валки, на краях облицовки обнаруживались заломы и "гофрирование", что свидетельст-

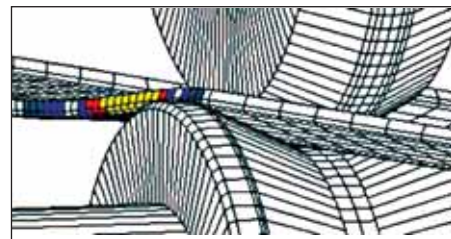
вовало о потере устойчивости металла в этих местах и могло быть вызвано максимальными растягивающими напряжениями, возникающими в материале в момент его контакта с формующими валками (рис. 1).

Чтобы устранить дефекты при профилировании, представители ООО "Рускана Инжиниринг" обратились в центральный офис группы компаний CSoft — за помощью в проведении комплексных расчетов процесса формовки.

В этой статье на примере оптимизации калибровки валкового инструмента профилегибочного стана мы рассмотрим возможности программного комплекса COPRA RollForm (COPRA RF), инструменты которого позволяют автоматизировать процесс проектирования технологической оснастки для производства сварных труб, открытых и закрытых профилей.

Процесс анализа с применением COPRA RF может быть разделен на два этапа:

1. Решение в статической постановке.



Моделирование процесса с аппроксимацией трубы каркасной сеткой позволяет получить представление о растяжении металла по направлению формовки. Что в свою очередь исключает затраты на изготовление формующего инструмента и организацию опытных исследований.

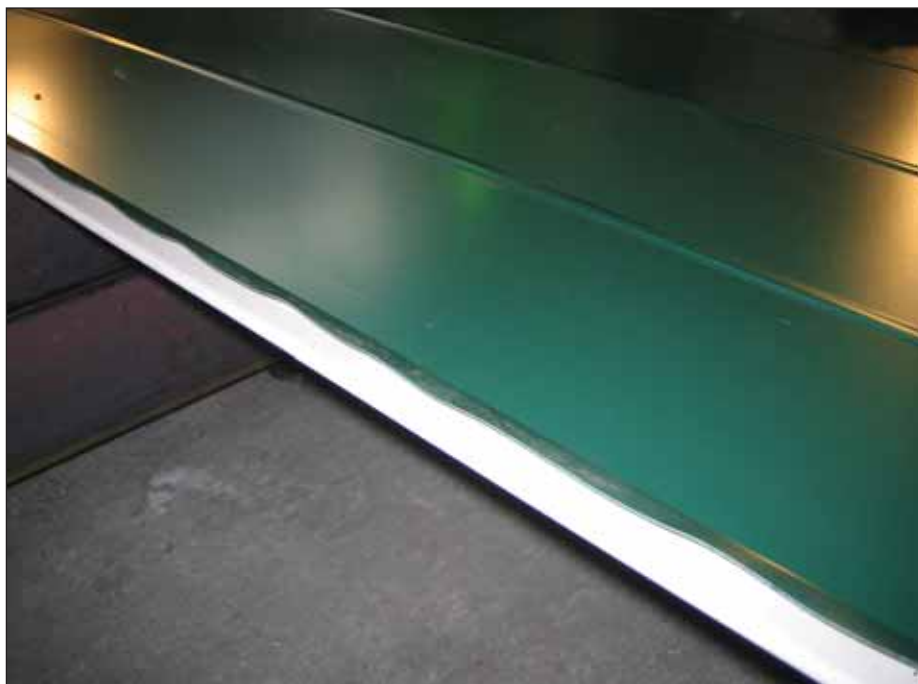
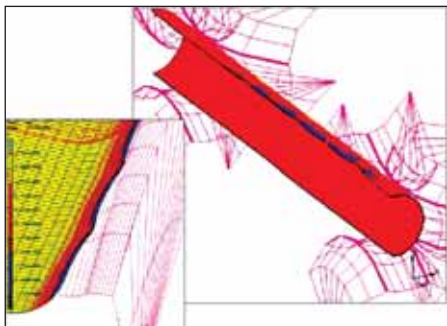


Рис. 1

## 2. Конечно-элементный анализ в нелинейной постановке.



По ходу этого этапа можно сформировать виртуальную модель процесса формовки, максимально приближенно к реальным условиям, и получить на ее основе следующую необходимую информацию:

- зоны контакта металла и вала;
- дефекты, вызванные недостатками расчета калибровки;
- энергосиловые параметры и т.д.

Вернемся теперь к проблеме, с которой к специалистам CSoft обратился ООО "Рускана Инжиниринг". В первую очередь требовалось определить слабые места используемого способа калибровки формовочных валков — для этого данные по калибровке были введены в программный комплекс COPRA RF. Результаты, полученные с использованием возможностей COPRA DTM, представлены на рис. 2.

Эти результаты позволили сделать вывод, что по мере прохождения через формовочный стан облицовка испытывает неравномерные растягивающие напряжения. В эджерных клетях профили испытывают наибольшее растяжение кромки (см. максимальные значения, приведенные на рис. 2), что в свою очередь подтверждается и экспериментальными данными.

В дальнейшем были определены необходимые углы подгибки, которые позволили бы при профилировании равномерно распределить продольные растягивающие напряжения в материале (рис. 3).

Итак, с помощью программного комплекса COPRA RF мы смогли определить оптимальные значения углов подгибки, определяющих последовательность переходных сечений от плоского листа к конечному профилю, — так называемый цветок развертки (рис. 4), а на его основе разработать конструкцию валков для каждой конкретной клетки (рис. 5).

На основании полученных данных в программном комплексе COPRA RF был проведен анализ процесса формовки методом конечных элементов (МКЭ), а средствами программного

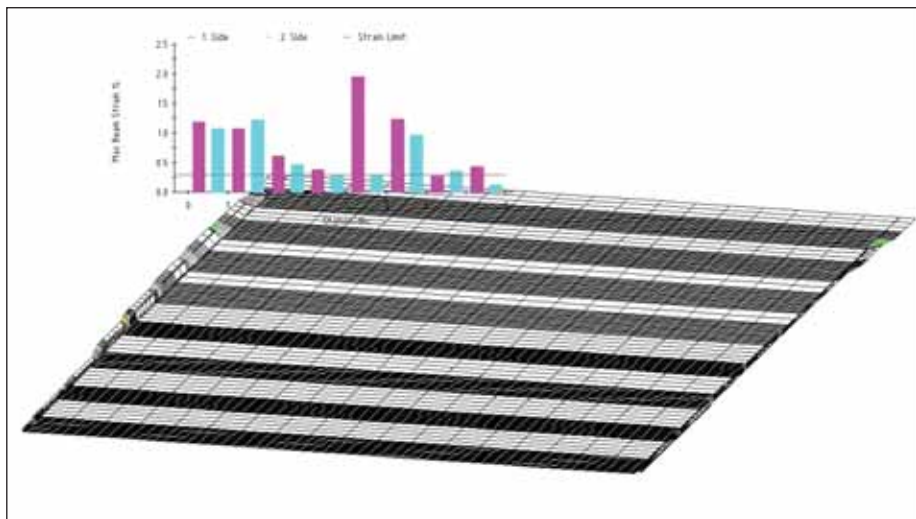


Рис. 2

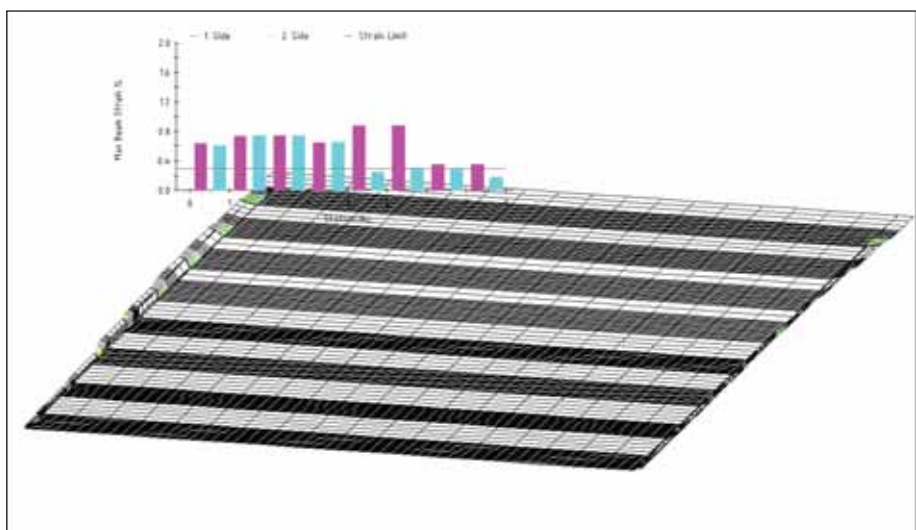


Рис. 3

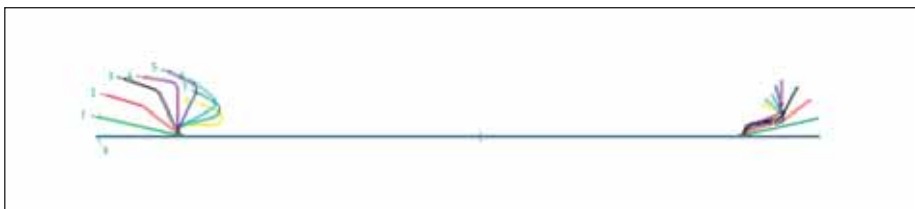


Рис. 4

комплекса COPRA FEA RF, специально разработанного для моделирования процессов валковой формовки, создана конечно-элементная модель валков формовочного стана и исходной заготовки, которая в процессе формовки приобретает форму готового изделия.

В качестве решателя это программное обеспечение использует MSC.Marc — программный продукт, обладающий широкими возможностями решения сложных нелинейных задач. По сути, COPRA FEA RF можно рассматривать как виртуальный формовочный стан, позволяющий испытывать новые комплекты валкового инструмента задолго до физического изготовления валков.

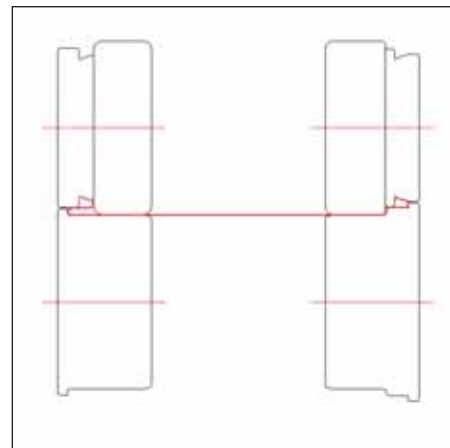


Рис. 5



Результаты анализа калибровки панели Z-Lock методом конечных элементов с использованием программного обеспечения COPRA FEA RF представлены на рис. 6.

Полученные результаты позволяют заключить, что значения углов подгибки при профилировании, полученные на этапе анализа в программном комплексе COPRA RF, обеспечивают получение качественной облицовочной панели и стабильность процесса формовки при ее производстве. Это подтверждено результатами настройки и приемо-сдаточных испытаний профилегибочного оборудования компанией ООО "Рускана Инжиниринг" (рис. 7).

*Юрий Максимов,*  
генеральный директор ООО "Рускана  
Инжиниринг"

*Николай Шаталин,*  
главный конструктор ООО "Рускана  
Инжиниринг"

*Антон Скрипкин*  
CSoft

E-mail: [skripkin@csoft.ru](mailto:skripkin@csoft.ru)

Тел.: (495) 913-2222

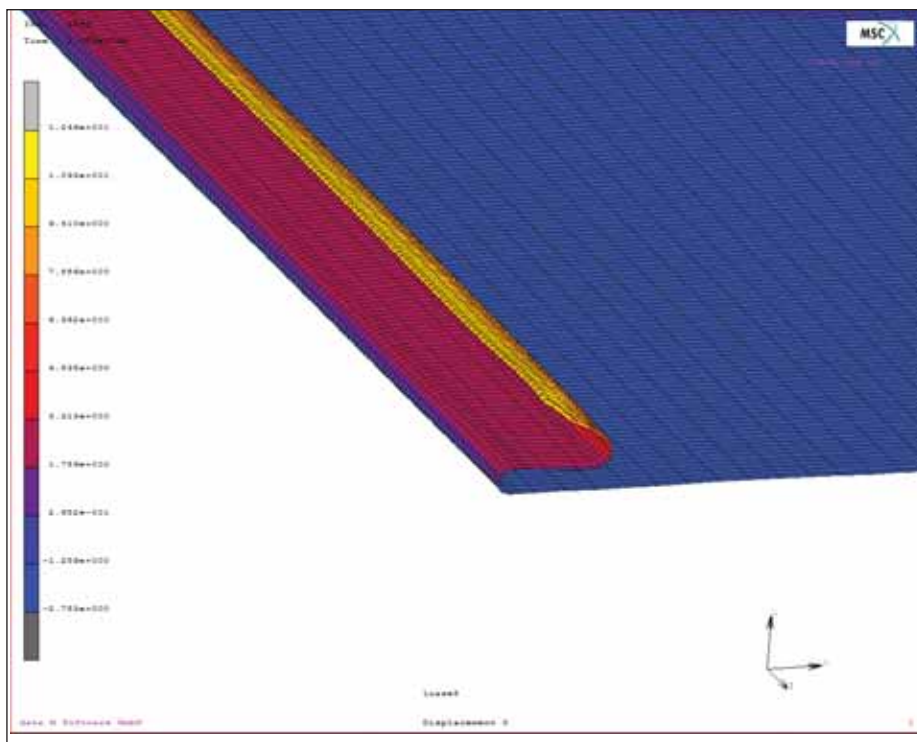


Рис. 6



Рис. 7



**«Рускана Инжиниринг»**  
Россия, 142143, Московская область, Подольский  
район, пос. Быково, д. 100  
тел./факс: (495) 996-66-63, (495) 660-16-25  
e-mail: info@ruscana.ru www.ruscana.ru

Генеральному директору  
ЗАО «СиСофт»  
Лебедеву И.В.

Уважаемый Илья Владимирович!

ООО «Рускана Инжиниринг» по результатам настройки и приемо-сдаточных испытаний профилегибочного оборудования по производству облицовок Z-Lock для сэндвич-панелей выражает благодарность Вашей компании за выполненные работы по расчету, анализу и оптимизации калибровки панели Z-Lock методом конечных элементов (МКЭ) с использованием программного обеспечения COPRA FEA RF.

Полученная калибровка позволила получить качественную облицовочную панель и обеспечить стабильный процесс формовки при ее производстве. Что, в свою очередь, позволило нашей компании существенно сократить затраты по времени на настройку профилегибочного оборудования.

Генеральный директор  
ООО «Рускана Инжиниринг»  
04.04.2008г.



Максимов Ю.К.

# Виртуальные технологии поиска решений

ПЕРЕХОД НА НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ В ЗАО "СВЯЗЬСТРОЙДЕТАЛЬ"

**З**АО "Связьстройдеталь" — ведущий российский производитель материалов и оборудования для строительства линий связи. Отрасль связи переживает во всем мире период бурного развития, применяемые в ней технологии непрерывно изменяются и совершенствуются. Много внимания уделяется качеству прокладки и удобству монтажа линий связи, а это в немалой степени зависит от типа элементов крепления и от материала, используемого для их изготовления.

Всё более широкое применение находят композиционные полимерные материалы конструкционного назначения. Изготовленные из них методом литья под давлением различные детали и изделия активно вытесняют традиционную

продукцию, производимую из нержавеющей стали, цветных металлов и их сплавов, чугуна, реактопластов и керамики. При этом достигается существенная экономия времени и средств, оптимальное соотношение показателей "цена/качество".

В настоящее время "Связьстройдеталь" рассматривает возможность использования композиционных материалов для изготовления различного рода элементов крепления. Для этого есть все предпосылки. Во-первых, опыт применения композитов уже накоплен в автомобильной промышленности. А во-вторых, выпуск широкого марочного ассортимента композиционных материалов налажен крупнейшей в этой области отечественной фирмой "Группа "Полипла-

стик", созданной в 2000 году на базе двух известных компаний — ЗАО "НПП "Полипластик" и ЗАО "Технопол".

Особый интерес представляют материалы армлен на основе полипропилена, крастин и ряд других. В этих материалах путем введения в полимерную матрицу волокнистых и дисперсных наполнителей в присутствии полифункциональных модификаторов удается реализовать характерные для гомополимеров химическую стойкость и диэлектрические свойства в сочетании с высокими значениями теплостойкости и механической прочности.

Нужно заметить, что свойства композита существенным образом зависят от вида наполнителя и процентного соотношения компонентов (рис. 1).

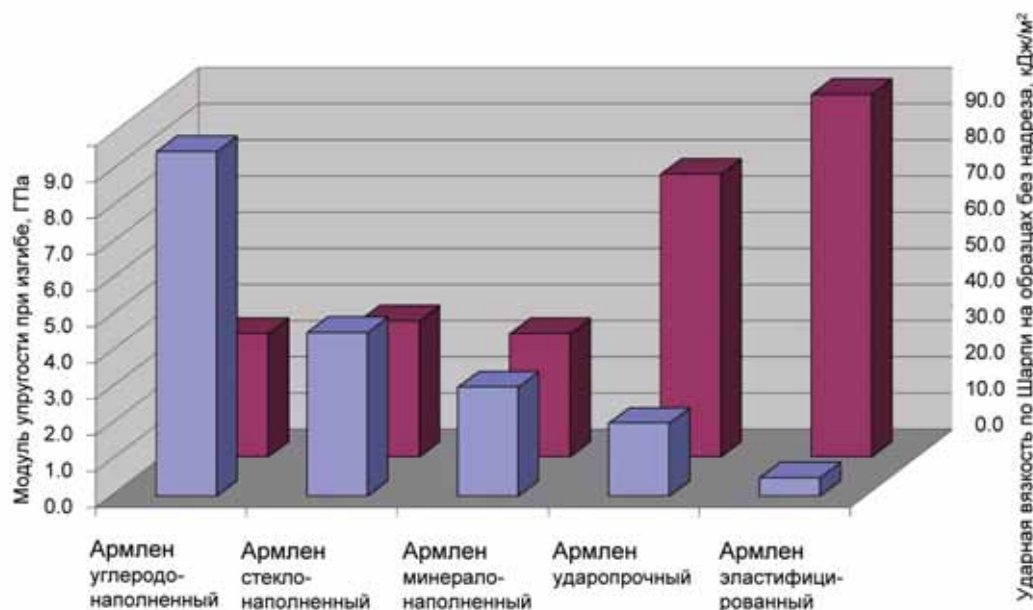


Рис. 1. Сравнительные диаграммы некоторых свойств марок материалов семейства "Армлен"



Оценить целесообразность использования того или иного материала, найти наилучший вариант — задача непростая. Изделие должно соответствовать ряду требований, среди которых определяющим является выполнение условий прочности и жесткости. Один из способов проверки работоспособности — натурные испытания. Нужно приложить к изделию рабочую нагрузку и посмотреть, что будет. Довести нагрузку до разрушающей и оценить запас прочности. В конечном счете такое испытание провести необходимо (критерий истины — только практика!), но натурному испытанию должен предшествовать численный эксперимент. В этом сегодня мало кто сомневается. Цель виртуального моделирования — оценить эксплуатационные характеристики объекта на этапе, когда он еще не "материализован" и существует только в виде виртуальной трехмерной модели. Причем не только оценить, но и оптимизировать конструкцию по определенным критериям. Виртуальное моделирование, как показывает опыт, позволяет в разы сократить время разработки изделия и снизить материальные затраты.

В ЗАО "Связьстройдеталь" планируется замена на полимерные чугунных консолей, применяемых в настоящее время. С этой целью разработана конструкция консоли, трехмерная модель которой выполнена в CAD-системе SolidWorks (рис. 2).

Перед специалистом по расчетному анализу Михаилом Горбовым руководство ЗАО "Связьстройдеталь" поставило задачу оценить конструкцию консоли с точки зрения прочности и подобрать полимерный материал, обеспечивающий работоспособность конструкции.

На сегодня из-за отсутствия современных расчетных программ расчеты в ЗАО "Связьстройдеталь" ведутся вручную. Конечно, если речь идет о расчете изделий простой геометрии, а материал предполагается изотропным и линейно упругим, можно ограничиться использованием приемов и методов сопромата. При этом, несмотря на кажущуюся простоту постановки задачи, трудозатраты специалиста-расчетчика могут оказаться значительными. К тому же никто не застрахован от чисто арифметических ошибок.

Михаил Горбов провел предварительные оценки напряженно-деформированного состояния консоли, рассматривая ее как балку с приведенными характеристиками по сечениям. Естественно, вышеперечисленные ограничения при формулировке расчетной схемы имели место. Тем не менее интересно было, сопоставив результаты, получен-

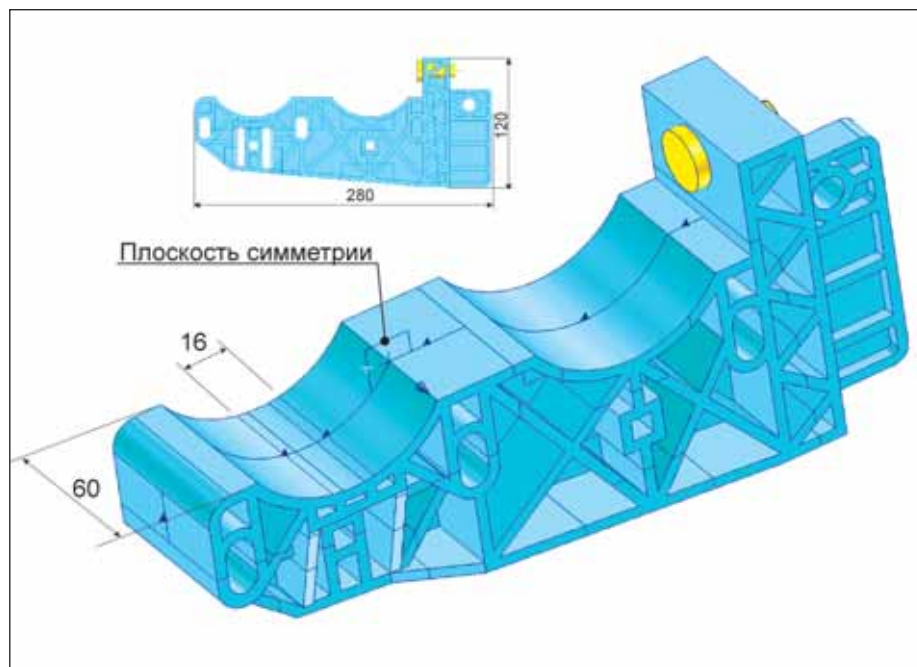


Рис. 2. Трехмерная модель консоли

ные вручную и с использованием расчетной программы, оценить ошибку, которая привносится в результат упрощенным подходом (разумеется, при уровнях нагрузок, когда это вообще делать корректно, то есть когда поведение конструкции остается линейно-упругим).

Программное обеспечение для проведения расчетов изделий на прочность предлагают несколько компаний. Какому отдать предпочтение? Желательно, чтобы программный комплекс был достаточно универсальным и позволял решать не только текущие задачи, но и те, которые могут появиться в перспективе. Не последнее место занимает дружелюбность и прозрачность рабочей среды, в которой специалист строит расчетную модель.

К анализу рынка и исследованию возможностей программных комплексов были подключены пятикурсники МИИГАиК Вадим и Сергей Горбовы, которые выполнили серию расчетов конструкции консоли на прочность с использованием расчетных программ различных производителей.

В результате выбор был остановлен на программном комплексе Marc американской компании MSC Software Corporation (MSC) — мирового лидера в области виртуальной разработки изделий.

Программы MSC отвечают практически всем потребностям в области проектирования конструкций и инженерных расчетов, гарантируют получение надежных результатов и высокую экономическую эффективность, без которых успех в рыночных условиях просто невозможен. Системы MSC применяются на всех стадиях жизненного цикла изде-

лий — при проектировании, в процессе производства и эксплуатации.

MSC Marc занимает среди программного обеспечения особое место. Эта универсальная конечно-элементная программа обеспечивает решение сложнейших задач, когда элементы конструкции испытывают большие перемещения и повороты, а свойства материалов существенно нелинейны. Возможен эффективный анализ сложного контактного взаимодействия конструкций.

Применение современных конечно-элементных формулировок и вычислительных методов гарантирует надежность результатов и сокращает объем физического макетирования. Множество специальных типов анализа в среде ПО Marc поддерживается полным набором конечно-элементных формулировок. В программе реализованы модели резиноподобных материалов, композитов, бетона. Имеются специальные конечные элементы для моделирования армирования. Предусмотрено применение пользовательских подпрограмм, с помощью которых упрощается моделирование поведения изделия в особых ситуациях.

Одним из дистрибьюторов программного обеспечения MSC является компания CSoft. Когда настала очередь тестовой апробации MSC Marc, Вадим и Сергей Горбовы обратились за консультацией именно сюда. Здесь же совместно была обсуждена расчетная схема задачи и получено контрольное решение. С этим решением, принятым как эталонное, сопоставлялось решение, выполненное Михаилом Горбовым методами сопромата.

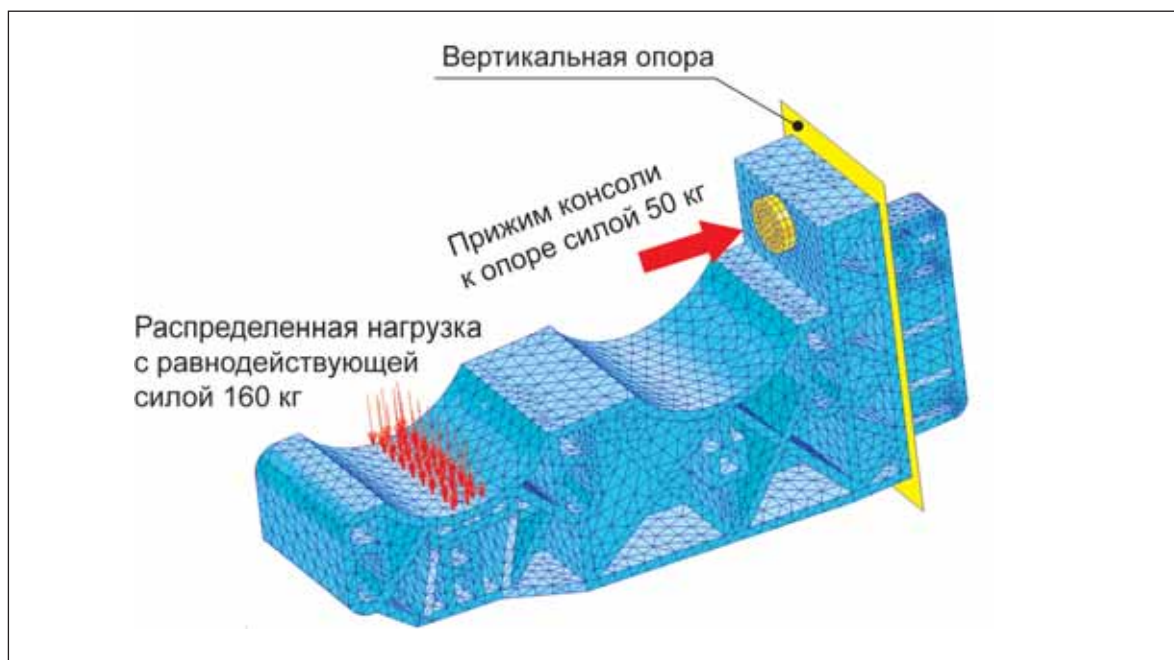


Рис. 3. Расчетная схема прочностной задачи

Contact Matrix:						
	Body Type	Release	1	2	3	4
1-Bolt	Deformable	N		T		
2-Torez_Bolt	Deformable	N	T			
3-Torez_Wall	Deformable	N				T
4-Wall	Rigid	N			T	

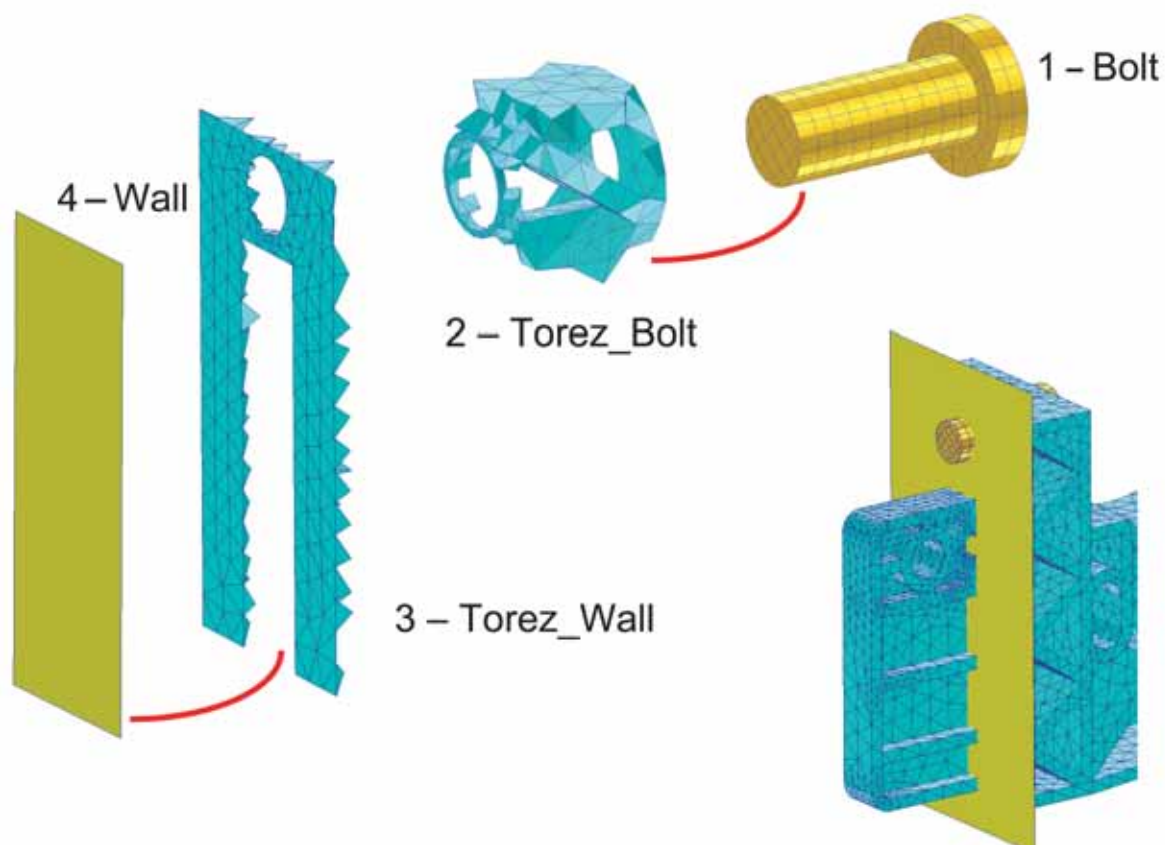


Рис. 4. Моделирование контактного взаимодействия

При выборе расчетной схемы требовалось максимально учесть особенности работы конструкции.

Предполагается, что консоль изготовлена из армлена марки ППСК20-3 методом литья под давлением. Она крепится к вертикальной опоре (кронштейну) с помощью консольного болта (рис. 3). Прилегающая к опоре поверхность консоли находится в контактном взаимодействии с ней. Нагрузка является статической и действует на основание ложемент (поверхность 16\*60 мм<sup>2</sup>).

Моделирование проходит в два этапа: на первом консоль прижимается к вертикальной опоре винтом с усилием 50 кг, на втором — нагружается вертикальной нагрузкой в 160 кг, действующей на ложемент.

Назначение условия контакта в MSC.Marc — процедура предельно простая: достаточно указать пары компонентов сборки, между которыми потенциально возможен контакт. Контактующие тела могут быть деформируемыми и абсолютно жесткими, но одно из взаимодействующих тел обязательно должно быть деформируемым. Для деформируемого тела можно назначать условие самоконтакта.

На рис. 4 показаны контактные области. Чтобы оптимизировать вычислительные затраты, рекомендуется делать эти области как можно меньшими, то есть исключать те конечные элементы, которые заведомо не будут вступать в контакт с другими частями конструкции.

В нашем случае одно из деформируемых тел представлено набором элементов, лежащих на поверхности торца консоли (3 — *Torez\_Wall*). Эта группа элементов контактирует с жесткой вертикальной опорой (плоская поверхность 4 — *Wall*). Область 2 — *Torez\_Bolt* представляет совокупность конечных элементов, которые потенциально могут войти в контакт с консольным винтом (1 — *Bolt*).

Информация по контактному взаимодействию оформляется в виде таблицы (рис. 4). Присвоенные контактным телам уникальные номера присутствуют в заголовках строк и столбцов. Символ "T" (*Touch* — касаться) на пересечении соответствующих строк и столбцов определяет, какие контактные группы вступают в контакт.

При расчете любой конструкции полезно оценить ее поведение под нагрузкой, превышающей рабочую, — для моделирования нештатной ситуации. Поэтому верхний уровень нагрузки был принят в три раза превышающим рабочий. Приращение нагрузки происходит плавно, и это дает возможность оценить

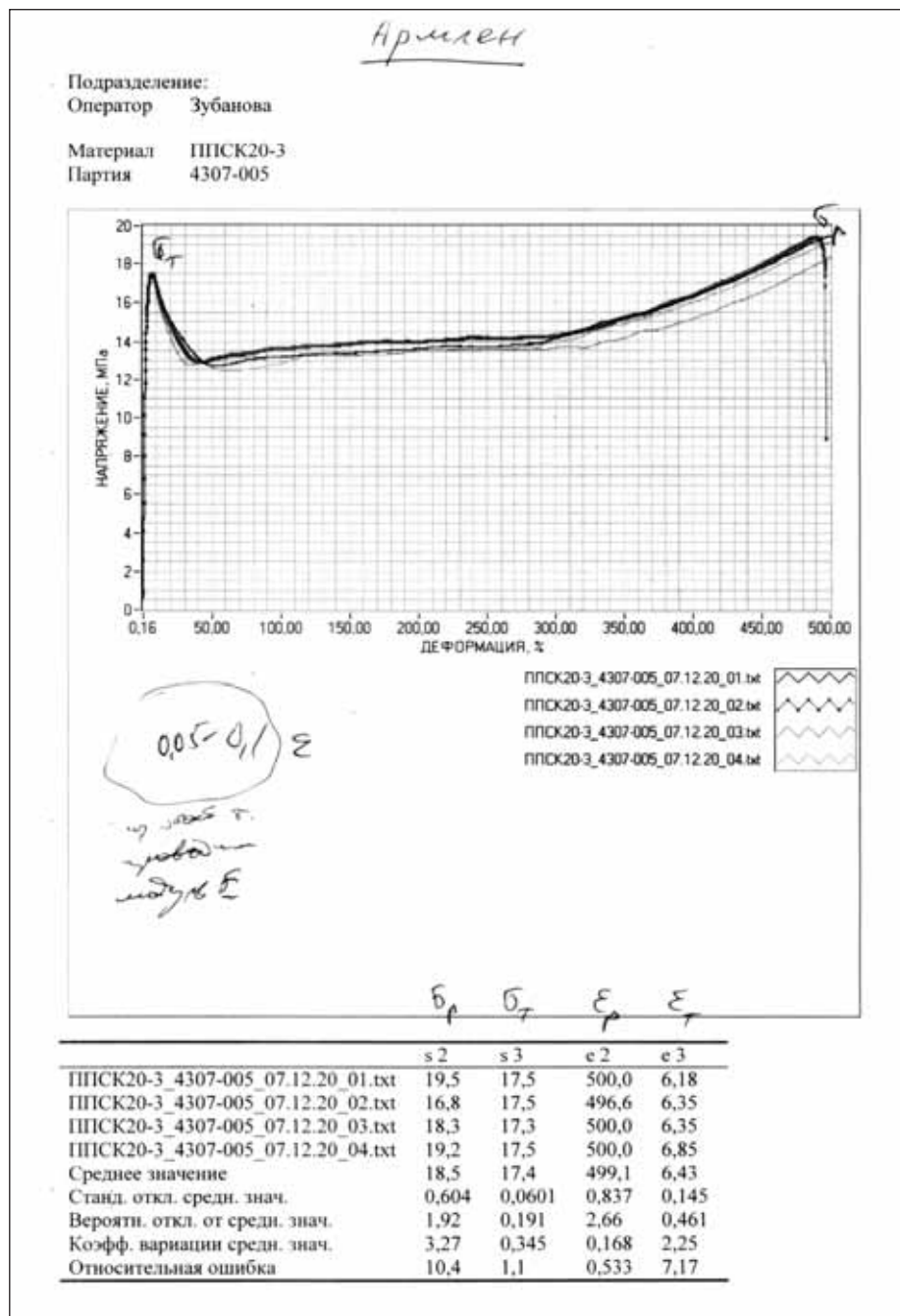


Рис. 5. Графики испытаний образцов из армлена на растяжение

реакцию конструкции в диапазоне нагрузок от нуля до предельной, при которой конструкция разрушается.

Для решения задачи расчета напряженно-деформированного состояния в нелинейной постановке (связанной с нелинейностью свойств) необходимы кривые деформирования материала. Такие кривые для армлена марки ППСК20-3 были предоставлены компанией "Группа "Полипластик" (рис. 5).

Данные требовали уточнения, так как графики между характерными точками были искажены масштабированием. Кроме того, отсутствовала достоверная информация относительно модуля упругости и коэффициента Пуассона. На основе информации по свой-

ствам армлена, полученной из разных источников, недостающие параметры приняты следующими: модуль Юнга — 500 кг/мм<sup>2</sup>, коэффициент Пуассона — 0,43, а предел упругой работы материала — 1 кг/мм<sup>2</sup>.

Поскольку существовали сомнения в достоверности механических характеристик материала, цель планируемого расчета носила несколько абстрактный характер:

- оценить работоспособность программы для принятой расчетной схемы;
- обосновать техническое задание на проведение испытаний по определению механических характеристик материала (для использования в последующих расчетах).



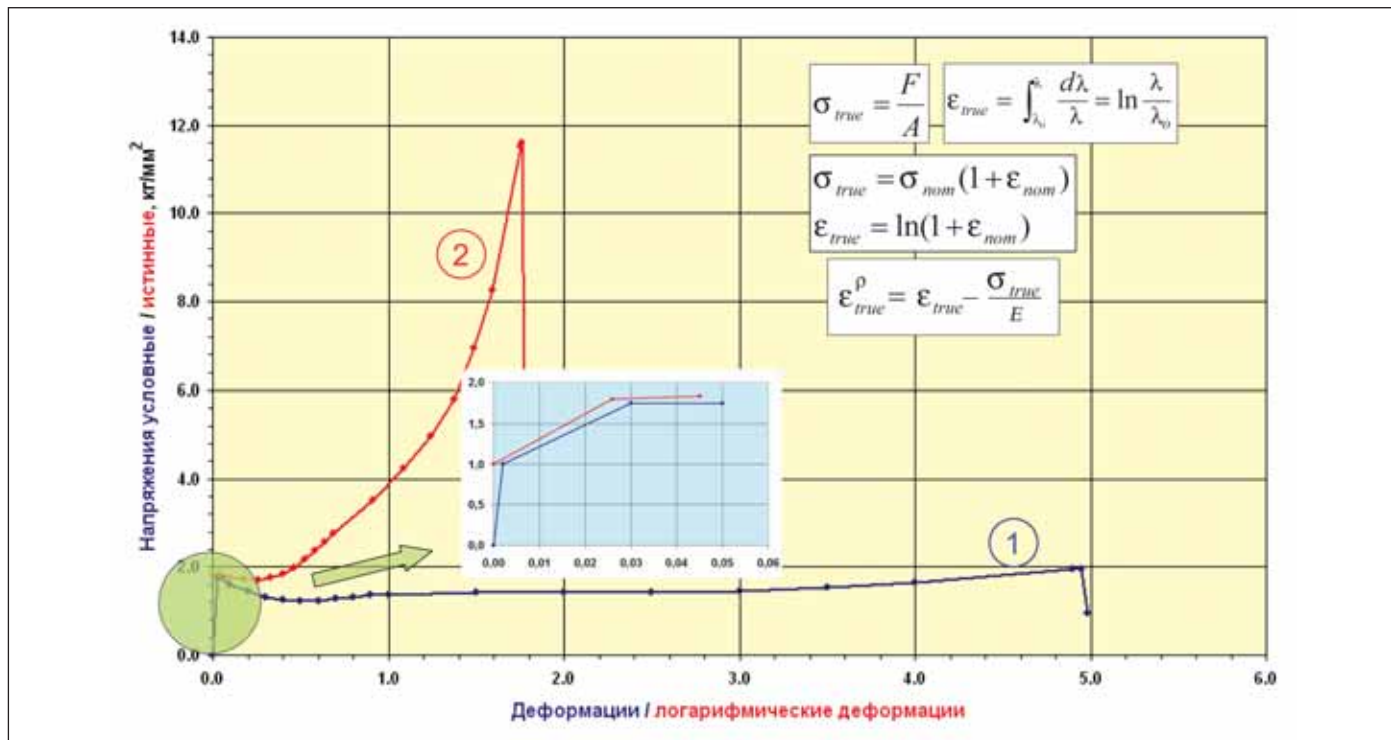


Рис. 6. Преобразование "инженерной" кривой в "научную"

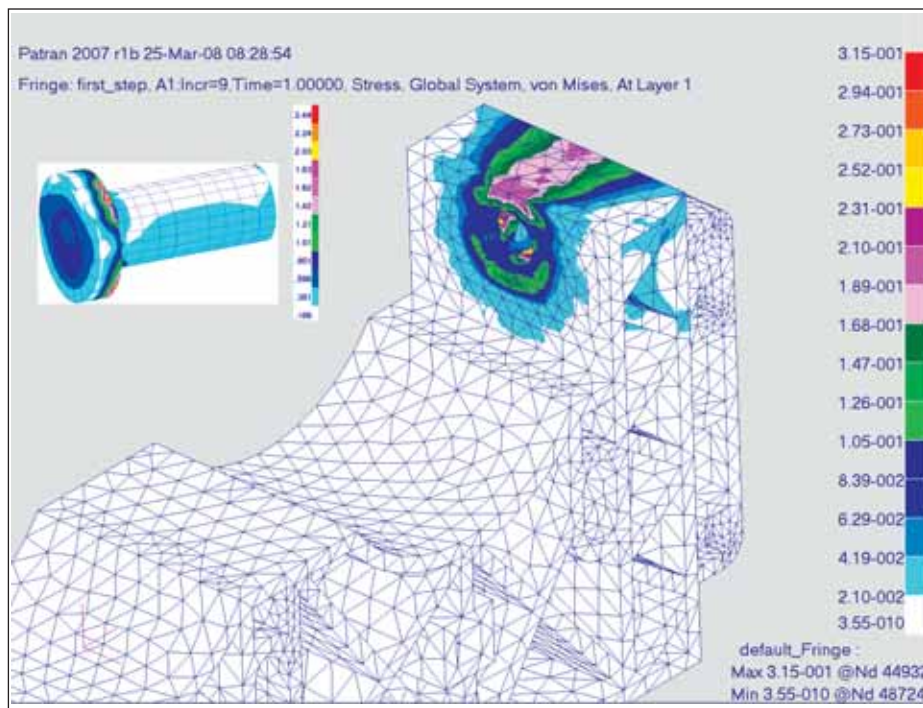


Рис. 7. Распределение эквивалентных напряжений по Мизесу (кг/мм²) в консоли на момент полной затяжки винта

Кривые, представленные на рис. 5, — это "инженерные" деформационные кривые (построенные без учета изменения поперечного сечения образца). Для ПО Marc требуются так называемые "научные" деформационные кривые, где по шкале напряжений откладываются истинные напряжения (учитывается изменение поперечного сечения образца при деформировании), а по шкале деформаций — пластическая составляющая логарифмической деформации.

В итоге (рис. 6) из "инженерной" кривой (1) была получена "научная" (2), которая и используется в расчетах. Здесь же приведены формулы преобразования, где индекс "nom" соответствует деформациям и напряжениям для "инженерной" кривой, а индекс "true" — для "научной".

Результаты расчета представлены на рис. 7-11.

На рис. 7 показана картина напряженно-деформированного состояния (эквивалентные напряжения по Мизесу)

на момент завершения первого этапа, когда прижимное усилие в винте достигает максимального значения — 50 кг.

Напряжения возникают в зонах воздействия на консоль со стороны винта и опасений не вызывают. При реализации этого этапа использовался метод Ньютона-Рафсона с адаптивным временным шагом. Нужно заметить, что время, о котором идет речь, носит формальный характер и выступает как параметр, определяющий степень нагружения конструкции.

Затем конструкция нагружается вертикальной силой. Этот этап расчета предполагает использование итерационного процесса на основе ARC-LENGTH-метода, позволяющего корректно работать с ниспадающей характеристикой "напряжение-деформация" и даже с неоднозначными функциональными зависимостями.

Из анализа приведенных данных по НДС (рис. 8-9) можно сделать вывод, что при статическом нагружении конструкции от нуля до рабочей нагрузки хотя и имеются зоны текучести, но состояние конструкции остается стабильным и не вызывает опасений. При этом надо помнить два обстоятельства. Во-первых, статическое нагружение — понятие идеальное, на практике оно реализуется достаточно редко. Ему соответствует в пределе бесконечно малая скорость приращения нагрузки и соответственно бесконечно малые скорости приращения деформаций. В случае, если нагрузка прикладывается ступенчато, реаль-

ные напряжения могут оказаться значительно выше статических. Их величина определяется коэффициентом динамичности, который может изменяться в широких пределах, — в зависимости от динамики нагружения, массы конструкции и некоторых других параметров. А во-вторых, если в конструкции имеются зоны текучести, вызванные нагрузкой, не зависящей от деформации конструкции (в данном случае — весовая нагрузка в 160 кг), то с течением времени может проявиться такое явление, как ползучесть материала. Ползучесть часто приводит к разрушению конструкции или к деформациям, которые могут оказаться неприемлемыми с точки зрения назначения конструкции. Резюмируя сказанное, заметим, что для увеличения надежности изделия (особенно с длительным ресурсом работы) допустимые напряжения следует назначать не выше предела упругости материала.

Пре-/постпроцессор Patran, в среде которого собственно и строится модель, предоставляет много средств отображения результатов расчета, что позволяет быстро оценить ситуацию и принять решение по доработке изделия. В частности, на рис. 10 показаны (выделены черным цветом) области конструкции, где материал переходит в пластику. Следовательно, в этих местах необходимо усиление конструкции.

На рис. 11 показаны распределения напряжений и деформированная форма конструкции (масштаб 1:1) при нагрузках выше рабочей.

Наиболее критичным является место крепления консоли к кронштейну. Здесь при нагрузке, в полтора раза превышающей рабочую, интенсивно развиваются пластические деформации. Торец консоли отходит от вертикальной плоскости кронштейна. С дальнейшим увеличением нагрузки деформации достигают значений, при которых конструкция уже не способна выполнять свои функции. Таким образом, при доработке конструкции особое внимание следует уделить узлу крепления.

Расхождение между результатами анализа, полученными с использованием ПО MSC, и ручным расчетом (данные сопоставлялись по ряду сечений) составило более 30% как в сторону завышения, так и занижения значений. Ошибка существенная. Поэтому на результаты, полученные вручную по упрощенным моделям, полагаться рискованно. Конечно, неточность полученных результатов можно компенсировать, заложив высокий коэффициент запаса по прочности. Но в этом случае теряется сам смысл проведения расчетов, так как

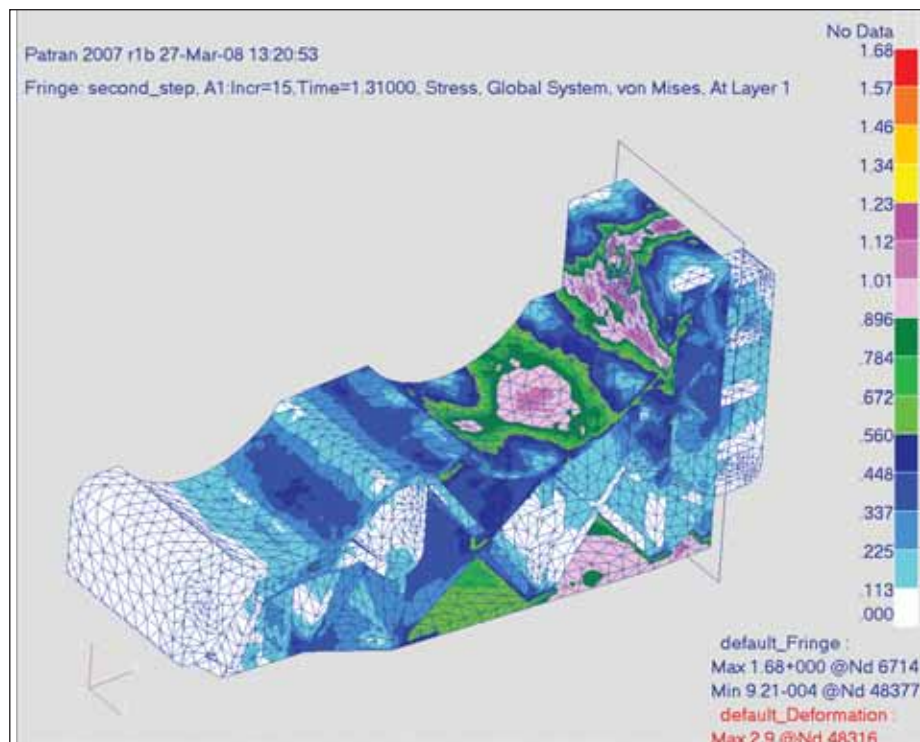


Рис. 8. Распределение эквивалентных напряжений (кг/мм<sup>2</sup>) при полной рабочей нагрузке

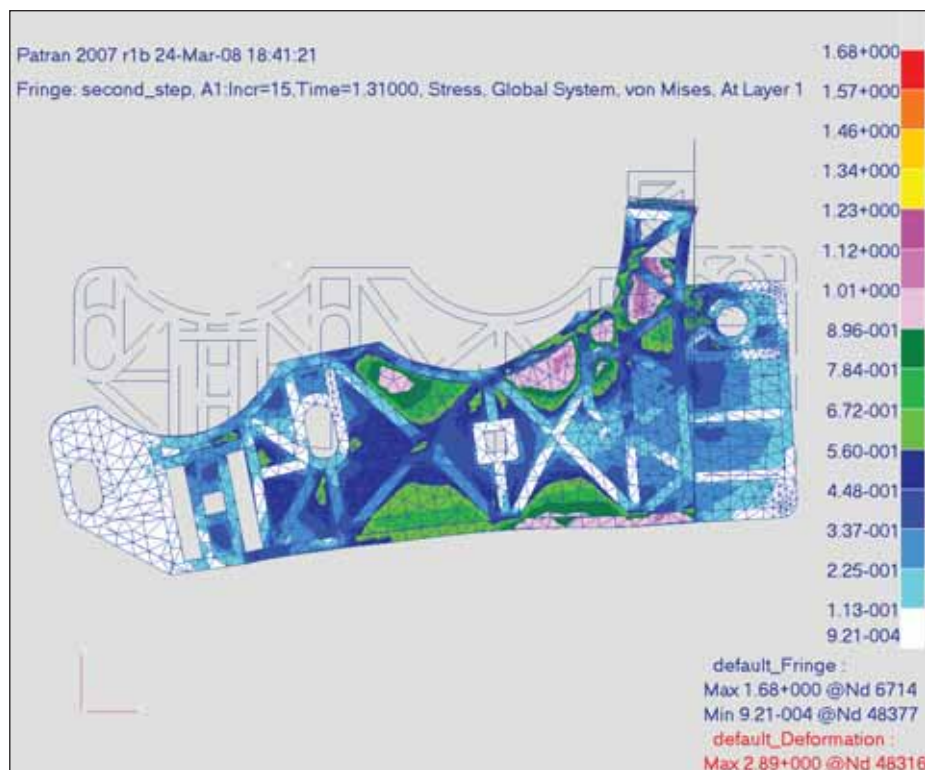


Рис. 9. Распределение эквивалентных напряжений (кг/мм<sup>2</sup>) при полной рабочей нагрузке. Деформации представлены в масштабе 20:1

конечная цель предпринимаемых усилий — получение оптимальной конструкции — остается не достигнутой.

Выход из создавшейся ситуации — использование в расчетной практике зарекомендовавших себя вычислительных комплексов. Приведенный расчетный пример лишний раз свидетельствует, что использование современных расчетных

программ — не дань моде, а насущная необходимость. Такие программы позволяют решать задачи на прочность в самой общей постановке и представлять результаты в наиболее удобном для анализа виде.

Конечно, выполнение корректных расчетов и оценок требует не только соответствующего программного обеспе-



чения, но и достоверных данных по свойствам материалов.

В частности, возвращаясь к расчету консоли, для пластика армлен требуются механические характеристики по крайней мере для граничных значений рабочего диапазона температур (помимо деформационных кривых на растяжение-сжатие требуются уточнения по модулю Юнга, коэффициенту Пуассона и пределу упругости). Важное значение имеет характер разрушения образцов (хрупкое разрушение или пластическое). Необходимо оценить склонность материала к ползучести в диапазоне рабочих температур и изменение механических характеристик материала со временем. Возможно, эти явления также необходимо учитывать.

Руководство ЗАО "Связь-стройдеталь" последовательно внедряет в рабочий процесс программные средства, позволяющие повысить производительность труда и культуру производства, сократить количество ошибок, уйти от рутины и больше времени уделять творчеству. Это и современные графические трехмерные пакеты, и средства подготовки программ для станков с ЧПУ, и многое другое. В недалекой перспективе — автоматизация инженерных расчетов.

*Михаил Горбов,*  
специалист по прочностному  
анализу  
ЗАО "Связьстройдеталь"

*Сергей Девятков,*  
ведущий специалист  
компании CSoft

*Вадим Горбов,*  
студент 5 курса МИИГАиК

*Сергей Горбов,*  
студент 5 курса МИИГАиК

Тел.: (495) 913-2222  
E-mail: devyatov@csoft.ru

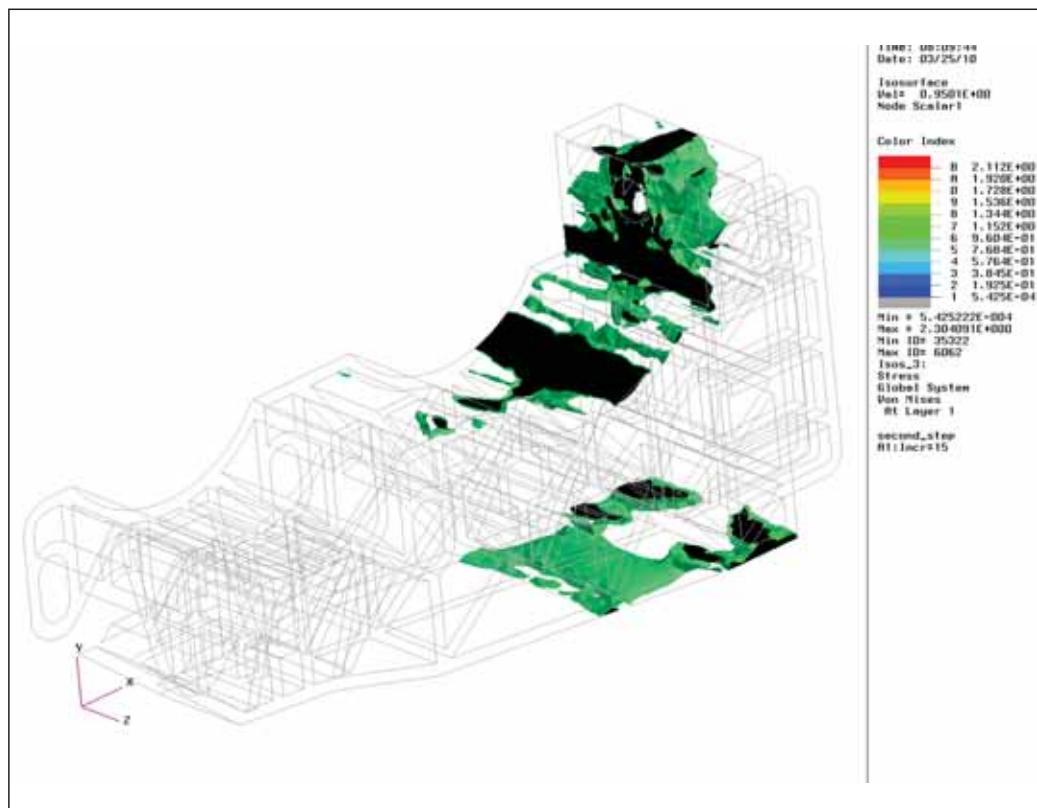


Рис. 10. Расположение критических зон, где напряжения достигают предела упругости (выделены зеленым цветом), и закритических зон (напряжения выше предела упругости – черный цвет) при полной рабочей нагрузке консоли

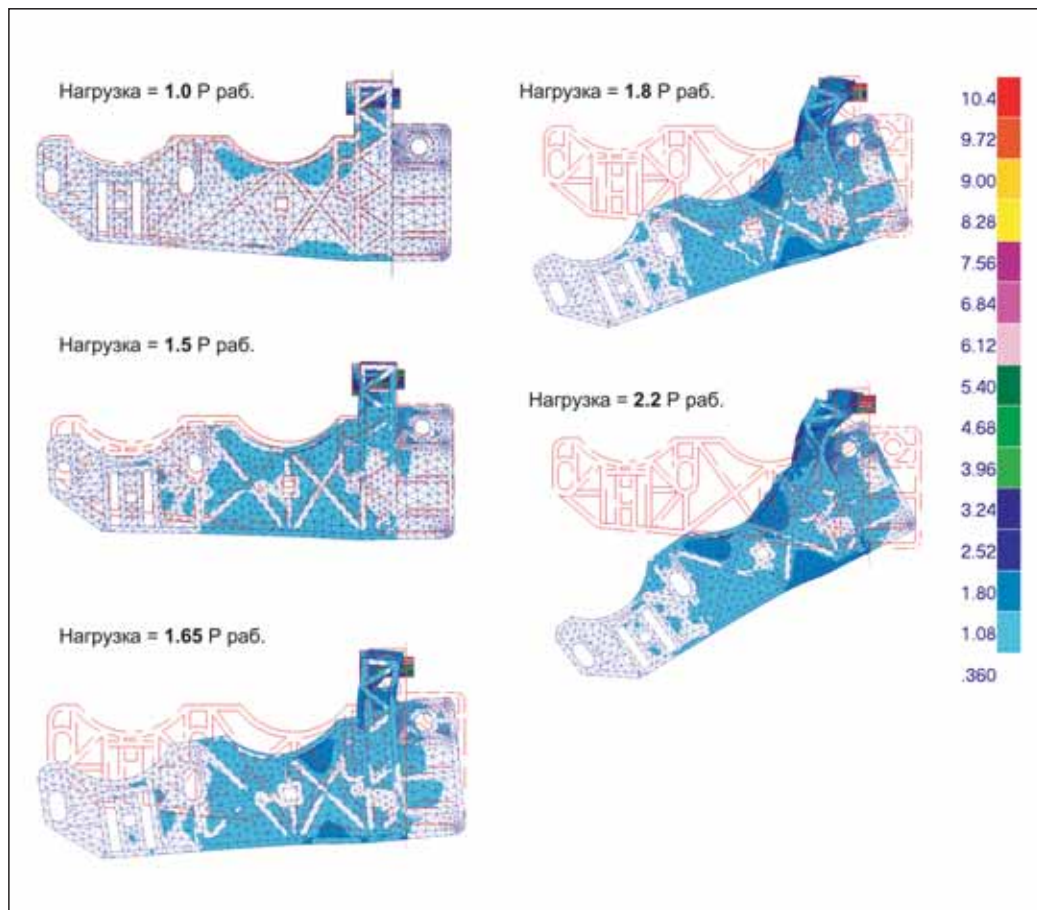


Рис. 11. Эквивалентные напряжения (кг/мм²) и деформации (масштаб 1:1) в конструкции при разных уровнях нагрузки. Красным контуром отмечена исходная (недеформированная) конфигурация консоли



*Как увязать* задачи подготовки и управления производством? Можно ли работать в одной программе сразу со всей необходимой информацией об изделии: конструкторской, технологической, производственной?

*Как упростить* процедуры согласования, ускорить прохождение заказа от конструктора до производственного участка?

*Что реально даст* покупка ПО производству? Как довести применение современных информационных технологий непосредственно до цеха?

# TechnologiCS 5

Комплексная система  
для производственных предприятий

Ответы на эти и другие важные для Вас вопросы существуют.  
Более подробно –  
на [www.technologics.ru](http://www.technologics.ru)

**CS**soft  
группа компаний

Москва, 121351,  
Молодогвардейская ул., д. 46, корп. 2  
Тел.: (495) 913-2222, факс: (495) 913-2221  
Internet: [www.csoft.ru](http://www.csoft.ru) E-mail: [sales@csoft.ru](mailto:sales@csoft.ru)

Волгоград (8442) 94-8874  
Воронеж (4732) 39-3050  
Екатеринбург (343) 379-5771  
Казань (843) 570-5431  
Калининград (4012) 93-2000  
Краснодар (861) 254-2156  
Красноярск (3912) 65-1385  
Нижний Новгород (831) 430-9025  
Новосибирск (383) 220-5187  
Омск (3812) 31-0210

Пермь (342) 235-2585  
Ростов-на-Дону (863) 206-1212  
Самара (846) 265-0614  
Санкт-Петербург (812) 496-6929  
Тюмень (3452) 75-1351  
Уфа (347) 292-1694  
Хабаровск (4212) 41-1338  
Челябинск (351) 265-6278  
Ярославль (4852) 42-7044

# Новая жизнь старых изделий

## МОДЕРНИЗИРОВАТЬ СТАЛО ЛЕГЧЕ!

**З**АО "Ухтинский механический завод" — одно из немногих российских предприятий, выпускающих башенные краны и комплектующие к ним. Сегодня это один из лидеров в области проектирования и выпуска подъемно-транспортного оборудования, в том числе для работы в тяжелых условиях Крайнего Севера и Сибири. Высокие темпы строительства требуют башенных кранов высокой мобильности, способных к переоборудованию из одного исполнения в другое, причем за короткий срок. При решении этой задачи наибольшее распространение получила система модульных кранов типа КБМ-401. В последнее время повсеместно идет активное строительство уникальных высотных сооружений: торговых и производственных комплексов, бизнес-центров. Имеющиеся модификации модульных кранов недостаточно полно отвечают возрастающим требованиям к грузоподъемности, высоте подъема и вылету крюка. По сравнению с российскими аналогами импортные башенные краны, как правило, отличаются меньшей материалоемкостью, но и стоимость их существенно выше. Следовательно, необходима российская продукция с подобными характеристиками, но с более умеренной ценой. Естественно, для разработки в сжатые сроки конкурентоспособных машин и механизмов требуется современный подход, а именно применение компьютерной техники и специализированных программных продуктов для проведения целого комплекса расчетов, важнейшими из которых являются прочностные. Для этих целей предназначены современные конечно-элементные вычислительные комплексы. В отличие от ручного расчета, использование таких комплексов позволяет выполнить прочностные расчеты весьма сложной метал-

локонструкции и получить исчерпывающие данные по напряженно-деформированному состоянию каждого ее элемента. Применение конечно-элементных программных комплексов дает предприятию важное преимущество — уже на этапе проработки технического задания анализ конечно-элементной модели позволяет определить, какие технические изменения необходимо внести в конструкцию для полного удовлетворения требований заказчика. Все это возможно сделать, не прибегая к достаточно дорогим услугам специализированных проектно-конструкторских бюро, ведь зачастую речь идет не о принципиальном изменении конструкции, а лишь об ее модернизации. В условиях возрастающей конкуренции важными показателями являются также время выполнения расчета и количество занятых этим специалистов. Программа позволяет выполнить расчет в сжатые сроки.

### Постановка задачи

Объектом исследования, положенного в основу этой статьи, является башенный кран КБМ-401 УХЛ. Ухтинскому механическому заводу предстояло изготовить модификацию крана, отличающуюся от базовой модели длиной стрелы и высотой башни при условии сохранения исходной грузоподъемности. В требованиях заказчика были заложены следующие цифры: вылет стрелы — 65 м, высота подъема — 50 м (характеристики базовой модели: длина стрелы — 30 м, высота башни — 50 м). Необходимо было выполнить прочностной расчет достаточно сложной металлоконструкции крана, а затем провести модернизацию крана для обеспечения соответствующей грузоподъемности в зависимости от вылета стрелы. При изменении технических характеристик подъемного устрой-

ва в сторону увеличения параметров сразу возникает очень важный вопрос о монтаже, так как увеличиваются нагрузки на каждый механизм и металлоконструкцию в целом. Как результат, появляются ограничения на изменение конструкции. Для разработки и подготовки конечно-элементной модели, а также проведения прочностного расчета использовалась система APM Structure3D российского программного комплекса APM WinMachine, разрабатываемого в Научно-техническом центре "АПМ".

### Особенность подготовки модели

Для получения корректных результатов расчета требуется выбрать правильный способ моделирования элементов конструкции. Система APM Structure3D обладает набором необходимых средств и механизмов для создания вариантов различных конструкций, в том числе и расчетных моделей металлоконструкций.

Конструкция портала крана, секций башни, оголовка, секций стрелы и расчала моделировалась стержневыми элементами. Использование встроенного редактора сечений позволило спроектировать новые упрочненные профили без увеличения их габаритных размеров. Для моделирования проушин соединения и косынок в модель добавлялись пластинчатые элементы. При моделировании соединительных пальцев применялись объемные конечные элементы.

### Важное преимущество — блочная конструкция

Поскольку башенный кран является модульной конструкцией, для подготовки модели необходимо отдельно создать стержневые модели основных элементов конструкции крана: портала, оголовка, секций башни и стрелы. Полученные таким образом модели являются исходны-

ми для создания всего спектра модификаций башенного крана данного типа и позволяют в короткий срок подготовить полную модель башенного крана для прочностного расчета.

Первоначально на основании имеющейся расчетно-пояснительной записки к техническому проекту крана была создана базовая модель — КБМ-401 (рис. 1). Такая методика позволяет провести тестирование модели для проверки ее адекватности на основании качественного и количественного сравнения результатов расчета с данными натурных испытаний произведенной ранее типовой конструкции.

### Канаты и блоки

Все канаты при нагружении крана подвержены растяжению и моделировались стержнями типа "канат". В поперечном сечении применялся круг соответствующего диаметра с эквивалентными канату геометрическими характеристиками.

Моделирование блоков осуществлялось посредством "колес со спицами". В качестве "обода" колеса и "спиц" использовались стержневые элементы, соединенные шарнирно. Через такой блок передается как сила натяжения каната, так и результирующая сила натяжения, действующая на ось блока.

Крепление подкосов портала к поворотной платформе моделировалось опорами с одной степенью свободы — вращение вокруг одной оси (собственной оси), что эквивалентно штифтовому соединению.

### Комплексный подход к нагружению конструкции

Расчет необходимо проводить для наиболее опасного нагруженного состояния. При работе на башенный кран действуют нагрузки различной природы.

Во-первых, нагрузка от веса поднимаемого груза. Численное значение выбирается по графику грузоподъемности в зависимости от вылета стрелы. При повороте стрелы от действия сил инерции груза возникает боковая составляющая данной нагрузки, которая учитывается заданием возможного максимального угла отклонения грузового каната от вертикали. Динамическая нагрузка, вызванная ускорением при отрывании груза от земли, учитывается введением коэффициента динамичности. Суммарная нагрузка от веса поднимаемого груза прикладывалась в виде восьми равных сосредоточенных сил в точках контакта колес тележки с нижним поясом стрелы. Расчет проводился для пяти различных вылетов грузозахватного устройства.

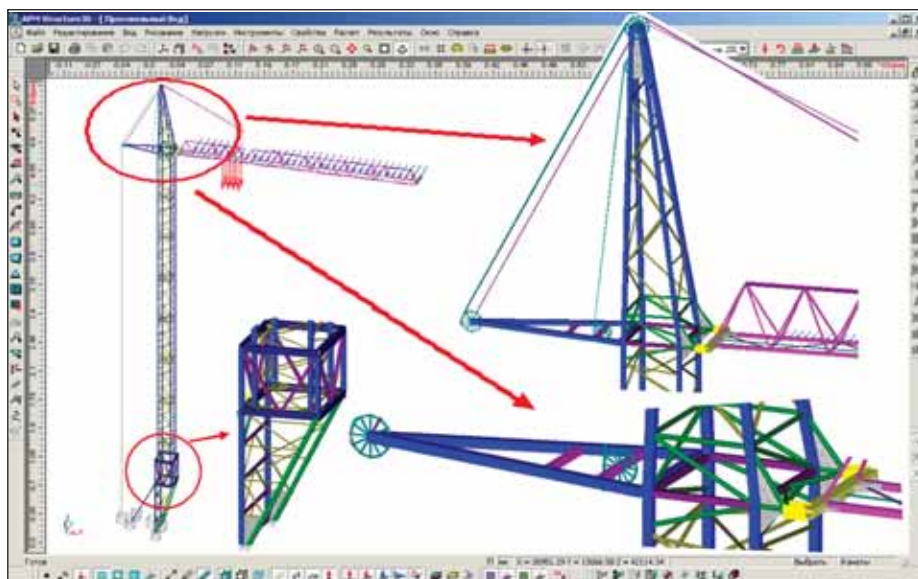


Рис. 1. Базовая модель башенного крана КБМ-401, созданная для отработки качества модели

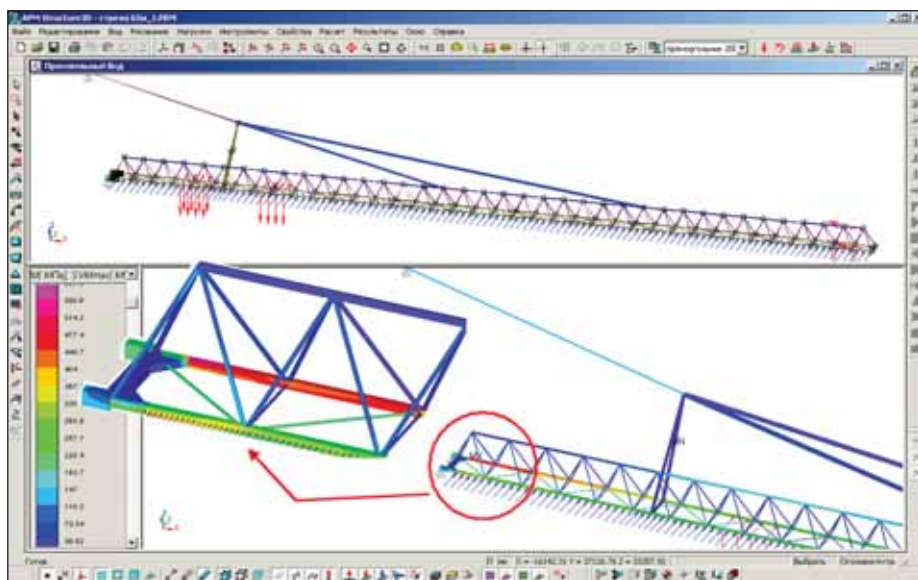


Рис. 2. Модель новой стрелы увеличенной длины, созданная для отработки конструкции по отдельным элементам

Во-вторых, боковая нагрузка от ветра. Ветровая нагрузка задавалась в соответствии со СНиП как равномерно распределенная по нижнему поясу стрелы, обладающему наибольшим поперечным сечением. Раскосы были выполнены из круглой трубы меньшего сечения и обладали более низким аэродинамическим сопротивлением.

И наконец, собственный вес конструкции. Обязательными для ввода исходными данными являются параметры материала (при их выборе помогает встроенная база данных с более чем тысячей записей), а также поперечные сечения элементов (для их задания тоже можно использовать базы, поставляемые вместе с расчетной программой). При наличии этих данных учет веса конструкции системой APM Structure3D производится автоматически.

Поскольку ветровая нагрузка и собственный вес конструкции не зависят от вылета крюка, то они учитываются для всех пяти вариантов нагружения.

При нагружении считалось, что направление ветровой нагрузки и инерционной нагрузки от поворота башни сонаправлены, что соответствует наиболее опасному сочетанию этих нагрузок. Кроме того, APM Structure3D позволяет проводить расчет на сейсмическую устойчивость, обязательный для данных технических устройств.

### Позлементный анализ

Расчет каждого элемента конструкции — стрелы, оголовка, башни и т.д. — можно проводить отдельно для каждого из пяти вариантов нагружения. Для этого в первую очередь проводят расчет стрелы (рис. 2). Полученные реакции в местах крепления стрелы к оголовку яв-



ляются исходными нагрузками для последующего расчета оголовка. Аналогично определяются нагрузки для башни и портала. Такой подход при достаточно высокой скорости выполнения расчета отдельного конструктивного элемента обладает одним существенным недостатком — процесс переноса усилий от модели одного элемента к другому требует временных затрат.

Позэлементный расчет особенно целесообразен при значительной модернизации конструкции по сравнению с исходным вариантом. Это сопряжено с проведением серии расчетов как различных вариантов конструктивных исполнений, так и сечений элементов для обеспечения прочности при минимальной материалоемкости. Одним из важнейших критериев качества, как известно, является обеспечение технологичности модернизированной конструкции, поскольку проектирование новой оснастки для единичного производства экономически не всегда оправданно.

### Прочностной расчет полной модели

Поскольку каждый из элементов конструкции крана является типовым и рассчитан для стандартной модификации, то для расчета целесообразно использовать модели, набранные из этих элементов.

Для конструкций, не требующих значительных технических изменений (к таким конструкциям относятся и модульные системы кранов), расчет полной конструкции крана удобнее расчета отдельных элементов (рис. 3).

### Анализ результатов

После проведения комплекса подготовительных и расчетно-проектных мероприятий можно переходить к обобщению и анализу полученных результатов.

Система APM Structure3D обладает широким спектром возможностей по выводу результатов. Цветные карты распределения напряжений и деформаций, внутренних усилий и коэффициентов запаса по текучести позволяют очень точно и быстро определять в конструкции опасные места (рис. 4). Кроме того, программа позволяет заглянуть внутрь эле-

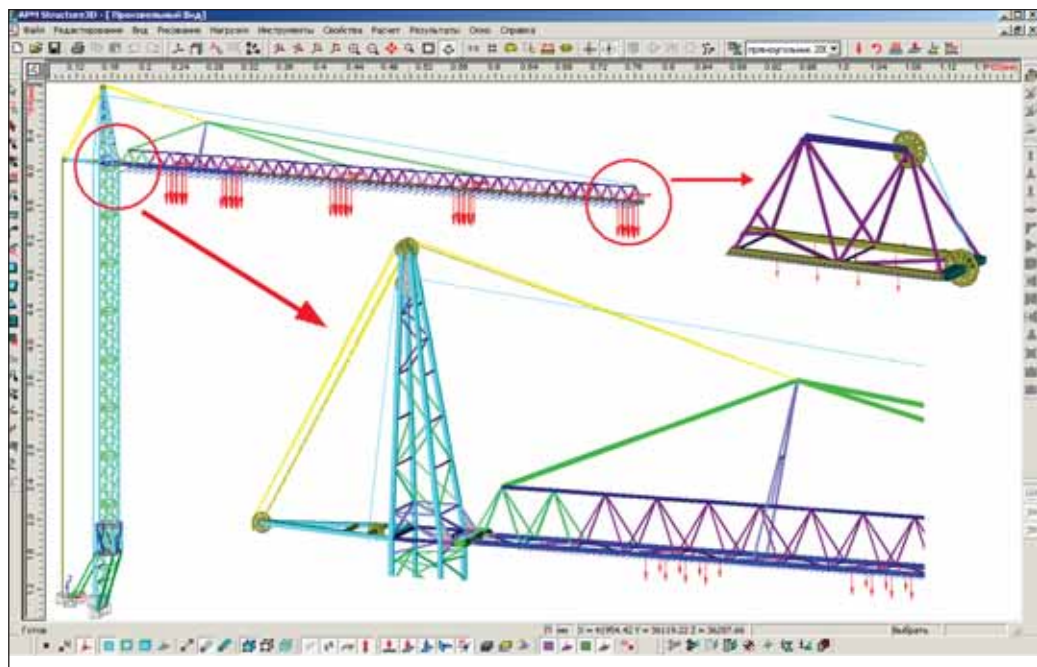


Рис. 3. Новая сборная модель крана, реализованная в соответствии с размерами по требованиям заказчика

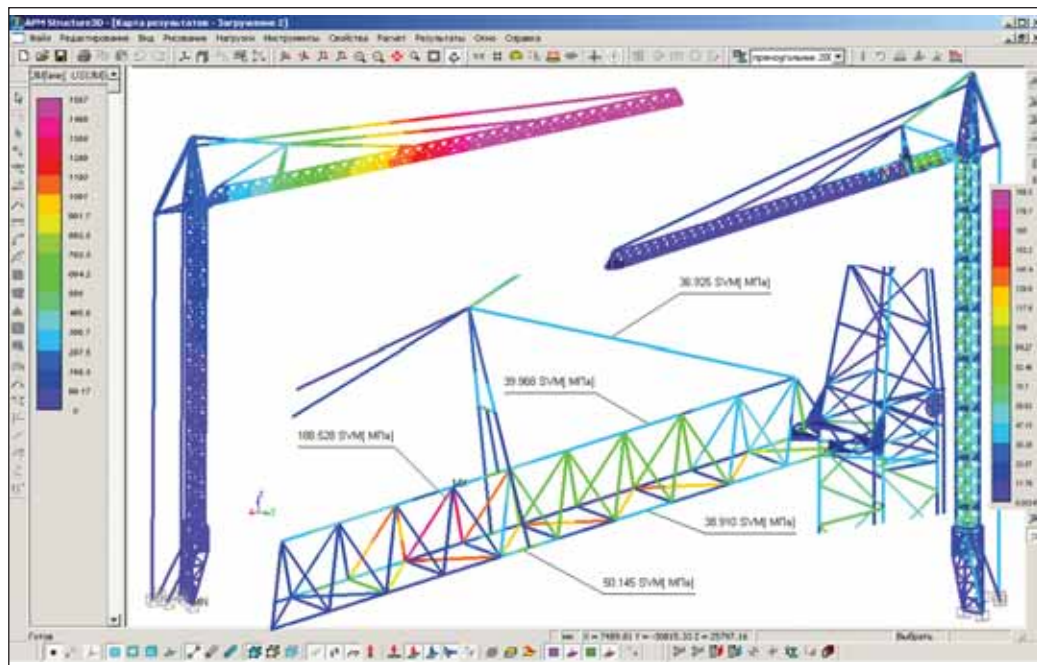


Рис. 4. Результаты расчета модернизированного крана для одного из расчетных случаев

ментов, увидеть их нагружение и возникающие внутренние усилия (рис. 5). Для более полного представления результатов пользователю обеспечена возможность строить эпюры различных силовых факторов на трехмерной модели конструкции, выводить реакции в опорных точках, оценивать общие параметры (такие как масса, максимальные напряжения, перемещения), а также выводить сводную таблицу расхода по элементам металлоконструкции.

Анализ напряженно-деформированного состояния одного из наиболее ответственных элементов конструкции — стрелы — показал, что требуются измене-

ния не только поперечного сечения поясов и раскосов, но и традиционной схемы крепления к верхней секции башни.

Одной из важнейших задач расчета является подбор сечений. Встроенная в APM Structure3D библиотека позволяет задавать стандартные профили сечений, однако в металлоконструкциях зачастую применяется составной профиль — например, сварной короб из равнополочных уголков или дополнительно усиленный профиль. Редактор сечений APM Structure3D предоставляет пользователю гибкие средства создания сечений произвольного вида, а также их импорта из любых сторонних CAD-систем. Состав-

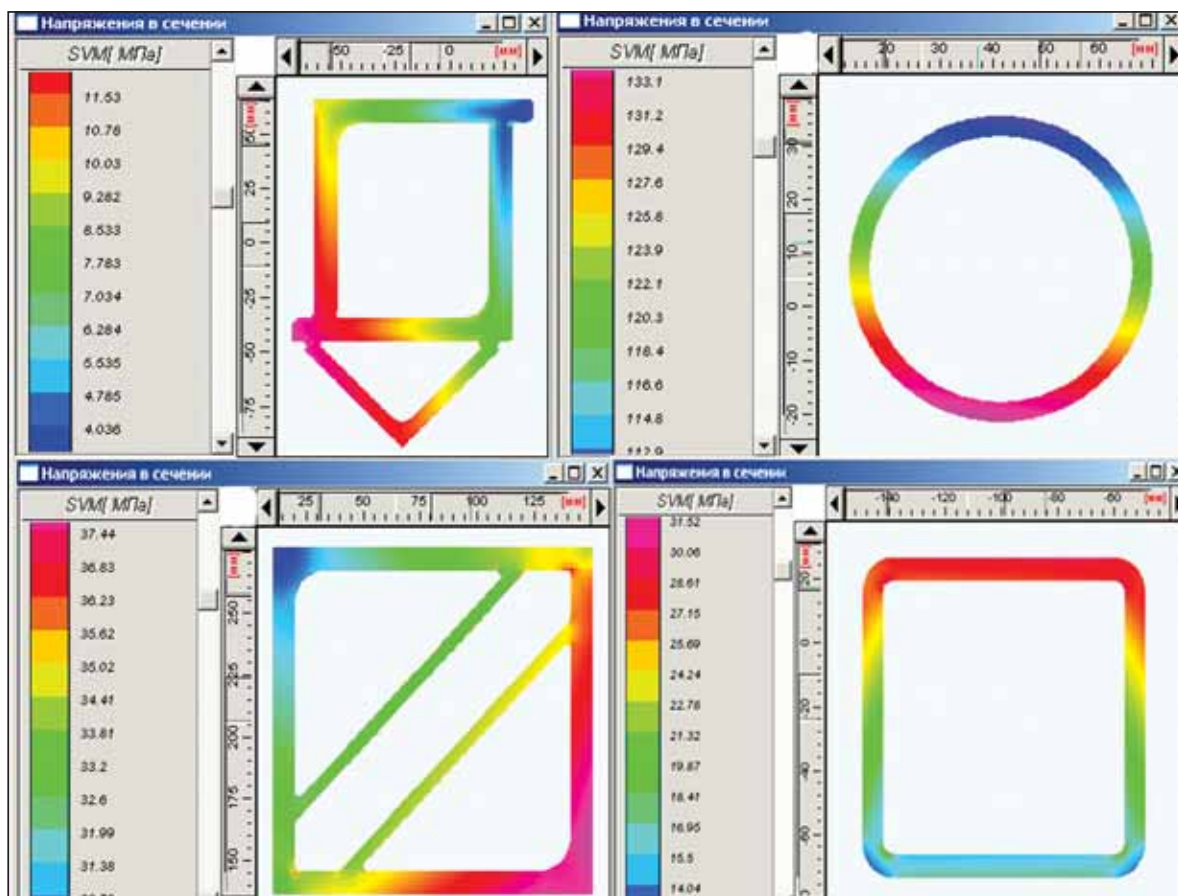


Рис. 5. Карты распределения эквивалентных напряжений в поперечных сечениях элементов металлоконструкции крана

ной профиль также может быть получен с применением параметрической библиотеки сечений.

Выполнив модификации и проведя окончательные расчеты, а также подготовив необходимую конструкторскую документацию, Ухтинский механический завод выпустил первый опытный образец. Необходимые программы испытаний уже проведены и новая продукция сдана заказчику (рис. 6).

На базе модернизированного крана были созданы его исполнения в передвижном и стационарном вариантах.

### Делаем выводы...

Рассматривая первый опыт внедрения специализированных программных продуктов на ЗАО "Ухтинский механический завод", можно сделать вывод, что освоение и применение российской системы автоматизированного проектирования APM WinMachine для проработки технического задания заказчика реально повышает надежность создаваемой техники, а также сокращает временные затраты на реализацию проектов. Применение системы конечно-элементного расчета APM Structure3D дает возможность анализировать различные конструктивные исполнения и варианты нагружения, осуществлять качественную оценку

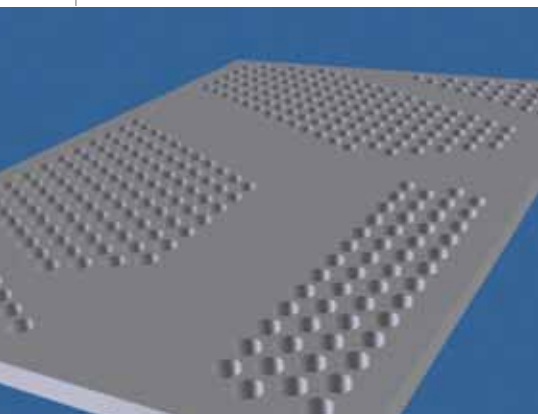
несущей способности уже на этапе проектирования. Имеющиеся в распоряжении пользователя инструменты позволяют вести проектирование на новом, современном уровне, что повышает оперативность работы и конкурентоспособность продукции предприятия.

*Игорь Забалуев,*  
технический директор ОАО "Ухтинский  
механический завод"  
*Андрей Алехин,*  
руководитель филиала НТЦ АПМ в г. Орел  
*Сергей Розинский,*  
руководитель отдела продаж НТЦ АПМ  
Тел.: (498) 600-2510



Рис. 6. Модернизированный кран на испытательной площадке





# Техтран – сверление трубных досок

**Т**ехтран с самого начала задумывался как универсальная система, ориентированная на широкий круг задач. За свою уже тридцатилетнюю историю он подобрал в себя самые разнообразные механизмы, которые позволяют подобрать решение подчас для достаточно специфических условий производства. К таким задачам можно отнести технологию сверления трубных досок, отличающуюся повышенной трудоемкостью — как проектирования, так и изготовления — в связи с очень большим количеством отверстий, которые требуется обработать. Для сверления трубных досок используется специальное

оборудование, но даже дорогостоящие САМ-системы, приобретаемые вместе с таким оборудованием, не всегда в состоянии предложить приемлемое решение и избавить технолога от тяжелой рутинной работы. В этой статье мы расскажем о методике проектирования управляющих программ (УП) для изготовления трубных досок с помощью Техтрана.

## Специфика трубных досок

Трубные доски являются частью конденсатора, который входит в состав энергетического паротурбинного агрегата. Конденсатор служит для охлаждения и конденсирования отработанного

пара. В отверстиях между двумя трубными досками укреплено множество трубок. Размеры такого конденсатора зависят от мощности турбины, количество трубок варьируется от нескольких сотен до нескольких десятков тысяч. Обе трубные доски для определенного конденсатора имеют одинаковые массивы отверстий. Эти массивы (за редким исключением) упорядочены и в зависимости от конструкторских замыслов могут принимать самые причудливые формы (рис. 1).

Первоначально обработка таких деталей производилась на универсальных станках и отличалась большой трудо-

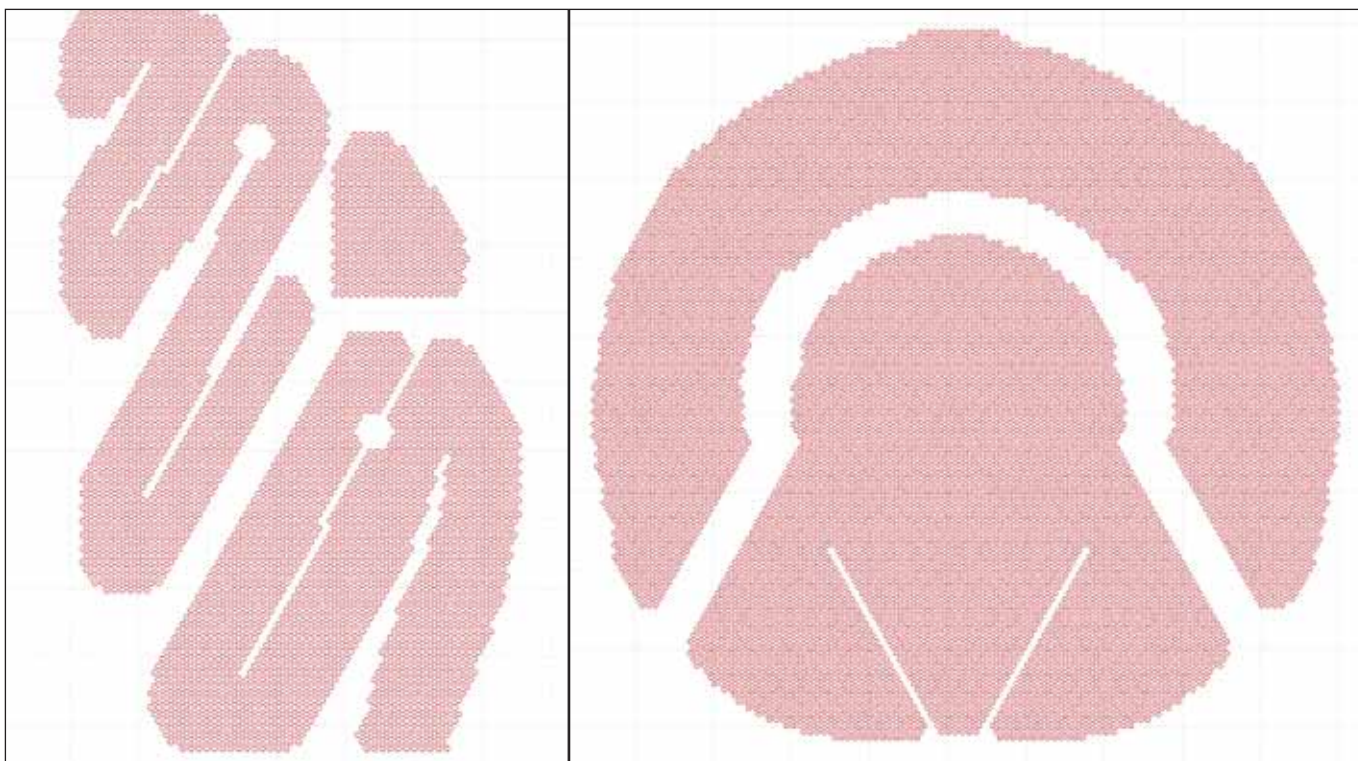


Рис. 1. Области, заполняемые отверстиями



емкостью — до сотен часов. С появлением станков с ЧПУ — фрезерных, сверлильных или расточных с одним шпинделем — время обработки сократилось, но незначительно. Качественным прорывом стало внедрение многошпиндельных станков с ЧПУ.

Обработка на таких станках ведется одновременно несколькими шпинделями, которые объединены в блок. Обычно шпиндели расположены в ряд и раздвигаются на одинаковое расстояние, кратное шагу отверстий. Блок шпинделей перемещается по массиву отверстий, и в определенных положениях требуемые шпиндели включаются или отключаются.

Разработка управляющих программ для многошпиндельных станков превратилась в серьезную проблему. Если для станков с единственным шпинделем подготовку УП можно автоматизировать, то для многошпиндельных... растеленный на столе чертеж, линейка с отмеченными на ней шпинделями и человек, записывающий информацию и отмечающий уже обработанные точки. На разработку программы для сверления пяти-восьми тысяч отверстий уходило несколько дней, при этом не исключались простые человеческие ошибки и опечатки.

Для комплексного решения проблемы надо решить несколько задач:

1. Передача информации из чертежа: создание полного массива точек, если он обозначен у конструктора только границами.
2. Анализ и исправление неточностей в данных из чертежа, если таковые имеются.
3. Работа сразу со всеми массивами отверстий, связанными единой сеткой, а не с каждым изолированным отверстием в отдельности.
4. Возможность получения УП для различных типов станков:
  - а) одношпиндельных;
  - б) многошпиндельных с различным количеством шпинделей;
  - в) многошпиндельных с управляемыми шпинделями;
  - г) многошпиндельных с постоянно вращающимися шпинделями.
5. Возможность исключения из работы некоторых шпинделей — по необходимости или из-за их неисправности (такое тоже возможно).
6. Анализ всех возможных вариантов обработки по нескольким критериям (длине пути блока, загруженности шпинделей и т.д.) для последующего выбора варианта, оптимального для данного случая.
7. Расчет траектории из выбранного варианта.

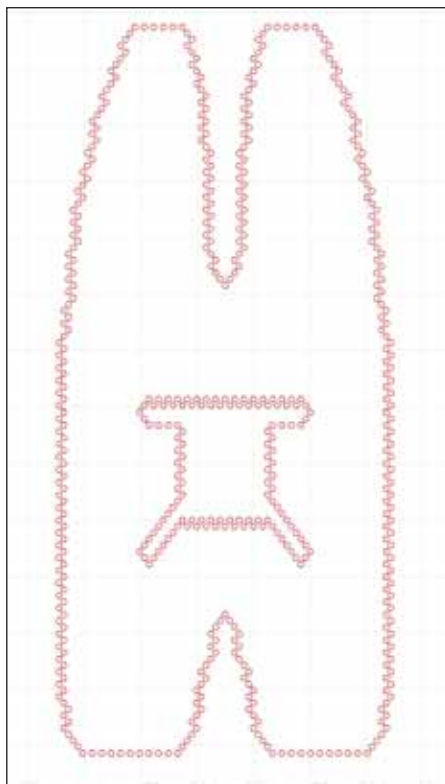


Рис. 2. В таком виде область сверления представлена на чертеже

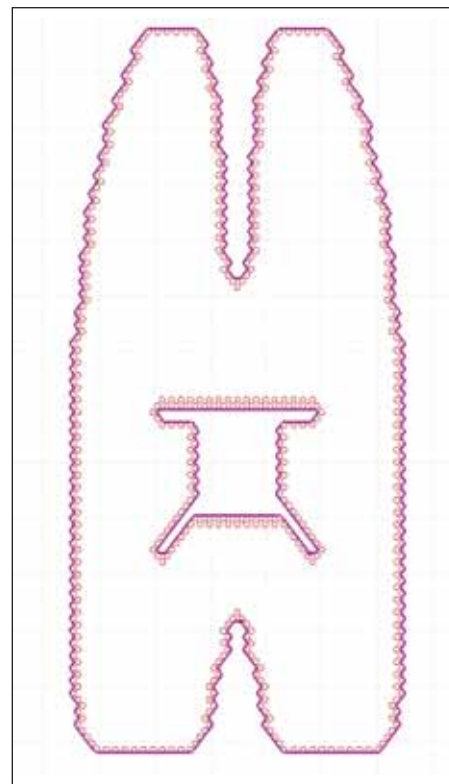


Рис. 3. Построение границы области

8. Доступное и понятное отображение полученной траектории для визуального контроля.
9. Получение УП и цеховой документации со всеми отчетами.

Надо отметить, что подобные задачи не очень распространены — соответственно, и немногим разработчикам программного обеспечения приходилось заниматься этими проблемами. А такое положение вещей не лучшим образом сказывалось на качестве программных продуктов.

### Подготовка геометрической модели

Исходные геометрические данные для сверления трубной доски — окружности, обозначающие отверстия, количество которых может быть чрезвычайно большим. Их расположение должно иметь регулярную структуру (центры отверстий совпадают с узлами прямоугольной сетки). Это продиктовано в первую очередь особенностью обработки отверстий при помощи блока шпинделей. Ведь блок сможет вписаться только в те отверстия, которые соответствуют его конфигурации. А расстояния между соседними шпинделями одинаковы для всех шпинделей.

Передача данных из системы проектирования в систему подготовки управляющих программ всегда связана с одной и той же проблемой. Конструктору достаточно получить на чертеже види-

мость требуемой картины, а станок работает с точными данными. Привычная ситуация: при внимательном рассмотрении полученного чертежа участки не стыкуются, накладываются друг на друга, имеют разрывы и т.п. При копировании на чертеже большого числа окружностей велика вероятность появления различных малозаметных отклонений отдельных групп окружностей от узлов сетки. Для трубной доски в целом это, может быть, и не принципиально, но для обработки такие координаты уже не годятся.

Таким образом, возникает задача скорректировать исходные данные о местоположении отверстий. Координаты должны быть приведены к узлам сетки. Вместе с тем нужно построить и те отверстия, которые подразумевались, но не были построены. Сложившаяся практика представления трубных досок на чертеже такова, что окружностями намечают только границы областей сплошного заполнения (рис. 2). Остальные окружности на чертеже могут отсутствовать, их необходимо восстановить.

**Идея решения.**

Исходные данные: чертеж, на котором окружностями обозначены области заполнения отверстиями.

Программа должна автоматически выполнить следующее:

- 1) очертить границы этих областей (рис. 3);

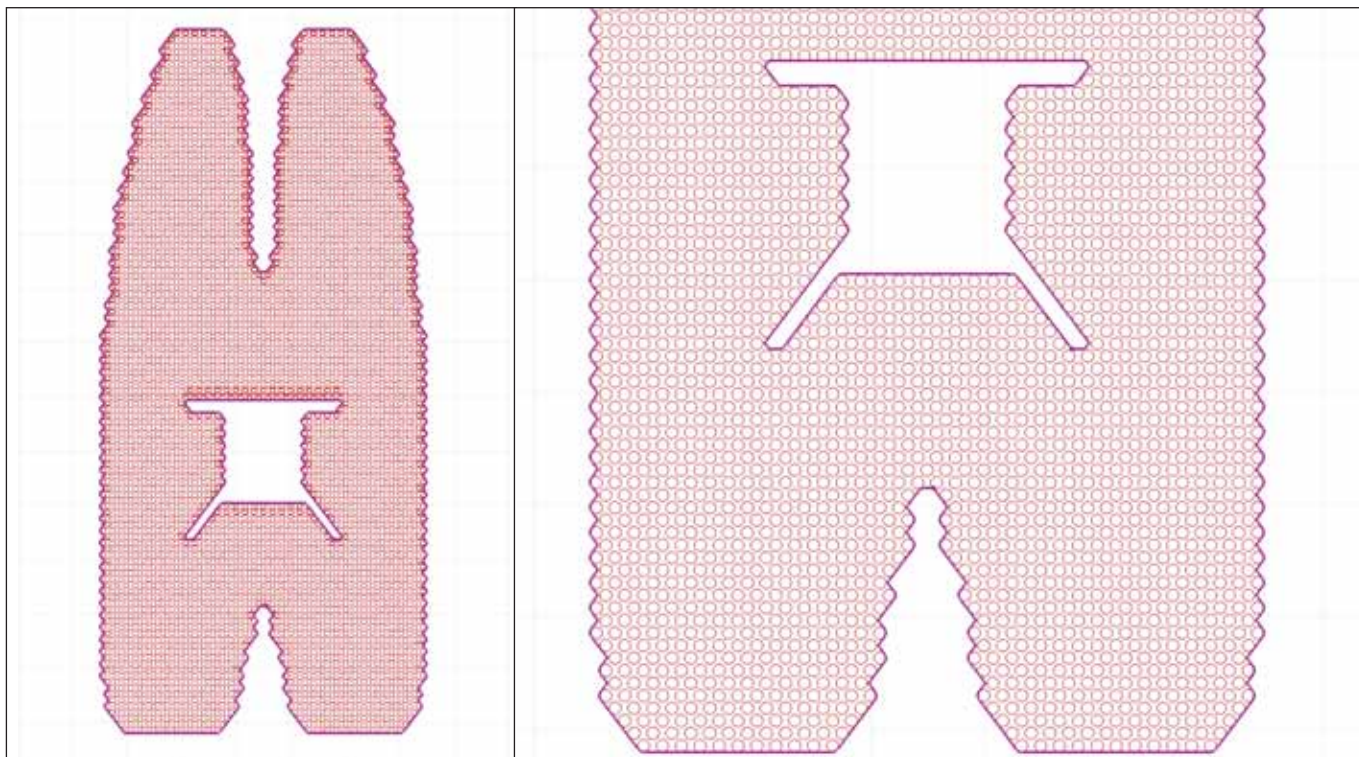


Рис. 4. Заполнение области отверстиями

- 2) заново произвести точное заполнение области отверстиями (рис. 4).

На выходе — массив точек сверления, которые уже точно привязаны к узлам прямоугольной сетки.

Можно переходить к следующему этапу — проектированию обработки.

Заметим, что когда перед глазами в графическом окне представлены оба массива — исходный и скорректированный, — легко обнаруживаются изъяны чертежа. Зрительно старые и новые окружности должны совпасть. Если имеются различия, это хорошо заметно. Не исключено, что после такой проверки чертеж потребуется отослать обратно в конструкторский отдел для работы над ошибками.

### Управление оптимизацией обработки

Итак, с местоположением отверстий мы разобрались: они выстроены так, что их можно обработать блоком шпинделей. Осталось найти решение. Очевидно, что оно, мягко говоря, не единственное. Многообразие вариантов определяется возможностью по-разному выбирать положение блока для сверления, использовать при каждом сверлении произвольную группу шпинделей, выбирать расстояние между шпинделями и т.д. Остановимся более подробно на этих параметрах управления стратегией движения блока при обработке массива отверстий.

**Расстояние между шпинделями (кратность шага).** Расстояние между соседни-

ми шпинделями в блоке не может быть произвольным. Оно должно быть кратно шагу прямоугольной сетки, определяющей положение отверстий. Если кратность равна 1, расстояние между соседними шпинделями равно шагу сетки; если равна 2, расстояние равно двум шагам сетки и т.д. Количество вариантов ограничено размерами блока, которые заносятся в паспорт станка и контролируются. Для разных межшпиндельных расстояний траектория получится разной. Удачный выбор расстояния для определенной формы области заполнения отверстиями может дать хорошие показатели равномерности загрузки шпинделей в блоке.

**Сторона, с которой начинается движение,** может существенно сказаться на результате при "неправильной" форме области сверления. Например, если начинать обработку рядов с той стороны, где отверстия заполняют область более плотно, программа сможет компенсировать неравномерность загрузки шпинделей на оставшихся одиночных отверстиях.

**Поворот листа.** Для сверления отверстий одиночным инструментом изменение ориентации листа повлияет только на координаты и никак не скажется на "стоимости" решения. Однако для блока взаимосвязанных шпинделей дело обстоит совершенно иначе. Если повернуть лист на 90 градусов, горизонтальные ряды отверстий, вдоль которых движется блок, превратятся в вертикальные, а значит для блока мы получим совершенно другую конфигурацию исходных данных

и, стало быть, другие характеристики обработки.

**Схема перемещения.** Блок может двигаться по рядам отверстий с чередованием направлений или же без него. Двигаясь зигзагами, можно сэкономить на холостых перемещениях, однако не удастся выгодно учесть геометрические особенности области отверстий, начиная обработку с определенной стороны.

**Количество рядов, обрабатываемых за один проход.** За один горизонтальный проход блок может сверлить не один ряд отверстий, а сразу два. Это тем более имеет смысл, если смежные ряды расположены со смещением на половину шага и обход отверстий не нарушит поступательного движения блока. В итоге: оптимальные перемещения и большее количество вариантов выбора следующей точки сверления, что должно благотворно сказаться на результатах.

**Поле выхода блока за пределы области обработки.** Обработывая крайние отверстия ряда, можно разрешить блоку выходить за пределы области отверстий. В этом случае часть шпинделей не будет принимать участия в обработке, зато можно дать возможность поработать тем шпинделям, которые менее всего использовались. Другими словами, можно обеспечить более равномерную загрузку, если позволить программе при выборе наилучшего положения блока рассматривать варианты с выходом блока за рамки области обработки. Опасность кроется в том, что область перемещения блока над листом имеет ограничения для кон-



кретного оборудования. Поэтому полезно иметь возможность явно задавать величину его максимально допустимого отклонения.

### Подбор наилучшего решения

Итак, в нашем распоряжении имеется средство задать некоторый набор управляющих параметров и получить в рамках заданных условий оптимальное решение в виде траектории перемещения блока и последовательности включения шпинделей в каждой точке. Другой набор исходных управляющих параметров даст другую траекторию и другую обработку.

Возникает следующая задача: выявить такой набор управляющих параметров, который обеспечит наиболее приемлемое решение. Особенность в том, что критериев оценки качества того или иного варианта обработки несколько: количество сверлений, длина траектории, равномерность загрузки шпинделей. В таком случае удачный выбор невозможно сделать полностью автоматически. В идеале технолог должен сам выбирать наиболее подходящую обработку, имея возможность сравнить разные варианты. Поэтому Техтран не пытается заниматься подбором управляющих параметров, давая возможность получить несколько решений.

Технологу предлагается сформировать некоторое количество заданий на обработку с различным набором параметров, а затем сравнить результаты по определенным критериям, чтобы выбрать наиболее подходящий вариант, по которому в конечном итоге будет построена траектория и получена управляющая программа (рис. 5).

Параметры задания на обработку и результаты его выполнения представляются в виде таблицы (рис. 6).

Генератор заданий предназначен для автоматического формирования всех возможных вариантов заданий на обработку в определенных пределах. Для каждого параметра указывается диапазон интересующих значений. Генератор заносит в таблицу все возможные сочетания. Участие технолога в формировании заданий дает возможность направить потенциально бесконечный процесс в нужную сторону.

Не производя никаких дополнительных построений, а только подбирая параметры, можно сразу оценить все нужные характеристики обработки по той или иной схеме. Вот эти характеристики.

**Количество узлов траектории** показывает, сколько раз блок остановится, чтобы произвести сверление. Вариант с наименьшим числом узлов будет обрабо-

тан быстрее. В нем для каждой точки траектории в среднем участвует больше шпинделей. Если узлов больше, значит, часть шпинделей простаивает.

**Длина траектории.** Для сверления это фактически длина холостых перемещений блока между положениями, в которых происходит обработка отверстий. Существенность этой величины определяется тем, насколько быстро станок обрабатывает перемещения от точки к точке. Обычно главные временные затраты приходится на сверление, поэтому в данном случае длина траектории не является определяющей.

**Загруженность шпинделей.** Равномерная загруженность шпинделей при обработке позволяет достичь равномерности износа инструмента. Загруженность шпинделя — это число сверлений данным шпинделем по отношению ко всем включениям блока. Этот показатель стремится к некоторому среднему значению, если все инструменты задействованы примерно одинаково. В этом случае разброс величин загрузки стремится к нулю. Таким образом, очевидно, что большие значения разброса свидетельствуют о неравномерной нагрузке шпинделей.

Мы рассказали о комплексной методике проектирования УП для сверления трубных досок, предлагаемой Техтраном. С использованием описанной методики время на получение управляющих программ сократилось до нескольких часов. Равномерная загрузка шпинделей позволила уменьшить время переналадки, сокращение количества сверлений — сократить время обработки. Задача решена: больше автоматизации — больше рутинной работы перекладывается с технолога на компьютер.

**Владислав Кириленко,**  
**Виктор Янковский,**  
**Михаил Быкодоров**  
*НИИ-Информатика (Санкт-Петербург)*  
 Тел.: (812) 375-7671, 718-6211  
 E-mail: [tehtran@nipinfor.spb.su](mailto:tehtran@nipinfor.spb.su)  
 Internet: [www.nipinfor.ru](http://www.nipinfor.ru)

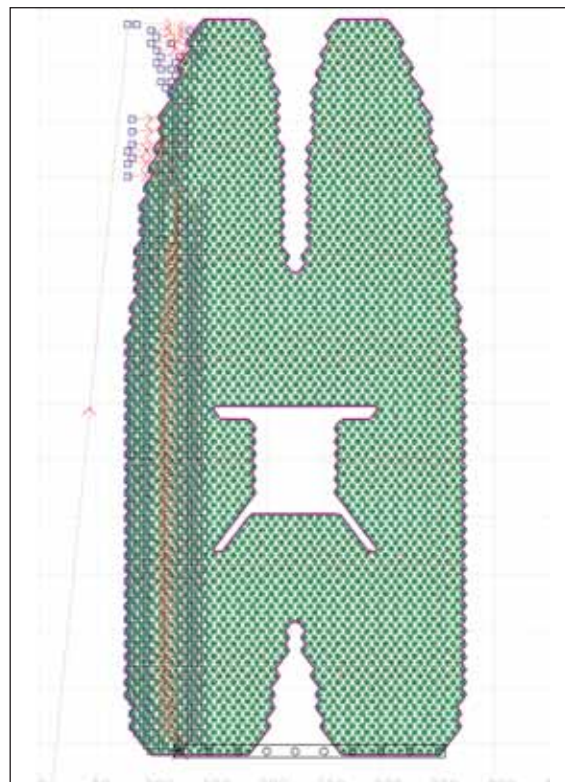


Рис. 5. Траектория блока шпинделей

Многошпиндельное сверление							
Смена инструмента	Система координат	Режимы резания					
Многошпиндельное сверление	Уровни	Инструмент					
Сетка: 8.4 x 5.588 со смещением	Число отверстий: 3408	Число шпинделей: 10					
<input checked="" type="checkbox"/> Отклонение шпинделей	<input type="checkbox"/> Повторный вход в готовые отверстия						
Блок шпинделей:							
Шпиндель	Загрузка						
<input checked="" type="checkbox"/> Шпиндель 1	312 (75%)						
<input checked="" type="checkbox"/> Шпиндель 2	377 (91%)						
<input checked="" type="checkbox"/> Шпиндель 3	383 (92%)						
<input checked="" type="checkbox"/> Шпиндель 4	380 (92%)						
<input checked="" type="checkbox"/> Шпиндель 5	377 (91%)						
<input checked="" type="checkbox"/> Шпиндель 6	366 (88%)						
<input checked="" type="checkbox"/> Шпиндель 7	342 (83%)						
Задания на обработку:							
Шаг	Поворот	Схема	Начало	Рядов	Поле	Услов	Разброс
3	0	Строка	Слева	1	0	617	54%
3	0	Зигзаг	Слева	1	0	613	39%
3	90	Строка	Слева	1	0	413	51%
3	90	Зигзаг	Слева	1	0	412	35%
4	0	Строка	Слева	1	0	464	81%
4	0	Зигзаг	Слева	1	0	464	67%
4	90	Строка	Слева	1	0	524	41%
Кратность шага: 3		Схема: Зигзаг	Рядов: 1 ряд				
Поворот листа: 90		Начало: Слева	Поле: 0				
Добавить		Генератор заданий...	Удалить	Анализ			
				Отчет...			
				OK Отмена Справка			

Рис. 6. Выбор оптимального решения



# Совместное использование ElectriCS Storm и ElectriCS Light

## ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ МОЛНИЕЗАЩИТЫ И НАРУЖНОГО ОСВЕЩЕНИЯ

**С**истема ElectriCS Storm, предназначенная для автоматизированного проектирования молниезащиты и заземления зданий и сооружений<sup>1</sup>, состоит из двух основных подсистем: подсистемы расчета молниезащит (РМЗ) и подсистемы расчета заземляющих устройств (РЗУ).

Подсистема РМЗ выполняет автоматизированный расчет и построение зон защит молниеотводов, горизонтальных и вертикальных сечений этих зон.

Расчет и построение зон защиты может выполняться по различным руководящим материалам:

- РД 34.21.122-87 "Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений";
- СО 153-34.21.122-2003 "Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных предприятий";
- РД 34.21.121 "Руководящие указания по расчету зон защиты стержневых и тросовых молниеотводов" (СПЭ №212-э "Заземление и молниезащита на тепловых и атомных электростанциях. Справочник по проектированию тепловых электростанций и тепловых сетей". — Теплоэлектропроект, 1974);
- СТО Газпром 2-1.11-170-2007 — "Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и коммуникаций ОАО "ГАЗПРОМ".

На сегодняшний день основным руководящим материалом, применяющимся в России для расчета молниезащиты, является "Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений" (РД 34.21.122-87). И хотя СО 153-34.21.122-2003 появился позже РД 34.21.122-87 и должен был заменить этот

документ, организации, перешедшие на расчеты по СО 153-34.21.122-2003, позднее или вернулись к расчетам по РД-87, или стали выполнять сразу два расчета: и по СО-2003 и по РД-87. Причина, в частности, кроется в том, что в СО-2003 отсутствует описание методики расчета многократных стержневых молниеотводов. Хотя в РД-87 и указано, что действие инструкции "не распространяется на проектирование <...> электрической части станций и подстанций", многие организации пользуются ею именно для этих целей.

Подсистема РМЗ обеспечивает расчет многократных стержневых и/или тросовых молниеотводов и имеет следующие преимущества по сравнению с другими подобными системами:

- возможность просмотра в 3D-виде (аксонометрии) зданий и сооружений, требующих молниезащиты, зон защиты, полученных в результате расчета, а также их соотношения;
- возможность производить горизонтальные сечения зон на любой высоте (по умолчанию — на высоте сооружения с максимальной высотой);
- возможность графического ввода цифровой информации — координат зданий, сооружений и устройств молниезащиты;
- возможность работы на плоском генплане;
- возможность производить вертикальные сечения зон.

Новейшая версия системы (2.8-001) в части расчета молниезащиты дополнительно обеспечивает:

- вывод в Word в табличном виде результатов расчета одинарных, двойных и тройных молниеотводов;
- одновременное построение несколь-

ких контуров молниезащиты на заданной высоте с указанием радиусов сечений конусов, примыкающих к контуру одиночных молниеотводов;

- построение по запросу зон защиты тройных молниеотводов в 3D-виде;
- вывод на план стержневых молниеотводов;
- расчет замкнутых тросовых молниеотводов (по СО-2003).

Подсистема РЗУ предназначена для автоматизированного расчета искусственных и естественных заземлителей. Расчет заземления состоит из двух частей: расчет сопротивления растеканию и расчет напряжения прикосновения. Сопротивление растеканию может рассчитываться двумя методами: коэффициентов использования и Оллендорфа-Лорана. Расчет заземления производится на основе работы М.Р. Найфельда "Заземление, защитные меры электробезопасности" и "Руководящих материалов по проектированию заземляющих устройств электрических станций и подстанций 3-750 кВ переменного тока"<sup>2</sup>.

Новейшая версия системы в части расчета заземления дополнительно производит:

- расчет многослойного грунта;
- расчет однорядного и лучевого заземления (при расчете методом коэффициента использования);
- расчет сразу нескольких групп искусственных заземлителей.

Система ElectriCS Light, предназначенная для светотехнических расчетов осветительных установок промышленных предприятий<sup>3</sup>, позволяет рассчитывать внутреннее освещение зданий и сооружений и наружное (прожекторное) освещение промплощадок. Расчеты производятся как точечным методом, так и методом

<sup>1</sup>Александр Салин, Вячеслав Серов, Сергей Третьяков. Автоматизация расчета молниезащиты и заземления в среде ElectriCS Storm. — CADmaster, №3/2004, с. 56-61.

<sup>2</sup>М.: Энергосетьпроект, 1987 (№ 12740ТМ-Т1).

<sup>3</sup>Александр Салин, Николай Ильичев, Александр Шемякин, Михаил Целищев. Автоматизация светотехнических расчетов в среде ElectriCS Light. — CADmaster, №1/2004, с. 60-65.

коэффициентов использования на основе "Справочной книги по светотехнике"<sup>4</sup>.

Версия ElectriCS Light 1.1-020 обеспечивает:

- возможность работы с помещениями любой конфигурации (не только с прямоугольными);
- возможность работы сразу с несколькими помещениями в одном расчете (проекте);
- светотехнические расчеты освещения с учетом теней от зданий и сооружений при наружном освещении и от стен при внутреннем освещении;
- возможность графического ввода цифровой информации — координат светильников, стен, точек контроля и т.д. (оцифровка планов в AutoCAD) с параллельной выдачей информации на планы;
- возможность просмотра в 3D-виде (аксонометрии) исходных данных для расчетов: источников света (светильников) с вектором направленности светового потока, точек контроля, стен, зданий и сооружений, создающих тень;
- просмотр в 3D-виде результатов расчета в виде световых полей, что позволяет визуально оценить распределение освещенности по площади проектируемого объекта;
- отображение на плане (в AutoCAD) изолиний заданного уровня освещенности, обеспечивающее возможность визуально оценить и вывести на планы границы области заданного уровня освещенности;
- наличие конвертора во внутренний формат системы (YRD) кривых силы света светильников (KCC) американского формата IES, разработанного Светотехническим обществом Северной Америки;
- наличие конвертора во внутренний формат системы KCC европейского формата LDT;
- просмотр в 3D-виде кривых силы света светильников;
- возможность использования при расчетах светильников с несимметричными KCC (так называемых кососветов);
- вывод в спецификацию светильников и прожекторных мачт;
- вывод на план прожекторных мачт и источников света.

Суть совместного применения ElectriCS Storm и ElectriCS Light состоит в том, что прожекторные вышки, используемые в ElectriCS Light при расчете наружного (прожекторного) освещения, обычно выступают в роли стержневых

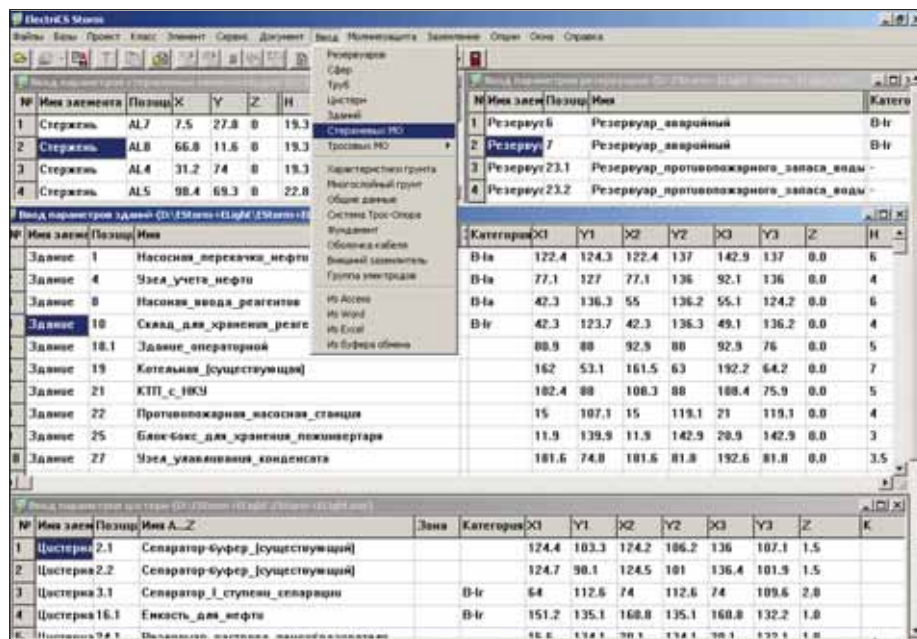


Рис. 1. Окно ввода исходных данных

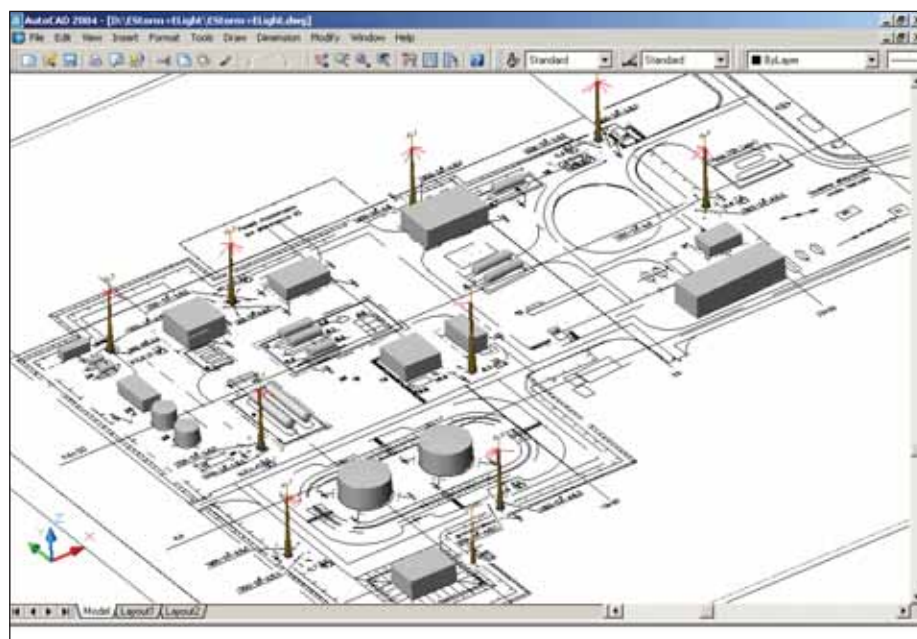


Рис. 2. Исходные данные в 3D-виде

молниеотводов. Кроме того, вводимые в ElectriCS Storm 3D-объекты, требующие молниезащиты (здания, резервуары, цистерны, сферы, трубы), в системе ElectriCS Light используются как объекты, создающие тень, и наоборот. Это достигается благодаря полной совместимости проектов двух систем.

Технология совместного использования систем выглядит следующим образом. Сначала на плоском плане (генплане) расставляются объекты (здания и сооружения). На рис. 1 показано окно ввода исходных данных в системе ElectriCS Storm. При этом вводить их все не обязательно — достаточно указать только зна-

чимые с точки зрения расчета молниезащиты и освещения. Затем расставляются прожекторные вышки с установленными на них источниками света и отдельные стержневые и тросовые молниеотводы. На рис. 2 приведен пример исходных 3D-данных для расчета в виде генплана с расставленными объектами, прожекторными мачтами и отдельными стержневыми молниеотводами.

Обычно сначала производится расчет молниезащиты. На рис. 3 приведен пример такого расчета по РД-87 зона А в 3D-виде без учета зон тройных молниеотводов, а на рис. 4 — с учетом этих зон. Отметим, что некоторые организации

<sup>4</sup>М.: Энергоатомиздат, 1983. Под ред. Ю.Б. Айзенберга.



прикладывают в качестве проектных документов 3D-виды (в виде копий экранов) до и после расчетов. Это особенно удобно в тех случаях, когда надо защитить зоны выброса, которые имеют вид сферы, и на плоских горизонтальных сечениях зон защиты определить их защищенность достаточно сложно. На рис. 5 приведен пример расчета молниезащиты по РД-87 зона Б в 3D-виде без учета зон тройных молниеотводов. На рис. 6 показаны горизонтальные сечения двух зон молниезащиты (А и Б) на заданной высоте. На рис. 7 изображено вертикальное сечение двойного стержневого молниеотвода. На рис. 8 приведены результаты расчета одинарных и двойных молниеотводов, выведенные в виде таблицы Word.

После проведения расчета молниезащиты, когда все объекты защищены в соответствии со своей категорией, производится расчет наружного освещения. Светотехнический расчет считается выполненным, если во всех расчетных точках расчетная освещенность выше нормы (при нормировании точек контроля, например освещенности измерительных приборов) и минимальная освещенность по изолюксам (линиям равной освещенности) также превышает норму (при нормировании поверхностей). На рис. 9 показаны результаты расчета освещения в 3D-виде, где расчетная освещенность в заданной зоне приведена к координате Z. На рис. 10 изображены линии заданной освещенности (изолюксы), выведенные на план как горизонтальные сечения результатов расчета в 3D-виде.

Возникшие сложности при выполнении расчета по светотехнике устраняются путем увеличения числа прожекторов, изменения их направления или типа (мощности). Если это не приводит к желаемым результатам, может возникнуть необходимость в смене координат прожекторной мачты, что, соответственно, потребует пересчета молниезащиты: понадобится запустить расчет молниезащиты на том же проекте и проверить защищенность всех объектов. Заметим, что при смене координат прожекторной мачты меняются координаты всех находящихся на ней светильников (прожекторов).

Таким образом, работая поочередно с одним и тем же проектом в системах ElectriCS Storm и ElectriCS Light, можно достаточно быстро принять рациональное решение по расстановке прожекторных мачт и благодаря этому повысить качество проекта как молниезащиты, так и наружного освещения.

*Александр Салин,  
д.т.н.  
CSoft Иванова  
E-mail: salin@dsn.ru*

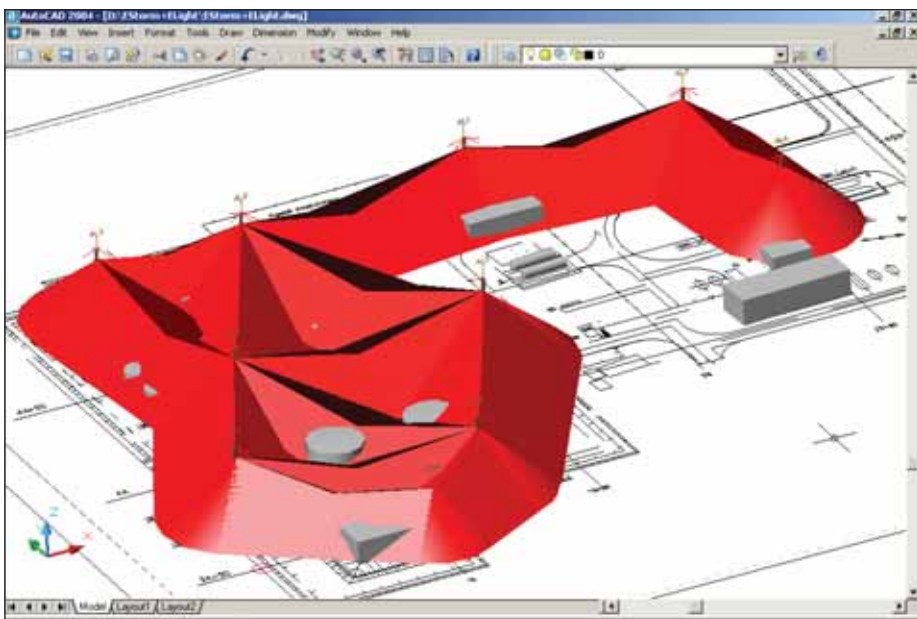


Рис. 3. Расчет молниезащиты по РД-87 зона А – 3D-вид без тройных

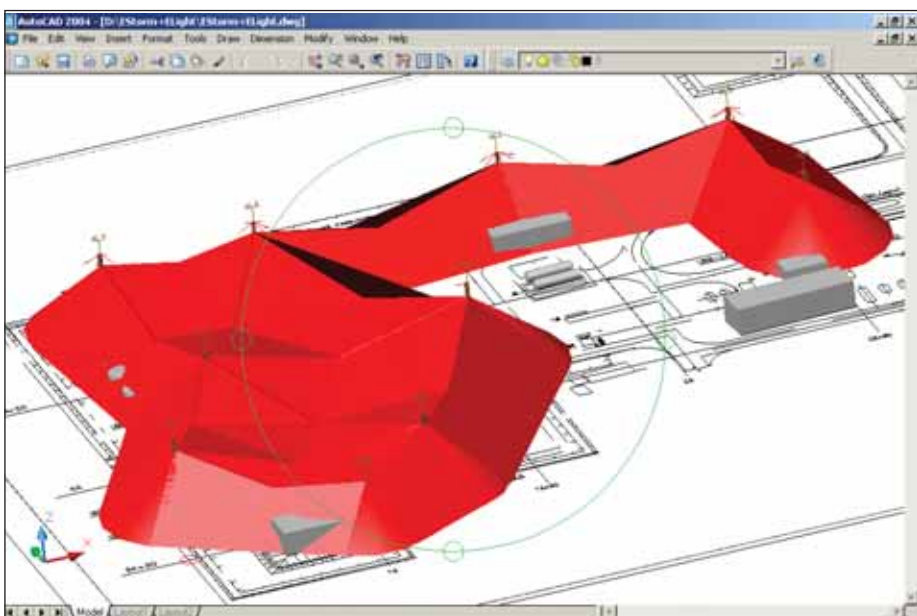


Рис. 4. Расчет молниезащиты по РД-87 зона А – 3D-вид с тройными

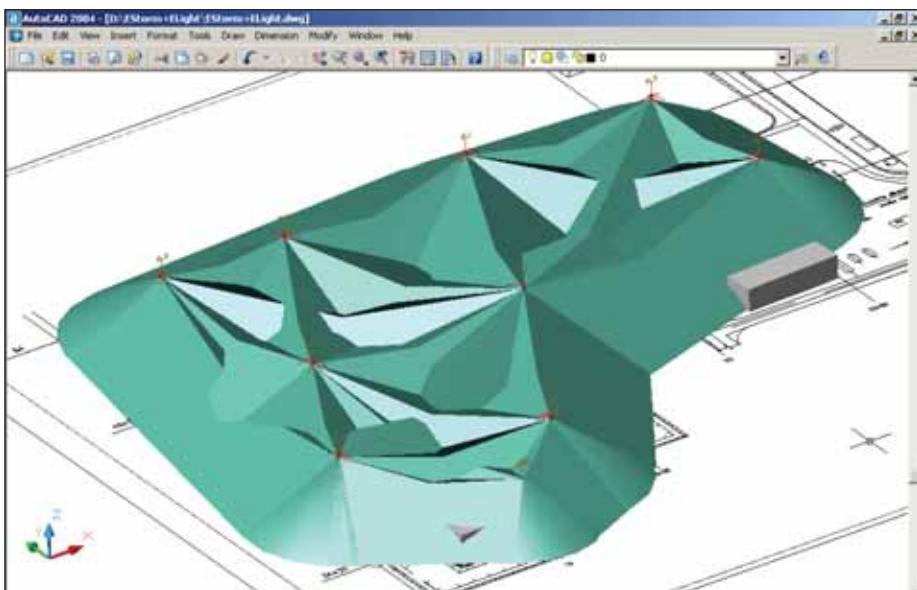


Рис. 5. Расчет молниезащиты по РД-87 зона Б – 3D-вид без тройных



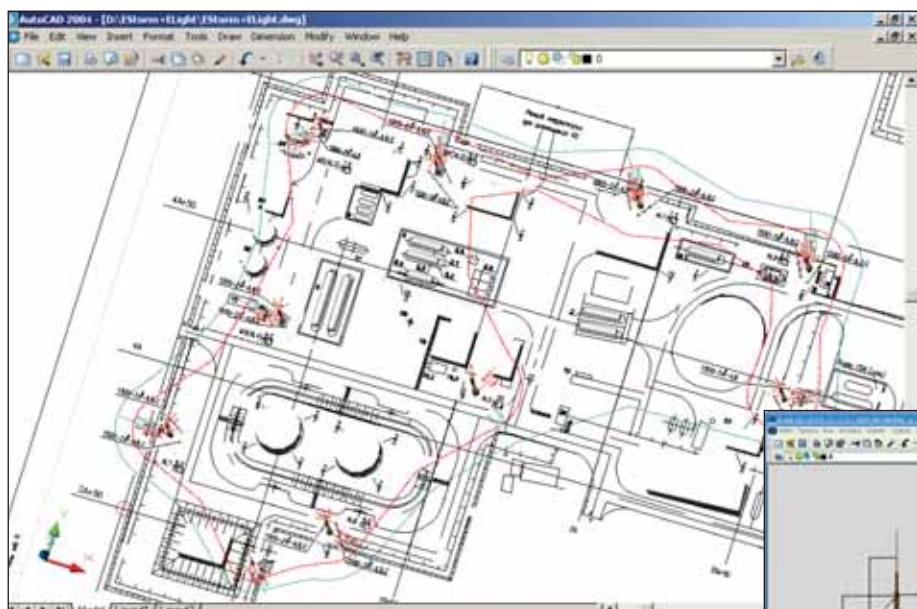


Рис. 6. Горизонтальное сечение двух зон

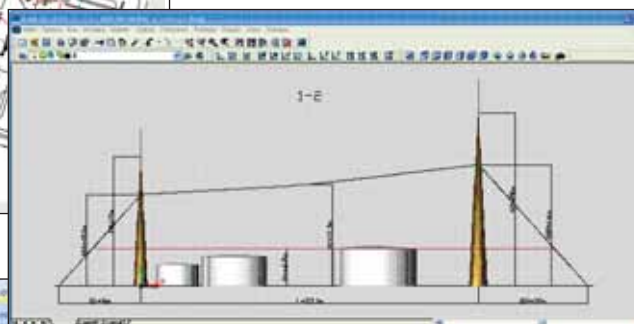


Рис. 7. Пример вертикального сечения

ElectriCS Storm

Одноточечные стержневые молниеприемники на высоте  $H_x=7$  м

Молниеприемник	$H$ , м	$H_0$ , м	$R_0$ , м	$R_x$ , м
AL7	19.3	16.4	20.3	11.7
AL8	19.3	16.4	20.3	11.7
AL4	19.3	16.4	20.3	11.7
AL5	22.8	19.38	24	13.4
AL3	19.3	16.4	20.3	11.7
AL2	19.3	16.4	20.3	11.7
AL1	19.3	16.4	20.3	11.7
AL9	19.3	16.4	20.3	11.7

Двойные стержневые молниеприемники на высоте  $H$

Молниеприемник	$H$ , м	$H_0$ , м	$L$ , м	$H_{01}$ , м	$H_{02}$ , м	$H_{03}$ , м	$H_{04}$ , м
AL <sup>1</sup> -AL3	19.3	19.3	61.3	9	9	9	16
AL <sup>2</sup> -AL4	19.3	19.3	31.8	10.7	10.7	10.7	16
AL <sup>3</sup> -AL5	19.3	19.3	61.3	9	9	9	16
AL <sup>4</sup> -AL7	19.3	19.3	31.8	10.7	10.7	10.7	16
AL <sup>5</sup> -SMM1	19.3	15	50.8	10.9	8.3	8.3	14
AL4-AL3	19.3	19.3	71.8	7.2	7.2	7.2	16
AL3-AL5	19.3	22.8	83.8	8.2	11.8	10	17
AL <sup>1</sup> -AL3	19.3	19.3	61.3	9	9	9	16
AL <sup>2</sup> -AL4	19.3	19.3	31.8	7.2	7.2	7.2	16
AL3-AL5	19.3	22.8	83.8	8.2	11.8	10	17
SMM1-AL3	15	19.3	75	10.7	15.1	12.9	14

Рис. 8. Результаты расчета МЗ в виде таблицы

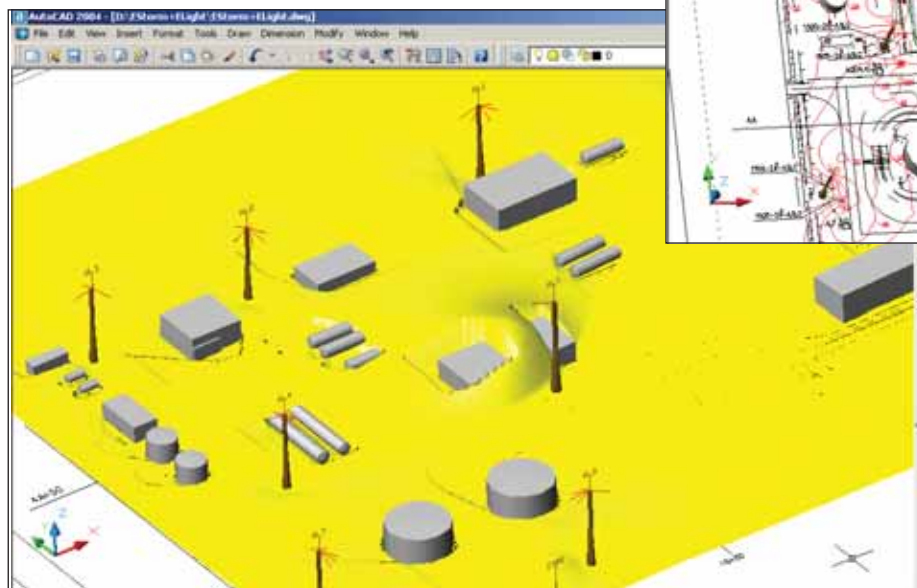


Рис. 9. Результаты расчета освещенности в 3D-виде

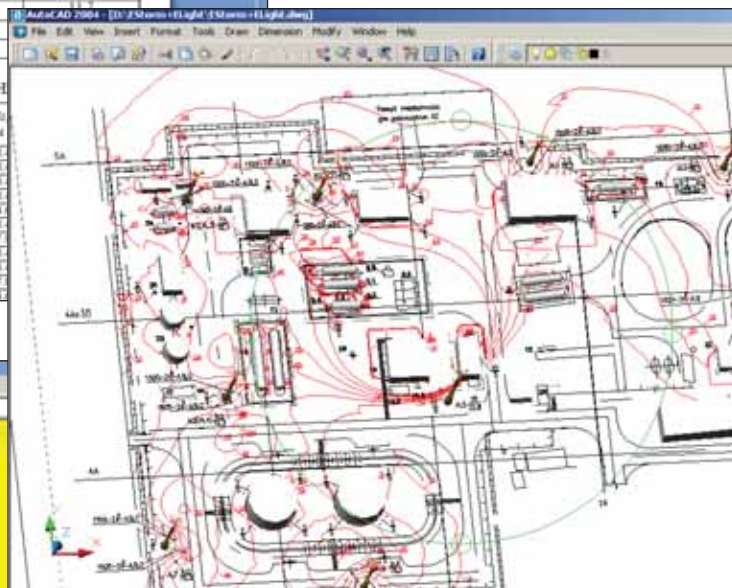


Рис. 10. Горизонтальные сечения освещенности



# Современное состояние дел с электронными архивами

**В** первые годы XXI столетия всё, что связано с электронным архивом и электронным документооборотом, претерпело значительные изменения. Наиболее наглядно этот процесс отразился в массовом переходе потенциальных пользователей от "активного интереса" к "активному внедрению". Неудивительно, что вопросы выбора оборудования для хранения и наполнения архива, а также проблема модернизации парка устройств вывода приобрели особую остроту. Однако разнообразие представленного на рынке оборудования способно запутать даже довольно "продвинутого" пользователя. Попробуем поочередно разобраться в этой проблеме.

## Устройства хранения

Существуют три основные цели хранения электронных данных: обеспечение on-line доступа к данным (оперативное хранение), резервное копирование и архивное хранение данных. С учетом специфики этих задач и выбирается соответствующее оборудование.

## Оперативное хранение

Типичным примером такого варианта хранения можно назвать файл-сервер, позволяющий большому количеству

пользователей сети по первому запросу получать необходимые данные. Основные требования к подобным системам — непрерывность доступа и высокая скорость работы. Этим требованиям в наибольшей степени соответствует RAID-массив.

## Резервное копирование

Для эффективного хранения резервных копий данных необходимы высокая скорость записи и чтения, а также большая емкость носителя, позволяющая вместить backup со всех серверов сети. Долговечность хранения данных при этом не имеет значения, поскольку резервное копирование — процедура регулярная и производится достаточно часто. Для решения таких задач оптимальны системы на основе ленточных накопителей.

## Архивное хранение данных

Третий вариант предполагает хранение важной и ценной информации в течение длительного времени и обеспечение оперативного доступа к ней. Это диктует определенные требования к оборудованию.

Первое и самое важное из них — исключение физической возможности удаления или изменения данных как по не-

осторожности, так и по злому умыслу. Таким образом, информационный носитель должен отвечать требованиям спецификации TRUE WORM (True Write Once Read Many), то есть защита данных от удаления должна быть не программной, а аппаратной.

Кроме того, к ключевым требованиям относятся долговечность и большая емкость носителя, позволяющие существенно снизить совокупную стоимость хранения единицы информации и удовлетворить запросы к объему данных со стороны крупнейших предприятий, в том числе государственного и промышленного сектора.

Из приведенного списка требований очевидно, что ни RAID-массивы, ни ленточные накопители в силу своих технологических особенностей справиться с архивным хранением данных не могут.

Несмотря на это, в России большая часть информации хранится сейчас именно на жестких дисках или RAID-массивах. Жестким дискам доверяют даже ту информацию, которая требует долговечного и надежного хранения, хотя сам принцип их работы подразумевает постоянное механическое движение, что не может не приводить к сбоям и периодическим потерям информации. Поэто-



му производители и не гарантируют работоспособность этого устройства на десятилетия. Ирония заключается в том, что даже далеко не идеальная RAID-технология была создана именно для замены ненадежного и недолговечного жесткого диска.

Для решения задачи архивного хранения данных в соответствии с насущными требованиями были разработаны специализированные устройства — роботизированные архивные накопители, обеспечивающие долговременное хранение и доступ к данным. При этом используется оптический способ записи на сменных носителях DVD (и их предшественниках — компакт-дисках CD), а также на новых носителях с использованием "голубого лазера", в том числе профессиональной технологии UDO (Ultra Density Optical), наследницы знаменитой магнитооптики. Роботизированные накопители большого объема — до 20 Тб и более — способны применять как диски, физически исключающие исправление архивированных данных (WORM, DVD-R), так и перезаписываемые сменные носители (RW, DVD-RAM). Эта технология обеспечивает сохранность информации на протяжении 50 лет и более.

Немаловажно, что носители, используемые в роботизированных накопителях, могут быть скопированы и сохранены в совершенно ином месте (в другом здании, банке, хранилище и т.д.), что обеспечит дополнительную защиту данных от физического уничтожения вследствие пожара, наводнения и прочих причин природного или техногенного характера.

К основным производителям роботизированных архивных накопителей можно отнести ЭЛАР-НСМ и Plasmon.

## Устройства наполнения архива

К устройствам наполнения архива в первую очередь относятся различные сканеры — широкоформатные, поточные и книжные. Но начнем мы с устройства, которое является универсальным, обеспечивая одновременно и ввод, и вывод данных. Речь пойдет о комплексах производства голландской компании Océ Technologies.

## Репрокомплексы

Модульная система построения комплексов позволяет комплектовать устройство с функциями либо только принтера, либо принтера-копира, либо принтера-копира-сканера. Линейка репрокомплексов Océ обеспечивает высокое качество печати и сканирования совершенно разных объемов — от не очень больших (Océ TDS320) до промышленных (Océ TDS800 Pro).

Ознакомившись с таблицей 1, можно прийти к обоснованному выводу: оптимальный комплекс можно подобрать для выполнения практически любого объема любой работы.

Конечно, сейчас ваши глаза споткнулись на слове "практически"... Но сегодня новый комплекс Océ позволяет его исключить!

Сколько раз в разговоре об Océ вам приходилось слышать: "Вот если бы и в цвете печатать так же, как и в монохроме..." Вы хотели? Компания Océ Technologies сделала!

### Océ TCS500

Océ TCS500 — принтер/копир/сканер, позволяющий осуществлять высококачественную полноцветную печать со скоростью 63 сек./A0! Да-да, вы не ошиблись: это не фантастика, а самая что ни на есть реальность!

Océ TCS500 поддерживает от одного до трех устройств подачи носителя, что обеспечивает возможность устанавливать либо бумагу разных форматов, либо различные типы носителей одновременно.

Девять печатающих головок (три черных и по две цветных) позволяют значительно увеличить скорость печати, а большой (400 мл) объем картриджа — существенно снизить себестоимость отпечатков.

А если добавить к этому великолепный полноцветный сканер, такой же, как у TDS450, и полноту возможностей систем TDS по управлению печатью, мы получим воплощение мечты всех нуждающихся в выпуске большого количества цветных чертежей и схем!

Таким образом, подобрав подходящий комплекс (или комплексы), можно разом решить комплекс задач, которые стоят перед специалистами, работающими с широкоформатными документами.

Разумеется, есть и иной путь — приобретать по отдельности различные компоненты от разных производителей.

## Сканеры

Раз уж речь зашла о широкоформатном оборудовании, то в первую очередь рассмотрим широкоформатные сканеры.

### Широкоформатные сканеры

Продукция Contex традиционно представлена внушительной линейкой широкоформатных рулонных сканеров с шириной от 25 до 54 дюймов, высокой точностью сканирования ( $0,1\% \pm 1$  пиксель) и цветопередачи. Высокое физическое разрешение сканирования позволяет зафиксировать мельчайшие детали. Линейка моделей включает в

Таблица 1

Модель	Скорость печати	Разрешение, dpi	Подача материала	Материалы для печати	Сканер
Océ TDS320	3 м (1,8 A0)/мин.	600	До двух рулонов по 175 м, листовая подача	Обычная бумага, калька, пленка	Монохромный
Océ TDS450	3 м (2 A0)/мин.	600	До двух рулонов по 175 м, листовая подача	Обычная бумага, калька, пленка	Полноцветный
Océ TDS600	5 м (4 A0)/мин.	400	До шести рулонов по 200 м, до трех лотков для листов, листовая подача	Обычная бумага, калька, пленка	Монохромный
Océ TDS700	6 м (4,7 A0)/мин.	600x1200	До шести рулонов по 200 м, до трех лотков для листов, листовая подача	Обычная бумага, калька, пленка	Монохромный
Océ TDS800 Pro	6 A0/мин. (опционально: 8 A0/мин. и 10 A0/мин.)	400	До шести рулонов по 200 м, листовая подача	Обычная бумага, калька, пленка	Монохромный



Таблица 2

Модель	Ширина области сканирования, мм	Ширина тракта, мм	Физическое разрешение, dpi	Максимальное разрешение, dpi	Скорость (ч/б, при 400 dpi turbo), мм/с	Скорость (цв., при 400 dpi turbo), мм/с
Premier G600 Base	1067	1118	600	1200	152	Нет
Premier G600 Plus	1067	1118	600	9600	305	Нет
Chameleon G600 Base	914	1118	600	1200	305	15
Chameleon G600 Plus	914	1118	600	9600	305	25
Toucan G25 Base	635	711	424	1200	102	13
Toucan G25 Plus	635	711	424	9600	102	38
Chroma G600 Base	1067	1118	600	1200	305	38
Chroma G600 Plus	1067	1118	600	9600	305	76
Cougar G600 Base	914	1118	600	1200	305	38
Cougar G600 Plus	914	1118	600	9600	305	76
Crystal G600 Base	1067	1118	600	1200	305	15
Crystal G600 Plus	1067	1118	600	9600	305	25
HAWK-EYE G36 Base	914	1118	200	1200	254	38
HAWK-EYE G36 Plus	914	1118	200	9600	254	76
Magnum G600 Base	1372	1420	600	1200	305	38
Magnum G600 Plus	1372	1420	600	9600	305	76
PUMA G600 iJET Base	1066	1118	800	1200	305	25
PUMA G600 iJET Plus	1066	1118	800	9600	305	38

себя как полноцветные, так и монохромные сканеры.

Основные технические характеристики различных моделей сканеров Contex приведены в таблице 2.

#### Поточные сканеры

Поточные сканеры используются для массовой оцифровки документов формата А3.

В этом сегменте отечественного рынка самой известной является продукция компаний Fujitsu, Kodak и Canon, но самые распространенные и популярные поточные сканеры — от малопроизводительных до промышленных — производит Fujitsu.

Поскольку такие сканеры рассчитаны на сканирование больших объемов, все они снабжены автоподатчиками бумаги и могут работать с форматами от А8 до А3. Линейка Fujitsu состоит из как од-

носторонних, так и двусторонних, как монохромных, так и полноцветных сканеров. Кроме того, некоторые модели оснащены дополнительными планшетами для сканирования отдельных документов, которые по той или иной причине невозможно отсканировать в потоке.

Сканеры Fujitsu характеризуются высокой скоростью и отличным качеством — факторы, исключительно важные для организации электронного документооборота. Кроме того, продукция компании Fujitsu незаменима при архивировании и оптическом распознавании текста. У промышленных высокопроизводительных моделей ежедневная нагрузка может составлять от 500 до 150 000 листов.

Общие технические характеристики для всех моделей сканеров Fujitsu:

- цветное и черно-белое сканирование;
  - функция синхронного двустороннего (дуплексного) сканирования;
  - оптическое разрешение 600 dpi;
  - ультразвуковой контроль подачи сдвоенных листов бумаги;
  - плотность бумаги оригиналов — от 41 до 104 г/м<sup>2</sup>;
  - гарантия поддержки — один год.
- Технические характеристики, варьирующиеся в зависимости от модели:
- интерфейс — USB 2.0;
  - скорость сканирования — от 18 до 240 стр./мин.;
  - ежедневная рекомендуемая нагрузка — от 500 до 150 000 листов;
  - обрабатываемые форматы — А3, А4, В5, А5, В6, А6, А7, А8, визитные карточки (US-письмо, US-legal — S 500: сканер документов в файлы PDF);
  - автоподача листов — от 50 до 1000 стр.;
  - комбинированная система автоподачи (автоподатчик + планшет).

#### Книжные сканеры и комплексы высококачественного сканирования

Это довольно специфическое и малораспространенное оборудование. Первые предназначены для сканирования книг и сброшюрованных документов, вторые — для высококачественного бесконтактного сканирования различных оригиналов до формата 2хА0 (исторические книги, карты, картины, фолианты и другие ценные документы).

#### Устройства вывода

Еще раз напомним о рассмотренном выше оборудовании компании Осé, используемом для массового и быстрого вывода как монохромной, так и цветной документации, обратимся к широкоформатным струйным принтерам других крупнейших поставщиков — компаний Canon и HP (Hewlett-Packard).

#### Широкоформатные принтеры Canon

Компания Canon представляет на российском рынке широкоформатные принтеры под единым брендом imagePROGRAF. Эти принтеры предназначены для работ в системах автоматизированного и геоинформационного проектирования, общего пользования и печати графических изображений. Здесь реализованы новейшие достижения в сфере технологий и обеспечения удобства эксплуатации.

В настоящее время линейка состоит из шести моделей: imagePROGRAF iPF5000, imagePROGRAF iPF500, imagePROGRAF iPF600, imagePROGRAF iPF700, imagePROGRAF iPF8000 и imagePROGRAF iPF9000.

Основные технические характеристики этих моделей приведены в таблице 3.

Таблица 3

	Canon iPF500	Canon iPF600	Canon iPF700	Canon iPF5000	Canon iPF8000	Canon iPF9000
Разрешение, dpi	2400	2400	2400	2400	2400	2400
Количество форсунок на цвет	2560 для каждого цвета	2560 для каждого цвета	2560 для каждого цвета	2560 для каждого цвета	2560 для каждого цвета	2560 для каждого цвета
Размер капли, пл.	4	4	4	4	4	4
Конфигурация печатающей головки	Шестицветная	Шестицветная	Шестицветная	Две шестицветные	Две шестицветные	Две шестицветные
Замена головки	Осуществляется пользователем	Осуществляется пользователем	Осуществляется пользователем	Осуществляется пользователем	Осуществляется пользователем	Осуществляется пользователем
Количество цветов	5	5	5	12	12	12
Цвета	С, М, Y, Bk, 2xMBk	С, М, Y, Bk, 2xMBk	С, М, Y, Bk, 2xMBk	С, М, Y, Bk, MBk, PC, PM, GY, PGY + R, G и B	С, М, Y, Bk, MBk, PC, PM, GY, PGY + R, G и B	С, М, Y, Bk, MBk, PC, PM, GY, PGY + R, G и B
Тип чернил	Стандартные Dye	Стандартные Dye	Стандартные Dye	Пигментные	Пигментные	Пигментные
Емкость чернильниц	130 мл на цвет	130 мл на цвет	130 мл на цвет	130 мл на цвет	700 мл на цвет	700 мл на цвет
Ширина носителя	До 432 мм	До 610 мм	До 917 мм	До 432 мм	До 111,7 см	До 152 см
Толщина материала	0,07-1,5 мм	0,07-1,5 мм	0,07-0,8 мм	0,07-1,5 мм	0,07-0,8 мм	0,07-0,8 мм
Тип материала для печати	Бумага без покрытия, матовая бумага с покрытием, матовые полуглянцевые и гляncевые материалы с фотопокрытием, пленки типа Backlit, Back Print, Frontprint, влагостойкие носители, самоклеящиеся материалы и холсты	Бумага без покрытия, матовая бумага с покрытием, матовые полуглянцевые и гляncевые материалы с фотопокрытием, пленки типа Backlit, Back Print, Frontprint, влагостойкие носители, самоклеящиеся материалы и холсты	Бумага без покрытия, матовая бумага с покрытием, матовые полуглянцевые и гляncевые материалы с фотопокрытием, пленки типа Backlit, Back Print, Frontprint, влагостойкие носители, самоклеящиеся материалы и холсты	Бумага без покрытия, матовая бумага с покрытием, матовые полуглянцевые и гляncевые материалы с фотопокрытием, пленки типа Backlit, Back Print, Frontprint, влагостойкие носители, самоклеящиеся материалы и холсты	Бумага без покрытия, матовая бумага с покрытием, матовые полуглянцевые и гляncевые материалы с фотопокрытием, пленки типа Backlit, Back Print, Frontprint, влагостойкие носители, самоклеящиеся материалы и холсты	Бумага без покрытия, матовая бумага с покрытием, матовые полуглянцевые и гляncевые материалы с фотопокрытием, пленки типа Backlit, Back Print, Frontprint, влагостойкие носители, самоклеящиеся материалы и холсты
Интерфейсы подключения	USB 2.0, Ethernet 10/100BaseT, IEEE1394 FireWire (опция)	USB 2.0, Ethernet 10/100BaseT, IEEE1394 FireWire (опция)	USB 2.0, Ethernet 10/100BaseT, IEEE1394 FireWire (опция)	USB 2.0, Ethernet 10/100BaseT, IEEE1394 FireWire (опция)	USB 2.0, Ethernet 10/100BaseT, IEEE1394 FireWire (опция)	USB 2.0, Ethernet 10/100BaseT, IEEE1394 FireWire (опция)
Память, Мб	128	192	256	192	384	640
Форматы данных	GAR0	GAR0	GAR0	GAR0	GAR0	GAR0
Жесткий диск	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	40 Тб
Совместимые ОС	Windows 95/98/Me/2000/NT4.0/XP, Mac OS 8.6/9/X	Windows 95/98/Me/2000/NT4.0/XP, Mac OS 8.6/9/X	Windows 95/98/Me/2000/NT4.0/XP, Mac OS 8.6/9/X	Windows 95/98/Me/2000/NT4.0/XP, Mac OS 8.6/9/X	Windows 95/98/Me/2000/NT4.0/XP, Mac OS 8.6/9/X	Windows 95/98/Me/2000/NT4.0/XP, Mac OS 8.6/9/X
Габариты (ШхДхВ)	819х733х317 мм	997х810х344 мм	1507х752х1097 мм	999х733х317 мм	1893х975х1144 мм	2299х746х1144 мм
Вес	38 кг	51 кг	58,8 кг	41 кг	142 кг	165 кг

Таблица 4

	DesignJet 30	DesignJet 30gp	DesignJet 30n	DesignJet 70	DesignJet 90	DesignJet 90gp	DesignJet 90r	DesignJet 110 Plus	DesignJet 110 Plus nr	DesignJet 130	DesignJet 130gp	DesignJet 130nr
Формат, мм		A3+	A2+	A2+		A2+		A1+			A1+	
Ширина печати, мм		320	448	448		448		615			615	
Разрешение, dpi		2400x1200	1200x600	1200x600		2400x1200		1200x600			2400x1200	
Объем памяти, Мб		32 (32)	64 (64)	64 (64)		64 (64)		64 (64)			64 (64)	
Язык Post-Script		Опция (через RIP)	Нет	Нет		Опция (через RIP)		Нет			Опция (через RIP)	
Интерфейс		Centronics, USB	Centronics, USB	Centronics, USB		Centronics, USB		Centronics, USB			Centronics, USB	
Сетевой интерфейс	Опция	Есть	Опция	Опция (через RIP)	Опция	Опция	Опция	Опция	Есть	Опция	Есть	

	HP DesignJet 500	HP DesignJet 800	HP DesignJet 1000
Технология печати	Цветная термальная струйная печать HP	Цветная термальная струйная печать HP	Цветная термальная струйная печать HP
Время печати	Черновой	Черновой	Наилучший
	Печать чертежей формата A1	Печать чертежей формата A1	
	Цветные изображения	Цветные изображения	Цветные изображения: производительность – 13 м²/час; наилучшее качество – 6,5 м²/час
Максимальное разрешение, dpi	1200x600	2400x1200 на глянцеваем носителе	Приблизительные показатели скорости механической печати, актуальны только для чертежей
			1200x600
Типы печатных носителей	Бумага с покрытием и гляцевая бумага, печатные носители технического назначения и другие печатные носители	Бумага с покрытием и гляцевая бумага, печатные носители технического назначения и другие печатные носители	Бумага (ярко-белая для струйной печати, с покрытием и фотобумага), холст, плакаты/транспаранты, виниловая пленка, пленка, копировальная бумага, полупрозрачная специальная бумага с покрытием (только для черной печати), пергамент
Управление печатными носителями	Полистовая подача, рулонная подача, автоматический резак	Полистовая подача, рулонная подача, автоматический резак	Два варианта подачи (для листов и рулонов), автоматический резак, устройство подачи рулонов (приобретается отдельно), приемник для рулонов (приобретается отдельно)



Минимальная толщина линии	0,0423 мм	0,0423 мм	0,08 мм
Точность линии	±0,2% или 0,38 мм (берется большее значение) при температуре 23°C, относительной влажности 50 - 60%, на специальной полиэфирной пленке HP	±0,2% или 0,38 мм (берется большее значение) при температуре 23°C, относительной влажности 50 - 60%, на специальной полиэфирной пленке HP	±0,2%
Память	Стандартная – 16 Мб	Стандартная: оперативная – 96 Мб, жесткий диск – 6 Гб	Стандартно: 64 Мб
	Максимальная – 160 Мб (в комбинации с платой HP-GL/2)	Максимальная – 160 Мб, жесткий диск – 6 Гб	Максимум: 256 Мб. Слоты для памяти: 2 DIMM
Языки	Стандартно: HP-PCL3-GUI	Стандартно: HP-GL/2, HP RTL, CALS G4 (файлы TIFF и JPEG из UNIX, Linux и Windows NT через ZENRaster Plus)	Стандартно: HP-GL/2, HP-GI, HP RTI, CALS G4, Adobe PostScript 3. Стандартно для принтера HP DesignJet 1055CM Plus и опционально для принтера HP DesignJet 1050C Plus
	Опционально: HP-GL/2, HP RTL		
Интерфейсы	Стандартно:	Стандартно:	Стандартно: параллельный Centronics, совместимый с IEEE 1284 (ECP), HP Jetdirect 610N
	Параллельный Centronics, IEEE-1284-совместимый (ECP)	Параллельный Centronics, IEEE-1284-совместимый (ECP)	
	USB 1.1 (Windows 98 & 2000)	USB 1.1 (Windows 98 & 2000)	
		Плата HP JetDirect для быстрой связи через сеть Ethernet 10/100Base-TX	
	Опционально:	Опционально:	Опционально: сетевые карты HP Jetdirect 10Base-T EIO, HP Jetdirect 10Base2/10-T/Lo-calTalk EIO, сетевая карта HP Jetdirect Token Ring EIO, сетевая карта HP Jetdirect 10/100Base-TX EIO
Автоматическое переключение интерфейсов	Да	Да	Да
Габаритные размеры	Модель 107 см	Модель 107 см	1566x675x1290 мм
	1690x674x1100 мм	1690x674x1100 мм	
Вес	Модели 107 см – 45 кг	Модели 107 см – 45 кг	Без упаковки – 81 кг, в упаковке – 157 кг
	Модели 61 см – 38,5 кг	Модели 61 см – 38,5 кг	

## Широкоформатные принтеры HP

Отлично зарекомендовавшая себя в нашей стране продукция компании HP (Hewlett-Packard) не нуждается в дополнительном представлении. Поэтому, опустив безусловно заслуженные слова восхищения качеством, скоростью и надежностью широкоформатных принтеров HP A3-A1, сразу представлю читателям их основные технические характеристики (таблица 4).

Конечно, рассмотренными устройствами перечень оборудования для организации электронного архива отнюдь не исчерпывается. Так, мы обошли вниманием лазерные принтеры и многофункциональные устройства форматов A4-A3. Однако не будем пробовать объять необъятное. Тем более что это оборудование, предлагаемое весьма большим количеством производителей, представлено просто огромным количеством моделей и вариантов поставки. Ограничимся одной рекомендацией: не пытайтесь получить от приобретенных устройств больше, чем они могут сделать. При выборе учитывайте те объемы печати и копирования, которые вам необходимы. Широчайший ассортимент аппаратов данного класса всегда позволит найти именно то, что вам нужно.

**Владимир Грачев**  
**CSoft-Бюро ESG**  
 Тел.: (812) 496-6929  
 E-mail: [vgrach@csoft.spb.ru](mailto:vgrach@csoft.spb.ru)

# Гибридные технологии Raster Arts

## АКТУАЛИЗАЦИЯ ПЛАНШЕТОВ

**Г**лавная ценность документа — актуальность содержащейся в нем информации. Ценность информации бумажного архивного документа со временем снижается, при этом ряд задач проектирования предполагает использование информации именно с планшетов и бумажных карт. Работа с бумажными документами сопряжена с рядом трудностей: информация на планшетах многолетней давности неактуальна, существует и проблема внесения изменений в бумажные оригиналы. А современные процессы проектирования диктуют свои требования к динамике изменения информации...

Известно несколько технологий, позволяющих организовать работу с бумажными оригиналами.

До недавнего времени применялся так называемый метод аппликаций: изменения вносились непосредственно в оригинал: уже несуществующие объекты "замазывались", новые — дорисовывались. Серьезные недостатки такой технологии очевидны:

- при многократном повторении подобных операций оригинал приходит в негодность;
- точность и скорость внесения изменений очень невысоки;
- инструменты редактирования примитивны.

Некоторые организации переводят информацию с бумажных оригиналов в векторный вид, чтобы затем вносить изменения в CAD-системах, редактируя

векторную графику. В этом случае может быть выбран один из двух способов: перерисовка или векторизация.

При перерисовке отсканированное растровое изображение оригинала используется в качестве подложки. К недостаткам этого способа следует отнести значительные временные затраты и снижение точности.

Автоматическая векторизация позволяет быстро получить векторы с растрового изображения, однако на практике почти не применяется из-за крайне низкой точности при векторизации объектов на архивных планшетах и картографической основе.

В ряде случаев используется полуавтоматическая векторизация — так называемый метод трассировки. Векторизация производится поэлементно. Ее параметры настраиваются на определенный тип графики (отрезки, полилинии и т.д.), далее в определенном режиме указывается растровый объект и переводится в векторный вид. По сравнению с перечерчиванием это обеспечивает высокую точность воспроизведения векторных объектов с растровой графики.

Главным же недостатком и векторизации, и перечерчивания остается слишком большое время, необходимое для получения векторных элементов.

Мы предлагаем альтернативную технологию работы с отсканированными планшетами с использованием профессиональных гибридных редакторов серии Raster Arts. В число программ этой

серии входят Spotlight и RasterDesk, обладающие схожим функционалом. Гибридный редактор RasterDesk является приложением к AutoCAD и позволяет организовать работу с растровой графикой внутри векторного редактора AutoCAD. Spotlight — работающее в среде Windows приложение, предназначенное для работы как с растровой, так и с векторной графикой.

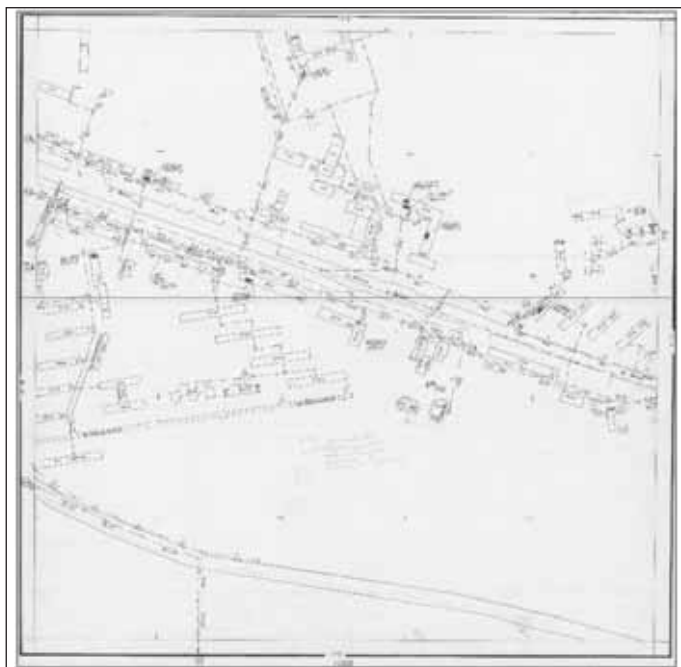
Рассмотрим этап за этапом технологию работы с отсканированными изображениями в этих редакторах.

### Сканирование

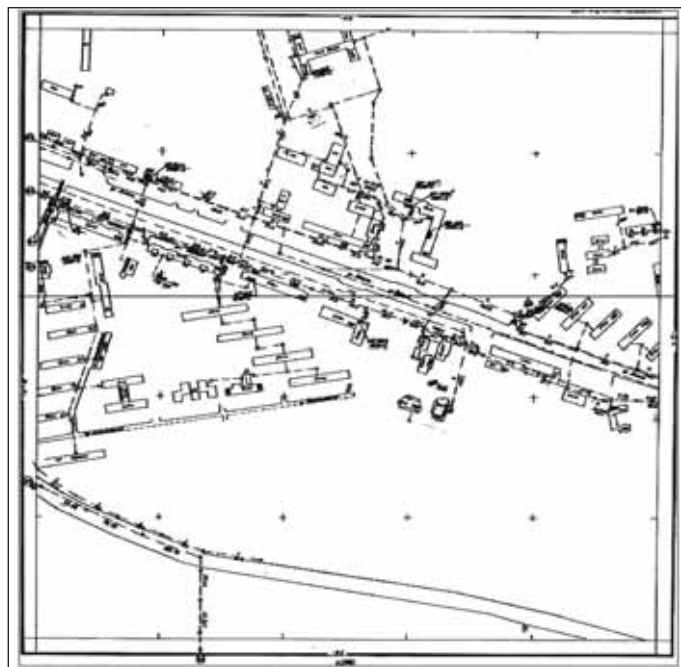
Задача этого этапа — получение качественного отсканированного изображения, пригодного для организации дальнейшей работы с ним. Разрешение монохромного растрового изображения должно быть не ниже 300 dpi, а достижение наилучшего результата гарантируется использованием профессионального сканирующего оборудования. При выборе подобного оборудования следует учесть следующие факторы:

- тип носителя (бумага, калька, картонная или алюминиевая основа и т.д.);
- качество оригиналов;
- количество оригиналов и сроки, отведенные на сканирование.

Результат работы с растром во многом зависит именно от качества полученного изображения: экономия при покупке оборудования может негативно сказаться на конечном результате. Для ска-



Повышение качества



нирования мы предлагаем использовать возможности программ серии Raster Arts (Spotlight, RasterDesk, RasterID) и профессиональное сканирующее оборудование фирмы Contex. Более подробно о функциональных возможностях сканеров Contex рассказано в статье "Эволюция в технологиях широкоформатного сканирования, или Килограммы против качества"<sup>1</sup>.

Вот преимущества программно-аппаратного комплекса Raster Arts + Contex:

- возможность сканирования оригиналов толщиной до 15 мм позволяет обрабатывать материалы не только на бумажной, но и на картонной или алюминиевой основе;
- высокая точность сканирования;
- высокая скорость сканирования;
- повышение качества растрового изображения уже на этапе сканирования — с использованием аппаратных средств сканера и инструментов гибридных редакторов Raster Arts.

### Повышение качества

Отсканированное растровое изображение имеет ряд дефектов (растровый "мусор", неоднородность линий и т.д.), количество которых зависит от качества и типа оригинала, а также от используемой технологии сканирования. Даже в самом лучшем случае практически невозможно получить отсканированное изображение, свободное от дефектов, но современное программное обеспечение позволяет такие дефекты устранять. Для этого можно

воспользоваться любым редактором, работающим с растровыми изображениями. В программах Spotlight и RasterDesk реализованы фильтры и команды, позволяющие за минимальное время повысить качество растрового изображения. Если в обычном растровом редакторе на процедуру очистки изображения от растрового мусора уходит несколько минут (выбор и удаление объектов), то команды фильтрации Spotlight и RasterDesk позволяют проделать эту операцию за секунды. Бывают ситуации, когда получить качественное монохромное изображение монохромного оригинала не удается: размер и количество растрового "мусора" не позволяют убрать его полностью. В этом случае изображение можно отсканировать в режиме "градации серого" после чего с помощью Spotlight или RasterDesk перевести его в монохромный вид, используя команду *Бинаризация* или *Адаптивная бинаризация*.

### Устранение искажений

Еще одна проблема, с которой вы непременно столкнетесь при работе с отсканированными изображениями, — это деформации. Возникают они по следующим причинам:

- перекося оригинала при сканировании;
- погрешности сканера;
- усадка оригинала при хранении в архиве.

Используя обычный растровый редактор избавиться от таких искажений практически невозможно, но в Spotlight

и RasterDesk создан уникальный инструмент *Калибровка*, ставший решением проблемы нелинейных искажений.

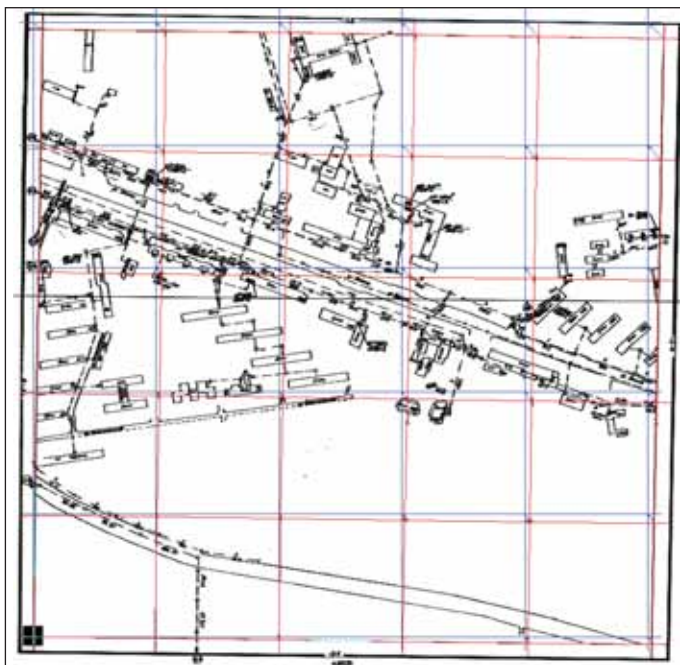
В качестве примера рассмотрим устранение искажений на отсканированном планшете с координатной сеткой. В диалоге команды *Калибровка* задаются параметры сетки (начало координат, количество ячеек и расстояние между ними). Исходя из этих данных, программа отображает на экране опорную сетку-эталон. После этого от пользователя требуется только последовательно указать курсором узловые точки сетки на растровом изображении. Программа построит опорные векторы, и в результате применения команды *Калибровка* искажения всего растрового изображения будут устранены.

Другой вариант: привязка растрового изображения к векторному плану или карте (такая задача возникает при работе с исполнительной съемкой). В этом случае, используя все ту же команду *Калибровка*, можно задать набор опорных векторов, соединяющих точку на отсканированном изображении и соответствующую ей точку на векторном объекте. В качестве таких точек можно использовать углы зданий. При выполнении команды *Калибровка* растровое изображение будет модифицировано и указанные точки на растре совпадут с аналогичными точками на векторе.

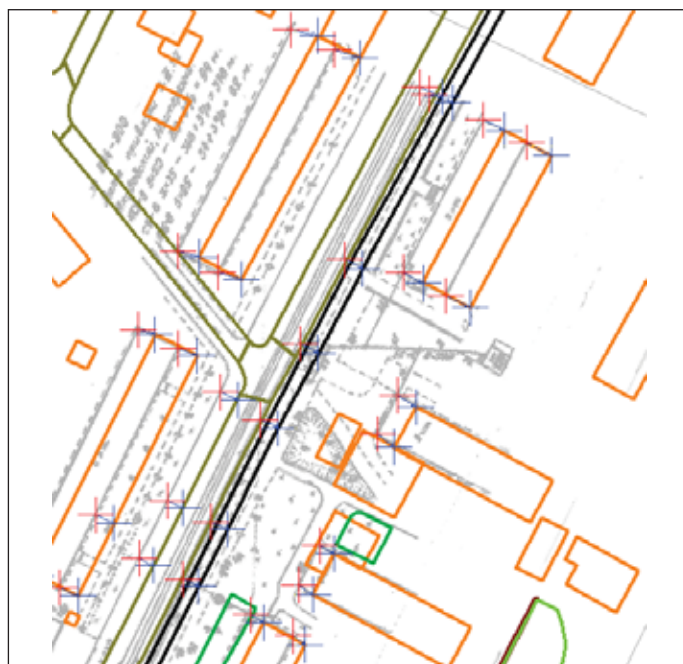
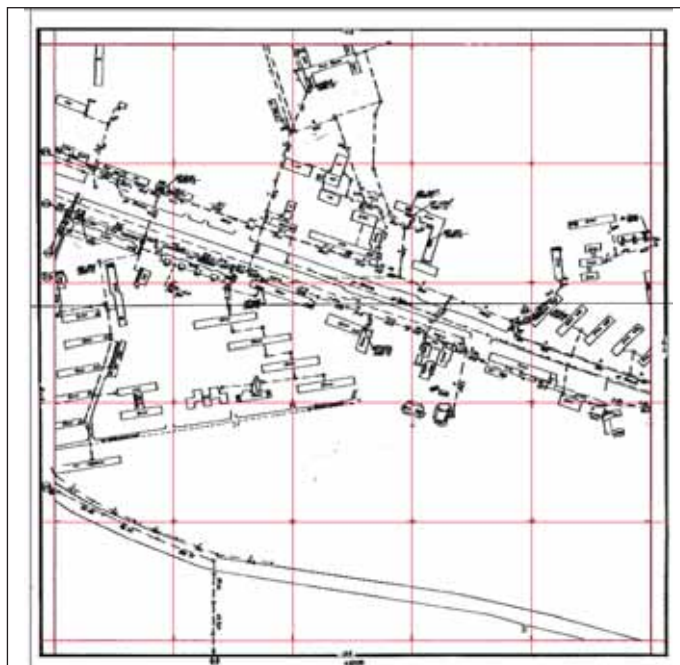
И наконец, еще один пример: состыковка двух растровых изображений. В идеале для состыковки двух отсканированных частей изображения достаточно задать две пары соответствующих точек на обоих растрах. В реальном же случае

<sup>1</sup>См.: CADmaster №5/2006, с. 106-111.





Калибровка по сетке



Калибровка растра по вектору



Калибровка растра по растру



такого количества точек недостаточно. Для достижения большей точности можно применить команду *Калибровка* и задать, как и в предыдущем примере, опорные векторы, соединяющие одинаковые объекты на одном и другом растровом изображении. Точность состыковки будет зависеть от количества заданных точек.

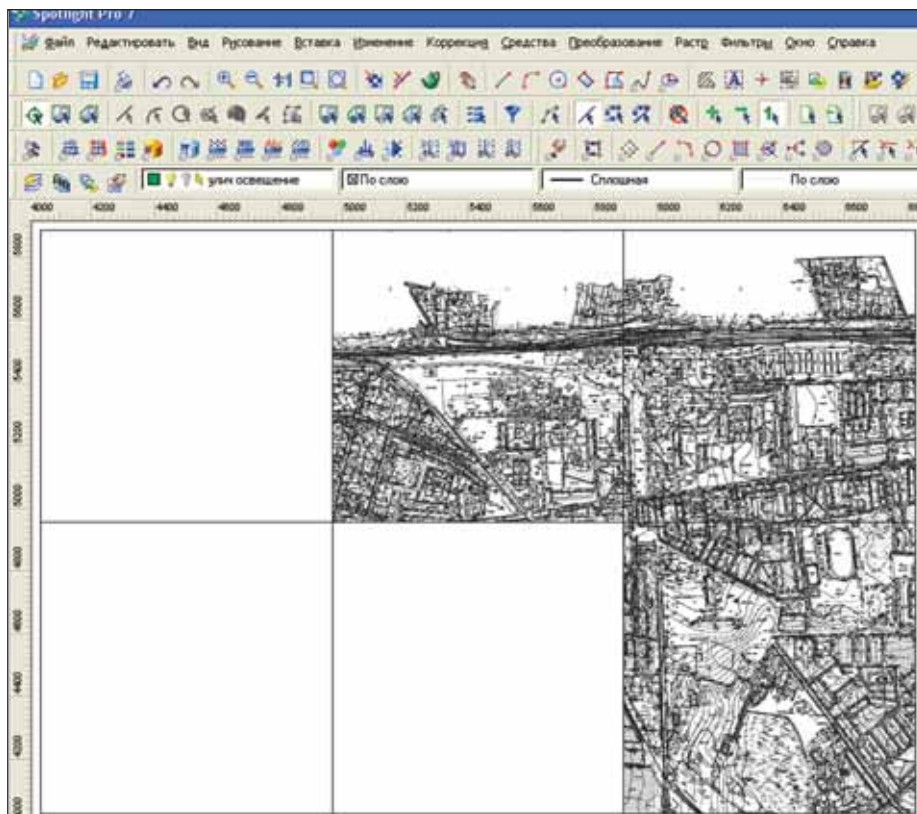
Команда *Калибровка* — действенный инструмент, позволяющий пользователю быстро устранить искажения документа. Заметим, что в программах серии Raster Arts применение калибровки на цветном растровом изображении происходит без потери качества — тогда как в других графических редакторах при модификации цветного растра качество изображения снижается.

### Создание растрового поля

Программа позволяет "сшить" состыкованные между собой части планшетов в единое растровое изображение. Правда, по сравнению с загрузкой нескольких состыкованных, но "несшитых" растров загрузка такого растрового изображения требует значительно больших затрат ресурсов компьютера, поэтому состыкованные части планшетов желательно не "сшивать".

При решении локальной задачи на определенном участке растрового поля нет необходимости отображать на экране все растровые изображения. Для ускорения работы и экономии ресурсов компьютера часть растровых изображений можно выгрузить. На месте выгруженных изображений будут отображены габаритные границы.

Если планируется вывод на печать фрагмента растрового поля, видимость



Растровое поле из состыкованных планшетов

габаритных границ состыкованных растровых изображений можно отключить.

### Редактирование

Теперь, когда растровое поле состыкованных частей планшетов подготовлено, можно приступать к актуализации данных. Для этого требуется удалить старые объекты на растровом изображении и создать новые.

По сравнению с традиционными инструментами редактирования растро-

вых данных в обычных графических редакторах инструменты программы Spotlight и RasterDesk обладают дополнительными возможностями выбора, удаления и редактирования растровой графики. Например, для удаления объекта сложной формы достаточно в режиме трассировки указать на его границу. При удалении аналогичного объекта в любом другом графическом растровом редакторе придется затратить время на его выбор.

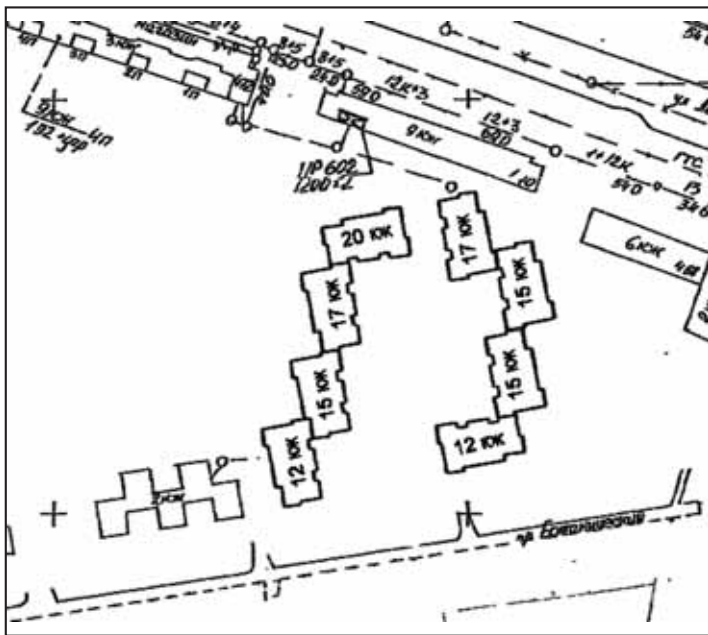


Выбор растровых элементов плана

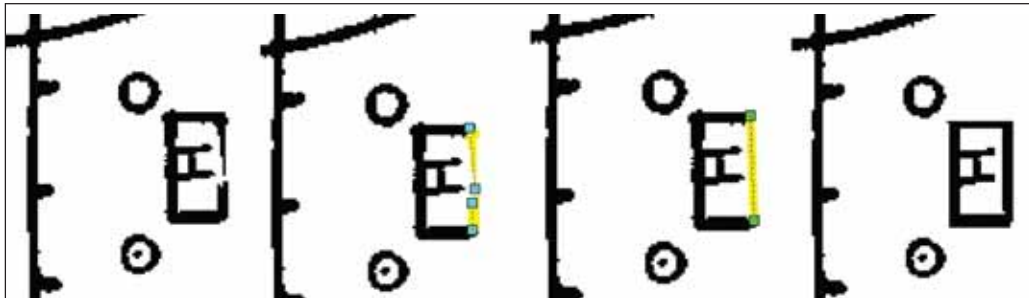


Удаление элементов

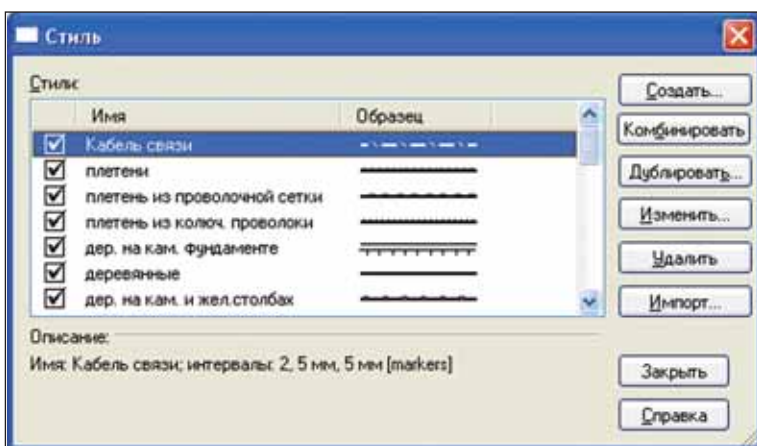




Создание новых объектов



Редактирование растровых элементов



Создание линейных объектов

Выбранные растровые элементы можно редактировать с помощью тех же инструментов, что и векторные объекты: удалять, перемещать, копировать и т.д.

Практически во всех растровых редакторах реализован механизм площадного выбора объектов, выбор части изображения. Spotlight и RasterDesk помимо площадного выбора позволяют производить так называемый объектный выбор растровых примитивов (отрезков, окружностей, дуг и т.д.). Благодаря этой уникальной возможности вы можете изменять геометрию растровых примитивов с помощью тех же механизмов, которые используются при редактировании векторных примитивов. Редактирование геометрии выбранного элемента производится либо на плане с помощью "ручек", либо заданием точных параметров элемента в его свойствах (диалог *Инспектор*).

После удаления с растрового изображения старых объектов нужно создать новые. Удобнее всего создавать их в векторном виде. RasterDesk использует в качестве векторного редактора платформу AutoCAD, а в Spotlight реализован собственный векторный редактор. Задачу создания векторных объектов на растровом изображении во многом упрощает использование привязок. Привязки, как инструмент точного рисования, позволяют создавать векторные объекты с указанием характерных точек на растровом изображении (конечные точки растровых элементов, середины растровых отрезков, центры растровых окружностей и др.).

Удобный инструмент пользовательских стилей линий позволяет создавать сложные составные линии и использовать их при оформлении планов (трассы, коммуникации, ограждения и т.д.).

С использованием этих инструментов вам будет нетрудно вносить изменения, актуализировать информацию на плане. В результате вы получите гибридный документ, состоящий из растровой и векторной графики.

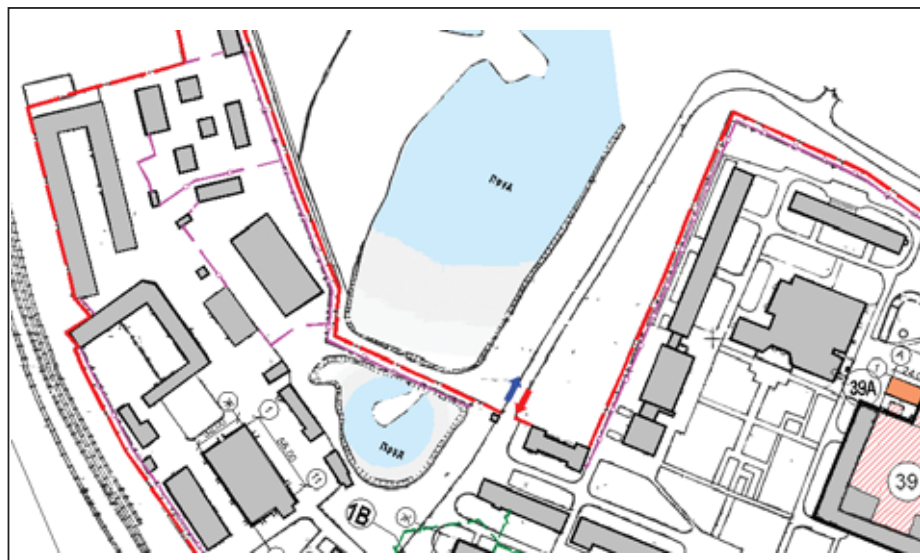
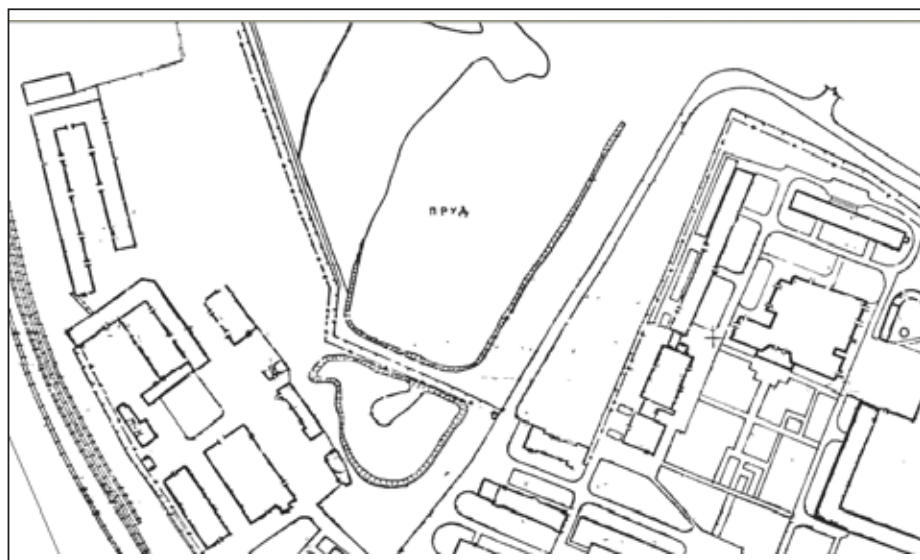
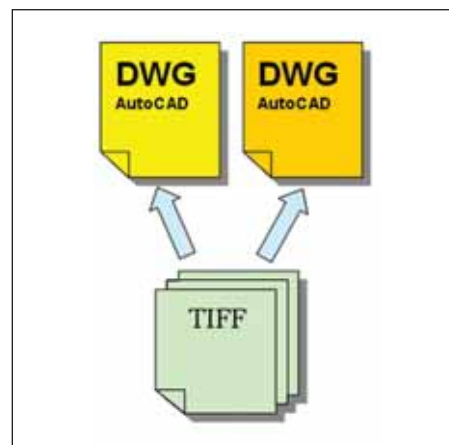
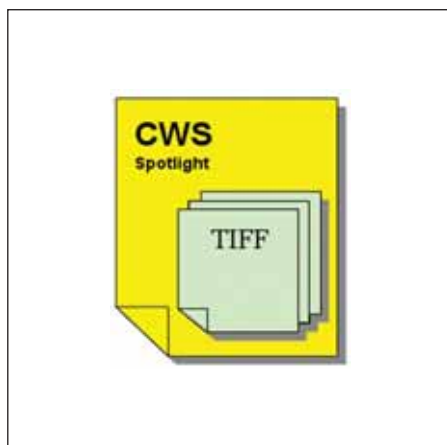
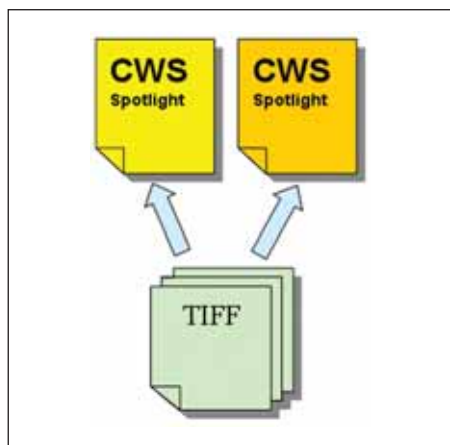
При необходимости векторные объекты можно перевести в растровый вид с помощью команды *Растеризация* и сохранить как одно растровое изображение.



## Сохранение

Организовать хранение данных гибридного документа можно несколькими способами:

- 1) гибридный документ сохраняется в формате Spotlight (\*.CWS) с растровыми изображениями планшетов (\*.TIFF), вставленными как файлы по ссылке;
- 2) гибридный документ сохраняется в формате Spotlight (\*.CWS) с внедренными растровыми изображениями планшетов (\*.TIFF);
- 3) гибридный документ сохраняется в формате AutoCAD (\*.DWG) с растровыми изображениями (\*.TIFF), вставленными по ссылке.



Пример актуализации ситуационного плана

Второй способ хранения гибридного документа сокращает количество файлов. Весь проект хранится в одном файле Spotlight.

Для организации работы нескольких сотрудников с растровым полем планшетов предпочтительнее первый или третий метод. Актуальное растровое поле планшетов находится на сервере, что позволяет специалистам разного профиля использовать в своих проектах одну и ту же информацию.

## Заключение

По сравнению с перечерчиванием или векторизацией представленная технология работы в несколько раз сокращает время актуализации планшетов и позволяет эффективно решать задачи редактирования растровых данных. С помощью гибридных редакторов серии Raster Arts вы можете, даже располагая планшетами или картографической основой 15-летней давности, полноценно использовать этот материал в своих проектах.

*Илья Шустиков*

*CSoft*

*Тел.: (495) 913-2222*

*E-mail: shustikov@csoft.ru*

# Project Studio<sup>CS</sup>

## СКС 1.3

### ЧТО НОВОГО?


Несколько месяцев назад, рассматривая процесс моделирования при проектировании СКС с помощью Project Studio<sup>CS</sup> СКС<sup>1</sup>, мы упомянули о некоторых функциональных недостатках этого программного продукта. С появлением версии 1.3 эти упоминания перестали быть актуальными.

Помимо интерфейса программы, который пополнился несколькими полезными командными кнопками, изменения коснулись структуры и способов об-

работки баз данных (как производителей, так и проекта), отображения объектов программы. Кроме того, появилась возможность работы с соединительными элементами кабельных каналов, сборками конструктивных объектов (монтажные шкафы, телефонные кроссы, коммутационные панели, лючки и т.п.) и сборками крепежных элементов для кабельных каналов, усовершенствовано подключение портов горизонтальной подсистемы к коммутационным панелям.

Впрочем, обо всем по порядку...

#### Базы данных

Изменения в Project Studio<sup>CS</sup> СКС прежде всего коснулись добавления баз данных производителей. Если раньше пользователь вынужден был самостоятельно прописывать название и путь к базе данных в файле конфигурации, то теперь в Менеджере проектов существует инструмент  Менеджер баз данных, позволяющий легко и быстро создавать базы новых производителей, а также подгружать существующие с любого места на диске рабочей станции пользователя или с сервера.

В программе появилось множество новых элементов, таких как сборочные узлы монтажных шкафов, коммутационных панелей, креплений для лотков и т.д. Как результат, изменилась структура баз данных, реализована возможность фильтрации как по функциональным элементам, так и по сериям изделий производителей оборудования (рис. 1).

Редактор баз данных вынесен в отдельный исполняемый файл, и теперь вы можете заполнять базы не запуская Project Studio<sup>CS</sup> СКС и AutoCAD. К тому же заполнять БД можно и через MS Excel, для чего в контекстное меню категорий элементов добавлены команды импорта из этой программы и экспорта в нее (рис. 2).

Не секрет, что при проектировании объектов для различных заказчиков используется одна и та же элементная база одних и тех же производителей оборудования. В Project Studio<sup>CS</sup> СКС 1.3 предусмотрен экспорт базы данных выполненного проекта в новый. Процедура экспорта будет предложена при создании нового проекта.

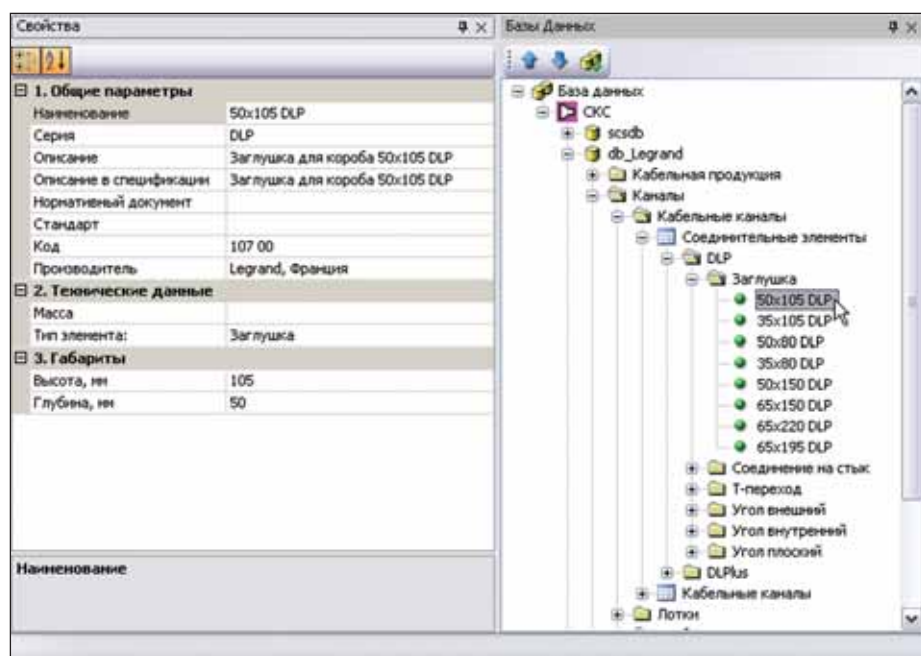


Рис. 1. Измененная структура баз данных

<sup>1</sup>См.: CADmaster № 3/2007, с. 94-96.

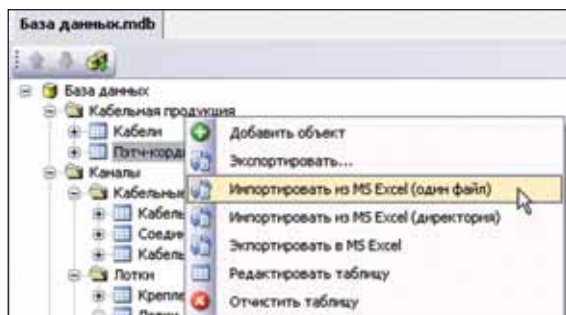


Рис. 2. Команды контекстного меню для импорта и экспорта в MS Excel

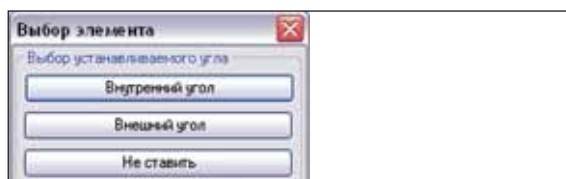


Рис. 4. Запрос типа угла поворота



Рис. 3. Измененный Мастер конфигурации каналов

## Соединительные элементы кабельных каналов

Прежде чем рассматривать работу с соединительными элементами, следует сказать несколько слов о работе с трассами и кабельными каналами. В предыдущей версии Project Studio<sup>CS</sup> СКС для создания системы кабельных каналов требовалось проложить на чертеже трассы, а затем с помощью Мастера конфигурации каналов назначить им типы кабельных каналов для трассировки кабеля. В версии 1.3 этот алгоритм сохранился, но перестал быть единственно возможным: к нему добавился новый, согласно которому трасса прокладывается с выбранным типом кабельного канала и с выбранной высотой установки кабельного канала.

К тому же, не выходя из Мастера прокладки каналов, можно устанавливать УГО перепада высот и назначать им тип используемого кабельного канала.

При прокладке трасс (как "пустых", так и с типом кабельного канала) любой поворот трассы в горизонтальной плоскости будет сопровождаться появлением окна с запросом типа угла поворота (рис. 4). Если для кабельного канала необходимо использовать внутренний угол, он установится по умолчанию при нажатии клавиш ENTER или Пробел. При необходимости использовать внешний угол нажмите кнопку *Внешний угол*. Для случаев, когда устанавливать угол не требуется, предназначена кнопка *Не ставить*.

Пропущенные или не установленные соединительные элементы можно всегда добавить используя команду панели ин-

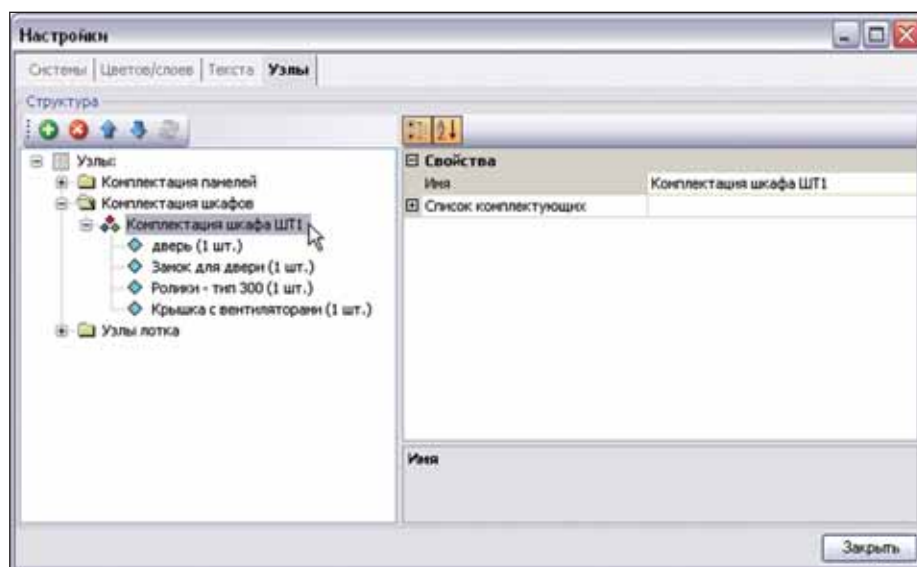


Рис. 5. Сборочные узлы

струментов *Установить угол, тройник, крестовину*. При установке внутренних или внешних углов будет появляться запрос, аналогичный показанному на рис. 4.

При нажатии кнопки *Автоматический подбор соединительных элементов* (на панели инструментов программы) автоматически выполняется подбор соединительных элементов для кабельных каналов — на основе информации о типоразмерах кабельного канала, серии и производителя.

Плоские углы установятся автоматически, если два однотипных участка кабельного канала расположены на различных высотах и между ними установлено УГО перепада высот с тем же типом кабельного канала. Т-переходы, или Т-образные ответвления, автоматически устанавливаются в случае, если

два однотипных участка кабельного канала расположены на одной высоте, между ними установлено УГО перепада высот, а от УГО отходит кабельный канал другого типа на другой высоте установки. Для лотков и труб выполняется тот же автоматический подбор соединительных элементов, только без учета специфики углов поворота (внутренние или внешние).

Для конфигураций кабельных каналов "Короб" и "Лоток" могут быть добавлены элементы "Перегородка" и "Крышка" (рис. 3), причем если понадобится использовать несколько крышек разного типоразмера (например, при работе с коробами большого сечения), то из базы данных в конфигурацию кабельного канала можно добавить несколько типов крышек или перегородок.



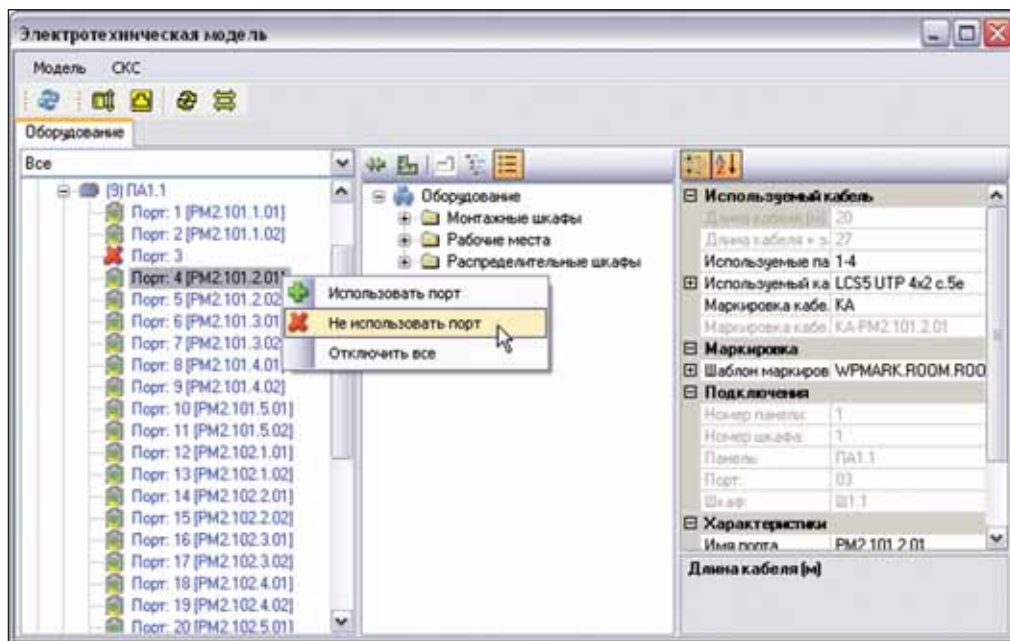


Рис. 6. Соединения горизонтальной подсистемы

## Составные элементы

За состав таких объектов, как монтажные шкафы, телефонные кроссы, панели, сборочные узлы крепления лотков, отвечает вкладка *Узлы окна Настройки* (рис. 5).

Для каждого типа элементов в базе данных предусмотрена своя подкатегория с сортировкой по сериям и функциональному назначению. Установка комплектации для составного оборудования осуществляется в окне *Свойства* по каждой единице оборудования. Для удобства пользователей существует возможность переносить конфигурации составных объектов из проекта в проект.

Чтобы установить узлы крепления лотков, в базе УГО требуется создать УГО крепления и при его установке на трассу выбрать нужную конфигурацию.

Средствами Project Studio<sup>CS</sup> СКС 1.3 вы можете создавать составные панели — это важно, когда в кабельной системе используются оптические соединения.

## Соединения горизонтальной подсистемы

Если до появления версии 1.3 соединения горизонтальной подсистемы осуществлялись непосредственно в коммутационной панели и видеть порты панели можно было только при их подключении к портам рабочих мест, то теперь в электротехнической модели отображаются все порты панелей, в том числе к портам рабочих мест не подключенные. Это позволяет подойти к подключениям более гибко — например, в случаях, когда подключение к панели необходимо произвести с послед-

них или со средних портов панели, или при подготовке исполнительной документации, когда подключения по ходу монтажа системы производились в другом порядке.

В режиме автоматического распределения по группе панелей вы можете задавать группы подключения для каждой пэтч-панели. Это важно при использовании одного распределительного пункта на несколько этажей проектируемого здания.

Каждому порту пэтч-панели можно задать значение по его использованию, причем сделать это на любом этапе разработки проекта — даже когда уже произведено подключение к рабочим местам.

## Дополнительные возможности

Описать в небольшой статье все новые инструменты версии 1.3 вряд ли возможно, поэтому относительно некоторых нововведений ограничимся кратким перечислением.

В Проверки добавлен контроль горизонтальной подсистемы по минимальной длине горизонтального кабеля.

Для часто используемых команд, таких как *Маркировка*, *Автотрассировка*, *Автоматический подбор соединительных элементов*, появилась возможность назначать "горячие" клавиши.

Добавлен выбор подобных объектов, таких как рабочие места и кабельные каналы определенной конфигурации, — для одновременного изменения их свойств.

Начиная с версии 1.3 автоматически формируются номера помещений, участвующих в проекте, по этажу и порядку определения на плане этажа.

Реализован автоматический подсчет пэтч-кордов по выбору производителя и названию кабельной системы.

В Шаблон маркировки добавлена маркировка портов рабочих мест по типу порта, что очень существенно, когда горизонтальная подсистема делится на кабельную систему для ЛВС и кабельную систему для телефонии здания.

При открытии проектов теперь создаются их резервные копии, ведется история резервных копий.

Для отображения объектов программы на чертеже в мастере *Настройки* добавлены функции работы со слоями, такие как ввод цвета, толщины и типа линии. Конечно, по-прежнему существует возможность редактирования слоя с помощью инструментов AutoCAD.

## Заключение

Несмотря на существенно расширившийся функционал и увеличение количества элементов, используемых в проекте, Project Studio<sup>CS</sup> СКС осталась программой, простой для понимания и применения при проектировании СКС зданий. Сохранила она и главное свое достоинство — скорость выполнения проекта, а также способность в любой момент создать его дополнительные версии с использованием оборудования и материалов другого производителя.

Максим Бадаев

CSoft

Тел.: (495) 913-2222

E-mail: badaev@csoft.ru



Ежегодно в мире происходит более 100 землетрясений, наносящих огромный социальный и экономический ущерб.

Система информационного моделирования зданий (BIM) Revit® позволяет исследовать поведение проектируемого здания в реальных условиях. Еще до начала строительства вы можете сделать многое для повышения сейсмостойчивости.



Расчеты и наглядное представление сопротивляемости внешним воздействиям гарантируют, что даже самые необычные конструкции выстоят перед напором разрушительных сил природы.



**ТЕХНОЛОГИЯ BIM  
ЕЩЕ ДО НАЧАЛА  
СТРОИТЕЛЬСТВА  
ОБЕСПЕЧИЛА ПРОЧНОСТЬ  
ЭТОГО ЗДАНИЯ**

# Canon + Contex = система широкоформатного копирования

**С**овременный офис уже трудно представить без копировальной техники. Правда, в большинстве своем это черно-белые аппараты формата A4. Понадобилась полноцветная копия формата A2 или выше? Придется обращаться в принт-бюро. Если же такие копии нужны постоянно, причем не одна-две, а гораздо больше, вам нужен комплекс, состоящий из широкоформатных сканера и плоттера, а также специализированное программное обеспечение. Вот здесь-то и начинается мучительный выбор оборудования, оптимального для выполнения именно ваших задач.

Мы поможем разрешить ваши сомнения! Представляем комплекс, включающий все необходимые компоненты: широкоформатный плоттер Canon imagePROGRAF 710, цветной широкоформатный сканер Contex HAWK-EYE G36 (PLUS) и программное обеспечение от компании Contex – JETimage Pro.

Соедините сканер HAWK-EYE G36 с широкоформатным плоттером – и вы получите совершенную широкоформатную цифровую копировальную систему для цветных и монохромных изображений. При помощи сканера, обеспечивающего высокую точность передачи деталей и цвета, пользователи могут без потери качества увеличивать свои оригиналы до размеров носителя в плоттере. Для достижения полного соответствия цветов при печати отсканированных оригиналов на широкоформатном плоттере используйте программу копирования JETimageNET + Copy Software с прецизионной системой управления цветом (Precision Color Management) или другие программы растровых процессоров цветных изображений (RIP).

Итак, нужно лишь подключить плоттер и сканер к рабочему компьютеру (при этом жестких требований к конфи-

гурации компьютера просто не существует!), установить программное обеспечение JETimage и начать работать.

Несколько слов о технических характеристиках сканера и плоттера.

## Широкоформатный плоттер Canon iPF710

Плоттер Canon imagePROGRAF (iPF) 710 формата A0 (36") с разрешением 2400x1200 dpi имеет пятицветную систему подачи чернил, что позволяет выводить чертежи, графику и текст с отличным качеством и точной цветопередачей.

Среди наиболее важных преимуществ Canon imagePROGRAF:

- очень высокая скорость печати (лист A0 за 56 секунд);
- полная интеграция с CAD-системами, поддержка форматов HPGL/2 и HP RTL;
- разрешение 1200 dpi, позволяющее без искажений передавать самые тонкие линии;
- пятицветная система подачи чернил, обеспечивающая идеальную цветопередачу.

## Широкоформатный сканер Contex HAWK-EYE G36

Этот сканер стал воплощением инновационных решений, обеспечивающих чрезвычайно быстрое и высококачественное сканирование. А благодаря дополнительным функциональным возможностям сканирования в цвете он отвечает требованиям даже самых взыскательных пользователей.

Вот лишь некоторые из достоинств Contex HAWK-EYE G36:

- высокая скорость в режимах цветного и монохромного сканирования;
- гибкие функции Plug&Play, интерфейсы FireWire и USB 2;



Широкоформатный плоттер Canon iPF710





Широкоформатный сканер Context HAWK-EYE G36

- стандартные предварительные установки для наиболее часто исполняемых команд;
- предварительный просмотр в режиме WYSIWYG;
- сортировка копий;
- вложение, мозаичное размещение и окна;
- ведение учета копий;
- корректировка цветов на экране при подготовке цветопроб;
- автоматическое определение размера сканированного изображения;
- печать из файла/списка файлов;
- печать и копирование на несколько принтеров одновременно;
- встроенный RIP (оптимизирован для обработки данных сканирования и обладает возможностью приспособления к типичным нелинейным цветовым характеристикам различных плоттеров);
- использование внешних цветовых профилей.

Вы нажимаете на панели сканера только одну кнопку, *Scan to Print*, и через несколько минут в вашем распоряжении готовая высококачественная копия!

- возможность сканирования оригиналов толщиной до 0,47" (12 мм);
- надежность;
- доступная цена.

### Программное обеспечение JETimage

JETimage — программа для копирования отсканированного изображения непосредственно на широкоформат-

ный принтер. Оптимальна по скорости, гибкости и производительности. Программа поддерживает все возможности сканера, включая аппаратные средства улучшения и корректировки изображения:

- подбор цвета соответственно принтеру и носителю;
- коррекция цвета в режиме реального времени;

*Алексей Гаврилов,  
Consistent Software Distribution  
Тел.: (495) 642-6848  
E-mail: agavrilov@consistent.ru*

## специальные предложения!



**Акция  
действительна  
с 1 мая  
по 30 июня  
2008 года**

## Промо-акция «Точно в десятку»

**10 лучших моделей  
широкоформатных сканеров  
Context по специальной цене.  
Подарки первым десяти  
покупателям**

**Consistent<sup>®</sup>  
Software**

Компания Consistent Software Distribution, российский дистрибьютор широкоформатных сканеров Context, объявляет промо-акцию "Точно в десятку!". В рамках акции, действующей с 1 мая по 30 июня 2008 года, вы можете приобрести практически все модели сканеров Context по лучшей цене. Скидки немного варьируются и превышают 10% на большинство моделей.

Первые 10 покупателей, зарегистрировавших свои покупки в рамках акции на сайте [www.consistent.ru](http://www.consistent.ru), получают подарки!

**context**  
WHEN IMAGING MATTERS

**Подробности на [www.consistent.ru](http://www.consistent.ru) и у авторизованных партнеров**

# Современные стандарты сканирования

для САПР, ГИС и Graphic Art

## Справка о компании

Компания Contex – один из мировых лидеров на рынке широкоформатных сканеров. Высокое качество и надежность выпускаемой продукции позволяют ей вот уже более 20 лет занимать ведущие позиции в этой области.

Оборудование Contex используется в самых различных сферах: в проектировании, конструировании, архитектуре, нефтегазовом секторе, коммунальных предприятиях, горнодобывающей промышленности, геодезии, геоинформационных системах (ГИС), полиграфии и изобразительном искусстве, репрографии, системах электронного документооборота и др. Компания реализует свою продукцию через дилерскую сеть, охватывающую весь мир.

## Зачем нужен широкоформатный сканер?

Необходимость в таком сканере возникает, когда вам нужно отсканировать документ, размеры которого превышают А4. Например, если требуется перевести в электронный вид огромный архив бумажных документов, чтобы обеспечить их большую сохранность, одновременно освободив площади и сэкономив средства. Широкоформатный сканер поможет вам, скопировав исходный документ, внести в него изменения. Кроме того, без такого сканера не обойтись, когда необходимо часто и быстро отсылать партнерам и сотрудникам, находящимся географически в самых разных местах, копии бумажных документов из центрального каталога.

## Области применения

Какими же мотивами руководствуются пользователи при выборе конкретной модели сканера?

Одним требуется просто отсканировать для архивных целей множество однотипных документов с небольшим количеством цветов. Другим нужно отсканировать старые, местами мятые, пожелтевшие от старости документы, по возможности восстановив их первоначальный вид. Третьи нуждаются в максимально точной цветопередаче для создания идеальной репродукции...

Сегодня на рынке представлен широкий спектр цветных и черно-белых сканеров Contex размером от 25 до 54 дюймов, что позволяет пользователям сделать оптимальный выбор для решения своих специфических задач.

## Типы документов, требующие сканирования

Широкоформатные сканеры предназначены для работы с множеством типов



Рулонный сканер Chameleon G600



Планшетный сканер COPYmate G18 iJET

## Стандарты сканирования Context

Сканеры Context – это:

- великолепное качество сканирования с глубиной цвета 48 бит;
- высокая скорость – до 30,48 см/с;
- удобство использования благодаря интуитивно понятному интерфейсу и легко заменяемым запчастям;
- интеграция с большинством широкоформатных принтеров;
- возможность сканирования изображений непосредственно в локальную сеть;
- высочайшая точность и надежность;
- расчетный ресурс – более 2 млн. копий.



Взаимодействие сканера с принтером по цветовой калибровке обеспечивает фактическую идентичность отсканированного и распечатанного изображений

широкоформатных документов, таких как карты, чертежи, светокопии, архитектурные планы, обычные и цветные фотографии, аэрофотосъемка, снимки со спутника, картины, полиграфия, постеры, каротажные диаграммы, коммунальные чертежи, карты ГИС и многое другое.

Формально предполагается, что все документы должны быть тонкими, плоскими, гибкими, без помарок и пятен. В действительности же довольно часто приходится иметь дело с толстыми, мятыми, испачканными, да еще и наклеенными на подложку оригиналами. С обработкой таких "неидеальных" документов великолепно справляются сканеры Context, в которых применяется уникальная CCD-технология.

## Долговечность

Все сканеры проходят жесткий контроль качества, включающий тест на свободное падение, влажность и температуру.

Долговечность оборудования напрямую связана с себестоимостью снимка. И здесь сканеры Context не имеют себе равных. Их ресурс составляет 2 млн. копий, что делает стоимость каждого снимка очень незначительной. Гарантия на оборудование составляет 2 года, в течение этого срока вышедшие из строя детали заменяются бесплатно. А поскольку сканеры Context состоят из легкозаменяемых модулей, ремонт может быть легко выполнен самостоятельно и не потребует значительных затрат.

## Интеграция

В современной децентрализованной рабочей среде, когда оборудование распределено между пользователями, снизить затраты и эффективно распределять нагрузки позволяет создание рабочих групп. Это обеспечивает пользователям возможность сканировать документы непосредственно со своих компьютеров. Например, сканер можно поставить в большом открытом помещении, обеспечив к нему общий доступ. А поскольку для сканера будет видно все сетевое окружение, можно организовать отправку отсканированных документов любой рабочей группе непосредственно по сети. Разумеется, пользователь имеет возможность сканировать документ напрямую на свой или на любой другой компьютер в сети.

Сканер подключается к сети и, соответственно, к сетевому принтеру посредством встроенной Ethernet-сетевой карты. Такое прямое подключение ускоряет печать отсканированных изображений, а удобное меню на панели сканера обеспечивает возможность управлять процессом сканирования в сеть и отправкой изображений на принтер.





Сканеры Context: точность сканирования – 0,1% (1 пиксель) между любыми двумя точками изображения

В сканерах Context используется технология WIDEtwin, позволяющая применять стандартные TWAIN-процедуры для сканирования изображений непосредственно в другие приложения даже по сети. Это упрощает последующее редактирование отсканированного изображения, обеспечивая возможность импортировать данные в такие мощные программы, как Adobe Photoshop, AutoCAD или в системы документооборота.

Кроме того, сканеры оснащены большим набором драйверов, позволяющих подключиться практически к любому широкоформатному принтеру. Тесная интеграция по цветовой калибровке между сканером и принтером обеспечивает максимальное соответствие распечатанного изображения отсканированному.

### Производительность

Скорость остается ключевым вопросом независимо от того, идет ли речь о сканировании тысяч одинаковых или же десятков разнообразных документов. При работе же с большими объемами она становится критически важным параметром. Максимальная скорость сканирования в полноцветном режиме на оборудовании Context достигает 30,48 см/с — это наилучший на сегодняшний день результат. А если сканер оснащен большими лотками подачи документов, процесс сканирования будет непрерывным.

### Простота в использовании

Специалисты Context делают всё, чтобы обеспечить простоту и комфортность сканирования независимо от того, на-

сколько интенсивно используется сканер в повседневной профессиональной деятельности. Принцип "от простого к сложному", взятый за основу при разработке оборудования Context, делает его исключительно удобным как для начинающих, так и для опытных пользователей.

Так, панель управления оснащена программируемыми кнопками, для которых можно задать наиболее часто выполняемые задачи. Функция автоматической настройки толщины позволяет одним нажатием кнопки подстроить сканер для сканирования толстых документов. Привод на все оси плавно направляет документ вдоль линии сканирования, обеспечивая его оптимальное натяжение. Это позволяет предотвратить искажение картинки и не допустить повреждения ветхих документов. Система саморегуляции автоматически оптимизирует параметры сканера, регулирует положение, калибровку и параметры сканируемых элементов для получения высочайшего качества изображения.

### Качество изображения

Технология Context Csense позволяет получать безупречно четкие изображения даже с некачественных оригиналов. Это достигается благодаря запатентованной технологии адаптивного смещения баланса белого цвета, позволяющей получить изображение, по качеству превосходящее оригинал! Следы складок, помарок и помяток просто исчезают.

При сканировании цветного изображения глубина цвета составляет 48 бит, что позволяет достичь цветопередачи,

идеально соответствующей оригиналу. Монохромные изображения сканируются с глубиной 16 бит — более чем достаточно для любого документа!

Цифровые сканирующие элементы обеспечивают превосходную коррекцию цвета.

Широкоформатные сканеры Context имеют самый высокий уровень детализации в своем классе, а их точность составляет 0,1% (1 пиксель) между любыми двумя точками на линии сканирования.

### Общая эффективность

Программные средства, поставляемые в комплекте с аппаратными, позволяют максимально повысить эффективность работы сканера. Программа WIDEimage идеально подходит для решения рутинных задач сканирования, обработки и конвертации цветных и черно-белых изображений, позволяя осуществлять сканирование непосредственно на другие компьютеры посредством функции *Сканировать по почте*. При этом поддерживаются наиболее популярные форматы: JPEG, PDF, PNG и TIFF.

Для сканирования изображения с последующей его печатью оптимальным выбором будет другая программа — JETimage. Множество уникальных инструментов, реализованных в ней, обеспечат получение превосходных отпечатков.

Статья подготовлена по материалам  
компании Context



## Лучшее дополнение для вашего принтера формата А0 – это сканер Contex!

Сканер Contex в комплекте с широкоформатным принтером придаст новый импульс вашему бизнесу и в разы увеличит производительность системы. Подключите сканер через сеть Ethernet или напрямую через порт USB – и вы получите лучшее решение для сканирования с мгновенным выводом на печать.

- широкоформатный принтер Canon iPF 710, 36" со стендом
- широкоформатный сканер Contex HAWK-EYE G36, 36" со стендом
- программное обеспечение для сканирования в печать

**Опционально:**

- компьютер, монитор
- установка и обучение



Более подробно о предложении: [www.contex.ru](http://www.contex.ru)  
Телефон горячей линии: (495) 775-0762

425 000 руб.\*

 **contex**  
WHEN IMAGING MATTERS

**Canon**

\* Рекомендованная розничная цена

**Consistent Software®**

Consistent Software Distribution является системным партнером Canon North East Oy и эксклюзивным дистрибьютором Contex Scanning Technology A/S в России



НОВОСТЕЙ НАСТУПАЕТ ВРЕМЯ ХОРОШИХ

Поддержи национальный проект  
по разработке САПР

[www.nanocad.ru](http://www.nanocad.ru)

© 2008 Нанософт. Все права защищены