

CAD *master*

журнал для профессионалов в области САПР
корпоративное издание Consistent Software®

1(6)'2001

www.cadmater.ru

Что приготовил нам Inventor?

Слухи о дороговизне Unigraphics...

Хранилища данных,
или где хранить терабайт?



Олимпийские чемпионы в широкоформатной струйной печати!



Вот они,
новые олимпийские
чемпионы:

HP designjet 5000/5000ps



Высокопроизводительная печать с превосходным фотографическим качеством изображений/печать на носителях шириной до 152 см и возможность выполнения печати без участия оператора

Если бы в этом году
производители плоттеров
провели между собой
Олимпийские игры,
несомненным лидером
в общем зачете стала бы
фирма Hewlett-Packard

HP designjet 800/800ps



Профессиональные принтеры для получения тончайших линий высокого качества и превосходных фотографических изображений с беспрецедентной детализацией (2400x1200 dpi!)

HP designjet 500/500ps



Профессиональный выбор для получения четких линий и изумительных фотореалистических изображений (1200x600 dpi)



2400 dpi — это реальность!

Печать формата А1 за 60 сек!.. И даже быстрее!!!

Дистрибьютор HP, специализирующийся на устройствах широкоформатной печати: **Consistent Software®**

Россия, Москва, 107066, Токмаков пер., 11. Тел.: (095) 913-2222, факс: (095) 913-2221

E-mail: sales@csoft.ru. Internet: <http://www.csoft.ru>



СОДЕРЖАНИЕ

Программное обеспечение

Машиностроение

- Что приготовил нам Inventor? Или несколько слов о следующей версии Autodesk Inventor 4.0 (в картинках) **2**
- Слухи о дороговизне Unigraphics оказались сильно преувеличены **7**
- Использование Техтрана в деревообработке **10**
- Система сбора и обработки информации — основа оперативного управления производственным процессом **13**

Электротехника

- ELCUT — инженерная система моделирования двумерных физических полей. **17**

Гибридное редактирование и векторизация

- Векторизация XXI века — новый этап развития технологии **22**

ГИС

- Опыт использования ГИС AutoCAD Map 2000 в условиях нефтеперерабатывающего завода ООО «ПО «Киришинефтеоргсинтез»» **26**

Проектирование промышленных объектов

- 21:20. Новый век наступает **30**

Архитектура и строительство

- AutoCAD — особенности применения в строительном проектировании **36**
- Строительное черчение в AutoCAD: лимиты чертежа. **40**
- Проектирование тентовых оболочек **43**
- ArchiCAD — формула архитектуры **48**

Мультимедиа и визуализация

- Реальный мир текстур. Из курса лекций по компьютерному искусству и моделированию. **53**

Аппаратное обеспечение

Системы хранения данных

- Хранилища данных, или Где хранить терабайт?.. **54**

Главный редактор
Ольга Кувшинова
Литературный редактор
Сергей Петропавлов
Корректор
Елена Тарариева
Дизайн и верстка
Марина Садыкова

Адрес редакции:
Consistent Software
107066, Москва,
Токмаков пер., 11
<http://www.csoft.ru>
Тел.: (095) 913-2222,
факс: (095) 913-2221

www.cadmaster.ru

Журнал
зарегистрирован
в Министерстве РФ
по делам печати,
телерадиовещания
и средств массовых
коммуникаций

Свидетельство
о регистрации:
ПИ №77-1865
от 10 марта 2000 г.

Учредитель:
ЗАО «ЛИР консалтинг»
113105, Москва,
Варшавское ш., 33

Сдано в набор
4 января 2001 г.
Подписано в печать
18 января 2001 г.

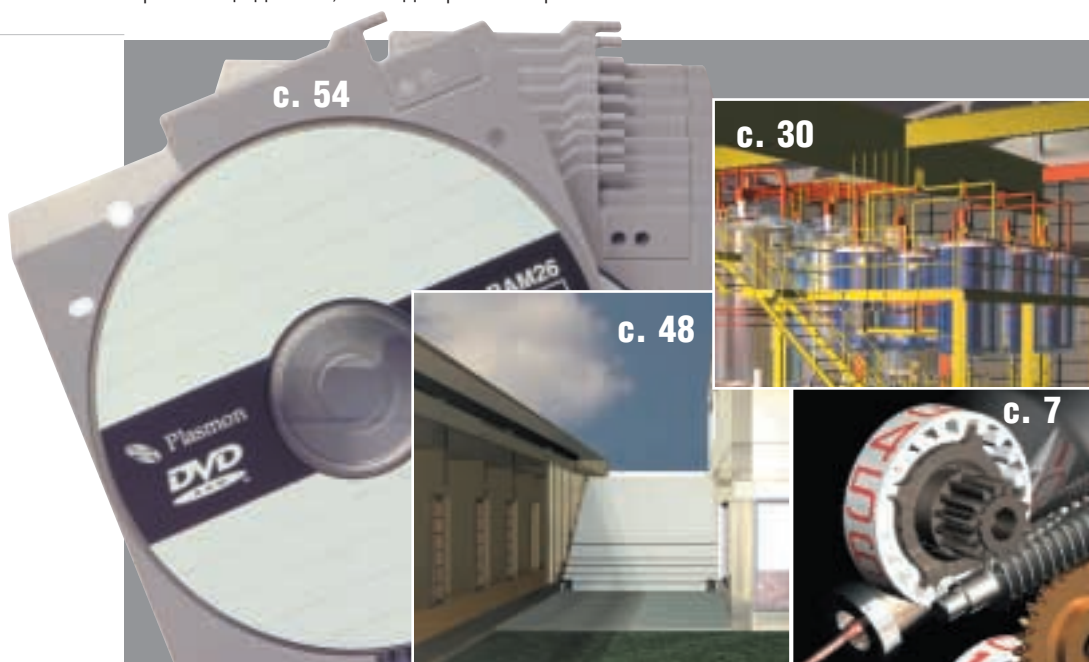
Отпечатано:
Фабрика
Офсетной Печати

Редакция CAD Master
приносит извинения
за опечатку, допущенную
в CAD Master № 3, 2000.
Тираж номера составил
5000 экз.

Тираж 5000 экз.

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

© Consistent Software
© ЛИР консалтинг






Что приготовил нам Inventor?


Или несколько слов о следующей версии Autodesk Inventor 4.0 (в картинках)

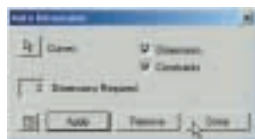
Уверен, многие слышали о появлении на рынке САПР нового продукта для работы с крупными сборками: Autodesk Inventor. С момента выхода программы прошло чуть больше полутора лет — и вот уже четвертая версия. Первоначальная идея, заложенная в Autodesk Inventor, — простота в освоении (буквально за один день) — срабатывает на сто процентов. Пакет нравится всем: старым пользователям Mechanical Desktop (AutoCAD), пользователям, давно знакомым с 3D-моделированием, и тем, кто всю жизнь работал на кульмане (собственно, пакет и рассчитывался на новых, неподготовленных пользователей).

Надо посмотреть на модель под нужным ракурсом? Показать ее на мониторе прозрачной или закрашенной? Все это на фоне выполнения какой-либо команды и без надоедливых диалоговых окон? Не вопрос! В Autodesk Inventor такие возможности заложены изначально. Хорош раздел помощи (правда, на английском ☺); есть и анимированная помощь, где все ясно без слов. Возможность решить проблему работы с большими сборками — тоже один из основных ключей успеха развития программы.

А как дела с функциональностью? Где всеми любимые булевы операции над объектами? Где поверхности? Где построение ребер? Наша статья — ответ на эти и множество других вопросов.

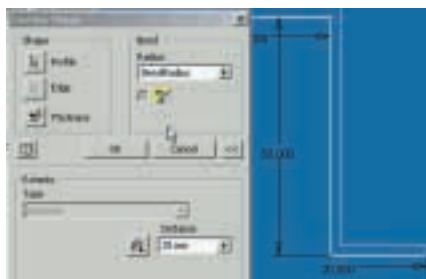
Итак, мы начертили эскиз  и начинаем проставлять на нем размеры. Не торопитесь применять знакомые методы образмеривания и выбирать кнопку Dimension (Размеры).

Есть более удобный способ: выбрать команду **автоматической простановки размеров**  и получить полностью образмеренный эскиз за одну операцию. (Ненужные размеры всегда можно удалить ☺.)




Диалоговое окно автоматической простановки размеров

Если вы проектируете какой-то профиль из листа (допустим, это деталь рамной конструкции), то в качестве первоначального эскиза строится только его контур. Отдельной командой ему можно задать толщину и расстояние вытягивания. Ну а затем — получить развертку.



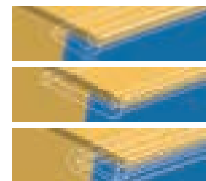
Задание толщины контура и его вытягивание из незамкнутого эскиза

Необходимо отразить на модели результат сразу нескольких технологических операций? Предположим, спроектировать деталь с отбортовкой? Пробуем! Выбрали в меню инструментальной панели Autodesk Inventor пиктограмму  "Нем" (Отбортовка), указали

на ребро, выбрали один из четырех типов отбортовки — и, собственно, всё. Здесь прекрасно реализована идея простоты использования пакета: изменения параметров предварительно отображаются на модели. Налицо явная экономия времени: просмотреть несколько вариантов решения и только затем закрепить свой выбор, нажав клавишу ОК.



Четыре типа отбортовки



Все изменения параметров предварительно отображаются на модели

Если в детали должен быть паз, нарисуйте его контур на одной из плоскостей детали — при его вычитании из модели Inventor правильно интерпретирует ваши действия. Контур эскиза будет развернут по месту сгиба материала.



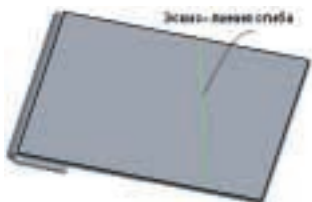
Эскиз на грани модели



Вычитание эскиза с учетом сгиба материала

Чрезвычайно удобно решена в Autodesk Inventor 4 задача сгиба ма-

териала. Все очень наглядно. Рисуем линию сгиба на листе, а далее в режиме предварительного просмотра выбираете сторону и угол загиба листа. Ниже представлены шаги выполнения этой операции.



Эскиз — линия сгиба



Выбор направления сгиба

Возможность изменения направления



Деталь после выполнения команды



Построенный паз на детали



Развертка модели

В работе всегда удобно использовать то, что давно уже сделано: конструктивные элементы существенно ускоряют процесс проектирования. В новой версии Inventor набор таких элементов расширился — добавились различные вырубные отверстия, пластики, бобышки и т.п.

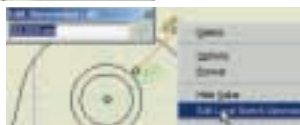
За ходом вашей работы всегда пристально следит Design Doctor (доктор по дизайну). Теперь он отслеживает возможные ошибки и в тонколистовой модели. (Правда, появление диалога от Design Doctor у многих вызывает некоторую нервозность — потому, наверное, что он на английском языке. И все-таки не пренебрегайте его помощью, во многих случаях он снимет возникшие проблемы.)



Один из диалогов с "Доктором по исправлению эскизов" (Sketch Doctor)

Что дальше? Раз уж мы заговорили об эскизах, еще несколько слов о них. Не секрет, что множество "эскизов" уже сделано... в AutoCAD! По сравнению с предыдущей версией поддержка DWG-формата улучшена. В Autodesk Inventor 4 вы можете импортировать DWG-файлы для использования в качестве отправной точки новой модели, в виде эскиза или подложки.

Откроем DWG-файл (документ AutoCAD) в Inventor. Укажем размеры, которые будем использовать как параметры. После того как мы изменили величину размера, меняется и геометрия эскиза. Возможно, в скором времени Autodesk Inventor будет читать документы формата DWG как родные. Кто знает?



Изменение величины размера влечет за собой изменение геометрии

Перейдем к новой возможности Inventor: получению отпечатков одной детали в другой, их объединению или взаимному пересечению — словом, к так называемым **булевым операциям**. Думаю, мало кто предполагал, что эту функцию возьмет на себя редко применявшаяся команда Derived Part. В предыдущих версиях эта команда использовалась для построения зеркальных деталей с возможностью изменения их масштаба. Кроме того, ее можно было применять к эскизам для других компонентов сборки (своего рода расширенная адаптивность). Теперь команда Derived Part включает в себя использование булевых операций.

Откроем сборочный чертеж в файле детали, применив Derived Part. После загрузки этой сборки появится диалог с возможностью выбора операции над компонентами сборки (вычитание, объединение или пересечение).



Окно задания параметров булевых операций (показано вычитание компонента Деталь1.ipt:1 из детали Part8.ipt:1)



Результат вычитания одной детали из другой

Изменение взаимного расположения деталей в сборке влечет за собой изменение полученного отпечатка.

Tips and tricks

Выход из Autodesk Inventor, в то время как панель инструментов Command находится в режиме плавающей панели, приводит к потере или исчезновению панели инструментов

Есть два варианта:

1. Панель просто вышла за границы экрана. Чтобы ее увидеть, надо увеличить экранное разрешение, переместить панель на место и вернуть прежнее разрешение.
2. Если, изменяя разрешение, панель инструментов вернуть на место не удалось, воспользуйтесь редактором реестра Windows. Существует четыре режима проектирования в Autodesk Inventor, каждый из которых имеет собственную панель инструментов Command. В зависимости от режима, в котором вы находитесь, удалите соответствующую папку панели инструментов в реестре Windows:

Part Modeling:

HKEY_CURRENT_USER\Software\Autodesk\Inventor\1001.212\Applets\PartModelling\Preferences\ToolBar

Feature Catalog:

HKEY_CURRENT_USER\Software\Autodesk\Inventor\1001.212\Applets\FeatureCatalog\Preferences\ToolBar

Engineers Notebook:

HKEY_CURRENT_USER\Software\Autodesk\Inventor\1001.212\Applets\EngineersNotebook\Preferences\ToolBar

Drawing layout:

HKEY_CURRENT_USER\Software\Autodesk\Inventor\1001.212\Applets\DrawingLayout\Preferences\ToolBar

Assembly Modeling:

HKEY_CURRENT_USER\Software\Autodesk\Inventor\1001.212\Applets\AssemblyModelling\Preferences\ToolBar

Presentation:

HKEY_CURRENT_USER\Software\Autodesk\Inventor\1001.212\Applets\Presentation\Preferences\ToolBar

Построение правильных многоугольников в Autodesk Inventor

1. Начертить шестиугольник.
2. Наложить зависимость — равенство сторон многоугольника.
3. В списке стиля линий Style перейти на стиль Вспомогательная линия (Construction).
4. Начертить окружность стилем.
5. Наложить геометрические зависимости — Tangent (тангенциальность) на окружность и отрезки правильного многоугольника.

Определение параметров графической карты, установленной в режиме ускорения (hardware accelerated mode) для Autodesk Inventor R1 — R3

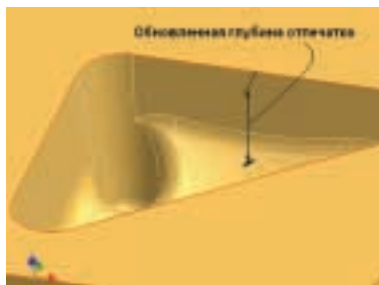
Autodesk Inventor R1 — удерживая нажатой клавишу CTRL, откройте новый файл (New Window) из выпадающего меню File.

Autodesk Inventor R2 и R3 — удерживая нажатой клавишу SHIFT, откройте новый файл (New Window) из выпадающего меню File.

Появится диалоговое окно с указанием параметров ускорения используемой графической карты.



Изменение расстояния между торцами деталей



Результат — увеличение глубины отпечатка

Но это еще не всё! Функция Derived позволяет объединять в единое тело несколько деталей в составе сборки (представление операции "Сварка").

Ниже представлена сварная конструкция, в которой нужно проточить сквозное отверстие. Файл сборки сделан, остается оформить чертеж совместной обработки отверстия.



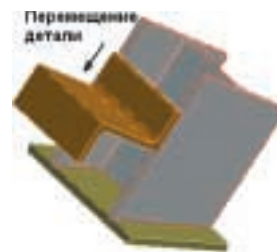
Файл сборки сварного узла

Укажем плоскость построения эскиза, нарисуем в качестве эскиза окружность и выдавим ее сквозь всю сборку.



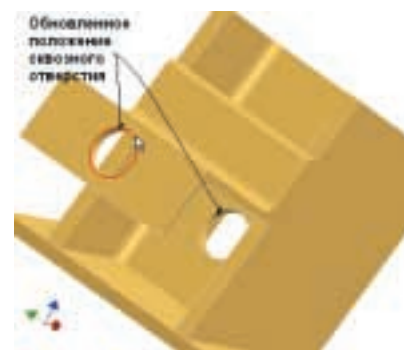
Построение сквозного отверстия

Теперь давайте перейдем в файл сборки и переместим передний уголок вниз. (Вернувшись в сборку сварного узла, мы увидим, что на переднем уголке отверстия нет: оно делается при совместной обработке.)



Перемещение уголка в сборке

Файл совместной обработки отслеживает взаимное положение деталей на общей сборке, при этом на геометрию отверстия параметры не накладывались. (Кстати, детализованный чертеж уголка будет без отверстия.)



Обновление геометрии в файле совместной обработки после перемещения уголка

Переходим к **поверхностному моделированию**. Autodesk Inventor 4.0 поддерживает следующие виды построения поверхностей: выдавливания (extrude), протягивания (sweep), натяжения (loft) и вращения (revolve). Допускается гибридное моделирование (поверхность + твердое тело). При построении поверхностей так же, как и при твердотельном моделировании, используется технология динамического отображения вводимых параметров. Приемы работы с поверхностями те же, что при работе с обычными объектами AutoCAD. И диалоговые окна для создания и редактирования поверхностей и твердотельных моделей общие. А это — простота освоения программы.

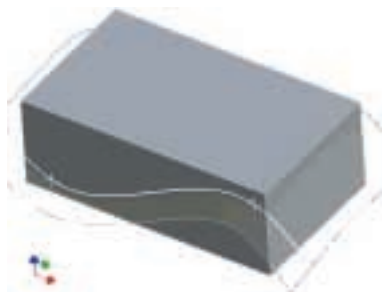


Динамическое отображение величины выдавливания поверхности

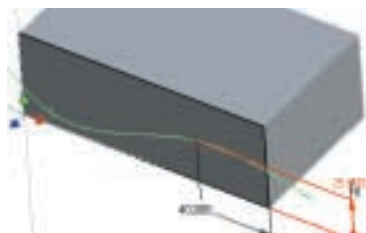


Построение скруглений на поверхности

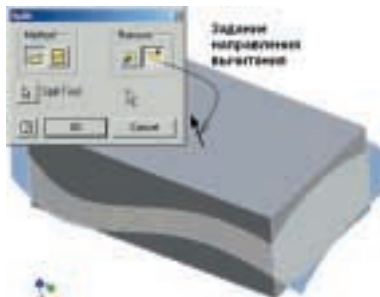
Выше представлены примеры построения свободных поверхностей в Inventor 4.0. При проектировании детали можно использовать комбинацию твердотельного и поверхностного моделирования. В этом случае поверхности применяются для отсечения какого-либо фрагмента модели или используются в качестве ограничивающего условия при выдавливании эскиза до поверхности.



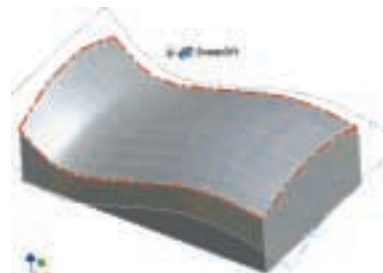
Твердотельная модель и поверхность, построенная по двум сплайновым кривым



Нанесение размеров на сплайновую кривую относительно геометрии твердого тела

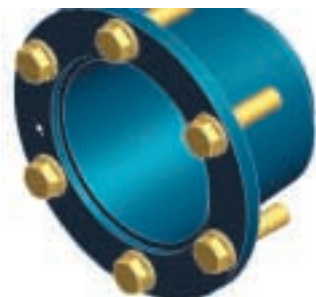


Использование команды Split (Рассечь) для удаления фрагмента твердого тела над поверхностью

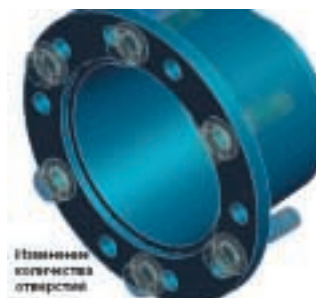


Результат отсечения поверхностью части твердого тела

Очень интересно решена задача вставки **массива крепежных элементов**. Предположим, фланец имеет какое-то количество отверстий с болтовыми соединениями. С изменением количества отверстий во фланце автоматически изменится число используемых болтов с наложенными на них сборочными зависимостями.



Фланец с шестью крепежными отверстиями



Изменение числа отверстий с 6 на 10

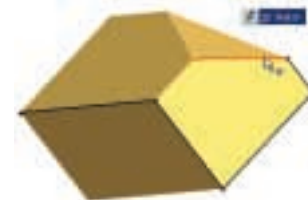


Количество крепежных соединений обновилось автоматически

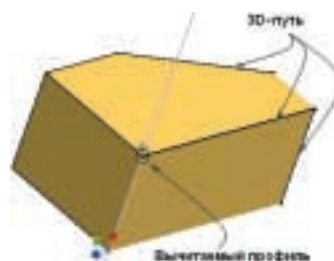
Как видим, здесь удачно воплощена идея проработки многовариантности конструкторских решений. Нет необходимости заниматься рутинной...

Проектировщиков, использующих построения **пространственных путей**, довольно много. С помощью таких построений можно проектировать трубопроводы, проволочные конструкции... Несколько примеров покажут, как это реализовано.

Используя **3D Sketch** (3D-эскиз), указываем набор ребер на модели — это будет наш пространственный путь. Далее строим 2D-эскиз (окружность) и вычитаем ее из основной модели по пространственному пути (поддерживаются сплайновые пути).



Указание 3D-пути



Построение эскиза



Готовая модель

Tips and tricks

Экспортирование чертежей Mechanical Desktop 4.0 в двумерные объекты AutoCAD

Вы можете экспортировать чертежи Mechanical Desktop в объекты AutoCAD следующим образом:

1. Перейдите в браузер на закладку Drawing и выберите пункт меню Drawing → Export View.
2. Введите имя файла в диалоговом окне.
3. Выберите необходимые виды или нажмите Enter, чтобы выбрать все виды.

Примечание. За один раз вы можете экспортировать только одну раскладку пространства листа.

Когда вы экспортируете виды с помощью команды "AMVIEWOUT", результирующий файл сохраняется в формате AutoCAD 2000. Чтобы передать его пользователям предыдущих версий, откройте двумерный чертеж в AutoCAD 2000 и сохраните его с помощью команды "SAVEAS", выбрав необходимый формат.

Примечание. Этот прием работает только с двумерными элементами. Если вы хотите преобразовать трехмерные объекты, используйте команду "AMACISOUT".

Быстрый поиск файла ACAD.MAT при работе с Mechanical Desktop

После установки Microsoft Access могут возникнуть проблемы с поиском файла, который управляет свойствами материалов в Mechanical Desktop. Это обычный текстовый файл с названием ACAD.MAT, который располагается в каталоге "...\desktop\support". Mechanical Desktop регистрирует расширение .MAT таким образом, чтобы при открытии автоматически запускалась программа "Блокнот" ("Notepad"). Однако при установке Microsoft Access резервирует это расширение для себя, после чего Windows Explorer будет отображать файл как "ACAD", а при двойном щелчке на нем будет запускаться Access. Есть несколько способов решить проблему:

Быстрый способ: запустить Блокнот (Notepad) и открыть файл ACAD.MAT с помощью команды Файл → Открыть (File → Open).

Другой способ: если вы не очень часто используете Microsoft Access, измените приложение, связанное с расширением .MAT. Это можно сделать в настройках Windows Explorer.

Выключение и включение объектов при работе с Mechanical Desktop

Используя скрипт Blank.lsp, находящийся в каталоге support директории MSCAD, вы можете временно скрывать объекты во время работы. Blank.lsp позволяет скрывать объекты, не выключая и не блокируя при этом их слой. Эта процедура полезна при работе с большими сборками и сложными чертежами.



Другой пример. Есть три пластины с отверстиями, через которые должен проходить трубопровод. Строится 3D-путь через центры отверстий на пластинах, далее через них протягивается труба.

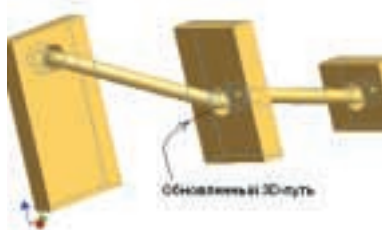
При изменении такой сборки (мы изменили положение отверстия на средней пластине) труба автоматически меняет конфигурацию. Делается все чрезвычайно просто: мышкой переносится центр отверстия (или изменяются проставленные размеры) — и модель обновляется. Никакие параметрические зависимости при этом не накладываются!



Первоначальная сборка



Перемещение центра отверстия



Обновленный трубопровод



В Autodesk Inventor 4.0 добавлено примерно 140 изменений и усовершенствований. Рассмотрим в завершение приемы построения **ребер жесткости**.

При проектировании ребра жесткости достаточно нарисовать только его контурную линию: дальнейшее построение выполнит Inventor — в привычной для него динамической манере ☺. Мышкой указываете направление построения ребра (до какой плоскости вести построение) и нажимаете ОК.



Эскиз ребра — линия



Задание толщины и направления



Готовая модель

Во время проектирования узла все детали, сборочные единицы, презентации проектов, сохраненные виды на модель Autodesk Inventor сохраняет в отдельных файлах. По завершении работы все файлы проекта можно записать в один сжатый файл, воспользовавшись командой **Pack-and-Go** ("Упаковал и пошел").

Заключение

Мы просмотрели, очень кратко, несколько фрагментов работы Autodesk Inventor 4.0. Надеюсь, те, кто лишь сейчас услышал об этом продукте, найдут в нем решение каких-то своих задач. Те, кто уже работает в Autodesk Inventor, обратят внимание на очень динамичное развитие программы и продолжат работать уже с новой версией. А кто не интересуется программами для машиностроения — просто посмотрят картинки ☺.

Дополнительную информацию о возможностях Autodesk Inventor можно получить на сайте www.inventor.ru

*Андрей Виноградов
Consistent Software
Тел.: (095) 913-2222
E-mail: andre_vin@csoft.ru*

СЛУХИ О ДОРОГОВИЗНЕ UNIGRAPHICS

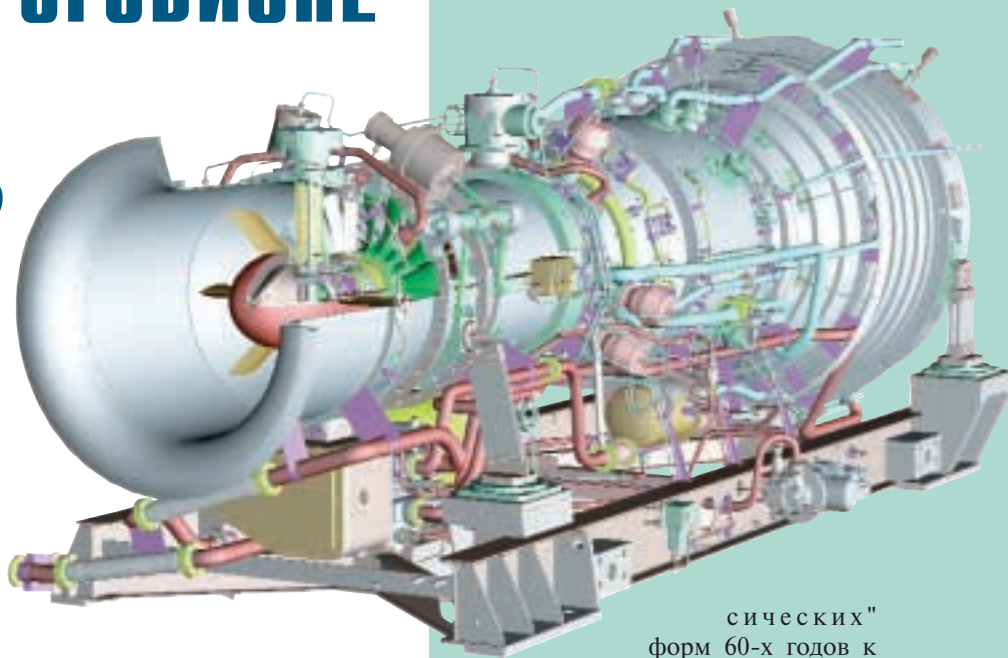
оказались сильно преувеличены

Для многих партнеров и дилеров Consistent Software стало неожиданным сюрпризом появление в каталоге предлагаемого компанией программного обеспечения модулей системы автоматизированного проектирования высокого уровня Unigraphics, соседствующих на страницах издания с пакетами Autodesk Mechanical Desktop, Inventor. В чем причина такого соседства? К рубежу тысячелетий компания подошла как один из крупнейших на российском рынке поставщиков разнообразного ПО; среди партнеров Consistent Software много крупных промышленных предприятий и проектных организаций, которым тесны рамки САПР среднего уровня: их задачи требуют привлечения более мощных программных средств.

На рынке систем автоматизированного проектирования пакет компании EDS под названием Unigraphics появился в 1983 году, а уже к 1990-му компании McDonnell Douglas, Pratt&Whitney приняли Unigraphics в качестве корпоратив-

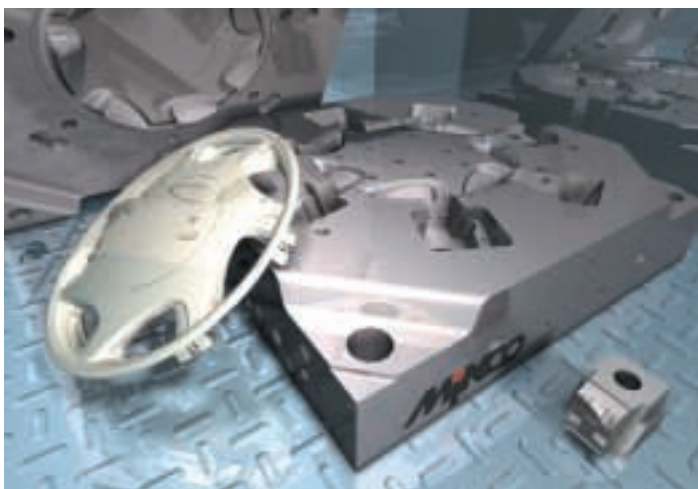
ной CAD/CAM/CAE системы. Примерно в то же время (1990-1991) слово "Unigraphics" оказывается на слуху у российских специалистов, пакет относят к разряду систем "высокого класса", где уже числятся более известные CATIA, Pro/Engineer.

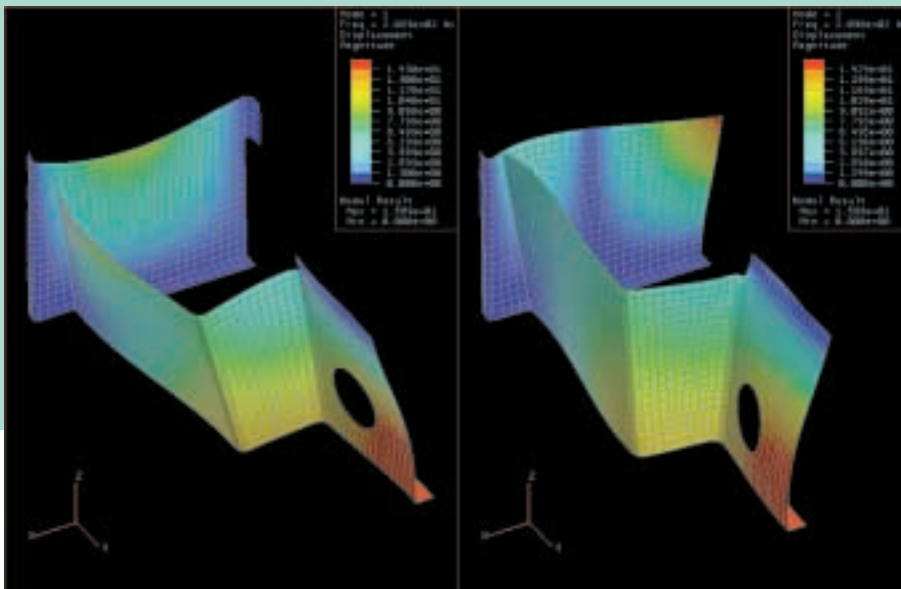
Появление и развитие Unigraphics в России пришлось на довольно интересный период (я не имею в виду смену общественно-экономической формации, перестройку, путчи и т.п.). В производство закладывались современные образцы авиационной техники со сложными внешними обводами, в автомобильной промышленности наконец-то наметился переход от "клас-



сических" форм 60-х годов к более современному кузовному дизайну, производители телевизионной аппаратуры стремились заменить полированные деревянные корпуса телевизоров на более легкие и практичные пластиковые. Потребительские товары западных производителей стали более доступны, и конкурировать с ними становилось все труднее. Разработка новых изделий традиционными способами, "на кульмане", либо растягивалась на непомерные сроки, либо была невозможна в принципе.

В то же время уровень развития персональных компьютеров был достаточно низким, и хотя 386-й PC с 8 Мб ОЗУ и диском в 100 Мб представлялся фантастическим супер-





компьютером, применить его (даже с установленным "пиратским" AutoCAD R10) для проектирования сложных изделий не удавалось.

Unigraphics уже тогда решал задачи пространственного поверхностного и твердотельного моделирования, обеспечивал выход на станки с числовым программным управлением, включал модули инженерных расчетов — это был достаточно мощный инструмент для проектирования и производства. Пакет работал под управлением операционной системы UNIX на рабочих станциях Hewlett-Packard, SUN, DEC, Silicon Graphics.

К середине 90-х пакет начал реально работать в российской промышленности, стал "узнаваем" специалистами: его успешно внедрил ряд авиационных конструкторских бюро, авиационных и автомобильных заводов, предприятий энергетического машиностроения, производителей различной бытовой техники. Но постепенно понятие "САПР высокого уровня", изначально определявшее систему, обладавшую передовыми функциональными возможностями, стали трактовать как "непомерно дорогую систему на очень дорогих рабочих станциях". Разговаривая с потенциальными

пользователями Unigraphics, чаще всего сталкиваешься именно с таким представлением. Причин тому несколько. Во-первых, в 90-х годах стоимость мощной рабочей станции действительно составляла несколько десятков тысяч долларов, а затраты на комплектующие и обслуживание были несопоставимы с аналогичными расходами для персональных компьютеров. Во-вторых, операционная система UNIX и соответствующее программное обеспечение всегда носили отпечаток некой элитарности (читай — дороговизны). Наконец, пока на рынке систем автоматизированного проектирования кроме пакетов высокого уровня и 2D-систем оформления конструкторской документации практически не существовало других решений, производителям систем высокого уровня ничто не мешало поддерживать высокий уровень цен.

Ситуация стала меняться в 1995-м. Появилась первая версия Unigraphics, функционирующая на платформе Intel под управлением Microsoft Windows (тогда это была версия Windows NT 3.51). К тому времени персональный компьютер Pentium 133 с 64 Mb RAM — вполне работоспособная конфигурация для тогдашней версии UG — уже не занимал верхних строчек в прайс-листах компаний, предлагающих оборудование.

На рынок программных продуктов вихрем, другого слова не подобрать, ворвались системы автоматизированного проектирования, которые стали относить к САПР среднего уровня: Autodesk Mechanical Desktop, Solid Edge, SolidWorks и ряд других. Эти программные продукты дали инженерам реальную возможность 3D-моделирования, формирования сборок и выпуска конструкторской документации — внешне это очень напоминало функциональность системы высокого уровня. А если учесть, что стоимость любого из перечисленных пакетов не превышает \$10 000 за рабочее место, — становится понятен огромный интерес к этим системам. Компания Consistent Software успешно внедрила Autodesk Mechanical Desktop на многих российских предприятиях, системы среднего уровня уверенно заняли свою нишу, применяются



для проектирования, конструирования достаточно сложных деталей, выпуска чертежей. Но для формирования огромных сборочных узлов, проведения инженерных расчетов, управления станками с ЧПУ возможностей систем среднего уровня недостаточно; теряются здесь и преимущества невысокой стоимости системы — все равно требуется приобретение специализированных приложений. К примеру, для организации сквозного цикла производства при изготовлении деталей из пластических материалов понадобится не только система проектирования изделия: необходимы и программа для проектирования пакета прессформы (MoldWorks, MoldCreator, JPK Mould), и система анализа процесса заполнения формы (Part Adviser, Mold Adviser). При изготовлении рабочих частей на станках с ЧПУ (возможно, иным способом их просто не изготовить) не обойтись без соответствующего программного пакета (SolidCAM, MasterCAM и др.). Если суммировать стоимость этих приложений — цифра будет сопоставима с ценой Unigraphics в соответствующей конфигурации.

Кроме того, при проектировании, например, пульта дистанционного управления телевизором и оснастки для его изготовления возможностей системы среднего уровня хватит с запасом, но для разработки корпуса современного телевизионного приемника — сложнейшей прессформы со множеством компонентов — потребуется более мощная система проектирования.

А что же Unigraphics? Компания Unigraphics Solutions (с 1998 года компания UG Solutions — дочернее отделение EDS) принимает решение приобрести у компании Intergraph пакет Solid Edge, продолжает разработку этого пакета уже на ядре Parasolid и реализует уникальную интеграцию систем высокого (Unigraphics) и среднего (Solid Edge) уровня, превратив потенциального конкурента в союзника.

При взаимодействии этих систем не только происходит передача гео-

метрических моделей, но и обеспечивается сохранение ассоциативности и возможности обновления сборок в обоих направлениях. Чтобы это стало реальным, системы должны иметь не только общее геометрическое ядро (Parasolid), но и общие системы именования топологии, идентификации ее изменения. Работая в связке Unigraphics и Solid Edge, можно использовать детали или сборочные узлы одной системы в другой и быть уверенным, что измененная деталь автоматически изменится в сборке, созданной в другой системе. Можно создать модель в Unigraphics, а чертеж оформить в Solid Edge. Изменения в модели Unigraphics автоматически обновят чертеж, созданный в Solid Edge. Возможна и обратная ситуация. Можно создать модель Solid Edge и использовать Unigraphics для программирования обработки на станке с ЧПУ — изменение модели в Solid Edge приведет к автоматическому обновлению программы обработки. Обе системы, Solid Edge и Unigraphics, полностью интегрированы с системой iMAN, что обеспечивает доступ ко всем необходимым функциям iMAN прямо из Solid Edge и Unigraphics, а также синхронное управление спецификацией изделия.

В отношении цен на Unigraphics компания UG Solutions ведет доста-

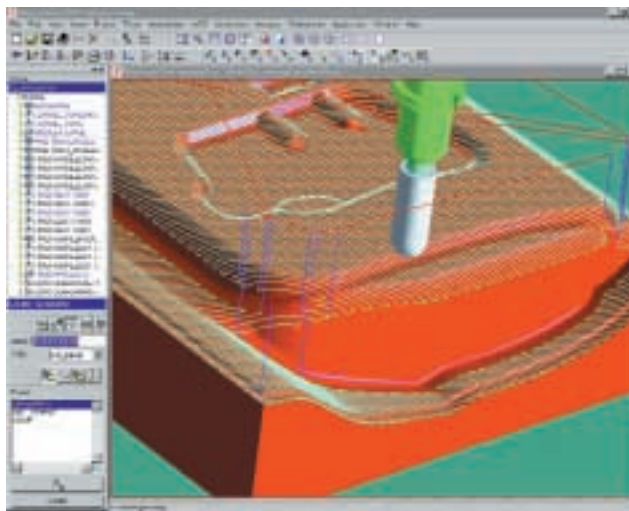
вания, оформления чертежей и набор трансляторов, не превышает магической цифры \$10 000. Добавив к перечисленному возможности поверхностного моделирования или модуль формирования сборочных уз-



лов, получаем рабочие места дизайнера внешнего облика будущего изделия и ведущего конструктора, разрабатывающего сложные узлы и агрегаты. Для проектировщиков изделий из пластических материалов предлагается специализированный набор мощных инструментов поверхностного и твердотельного моделирования, формирования литейной оснастки, управления станками с ЧПУ — полтора десятка модулей Unigraphics по цене много ниже суммарной стоимости входящих модулей. И, в любом случае, ниже суммарной стоимости приобретаемых по отдельности системы моделирования среднего уровня, САМ-приложения, пакета проектирования прессформ и т.д. Подобные пакеты UG существуют для дизайнеров, расчетчиков, технологов.

Unigraphics отметил десятилетний юбилей работы на различных предприятиях России. Компания Consistent Software готова предложить своим заказчикам этот современный, мощный программный комплекс для решения самых сложных проектных, конструкторских и производственных задач.

Юрий Чугушев
Consistent Software
 Тел.: (095) 913-2222
 E-mail: jura@csoft.ru



точно гибкую политику: стоимость базового модуля, включающего функции твердотельного моделиро-

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХТРАНА В ДЕРЕВООБРАБОТКЕ

Макроэкономическая ситуация в России благоприятствует деревообрабатывающей промышленности — отрасль на подъеме. Образуются новые предприятия, а многие из уже существующих оснащают свое производство новым, работающим под управлением компьютеров оборудованием. Все чаще они останавливают выбор на обрабатывающих центрах, производящих различные операции фрезерования, сверления, пазования, пиления и позволяющих за одну-две установки детали произвести в автоматическом режиме множество операций. Однократная установка детали на рабочем столе, точность работы оборудования радикально улучшают качество обработки.

Обрабатывающие центры фирм IMA, Biesse, SCM основаны на новейших достижениях машиностроительной технологии, но эффективность этих станков зависит и от возможностей ПО, которое используется для их программирования.

Компания Biostar Carving Wood, — специализирующаяся на выпуске деталей из плитных материалов, в основном для зарубежных заказчиков, — приобрела итальянский обрабатывающий центр SCM Record 130 и почти сразу столкнулась с проблемой

программирования станка для выпуска широкой гаммы изделий. На этапе пуско-наладочных работ выяснилось, что в стандартном пакете программного обеспечения ничего не предусмотрено для оптимизации фигурного раскроя деталей из плитных материалов (ДСП, фанеры, МДФ и т. п.), а программирование станка производится вручную с использованием похожего на Basic языка сервисной программы.

Оставив попытки работать на базе стандартного пакета, Biostar Carving

но-промышленную эксплуатацию на производстве Biostar Carving Wood.

Импорт файлов и оптимизация расположения деталей

Чертежи деталей, подготовленные в AutoCAD или SolidWorks, компания Biostar Carving Wood получает в виде файлов на различных носителях или по сети Internet. Процесс формирования базы данных деталей программы Техтран Раскрой листового материала основывается на импорте файлов этих чертежей (рис. 1).

Одной из важных составляющих процесса производства является оптимизация раскроя деталей на столе обрабатывающего центра. При заданных входных параметрах плитного материала (длина, ширина, толщина, учет направления волокон) оператор или оптимизирующая программа должны наилучшим образом расположить на нем детали. Оказалось, что при более чем четырех типоразмерах деталей оператор уже не сумеет сделать это правильно и оперативно — необходима программа оптимизации раскроя Техтран Раскрой листового материала.

Используя программу, оператор нашей компании за считанные минуты производит на своем компьютере оптимизацию раскроя. Сформировав в соответствии с заказом

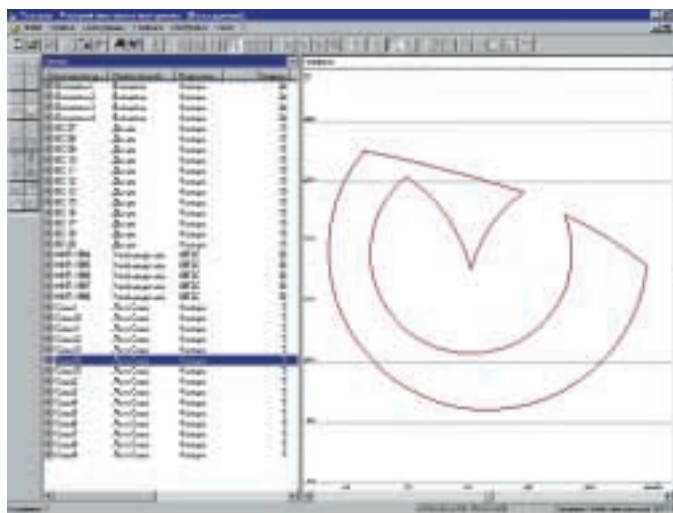


Рис. 1. База данных деталей

Wood обратилась в компанию "НИП-Информатика". Здесь-то искомое решение и появилось: "НИП-Информатика" адаптировала под нужды заказчика программный комплекс Техтран, который проходит сейчас опыт-



Рис. 2. Размещение деталей на листе



Рис. 3. Построение траектории инструмента

комплект деталей и задание на раскрой, задав параметры листа раскроя, можно в автоматическом или ручном режиме размещать детали. Размещение производят с учетом заданных расстояний до края листа и между деталями, а расстояния выбираются исходя из диаметров фрез, производящих обработку (рис. 2).

Результат оптимизации расположения деталей на листе сохраняется в файле формата DXF и является исходным при получении с помощью программы Техтран Фрезерная обработка управляющей программы для станка.

Технологическое проектирование процесса обработки раскраиваемого листа и получение управляющей программы

Программа Техтран Фрезерная обработка позволяет программировать все движения фрезы или сверла. Для фрезы можно задавать параметры входа в материал и выхода из него (скорость, траектория входа и выхода, перебег, точки входа и выхода и т. д.), а также параметры работы (скорость и направление движения, припуски, резка по контуру, фрезерование областей по спирали,

Tips and tricks

AutoCAD 2000i и Microsoft Office

После установки AutoCAD 2000i или продуктов на его базе Microsoft Office может работать некорректно. Это связано с ошибкой записи в реестр и проявляется только для программ Microsoft Office, установочный диск которых имеет ключ, начинающийся на GC6J3. Более детальное описание проблемы и рекомендации по ее решению — на web-сайте компании Microsoft (параграф Q255503):

<http://support.microsoft.com/support/kb/articles/Q255/5/03.asp>

Совместим ли AutoCAD 2000i и AutoCAD LT 2000i с операционной системой Microsoft Windows Me?

Специалисты технической поддержки Autodesk протестировали работу AutoCAD 2000i и AutoCAD LT 2000i под ОС Microsoft Windows Me. Никаких ошибок и проблем несовместимости выявлено не было. Однако Autodesk пока не заявляет Microsoft Windows Me в качестве официальной платформы для AutoCAD 2000i.

Штриховка незамкнутых областей в AutoCAD (Применение команды Hatch (Штриховка) в командной строке)

В некоторых случаях необходимо заштриховать ту или иную область на чертеже, при этом сам ограничивающий контур штриховки отсутствует.

Вы можете воспользоваться опцией команды _Hatch (Штриховка) из командной строки.

Command: HATCH

Enter a pattern name or [?/Solid/User defined] <U>:

Specify angle for crosshatch lines <0>:

Specify spacing between the lines <1.0000>:

Double hatch area? [Yes/No] <N>:

Select objects to define hatch boundary or <direct hatch>:

Select objects:

Retain polyline boundary? [Yes/No] <N>:

Далее вам предлагается очертить контур заштриховываемой области. После его прочерчивания и генерации штриховки контур автоматически удаляется.

Specify start point:

Specify next point or [Arc/Length/Undo]:

Specify next point or [Arc/Close/Length/ Undo]:

Specify next point or [Arc/Close/Length/ Undo]:

Specify next point or [Arc/Close/Length/ Undo]:

Specify start point for new boundary or <apply hatch>:

Советы по использованию горячих кнопок в AutoCAD

Для быстрого переключения между несколькими режимами объектной привязки вы можете использовать горячие кнопки — например, функциональные.

Чтобы добавить комбинацию привязок "конечная точка" + "середина" + "центр", устанавливаемых при нажатии на клавишу F11, достаточно дописать в файл меню AutoCAD в раздел "ACCELERATORS" следующий текст:

```
***ACCELERATORS  
[F11]endp+mid+cen
```

зигзагу и пр.). Для сверла задаются глубина сверления, недоход, скорость подачи, выстой и т.д. (рис. 3).

В процессе технологического проектирования кроме создания программы раскроя проектируется и процесс изготовления фальшстола на основе контуров раскраиваемых деталей. Траекторию движения инструмента можно анализировать в изометрическом представлении — если двумерное представление не дает полной ясности. Работу с однотипными программами раскроя значительно ускоряет возможность использовать единой заданный набор инструмента и параметров его работы (глубина, подход-отход и др.): изменяется только описание контуров.

Генерация управляющей программы для SCM Record 130 осуществляется написанным специально для этого станка пост-процессором. Возможности текстового редактора Техтран позволяют оперативно вносить исправления в текст управляющей программы. Ее загрузка в поставляемую со станком программу Xilog (рис. 4) не требует от оператора никаких дополнительных действий.

Техтран позволяет быстро рассчитать необходимое количество материала, время обработки изделий на станке и реальный срок выполнения заказа.

Использование программного комплекса Техтран позволило компании Biostar Carving Wood в десятки раз сократить время прохождения заказа (от получения запроса до запуска изделия в производство). Точность работы станка, дополненная точностью и коррект-

ностью работы программного обеспечения, дает возможность по-настоящему эффективно использовать дорогостоящее оборудование.

*Валерий Кузевич,
Сергей Лантев
Компания Biostar Carving Wood
Тел.: (812) 462-1868
E-mail: biostar@comset.net*

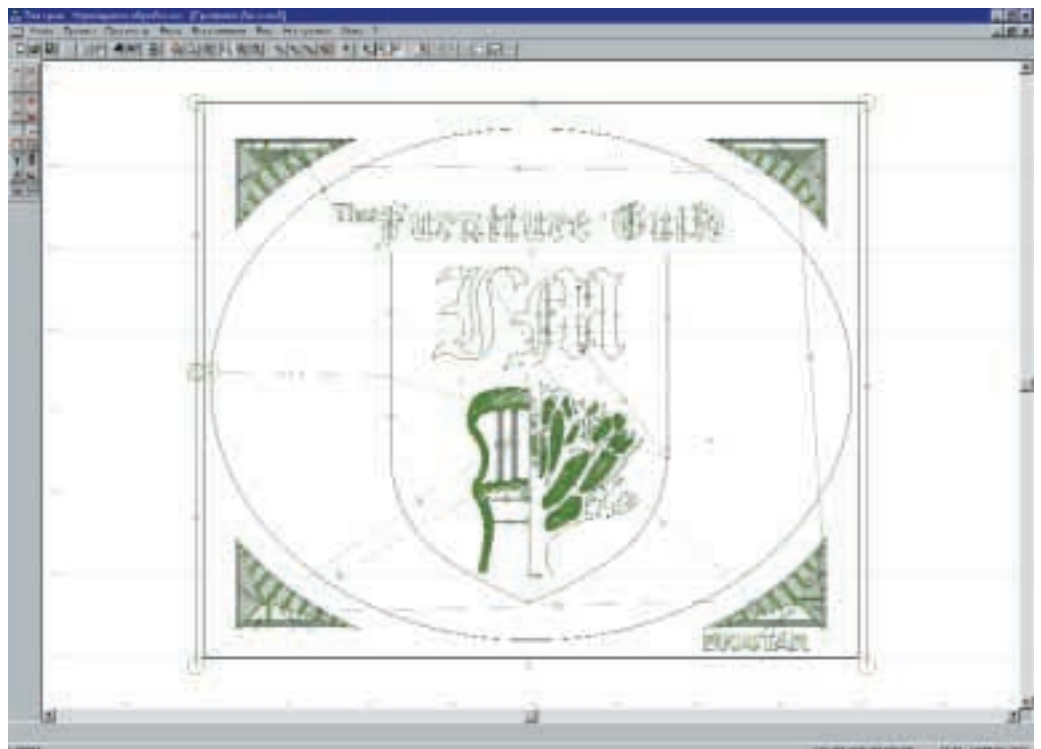
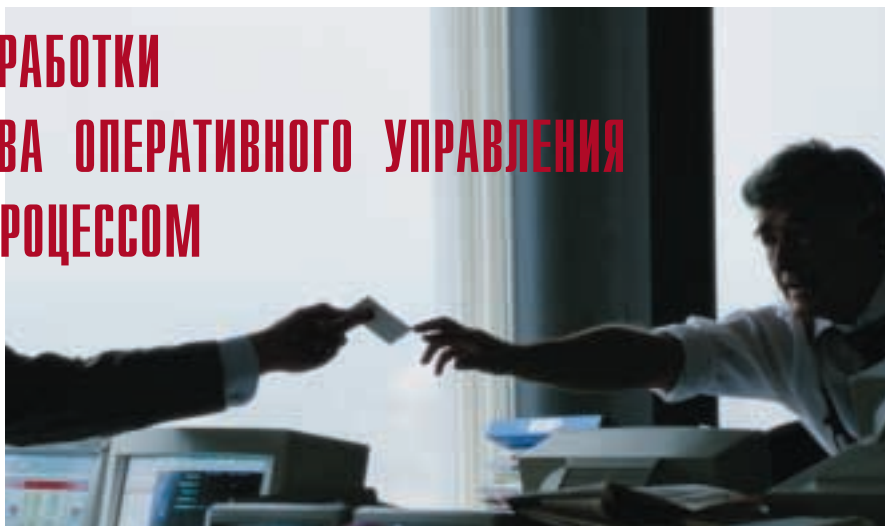


Рис. 4. Отображение управляющей программы на экране управляющего компьютера

СИСТЕМА СБОРА И ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ — ОСНОВА ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫМ ПРОЦЕССОМ

Когда вы устранили невозможное, все, что остается, даже невероятное, должно быть правдой.

Артур Конан Дойль. "Знак четырех"



Эффективность деятельности современных промышленных предприятий — а это сложные организационно-технические системы — напрямую зависит от эффективности управления всеми производственными процессами и тем, что с этими процессами связано: информационными и материальными потоками на всех стадиях выполнения заказа. Автоматизированное рабочее место (АРМ) руководителя, созданное на базе интегрированной системы технологической подготовки и оперативного управления производством "ФОБОС", позволяет в реальном времени обрабатывать необходимую информацию и контролировать проходимость заказов.

Качество и эффективность технологии управления информационными потоками — основа выживания и экономического развития предприятий, определяющая их способность быстро адаптироваться к изменяющимся внешним условиям. Одним из наиболее распространенных в мире методов управления производством стал разработанный в США стандарт MRP II (Manufacturing Resource Planning): набор проверенных на практике разумных принципов, моделей и процедур управления и контроля, кото-

рые обеспечивают рост показателей экономической деятельности предприятия. Для достижения такого роста, а также повышения качества производства предусмотрен международный стандарт по управлению качеством процессов ISO 9000, который обязывает предприятия следовать упомянутым моделям стандарта MRP II. Еще одна важная концепция развития современного машиностроительного предприятия — так называемая CALS-технология (Continuous Acquisition and Lifecycle Support): повышение эффективности промышленного сектора экономики за счет применения современных информационных технологий, обеспечивающих процессы,

протекающие в течение всего жизненного цикла продукции и ее компонентов.

Отечественная система внутрицехового управления "ФОБОС", базирующаяся на вышеописанных принципах, предоставляет новые возможности, реализованные на автоматизированном рабочем месте (АРМ) руководителя. Перечислим только основные: прослеживаемость и идентификация производственных процессов в соответствии с требованиями стандарта ISO 9000, контроль выполнения производственного заказа и управление им, контроль технологических и материальных потоков. Цель создания нового АРМ — продвижение к практической реализации CALS-технологий.

Для сбора и анализа актуальной информации о состоянии работ на конкретных участках предприятия, ее визуализации в удобном для руководителя виде в состав АРМ руководителя включены модули, обеспечивающие следующие возможности:

1. Интерактивный ввод и редактирование связей информационных процессов в соответствии с организационно-штатной структурой производственного подразделения.

Исследования организации инструментального производства в больших производственных объединениях

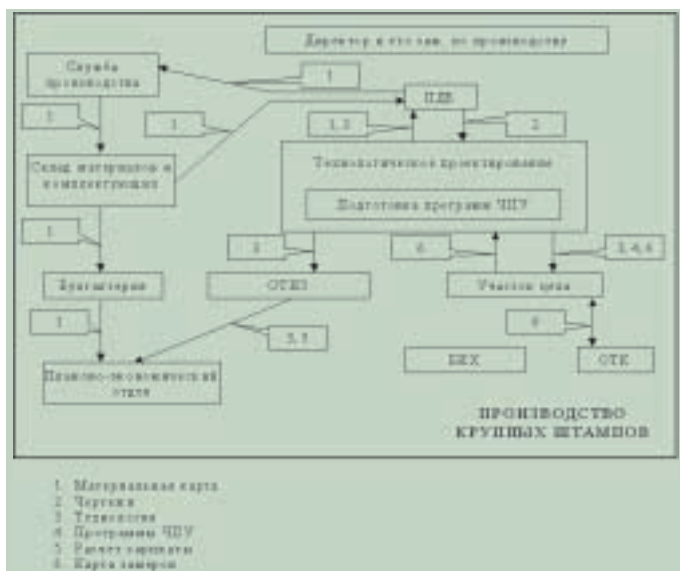


Рис. 1. Фрагмент функциональной структуры производства крупных штампов и прессформ (ОАО "Москвич")



Рис. 2. Интерактивный ввод и редактирование связей информационных процессов в соответствии с организационно-штатной структурой производственного подразделения



Рис. 3. Оценка состояния готовности заказа и загруженности подразделения

(ОАО "Москвич", АМО "ЗИЛ") доказали возможность разработки для этого типа мелкосерийного производства типовой спецификации функциональной структуры производства (рис. 1).

Разработка и использование функциональной структуры производства (для создания шаблонной модели процесса выполнения заказа) позволяют существенно упростить процесс настройки АРМ руководителя на параметры конкретного предприятия (рис. 2).

Кроме того, использование такой структуры производства, а также специально разработанного пользовательского интерфейса помогает более наглядно проследить состояние заказа и степень загруженности подразделения.

2. Оценка состояния готовности заказа и загруженности подразделения.

Программный модуль АРМ предоставляет возможность контроли-

ровать производственный процесс в различных подразделениях предприятия — таких, как технологическое бюро, группа подготовки управляющих программ, служба комплектации и другие (рис. 3).

Оценка работы подразделения возможна как в целом, так и индивидуально, по конкретным сотрудникам. Например, при просмотре итогов работы технологического бюро руководитель, нажав кнопку "Фильтровать", выбрав нужный номер заказа и указав любого сотрудника из списка, может просмотреть процент готовности материальных карт и технологий выбранного заказа, оценить отставание от сроков сдачи этого заказа применительно к указанному сотруднику.

Для наглядности используется цветовая индикация. Зеленый цвет означает, что работа выполняется без отступлений от графика. Желтый указывает на возможность появления проблем, определяемых некоей системой критериев (например, за 60% отведенного времени задание выполнено лишь на треть; до планового срока окончания работ остается критически малое количество дней). Красный — показатель неблагоприятия: в контрольные сроки работа завершена не будет.

Модуль позволяет оценить степень загрузки подразделения

по конкретному заказу (фильтруются только заказы) и в целом (имена сотрудников и заказы не фильтруются) (рис. 3).

3. Сбор информации о состоянии текущих работ сотрудника подразделения.

Согласно функциональной структуре производства, настроенной на конкретное предприятие, для каждого сотрудника подразделения создается модуль сбора информации о состоянии текущих работ. Этот модуль обеспечивает поиск всех выполняемых сотрудником заказов, автоматически выводит

для каждого изделия процент готовности и визуализирует результаты в удобном для пользователя виде. Например, для технологического бюро вычисляется процент заполнения материальных карт и технологий по каждому заказу и чертежу, с которыми работает сотрудник. При необходимости данные могут корректироваться. Срок сдачи работы определяет руководитель подразделения. Цветовая индикация, визуально представляющая состояние работ, аналогична той, что принята в модуле оценки состояния заказа и готовности подразделения (рис. 4). Для удобства сравнения и оценки показателей текущих работ предусмотрена возможность фильтрации по заказам и распечатки полученного отчета.

Модуль устанавливается на компьютерах рабочих мест всех сотрудников контролируемых подразделений, которые в свою очередь должны быть подключены к единой информационной локальной сети предприятия. Накопленная информация о состоянии работ оперативно визуализируется на рабочем месте руководителя производства.

Визуализация итоговой информации о работе подразделений предприятия производится в двух режимах:

- табличном (модуль оценки состояния готовности заказа и загруженности подразделения) (рис. 3);
- графическом (при помощи диаграммы Ишикавы).

Понятная и наглядная, диаграмма Ишикавы стала в последнее вре-

Имя заказа	№ заказа	№ сотрудника	Статус	Процент готовности
Заказ 1000000001	1000000001	Иванов И.И.	Зеленый	100%
Заказ 1000000002	1000000002	Петров П.П.	Желтый	60%
Заказ 1000000003	1000000003	Сидоров С.С.	Красный	20%

Рис. 4. Сбор информации о состоянии текущих работ

Tips and tricks



Рис. 5. Визуализация итоговой информации о работе подразделения при помощи диаграммы Ишикавы

мя мировым стандартом: именно так предписывает представлять информацию ISO 9000. Кроме наглядности и надлежащей документированности информации, ISO 9000 предъявляет также жесткие требования к прослеживаемости, идентифицируемости самих объектов производства и реализуемых при этом технологических процессов.

Диаграмма Ишикавы отдаленно напоминает рыбий скелет: отдельные участки (направления) изображаются здесь как отходящие от центра ветви. Применяется цветовая индикация, отражающая состояние дел в каждом производственном подразделении или отделе.

Степень иерархической вложенности подразделений может быть произвольной (например: завод — направления — цеха — отделы (производственные участки) — ответственные исполнители (сотрудники)). Одновременно на экране показыва-

ются все отделы одного уровня и их подразделения (рис. 5).

В любой момент на дисплее компьютера руководителя визуализируется небольшое окно статуса, цвет которого отображает состояние дел в подразделении. Щелкнув на этом окне мышью, руководитель открывает диаграмму Ишикавы, показывающую подразделения, отделы предприятия и их общую степень готовности. Можно "путешествовать" по структуре, указывая на диаграмме названия соответствующих отделов, или просмотреть все заказы, которые выполняются тем или иным отделом. Например, чтобы оценить состояние работ подразделения либо отдельного сотрудника, достаточно указать интересующую фамилию или отдел — на экране появится интерфейс модуля оценки состояния готовности заказа и загрузки подразделения для соответствующего отдела или сотрудника (рис. 3). При выборе конкретного оборудования какого-либо участка на экране визуализируется интерфейс системы "ФОБОС", показывающий состояние и степень готовности работ (рис. 6).

АРМ руководителя реализовано с

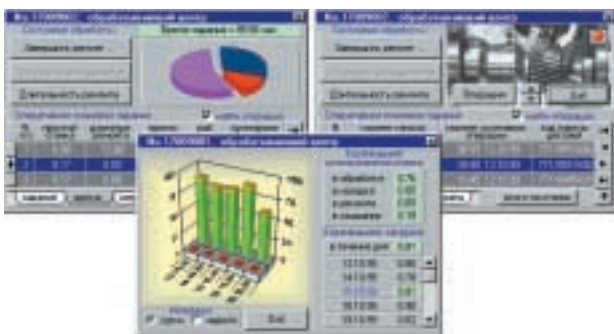


Рис. 6. Визуализация итоговой информации о работе конкретных станков цеха

Copy/Paste в другие программы без цвета текущего фона

Если вам нужно копировать AutoCAD DWG в документ Microsoft Word или другой документ Office, но вы забыли переключиться на белый цвет фона в AutoCAD, достаточно изменить значение системной переменной WMFBKGND в "OFF". В этом случае вставляемые объекты будут иметь белый цвет фона (background color).

Внимание! Объекты AutoCAD белого цвета (на черном фоне) не будут видны в документе MSOffice.

Утилита объединения линий и дуг в полилинию (JOINER.LSP)

JOINER.LSP — программа на AutoLISP, объединяющая в автоматическом режиме все дуги и линии в полилинию.

1. Перенесите из проводника в редактируемый файл программу JOINER.LSP для ее загрузки.
2. Вызовите из командной строки программу, набрав Joiner.
3. Программа не требует указывать графические элементы.

Список слоев не отсортирован по алфавиту

В некоторых чертежах выпадающий список слоев на панели инструментов "Object Properties" ("Свойства объектов") не отсортирован по алфавиту. Это приводит к тому, что поиск необходимого слоя занимает много времени.

Эта проблема связана с установленным значением системной переменной MAXSORT. Если количество слоев превышает значение переменной, сортировки не происходит. По умолчанию переменная MAXSORT установлена в значение 200. Если файлы содержат больше двухсот слоев, необходимо увеличить эту цифру.

Поддержка формата DXB (Drawing eXchange Binary) и др.

Для пользователей AutoCAD 2000 сообщаем, что поддержка формата DXB возможна при использовании обновления Plotting Update Patch (3,2 Мб). Помимо этого в обновление включены:

- Поддержка более 30 Calcomp моделей плоттеров.
- Возможность печати форматов A3, B4 и B5 бумаги для всех устройств HP-GL/2, включая Hewlett Packard LaserJet принтеры.
- Возможность вывода на печать из Microsoft Windows 2000 Professional.
- Значительные дополнения для драйверов Hewlett Packard DesignJet Windows system printer driver при работе в Windows 95/98.

Дополнительные усовершенствования для плоттеров Hewlett Packard 7600

Plotting Update Patch можно найти на www.autodesk.com.

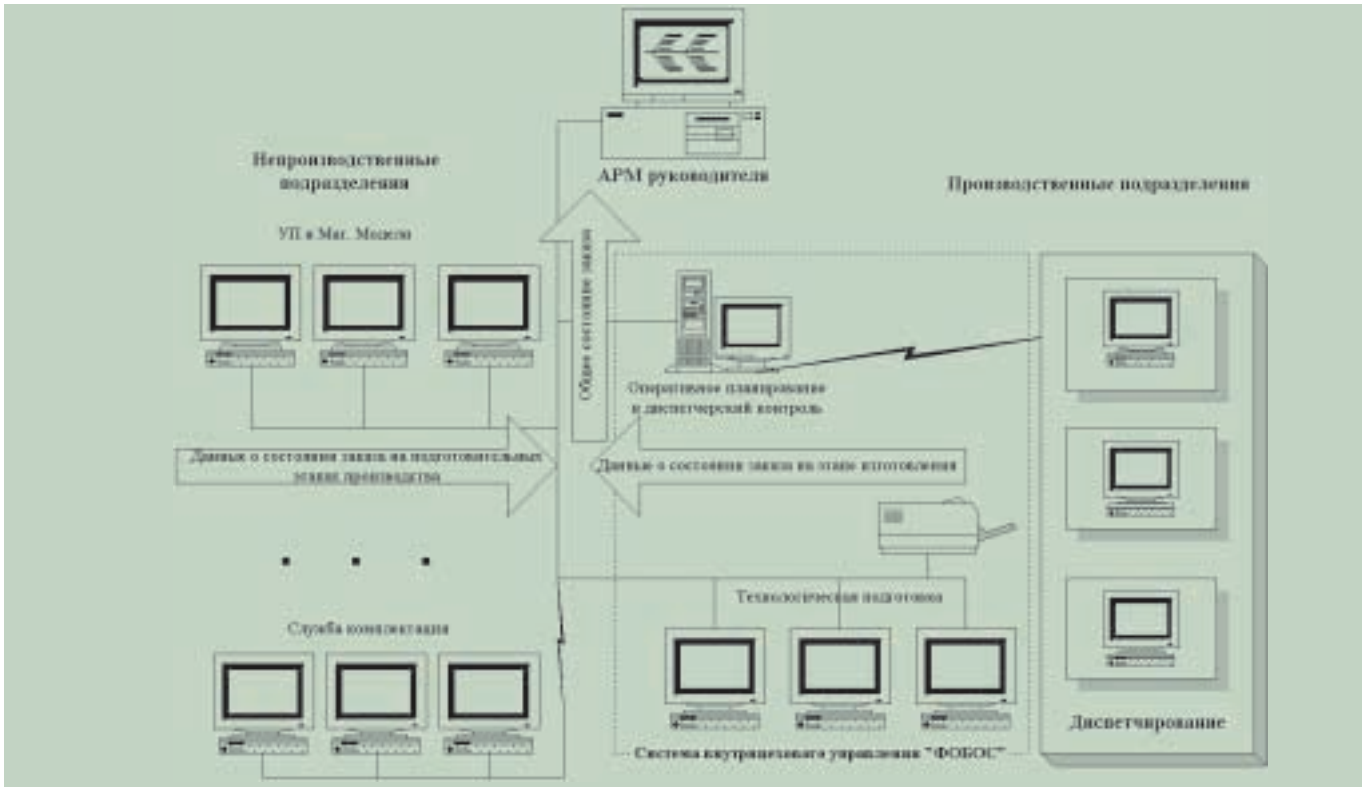


Рис. 7. Конфигурация информационной сети системы сбора и обработки информации для оперативного управления производством

гии клиент-сервер, использующей распределенную сетевую модель данных, и представляет собой комплексное клиентское место, серверами для которого являются объединенные в единую сеть рабочие места сотрудников подразделений. Конфигурация информационной сети показана на рис. 7.

Эффективная интеграция отдельных рабочих мест в единый информационный комплекс обеспечена использованием клиент-серверной технологии DCOM (Distributed Component Object Model). Такая технология представляет собой глобальный интерфейс для создания программных компонентов (СОМ-объектов), которые можно в любом сочетании совместить с другими компонентами. СОМ-объекты существуют и взаимодействуют друг с другом в пределах не только одного компьютера, но и компьютерной сети, на распределенных платформах Интернет или Интранет. Использование технологии DCOM для создания АРМ руководителя позволило реализовать ряд преимуществ:

- **Ассоциативность и оперативность.** Данные, которые загружает АРМ руководителя — при-

ложение-клиент, сохраняют связь с рабочим местом сотрудника подразделения — приложением-сервером. Все изменения, вносимые на данном рабочем месте, оперативно отображаются на клиенте.

- **Отсутствие файлового обмена данными.** Технология DCOM обеспечивает более быстрый обмен данными между разными распределенными приложениями.
- **Гибкость.** АРМ руководителя может подгружать и визуализировать данные с различных приложений-серверов, которые легко настраиваются и изменяются для конкретных подразделений.
- **Распределенность.** Данные, необходимые для управления производством, собираются со всех подразделений предприятия, которые, благодаря технологии DCOM, могут находиться на распределенных платформах Интернет или Интранет, — удаленность подразделений не имеет значения.

Таким образом, АРМ руководителя, входящее в состав интегрированной системы технологической подготовки, оперативного планирования и диспетчерского контроля "ФОБОС",

позволяет эффективно управлять выполнением производственного заказа во всех подразделениях и отделах предприятия, однозначно описывать текущее состояние изделия, обеспечивать соблюдение основных производственных стандартов, связанных с идентификацией и прослеживаемостью материальных и информационных потоков объектов производства и реализуемых при этом технологических процессов, что приводит к качественному улучшению процесса управления предприятием.

Саркис Асатрян
ОАО "Москвич"
Тел.: (095) 177-9100
E-mail: sako2000@mtu-net.ru
Николай Корчашкин
Московский государственный
технологический
университет "СТАНКИИ"
Тел.: (095) 972-9486
E-mail: kolya@polets.ru
Евгений Фролов
"Агентство индустриального
развития"
Тел.: (095) 359-5152
Факс: (095) 253-1692
E-mail: fobos@sl.ru

ELCUT —

ИНЖЕНЕРНАЯ СИСТЕМА МОДЕЛИРОВАНИЯ ДВУМЕРНЫХ ФИЗИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ

Определить вращающий момент электродвигателя, оценить взаимовлияние соседних проводящих дорожек на печатной плате, рассчитать тепловые потоки и мощности в системе электрообогрева лестничных ступеней, наглядно увидеть распределение вихревых токов и температур в устройстве индукционного нагрева — что общего между этими задачами? Все они решаются путем моделирования двумерного поля, и все являются примерами использования системы ELCUT.

Моделировать поле — когда и зачем?

Проектирование большинства электромеханических изделий начинается с фазы расчета. Специальные подразделения определяют на основе проектных требований основные конструктивные размеры изделия, подбирают необходимые материалы и верифицируют полученные данные путем поверочного расчета. Сколько-нибудь сложное изделие подвергается при этом расчету в нескольких аспектах — выполняются расчеты магнитной цепи, электрической прочности, температурного состояния, вентиляции и охлаждения, механической прочности в рабочих и аварийных режимах. Как правило, каждый расчет выполняется в двух

направлениях: сначала синтез, когда на основе проектных требований выбираются геометрические размеры и физические параметры проектируемого изделия, а затем, на стадии анализа, детально проверяются корректность и оптимальность принятых решений.

Практически все виды расчетов, используемых в проектировании подобных систем, основаны на анализе соответствующего физического поля. И, тем не менее, в большинстве случаев непосредственное моделирование поля не выполняется. В чем тут дело? Между моделированием картины поля в устройстве и инженером-расчетчиком, как правило, стоит так называемая инженерная методика. Отталкиваясь от априорного представления о характере распределения поля в стандартизованной геометрической конфигурации, она сводит задачу к некоторой метафоре — упрощенной модели, удобной для манипулирования в задачах анализа и синтеза. Чаще всего такой метафорой является понятная всем инженерам электрическая цепь, методы анализа которой разработаны столетие назад. Совершенствование методики обычно означает добавление новых элементов эквивалентной электрической цепи и уточнение методов подбора их параметров.

Принципиальная ограниченность инженерных методик понятна всем. Чем более сложная схема замещения применяется для моделирования необычной или предельно нагруженной конструкции, тем более неопределенными становятся значения параметров этой эквивалентной схемы. Прекрасный анализ подобной ситуации, когда усложнение модели, неизбежно сопровождающееся уменьшением надежности ее параметров, приводит к менее обзримым и надежным результатам, можно найти в статье "О расчетных моделях сооружений и возможностях их анализа" (CADmaster, № 3, 2000).

Что же предлагается взамен бесконечного уточнения эквивалентных схем и других упрощающих инженерных метафор? Ответ известен уже по меньшей мере два десятилетия: применение программ прямого моделирования физических полей. Методы моделирования, из которых наиболее популярен метод конечных элементов, хорошо изучены, рынок соответствующих программных средств сформирован. Однако следует констатировать, что широкое применение полевого моделирования является в проектной практике скорее приятным исключением, нежели хорошей привычкой и повседневной необходимостью. Причина кроется не только в заметной цене доступных на рынке коммерческих программ, исчисляемой пятизначными (в долларах) цифрами, но и в высокой сложности их использования. Освоение приемов работы с большой многофункциональной конечно-элементной системой требует от нескольких дней до нескольких недель. Обычно в проектных организациях такую систему эксплуатируют специально подготовленный специалист или подразделение, что препятствует широкому использованию моделирования полей в качестве повседневного подручного средства инженера-расчетчика. Это же обстоятельство создает ложное впечатление, что полевое моделирование полезно только при поверочном анализе уже спроектированной системы и не может быть применено для

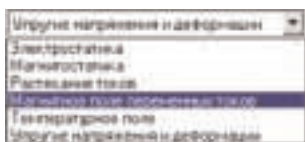
быстрых многовариантных расчетов, характерных для фазы синтеза.

Сделать полевое моделирование повседневным конструкторским инструментом — такая задача была поставлена перед разработчиками ELCUT: российского инженерного пакета моделирования двумерных физических полей. За 11 лет коммерческого существования пакета десятки российских и сотни зарубежных фирм и университетов по достоинству оценили две главные особенности ELCUT: предельную дружелюбность интуитивно понятного интерфейса пользователя, а также беспрецедентно высокую скорость расчета.

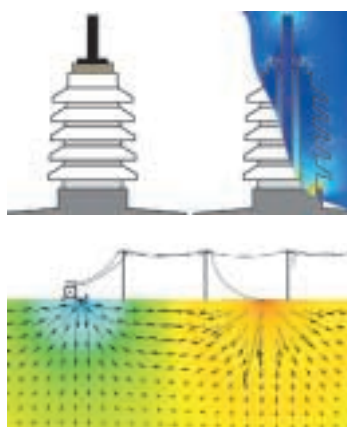
Классы решаемых задач

Будучи двумерным пакетом, ELCUT может решать любую задачу только в плоскопараллельной или осесимметричной геометрии.

Решение задачи в ELCUT начинается с выбора формулировки.

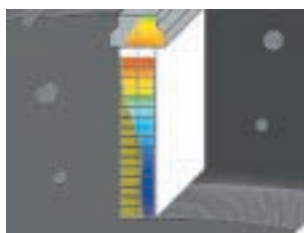


Классическая формулировка задачи электростатики дополнена здесь родственной ей задачей растекания токов в массивной проводящей среде.



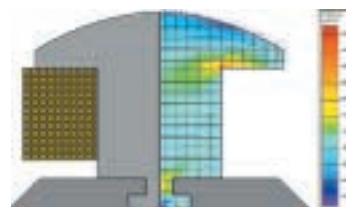
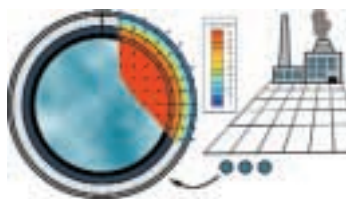
Нелинейная задача магнитостатики записана относительно векторного магнитного потенциала. Родственная ей задача магнитного поля переменных токов сформулирована в предположении, что все источни-

ки (токи) в системе изменяются во времени синусоидально с заданной частотой, и такой же характер имеет временное изменение поля. В этой постановке задача описывается уравнением относительно комплексного векторного магнитного потенциала, что естественно ограничивает нас классом материалов с постоянной магнитной проницаемостью.

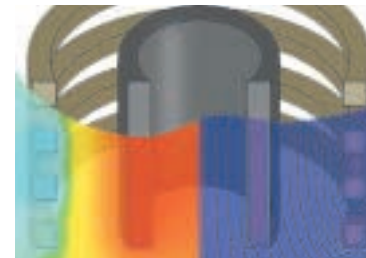


Задача расчета температурного поля допускает несколько видов нелинейности. Во-первых, теплопроводность может зависеть от температуры, во-вторых, можно определить источник поля, тепловая мощность которого будет зависеть от температуры, и, в-третьих, граничное условие радиационного теплообмена также приводит к нелинейной задаче.

Задача расчета упругого состояния сплошной среды в плоскопараллельном случае может быть сформулирована как задача плоских напряжений или плоских деформаций.



Кроме "чистых" задач ELCUT способен также решать связанные задачи. Например, рассчитанное температурное поле может быть учтено в задаче прочности; магнитные силы, возникающие, скажем, при коротком замыкании обмоток трансформатора, могут быть учтены при расчете механической стойкости обмоток и элементов их крепления.



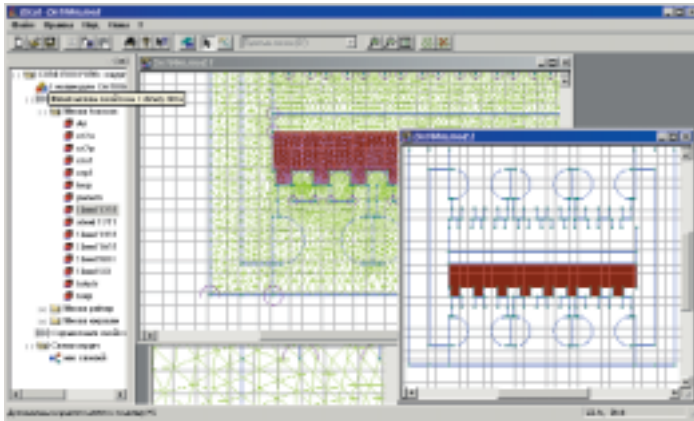
Омические потери в проводниках, в том числе от вихревых токов, могут являться источниками тепла при расчете температурного состояния.

Геометрическая модель — ввод и дискретизация

Для работы с двумерной моделью в ELCUT имеется редактор геометрической модели. Он оснащен небольшим, но тщательно отобранным набором инструментов.

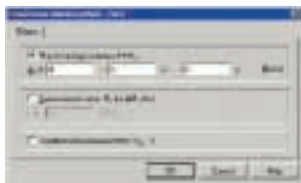
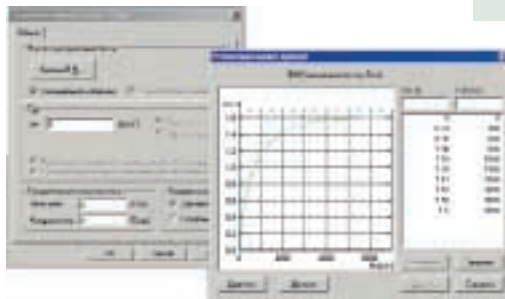
Пользователь рисует модель мышью на экране, оперируя с вершинами и соединяющими их ребрами — прямыми или дугами окружностей. Двойной щелчок мыши порождает вершину; протаскив мышку от начала ребра в его конец, мы полностью определяем ребро. По мере построения модели ребра делят плоскость чертежа на подобласти, но пользователю об этом заботиться не надо — формирование многоугольных подобластей происходит полностью автоматически. Пересечение ребер, многосвязные области, изолированные вершины, висящие ребра — все это обрабатывается автоматически и не требует внимания пользователя. Возможность ввода координат вершин и сетка привязки облегчают точный ввод данных с чертежа, а если этого недостаточно — можно использовать двусторонний интерфейс с CAD-системой через файлы DXF.

Имеются инструменты для геометрических трансформаций фрагментов модели, а также их размножения и копирования.



Закончив рисование модели, пора приступать к построению сетки. Как уже сказано, ELCUT использует метод конечных элементов. Пользователь пакета вполне может об этом и не знать, поскольку все процедуры метода скрыты в недрах программы и не требуют никакого вмешательства. К примеру, построение сетки треугольных конечных элементов может быть выполнено одним щелчком мыши. Такая автоматическая сетка всегда пригодна для начального прикидочного расчета, а во многих случаях подходит и для окончательного решения. Если этого недостаточно — можно сгустить или разредить сетку в нужных местах, указав желаемый пространственный шаг на любом наборе вершин. Генератор сетки работает в два этапа. (Сначала подобласти (в терминологии ELCUT — блоки) разрезаются на подблоки. При этом преследуются две цели: ликвидация геометрической многосвязности и оптимизация размера областей с точки зрения процесса решения.)

Для задания источников поля и граничных условий в редакторе модели нужно пометить геометрические объекты, которые понадобятся в дальнейшем, текстовыми метками (желательно mnemonicскими). В дальнейшем для каждой метки можно задать свойства материала, значения источников поля, граничные условия разных видов и пр. При этом физические свойства хранятся отдельно от геометрических данных, что облегчает многовариантные расчеты.



нее магнитное поле. Магнитные свойства материалов могут быть заданы кривой намагничивания или константой. В последнем случае допустима анизотропия свойств.

На внешних и внутренних (!) ребрах могут быть поставлены граничные условия следующих типов: заданный потенциал (условие Дирихле), заданная плотность потока (условие Неймана) и специальный вид условия Дирихле, при котором потенциал заданной поверхно-

сти сверхпроводник.

В задачах других типов виды граничных условий в целом аналогичны. Для задачи упругости нагрузками могут быть объемные, поверхностные и точечные силы, термические деформации. На отдельных ребрах могут быть заданы условия закрепления, линейно зависящие от

Источники поля и граничные условия

В магнитных задачах источниками поля являются токи (объемные, поверхностные или линейные), постоянные магниты и однородное внеш-

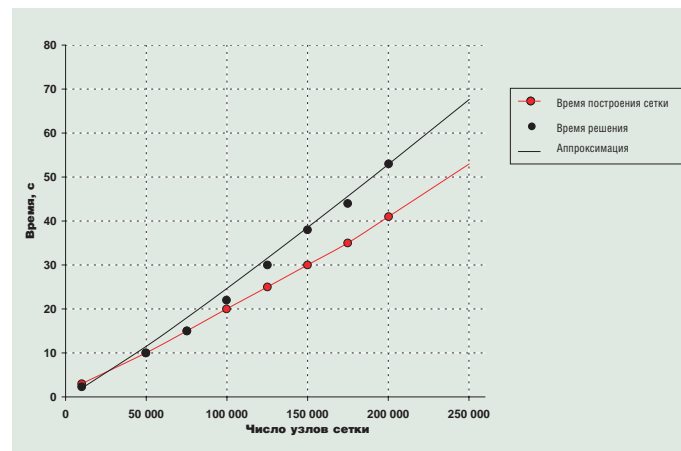
нее магнитное поле. Магнитные свойства материалов могут быть заданы кривой намагничивания или константой.

В тепловой задаче, помимо обычных, можно задать условия конвективного и радиационного теплообмена.

В задаче магнитного поля переменных токов в проводниках могут быть заданы токи или приложенные напряжения. Имеется также возможность указать последовательное или параллельное соединение проводников.

Решение задачи

Сильной стороной ELCUT является необычно высокая скорость ре-



шения задачи. Она достигается применением фирменной технологии "метод геометрической декомпозиции". С точки зрения решения разреженной системы линейных алгебраических уравнений это вариант метода сопряженных градиентов с преобуславливанием матрицы. Технология хранения матрицы и ее обращения основана на декомпозиции области расчета на подблоки заранее оцененного оптимального размера, которая выполняется еще на этапе построения сетки. Выше приведены результаты теста производительности на компьютере с процессором Intel Celeron 300A, объемом памяти 128 Мб.

Как можно видеть на графике, метод обеспечивает почти линейную (точнее — в степени 1.1) зависимость времени решения задачи от ее размерности, против квадратичного роста, характерного для большинства аналогичных пакетов.

Новости

Осе Technologies представляет новый мультизадачный репрографический комплекс TDS400

Компания Осе Technologies представила новый репрографический комплекс TDS400. Эта система, предназначенная для цифрового тиражирования, печати и сканирования широкоформатных документов, станет первой в новой линии оборудования Осе TDS (Technical Document Systems).

TDS400 — состоящая из плоттера, сканера и контроллера модульная система, центральное положение в которой занимает контроллер, — является мультизадачным комплексом, то есть предоставляет возможность параллельного выполнения процессов печати и сканирования, или сканирования в файл и копирования в реальном времени. Преемник Осе 9400(-II), TDS400 обладает всеми его возможностями, а также имеет улучшенные характеристики и дополнительные функции, располагает широким набором функций, присущих цифровым репрографическим комплексам (многократное копирование, трансформации, масштабирование оригинала и т. п.).

Входящий в состав комплекса плоттер — новейшая разработка компании. Построенный по электрографической технологии, он обеспечивает производительную печать и копирование документов. TDS400 — первая широкоформатная система с разрешением при печати 600x600 dpi, что обеспечивает точную прорисовку деталей, четкость линий и символов, равномерность и глубину заливок, превосходную передачу полутонов. Производительность — 2 А0/мин. Система не требует времени на прогрев и мгновенно переходит из состояния ожидания в рабочее.

TDS400 комплектуется одним или двумя рулонными автоподатчиками бумаги. Это означает, что в двухрулонном варианте возможна печать до 300 чертежей формата А0 (2 рулона по 175 метров) без участия оператора. Плоттер имеет функцию Auto Rotate, благодаря которой, например, при установке носителя формата А0 документы формата А1 будут размещаться на бумаге горизонтально, что сокращает время вывода и экономит бумагу. Благодаря улучшенной дозировке подачи тонера, его расход по сравнению с другими системами сокращен, так что одной заправки достаточно для печати приблизительно 1200 листов формата А1 при пятипроцентном заполнении. TDS400 поддерживает все популярные форматы данных — такие, как HP-GL, HP-GL2, Calcomp, Tiff, Cals, широко используемые в CAD и EDMS приложениях, а также ASCII-форматы. Дополнительно поставляется модуль поддержки PostScript® 3™, обеспечивающий прямую печать файлов PDF-форматов.

Сканер комплекса TDS400 обеспечивает разрешение 400x400 dpi, имеет встроенную трехступенчатую систему улучшения качества оригиналов и специальные режимы сканирования: линия/текст, фотоизображение, "синька". Предусмотрена работа с документами нестандартных форматов. Максимальная длина оригинала при копировании — 15 метров. Режим многократного копирования до 99 копий.

В конце января 2001 года Consistent Software проведет в Москве презентацию TDS400, а с 1 февраля системы поступят в продажу.

На практике это означает, что задача в 100 000 узлов может быть решена за несколько секунд на рядовом персональном компьютере. Именно это уникальное свойство ELCUT позволяет говорить о нем как о легком и удобном инструменте для ежедневного использования.

Анализ результатов

Основные виды анализа результатов решения в пакете ELCUT состоят в следующем:

- рисование картины поля различными способами;
- просмотр локальных значений поля "пробником";
- рисование графиков полевых характеристик вдоль заданного контура;
- вычисление интегральных величин по контуру и по объему;
- вычисление индуктивности, емкости и импеданса обмоток с помощью мастера;
- экспорт значений поля в другие программы вдоль контура и по площади с заданным шагом;
- вывод картинок в файл и на печать.

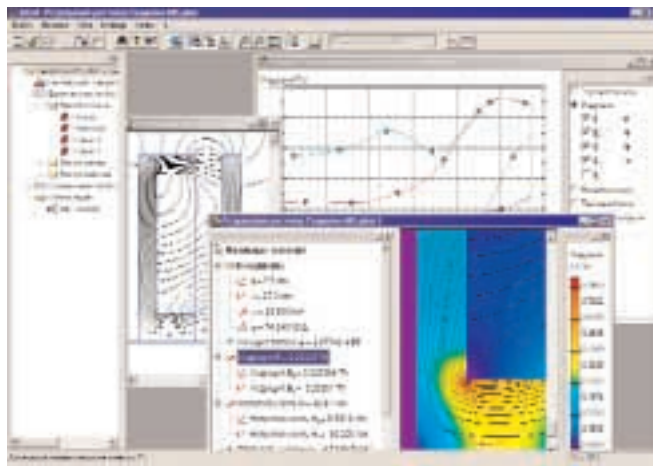
действующих или амплитудных значений.

Рядом с картиной поля можно увидеть панель "полевого калькулятора", в котором сведены локальные и интегральные значения, а также электротехнические параметры, вычисляемые с помощью мастера.

Инструмент рисования контуров позволяет задать разомкнутый или замкнутый контур, состоящий из отрезков и дуг окружностей. Этот контур используется для построения графиков, табулирования физических величин и вычисления интегралов. Интегральный калькулятор позволяет вычислять силу и момент, действующий на тела, погруженные в поле, потокосцепления, магнитодвижущую силу, тепловой поток, силу и момент реакции опоры, заряд проводника и множество других величин, важных для инженера-расчетчика.

Кто и как использует ELCUT?

Пакет ELCUT существует в двух ипостасях. Во-первых, это профессиональная версия, способная решать задачи размерностью несколь-



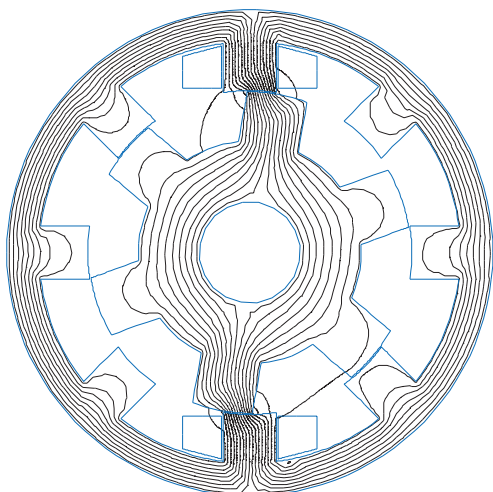
Для рисования картины поля применяются цветная заливка, изолинии потенциала (температуры), изображение векторных величин с помощью семейства направленных отрезков. В задачах упругости также используется рисование искаженной формы тела и главных значений тензора напряженности. В задачах магнитного поля переменных токов все физические величины вычисляются и изображаются в виде мгновенных,

ко сотен тысяч степеней свободы, во-вторых, — студенческая версия. Последняя отличается от профессионального пакета только двумя особенностями: она решает задачи с числом узлов сетки до 200 и распространяется абсолютно бесплатно, в частности через web-сайт кооператива "TOP" <http://www.tor.ru/elcut>.

Нелегко даже приблизительно очертить рамки задач, для решения которых использовался ELCUT. Ка-

жется, что применимость пакета ограничивается только фантазией пользователя и его умением видеть полевые процессы за привычными инженерными формулами. Известно много случаев использования ELCUT в биологии, медицине, химии, строительной механике, геофизике. Тем не менее можно утверждать, что применение ELCUT наиболее эффективно для проектирования электротехнических устройств.

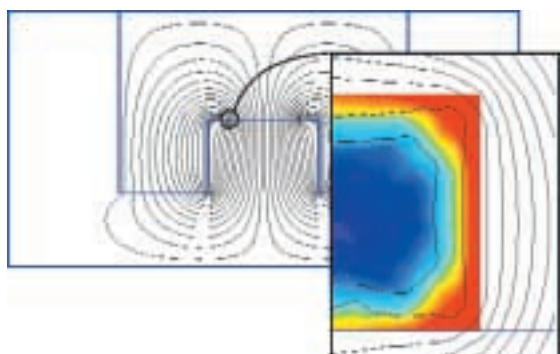
Чаще всего ELCUT применяется для расчета вращающего момента, потерь мощности и других характеристик электрических двигателей,



электрической прочности изоляционных конструкций — например, кабельных вводов,



индуктивности, емкости, волнового сопротивления и затухания линий передачи,



электрических и тепловых параметров установок индукционного нагрева, механической прочности катушек, создающих сильное магнитное поле.

Среди российских пользователей ELCUT — электромашиностроительные предприятия (Уралэлектротяжмаш, Электросила, Московский электростроительный завод), производители кабельной продукции (Севкабель, НИИ кабельной промышленности), приборостроительные организации (ЦНИИ Электроприбор, НИИ Домен, НПО Магнетон), научные центры (ФИАН им. Лебедева, Физико-технический институт им. Иоффе, НИИ электрофизической аппаратуры им. Ефремова, НИИ энергетики (Новочеркасск) и большое количество технических вузов.

Со следующего учебного года на электромеханическом факультете Санкт-Петербургского технического университета разворачивается программа широкого использования ELCUT, конечная цель которой — сделать полевые расчеты неотъемлемой частью хорошей инженерной практики.

Разумеется, никакая моделирующая программа не заменит инженерной интуиции, но правильный выбор инструмента позволяет минимизировать затраты, ускорить разработку и добиться оптимальных параметров проектируемого изделия. Не имеющая аналогов простота использования, широкий диапазон задач, высокая скорость и точность решения, умеренная цена во многих случаях делают ELCUT оптимальным выбором.

*Семен Дубицкий,
Владимир Поднос
ПК "ТОР"
Санкт-Петербург
Тел.: (812) 110-1659
E-mail: support@tor.spb.su*

Системы Хранения Данных

*Масштабному проекту
масштабируемые системы*

**Библиотечные,
иерархические
и оперативные
хранилища
данных от**

Hewlett-Packard,

NSM,

Plasmon...

**Масштабируемые
решения:**

с ростом
ваших потребностей
растут и возможности
систем.



Consistent Software®

Москва, 107066, Токмаков пер., 11.
Тел.: (095) 913-2222, факс: (095) 913-2221
E-mail: sales@csoft.ru Internet: http://www.csoft.ru

Векторизация XXI века

новый этап развития технологии

Слова об эффективности программной векторизации растровых изображений вызывают сейчас у большинства специалистов, которые пробовали пользоваться такими средствами при работе со сканированной технической документацией, скептическую улыбку. А зря.

Все течет, все изменяется, — сказал мудрец. Я бы добавил — развивается и совершенствуется. Новый уровень качества автоматической векторизации уже не за горами, точнее — он достигнут. Создание технологии распознавания растровых символов по образцам в сочетании с современными объектными способами представления графической информации создало предпосылки появления нового поколения средств векторизации растровой графики. Технология, получившая название *распознавание объектных моделей*, позволяет получить из растрового изображения не просто набор векторных примитивов (отрезков, дуг, окружностей и т.п.), но векторную математическую модель, состоящую из "интеллектуальных" объектов. Интеллект подразумевает знания об "окружающем мире", заложенные в векторные объекты. Эти знания дают программе возможность правильно связать объекты при распознавании и облегчают процесс последующего редактирования распознанной векторной модели.

Впрочем любые, даже самые "ученые", рассуждения не заменят рассказа о назначении, работе и устройстве реально существующего программного обеспечения. Речь идет о программном продукте, получившем рабочее название Plan

Tracer и предназначенном для преобразования сканированных поэтажных планов в векторные модели, а также для рисования и редактирования таких планов. Этот продукт разрабатывается в сотрудничестве с МосГорБТИ, сейчас идет его доработка под требования этой организации.

Задачи БТИ

Основными задачами любого бюро технической инвентаризации являются сбор, обработка и выдача информации о жилищном фонде. Эта информация состоит из двух частей: атрибутивной и графической. Первая часть информации — текстовая, она содержит сведения о площадях жилых и подсобных помещений, количестве комнат в квартирах, наличии балконов, лоджий и т. п. Обычно такая информация хранится в специализированной базе данных и используется для получения справок по конкретным помещениям, а также анализа информации по всему жилому фонду или определенной его части.

Графическая информация, которую используют в БТИ, — это поэтажные планы домов, до сих пор хранящиеся в бумажном виде. Естественно, никакие операции с ними не могут быть автоматизированы в принципе. Сейчас, когда выкопировка из поэтажного плана обязательно входит в пакет документов, собираемых при любой операции купли-продажи или обмена помещений, такие "дедовские" способы работы с поэтажными планами уже никого не могут устроить. Время получения справки из базы данных

БТИ — минуты, а на то, чтобы найти поэтажный план, перечертить и оформить план нужной квартиры, уходят дни. Для справки — в Москве хранится и используется около пятисот тысяч "поэтажек", а с учетом вариантов (так называемых "клапанов") это число вырастает до нескольких миллионов единиц хранения.

Казалось, неплохой выход из ситуации можно найти, сканируя поэтажные планы. Полученные растровые файлы связываются с базой данных БТИ, после чего поиск поэтажных планов легко автоматизируется, а использование гибридных редакторов (таких, к примеру, как Spotlight, RasterDesk LT) позволяет повысить качество сканированных изображений, отредактировать их. Затем остается только выделить нужную квартиру, оформить надлежащим образом фрагмент чертежа и вывести его на печать. Именно по такому пути пошли специалисты МосГорБТИ на первом этапе автоматизации работ с поэтажными планами. Но получили только частичное решение проблемы — жизнь как всегда оказалась сложнее.

Существовавшая до последнего времени практика привела к тому, что между содержимым базы данных и бумажными чертежами накопилось множество расхождений. Их устранение требует большого объема работ по синхронизации информации. Невозможность атрибутировать сканированные изображения, связать с базой данных не файлы, а объекты плана — стены, помещения, — определяет "ручной" способ синхронизации содержимого базы

данных и растровых поэтажных планов, что ведет к огромным затратам времени.

Внесение изменений в растровые планы эффективнее работы с бумагой, но отсутствие связи изменяемых графических объектов с атрибутивной информацией базы данных приводит к дальнейшему накоплению несоответствий. Например, при сносе перегородки между двумя помещениями необходимо, удалив изображение перегородки на растровой "поэтажке", выполнить удаление данных об одном из помещений из базы, а также проверить и изменить все те данные о смежном и других помещениях, которые могли измениться в результате сноса перегородки. Эта целиком зависящая от исполнителя процедура неизбежно породит дополнительные ошибки.

Не решает проблемы даже векторизация или перечерчивание сканированных планов в AutoCAD'e — автословесные объекты ничего не "знают" друг о друге, стирание стены не приведет к слиянию смежных помещений. Необходим был подход, позволяющий связать базу данных БТИ с графическими образами квартир, помещений, других элементов поэтажного плана. Иными словами, требовалось разработать программу, которая работает с объектной моделью поэтажного плана, и при этом дать эффективный путь преобразования сканированных растровых планов в такие модели. Специалисты компании Consistent Software взяли на себя эту задачу. В результате почти двухлетней работы появилось специализированное программное обеспечение для создания, редактирования и распознавания объектных моделей поэтажных планов.

Как устроен и работает Plan Tracer

Plan Tracer — приложение для AutoCAD LT 2000. Использование AutoCAD LT (вместо "большого" AutoCAD) позволило значительно снизить стоимость решения. Plan Tracer создает и поддерживает в среде AutoCAD собственные специализированные объекты, которые образуют модель поэтажного плана.

Модель поэтажного плана

Модель, с которой работает программа, состоит из объектов двух основных типов — стены и пользовательские, настраиваемые объекты-символы.

Объект *стена* представляет собой две параллельные прямые, расстояние между которыми — это параметр объекта *стена*: толщина. Объекты второго типа создаются пользователем и служат для представления графических символов окон, дверей, лифтов, сантехники и т. п. Символы могут иметь произвольную форму, а пользователь может переопределять или редактировать определения таких объектов.

Объекты типа *стена* служат для графического представления капитальных стен и перегородок на поэтажном плане. Этот объект всегда существует в системе и не может быть переопределен пользователем. Стены выполняют роль определяющих элементов поэтажного плана — все остальные, пользовательские объекты располагаются относительно стен по определенным правилам, которые задаются при создании объектов. Например, символ *окно* или *дверь* необходимо определить как *встроенный в стену* и показать, как этот объект ориентирован относительно стены, — тогда он будет автоматически привязываться к стене на плане, а его толщина всегда будет равна толщине стены, в которую он вставлен. Точно так же символ *унитаз* или *раковина* можно определить как *примыкающий к стене*, а символ *электроплита* — как *находящийся вне стен*.

Стены служат также для вычисления производных объектов — помещений. По определению комната — это многоугольник, образуемый замкнутыми стенами.

Создание объектов

Пользовательские объекты создаются непосредственно из объектов AutoCAD. Достаточно нарисовать символ, выбрать его, а затем дать имя новому объекту и указать его расположение относительно стен. Созданные объекты можно сохранить в файле специального формата — библиотеке символов.

На рис. 1 показано окно библиотеки пользовательских символов, с

Специальное приложение XML/Data Extension для продуктов серии AutoCAD 2000i

Компания Autodesk, Inc. объявила о выходе специального расширения XML/Data Extension для продуктов серии 2000i.

XML/Data Extension является частью специальной программы Autodesk по созданию всеобщего открытого стандарта для публикации проектной информации в Интернет. Стандарт призван обеспечить совместимость между продуктами в различных областях и облегчить использование проектных данных в электронной коммерции. Поскольку использование XML не зависит от платформы или области деятельности, XML/Data Extension позволит создавать инструменты, которые помогут проектировщикам передавать проектные данные на другие этапы жизненного цикла изделия — такие, как маркетинг, продажа, использование и сопровождение в процессе использования.

XML/Data Extension предоставляет возможность использовать основы проектной деятельности в продвижении изделия на рынке. Ядром системы является DesignXML: Интернет-инструмент, ориентированный на сторонних разработчиков. DesignXML позволяет в полном объеме отображать как графическую, так и неграфическую информацию с использованием опубликованной XML-схемы. Он расширяет информационное содержание DWG-чертежа, позволяя внешним приложениям и процессам (таким, как офисные документы и маркетинг) полностью использовать и создавать проектные данные. XML/Data Extension включает также ряд дополнительных инструментов, помогающих пользователям AutoCAD работать более эффективно: Block Attribute Manager (Менеджер Атрибутов), Enhanced Attribute Editor (Развитый Редактор Атрибутов), Enhanced Attributed Extract, Layer Translator (Транслятор Слоев), Layer Previous (Предыдущий Слой).

XML/Data Extension будет работать с пакетом AutoCAD 2000i и следующими пакетами на его базе: AutoCAD Land Development Desktop R2i, AutoCAD Mechanical 2000i, AutoCAD Map 2000i, а также с новыми версиями Mechanical Desktop и Autodesk Architectural Desktop.



Рис. 1. Окно создания библиотек символов

помощью которого символы создаются, объединяются в библиотеки и сохраняются в файлы.

В этом окне показан символ балкона, состоящий из балконного блока и изображения балкона. Две горизонтальных линии — границы стены. При создании символа пользователь выбрал тип объекта Window (*вписанный в стену*) и указал, какая часть символа располагается внутри стены. Созданные объекты используются при распознавании моделей поэтажных планов, их можно также рисовать и редактировать на чертеже средствами AutoCAD.

Распознавание моделей поэтажных планов

Для распознавания растрового плана его надо загрузить и произвести автоматическую векторизацию отрезками. Стадии процесса иллюстрируются рисунками 2 и 3.

Автоматическое распознавание объектов поэтажного плана осуществляется при указании курсором мыши внутри отрезков, образующих изображение стены. Распознанные объекты поэтажного плана (стены, окна, двери и пр.) создаются на заданных пользователем слоях.

Коррекция и редактирование модели поэтажного плана

Распознанная модель поэтажного плана представляет собой множество взаимосвязанных объектов: стен, лестниц, дверей и окон. Созданные (распознанные или нарисованные) объекты доступны для редактирования средствами как AutoCAD, так и Plan Tracer. Можно менять свойства объектов — например толщины стен.

Наличие связей между объектами позволяет автоматизировать исправ-

ление ошибок распознавания — Plan Tracer находит на плане и показывает пользователю объекты, расположенные очевидно неправильным образом (окна и двери вне стен, частично незамкнутые стены и т.д.). Разрешение таких конфликтных ситуаций проводится пользователем.

В результате распознавания и коррекции получается правильная модель поэтажного плана и автоматически вычисляются производные объекты — комнаты, квартиры, которые можно связывать с атрибутивной базой данных.

В заключение

Использование Plan Tracer прежде всего позволяет многократно (по сравнению с перечерчиванием) уменьшить затраты времени на преобразование сканированных планов в векторные модели. Кроме того, такой подход к работе с поэтажными планами дает много новых возможностей и имеет массу очевидных преимуществ:

- компактность изображения (экономия памяти);
- качество изображения;
- возможность согласованного изменения текстовой и графической информации;
- проведение автоматизированной проверки соответствия текстовой и графической информации;
- удобные средства внесения изменений;
- наглядное отображение статуса объектов учета (занято, свободно, несанкционированная перепланировка и т.п.).

Это только начало нового этапа развития векторизационной технологии. Очевидно, что количество прикладных областей, в которых можно применить такой подход, не исчерпывается поэтажными и строительными планами.

Ждите новостей.

Илья Лебедев
Consistent Software
 Тел.: (095) 913-2222
 E-mail: ilya@csoft.ru

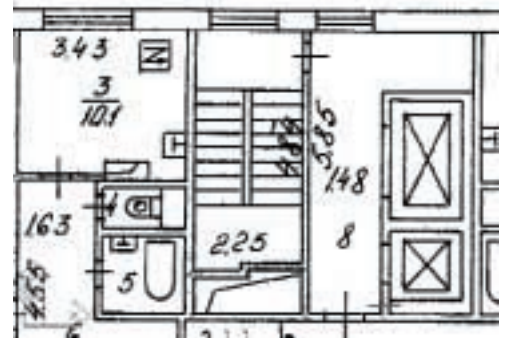


Рис. 2. Фрагмент растрового поэтажного плана



Рис. 3. Векторное изображение, полученное в результате векторизации отрезками

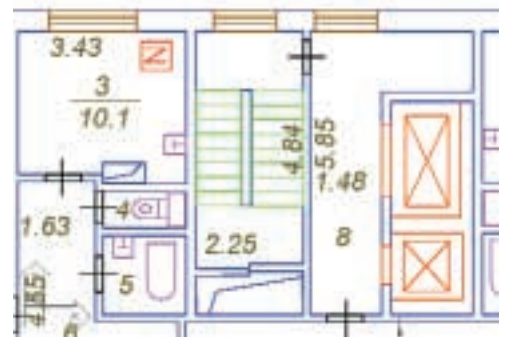


Рис. 4. Модель поэтажного плана

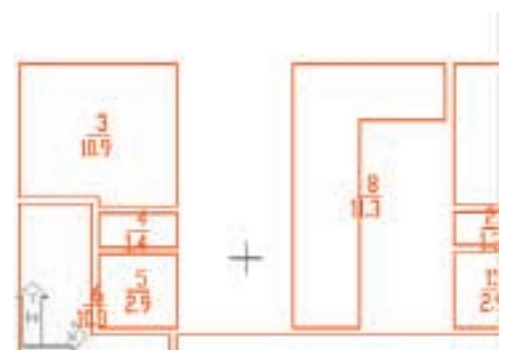


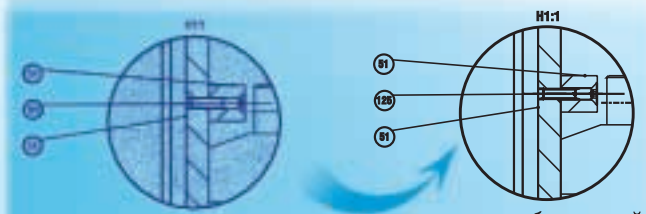
Рис. 5. Производные объекты: комнаты с привязанными атрибутами — номерами и площадями

Consistent Software®

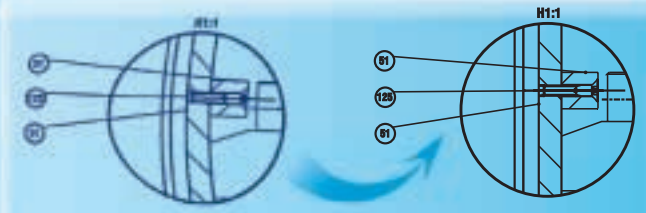
Серия программ **Raster Arts**

от компании **Consistent Software®**

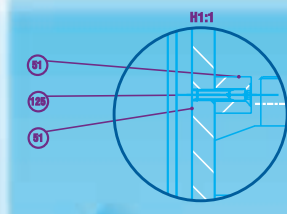
*Гибридное редактирование и векторизация
сканированных изображений*



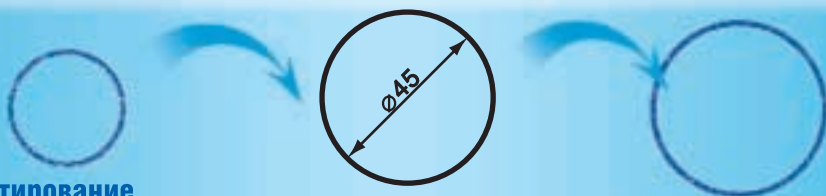
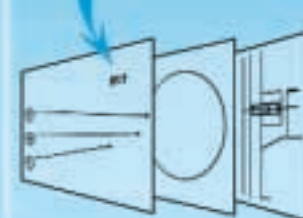
повышение качества сканированных изображений



компенсация линейных и нелинейных **искажений**

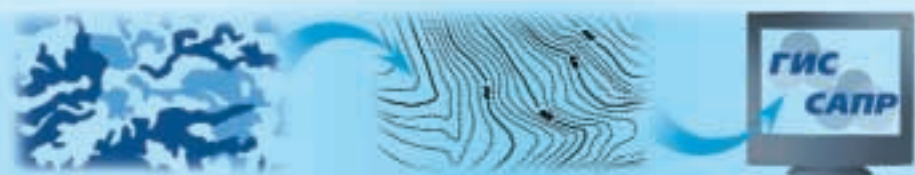


расслоение
по цвету



редактирование

растровых объектов при помощи **растровых и векторных инструментов**



векторизация растровых изображений
и **экспорт** полученных векторов в различные системы **САПР и ГИС**

Spotlight Pro 4.0 **Spotlight 4.0**

*повышение качества растровых
изображений, редактирование
растровой и векторной
графики, векторизация в среде
Windows 98/2000, Windows NT*

RasterDesk Pro 4.0 **RasterDesk 4.0**

*растровый редактор
и векторизатор
для AutoCAD 2000/2000i,
AutoCAD LT 2000/2000i*

Vectory 6.0

*Векторизация растровых
изображений в среде
Windows 98/2000, Windows NT*

Color Processor 2.1

*Повышение качества растровых
изображений, бинаризация,
приведение к указанным цветам,
расслоение на монохромные слои*

Consistent Software®

Россия, Москва, 107066, Токмаков пер., 11
Тел.: (095) 913-2222, факс: (095) 913-2221
E-mail: sales@csoft.ru
Internet: <http://www.csoft.ru>

Отделения Consistent Software РОССИЯ

Санкт-Петербург. Тел.: (812) 430-3434,
факс: 430-9056, E-mail: sales@csoft.spb.ru
Internet: <http://www.csoft.spb.ru>

Новосибирск. Тел.: (3832) 18-1113,
факс: (3832) 18-1434

E-mail: welcome@westpro.ru

Екатеринбург. тел./факс: (3432) 56-1419
E-mail: mig@mail.ur.ru

Омск. Тел.: (3812) 44-2174

факс: (3812) 44-2889

E-mail: magma@dionis.omsktelecom.ru

Калининград. Тел./факс: (0112) 22-8321

E-mail: kstrade@online.ru

Internet: <http://www.cstrade.ru>

Уфа. Тел.: (3472) 23-7472

факс: (3472) 23-7476

E-mail: info@atp.rb.ru

БЕЛАРУСЬ

Минск. Тел./факс: (10-37517) 210-0391

E-mail: rekolte@belsonet.net

УКРАИНА

Киев. Тел.: (044) 455-6598

E-mail: sales@csoftua.kiev.ua

Internet: <http://www.csoftua.kiev.ua>

Харьков. Тел./факс: (0572) 17-9665

E-mail: ab@vl.kharkov.ua

КАЗАХСТАН Алматы.

Тел.: (3272) 93-4270, факс (3272) 49-4897

E-mail: logics@online.ru

Опыт использования ГИС AutoCAD Map 2000

*в условиях нефтеперерабатывающего завода ООО
«ПО "Киришинефтеоргсинтез"»*



Вступление

Любое современное, а особенно крупное промышленное предприятие обладает разветвленной структурой производственных сетей и коммуникаций, подведомственных различным подразделениям: отделу технического надзора, цехам связи, электроснабжения, контрольно-измерительной аппаратуры, водоснабжения и канализации. Практически

каждый, проведения заявочной кампании по комплектации оборудования, планово-предупредительных ремонтов.

На ПО "Киришинефтеоргсинтез" автоматизация деятельности, связанной с эксплуатацией производственных сетей, охватывает теперь все службы предприятия. А начиналась эта работа с цеха водоснабжения и канализации (ВиК). Определились и решаются две основных задачи:

- провести комплексную инвентаризацию по сетям, используя результаты санации, архивы, исполнительные чертежи, знания сотрудников;
- подготовить АРМ диспетчера, включающее простые и наглядные принципиальные схемы водопроводов и канализаций с возможностью быстро определить отключаемый участок и получить отчет о потребителях, оставшихся без воды. Для ремонтной бригады этот отчет должен служить заданием по переключению конкретных задвижек, а для самого диспетчера — памяткой по оповещению ответственных лиц.

Диспетчеризация предполагает:

- отслеживание и поддержание параметров воды, поставляемой на установки и к потребителям, а также возвращаемой в коллектор.

Это не только физические, но и химические показатели. Здесь работа диспетчера взаимосвязана с работой санитарной лаборатории, отделом охраны окружающей среды;

- выполнение переключений задвижек, насосов — дистанционно и вручную;
- прием "тревожных" звонков от различных потребителей и первичная обработка поступающей информации;
- определение масштаба отключаемых участков водопроводной сети.

Создание АРМ диспетчера — задача достаточно сложная: помимо хорошего знания программных средств она требует от разработчиков умения ориентироваться в работе автоматизируемого подразделения (что предполагает еще и хорошее знание принципиальных схем водопроводов).

В ведении диспетчера находится система водопроводных и канализационных коммуникаций и сооружений. Основных водопроводов шесть, имеются напорные и самотечные канализации. Кроме того, есть пять водоблоков и очистные сооружения, обеспечивающие замкнутый цикл водоснабжения и безотходную переработку нефти. Управлять таким хозяйством непросто, а цена ошибки велика: достаточно представить себе ситуацию, при которой без воды остаются, скажем, работающие в непрерывном режиме установки по переработке нефти...



на каждый кабель, каждую трубу есть сопутствующая информация (паспорта качества, акты технического состояния и т. д.) — сведения, необходимые для нормального функционирования сетей, оперативного устранения аварийных ситуа-

Выбор рабочего инструмента

Перед каждым разработчиком ГИС встает задача выбора рабочего инструмента. Из множества вариантов мы в конце концов оставили два: AutoCAD Map 2000 фирмы Autodesk и CADdy фирмы ZIEGLER-Informatics.

Поначалу предпочли CADdy: эта ГИС привлекала возможностями создания пользовательского интерфейса (не требующими познаний в программировании) и работы с базами данных (разработка структур, отношений, связей с графическими примитивами и т. д.). Однако, поработав с этим продуктом какое-то время, мы пришли к следующим выводам. На наш взгляд, интерфейс CADdy не является интуитивно понятным; как следствие — сложности при обучении и работе. Кроме того, CADdy поддерживает только свой собственный язык (напоминающий урезанную версию ANSY C), тогда как в AutoCAD Map 2000 реализована полномасштабная поддержка ActiveX Automation, которая не только обеспечивает тесную интеграцию AutoCAD Map 2000 с другими Windows-программами, но и позволяет адаптировать его с использованием привычных средств — например, Visual Basic for Application.

При выборе рабочего инструмента эти ограничения стали решающими. Справедливости ради скажем, что наше знакомство с CADdy ограничилось двумя модулями (базовым пакетом и графической информационной системой). Кроме них существует множество прикладных модулей, каждый из которых, вероятно, не лишен достоинств...

Параллельно мы исследовали возможности AutoCAD Map 2000. Хорошо известно, что этот продукт (полноценной основой которого является AutoCAD 2000) подкупает добротностью исполнения. Фирма Autodesk позаботилась и о понятном HELPe, и о надежной, устойчивой работе. Доступный и интуитивно понятный интерфейс, хорошая совместимость с другими Windows приложениями и технологиями, обилие всевозможной литературы делают AutoCAD Map 2000 удобным и комфортным инструментом создания собственных ГИС-проектов.

Кроме того, AutoCAD — это:

- огромное количество обученных пользователей;
- близкий к идеалу набор графических средств;
- удобные инструменты редактирования и управления изображением;
- мощная система разработки приложений, позволяющая создавать прикладные программы на Visual Lisp, C++, Visual Basic, Delphi, использовать механизмы ActiveX;
- расширения для работы с базами данных промышленных форматов;
- множество прикладных программ и библиотек;
- расширения для работы с Internet, специальные форматы для публикации графики в Сети и для просмотра с помощью браузеров.

Несколько слов о топологиях, работа с которыми поддерживается пакетом AutoCAD Map 2000. Топологические отношения позволяют моделировать очень большой спектр различных взаимодействий между производственными объектами. AutoCAD Map 2000 предоставляет разнообразные способы и механизмы создания и управления полигональными, сетевыми и точечными топологиями. Кроме того, есть возможность управления топологией из внешнего расчетного модуля. С помощью этого чрезвычайно гибкого механизма можно создавать модели самого различного назначения.

Мы приняли AutoCAD Map 2000 как основной инструмент наших разработок.

АРМ диспетчера цеха водоснабжения и канализации

Графической основой для системы диспетчеризации стал план местности Киришского нефтеперерабатывающего завода с расположенными на нем дорогами, различного назначения строениями, промышленными установками, резервуарами. Кроме того, на план были нанесены упомянутые ранее шесть видов водопроводных сетей, обслуживаемых цехом водоснабжения и канализации. Они стали основой для создания сетевых топологий средствами AutoCAD Map 2000. В качестве семантической информации исполь-

зовались данные о пользователях водопроводных сетей.

Автоматизированная система представляет собой топологическую модель водопроводных сетей, узлами которой являются запорные элементы (задвижки). Задвижки могут находиться в трех состояниях: "открыта", "закрыта", "неисправна" (открыта всегда). Диспетчер имеет возможность моделировать различные ситуации, закрывая и открывая задвижки, и наблюдать реальное распространение воды по трубопроводу, отмечая обезвоженные участки. Система позволяет визуализировать работу сети и проконтролировать правильность принимаемых решений. Когда окончательное решение принято, она может подготовить печатный отчет о пользователях, оставшихся без воды в результате отключения, и распечатать план аварийного участка.

Кроме того, при работе с автоматизированной системой диспетчер может получить различные сведения о видах водопроводных сетей, проходящих в месте аварии, положении задвижек, а также о том, кто и когда проводил последнее закрытие или открытие.

В качестве рабочего инструмента при разработке системы использовались языки программирования AutoLISP, VBA, Delphi и средства самого AutoCAD Map 2000. Для получения сведений о пользователях, оставшихся без воды, были применены топологические преобразования, описанные при помощи топологических функций в макросах AutoLISP'a. Нужно сказать, что кроме стандартных инструментов для работы с топологиями AutoCAD Map 2000 предоставляет набор функций, управляющих топологиями на уровне примитивов. Это позволило создать для системы диспетчеризации ряд специфических преобразований. Для оформления выходного отчета использовалась среда Delphi, а для расширения пользовательского интерфейса — VBA. Разные среды программирования существуют в среде AutoCAD Map 2000 легко и естественно, что позволяет использовать в каждой конкретной ситуации наиболее удобный инструмент.

Возможности системы

Кроме аварийных отключений, когда нужно быстро принять решение и выдать его ремонтной бригаде, оперативно сообщить об отключениях потребителям, система используется для моделирования ситуаций по плановому отключению воды. Выделяя цветом обезвоженный участок, она подсказывает задвижку, которую необходимо закрыть. Можно использовать систему и для обучения новых диспетчеров. Это требует всего нескольких занятий: интерфейс задачи очень прост.

Используя модель, входными параметрами которой являются:

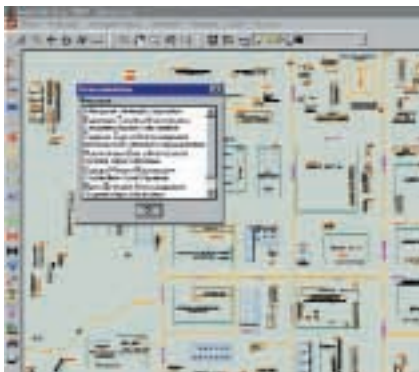
- источники,
- состояние запорных элементов — задвижек,

система способна решать задачу распространения воды по трубопроводу. Здания и установки имеют связи с записями в БД чертежа (Object data), содержащими информацию о потребителях. Подав воду в сеть, можно проследить за ее распространением: участки с водой маркируются одним цветом, обезвоженные — другим.

Получив сообщение об утечке, диспетчер должен оперативно принять решение, какие задвижки следует перекрыть, чтобы изолировать аварийный участок. А затем известить пользователей, оставшихся без воды в результате отключения.

Рассмотрим работу системы на конкретном примере: при поступлении сообщения об утечках, например, в хозяйственно-питьевом водопроводе.

1. При запуске система запрашивает фамилию дежурного диспетчера. (В дальнейшем можно проследить, кто и когда принимал решение о переключении данной задвижки.)



2. Затем диспетчер выбирает одну из водопроводных сетей — ту, где произошла утечка.



3. Используя кнопки на панели "Вид", диспетчер перемещается по плану, находит нужный участок и отмечает место аварии.



4. Аварийный участок (до ближайших исправных задвижек) выделяется другим цветом.
5. Затем диспетчер переключает задвижки, указывая их курсором. При этом изображение задвижек меняет цвет.
6. С каждой задвижкой связана информация о том, кто и когда выполнял переключения, а также о ее состоянии на данный момент. При переключении эти данные обновляются.



7. Далее диспетчер может проконтролировать правильность своего решения, подав воду в трубопровод. Участок сети, заполненный водой, подсветится синим цветом; цвет обезвоженного останется прежним. При ошибке диспетчера система покажет, что в аварийный участок подается вода.
8. Если переключения выполнены правильно, диспетчер может, на-

жав соответствующую кнопку панели "Диспетчер", получить отчет о потребителях, оставшихся без воды в результате отключения.

9. При необходимости отчет и часть плана с аварийным участком распечатываются на принтере.



Как уже сказано, существует режим обучения. Когда аварийный участок отмечен, система получает для переключения набор запорных элементов. На этом этапе можно было бы осуществлять переключения автоматически, но мы решили не "отстранять" человека от процесса управления работой сети. Если обратиться к режиму обучения, выполнить переключения вручную, а затем включить проверку, система проверит правильность действий и в случае ошибки выдаст сообщение.



Существует набор инструментов для редактирования сетей. С их помощью можно:

- начертить трубу, колодец;
- определить новый источник;
- определить нового пользователя (сток);
- заполнить или отредактировать данные о пользователе;
- установить запорные элементы.

Для проведения ремонтных работ необходимо располагать более подробной информацией — например, о том, какие подземные коммуникации проходят в непосредственной

близости от поврежденной трубы. Предоставлять такого рода сведения призвана система инвентаризации сетей завода, выполненная на основе генплана предприятия. База данных по трубам использует данные, взятые из исполнительных чертежей по санации водопроводов. На каждый участок трубы имеются следующие данные: диаметр, материал, длина участка, дата замены, фамилии проводивших ремонт и т. д. Данные по камерам переключений: высотные отметки, размеры, номер, исполнение, количество запорной арматуры, дата ремонта и прочее. Кроме того, имеется возможность связно перейти в базу данных по арматуре и выйти на журнал ремонтов и осмотров, а также увидеть подробную схему каждого колодца. Приложение разработано с использованием Delphi.

Система инвентаризации

В результате векторизации объектов было создано около 70 тематических слоев. Семантическая информация хранится во внешних базах данных (Informix). Отдельные элементы (колодцы) имеют связи с чертежами их детального изображения, и пользователь при желании может эти чертежи просмотреть.

Приложение позволяет производить поиск нужного элемента или элементов, просматривать по ним данные, составлять запросы и подготавливать отчеты.

В составе системы имеется электронный журнал осмотров и ремонтов. Начальник цеха, его заместитель, мастер могут просмотреть здесь записи о произведенных работах, узнать об их характере, дате проведения, исполнителях. Эти данные пригодятся при планировании работ и составлении отчетов. С их помощью можно проследить динамику состояния сетей, выявить наиболее опасные участки, требующие немедленного осмотра и, если необходимо, ремонта. Перед началом работ мастер имеет возможность составить сопроводительные документы, содержащие всю необходимую информацию. После выполнения

того или иного задания дежурный персонал заносит соответствующие сведения в электронный журнал. Анализируя эту информацию, можно выявлять наиболее аварийно-опасные участки, делать прогноз на будущее. Все это поможет поддерживать сети в надлежащем порядке.

В настоящее время нами создан либо создается целый ряд программных продуктов, работающих совместно с AutoCAD 2000, AutoCAD Map 2000 и с использованием предоставляемых ими возможностей.

Основные направления работ:

- Информационная поддержка управления капитального строительства на основе электронного генплана предприятия. Все пользователи имеют возможность просматривать генплан в режиме "read only", создавать свои проекты на рабочих слоях, пересылать их для согласования и направлять в отдел генплана. В электронный генплан эти проекты переносятся только ответственным работником отдела генплана.
- Учет состояния технологического оборудования. Работники отдела технического надзора имеют воз-

можность создавать и вести паспорта по трубопроводам, печам и резервуарам и т. п. Графические документы, входящие в состав паспорта, создаются в среде AutoCAD 2000. Для отрисовки чертежей в изометрии имеется набор инструментов, обеспечивающих достаточно высокую скорость отрисовки и связь с базой данных, например, по трубам. Графические паспорта по печам решены в виде трехмерных изображений с проекциями — для большей наглядности и легкости нахождения контрольных точек замера.

- Учет состояния электрооборудования. Графической основой для этой работы служит схема электропитания завода, нанесенная на план промплощадки.
- Моделирование процесса смешения нефтепродуктов. Для графической визуализации используются принципиальные схемы, отображающие процесс изготовления продукции. Схемы созданы в среде AutoCAD Map 2000 и имеют сетевую топологию с запорными элементами, источниками и стоками.

Опыт работы с AutoCAD Map 2000 привел нас к выводу, что основные достоинства этого продукта раскрываются при разработке собственных пользовательских приложений. Хочется надеяться, что фирма Autodesk и дальше будет развивать и совершенствовать свои продукты.

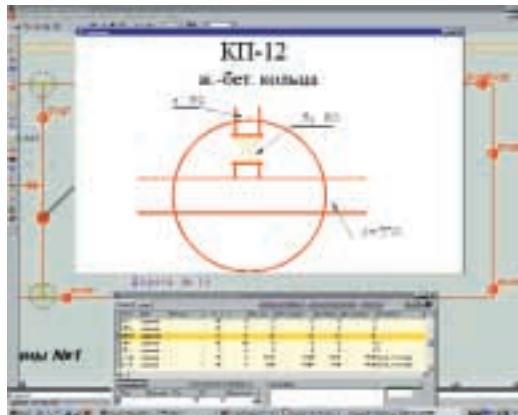
Работы производятся ООО "Наука, Информатика, Технология, Контроль", г. Санкт-Петербург.

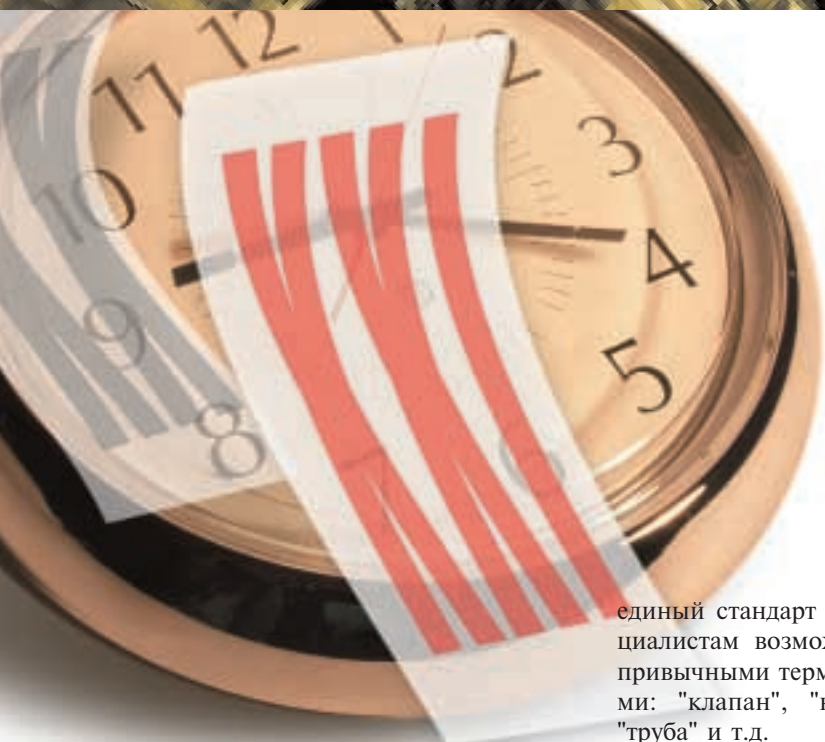
*Вадим Сомов,
генеральный директор
ООО «ПО "Киришинефтеоргсинтез"»*

*Николай Лисицын,
директор ООО "Наука"
Тел.: (812) 346-61-47*

*Дмитрий Порфирьев,
начальник отдела ГИС
Тел.: (812) 550-41-01
E-mail: dima@science-ltd.ru*

*Вадим Раменский,
инженер отдела ГИС
Тел.: (812) 550-41-01
E-mail: vadim@science-ltd.ru*





21:20. НОВЫЙ ВЕК НАСТУПАЕТ

Наконец выкроил немного времени для третьей статьи из цикла "21:20" о новом поколении программного обеспечения для проектирования промышленных объектов — PLANT-4D. На всякий случай (это уже превращается в традицию) напомним содержание предыдущих серий. После чего расскажу о PLANT-4D такие вещи... впрочем, об этом потом.

Ты слышал о PLANT-4D?

Для тех, кто ничего не знает о PLANT-4D, эта глава — что-то вроде введения. А еще, надеюсь, стимул к ознакомлению с ранее опубликованными статьями ("CADmaster" № 1 и 3 за 2000 год или журнал "САПР и графика"). Читавшие могут воспринимать ее как аутотренинг...

Речь идет о новом поколении программного обеспечения для автоматизации проектирования объектов нефтяной, нефтехимической, химической, газовой, фармацевтической, целлюлозно-бумажной, пищевой промышленности, судостроения, коммунального хозяйства и других отраслей, где необходима разветвленная сеть трубопроводов.

В системе PLANT-4D используются технологии "умных" объектов, параметризации и объектно-ориентированных данных. Применение этих технологий позволяет отслеживать связи между объектами, предупреждает ошибки, поддерживает

единый стандарт проекта, дает специалистам возможность работать с привычными терминами и понятиями: "клапан", "насос", "емкость", "труба" и т.д.

Кроме того, одна и та же версия PLANT-4D работает с AutoCAD версий 13, 14, 2000, 2000i, MicroStation 95, SE, J; с основными СУБД: Access, SQL server, Oracle — впрочем, и любыми другими через драйверы ODBC. Среди уникальных возможностей системы — сетевой режим с поддержкой коллективной работы над проектом. PLANT-4D работает со стандартами любых стран и отраслей (например, в уже имеющихся библиотеках содержатся не только ГОСТы, ОСТы, ТУ, МН и иные отечественные стандарты, но и зарубежные: ANSI, DIN, BS, NF...).

Уникальность системы PLANT-4D — в ее открытости, благодаря которой пользователь может пополнять систему собственными типами элементов (изделиями, оборудованием, конструкциями и т.д.), без особых сложностей передавать данные проекта в собственные программы (включая расчетные и сметные), а также интегрировать PLANT-4D в любую технологическую линейку "сквозного" проектирования на основе AutoCAD или MicroStation.

Даже из беглого обзора ясно, что система великолепна. Что-то вы скажете, дорогой читатель, ознакомившись с другими особенностями PLANT-4D...

Игроки

Помните второй закон карточных игроков: "Посмотри карты сосе-

да, свои успеешь!"? Вот и давайте посмотрим. Воспроизведем не столь уж давнюю ситуацию отбора "идеального" для России программного обеспечения. Погляди́м, какое существует в мире программное обеспечение для проектирования технологических трубопроводов, и по объективным показателям выберем одно из них.

Условия следующие: возможность адаптации под российские стандарты, простота обучения, минимальные настройки, техническая поддержка и хорошая документация...

Как это обычно и бывает, достойным внимания оказалось немногое: PDS (Integraph), PDMS (Cadcentre), CADPIPE (AEC Design Group), CADWORX (COADE), AutoPLANT (Rebis) и PLANT-4D (CEA Technology).

CADWORX фирмы COADE и CADPIPE (разработка AEC Design Group) придется исключить сразу: сложны в освоении и — самое главное! — не могут быть адаптированы без вмешательства разработчиков. Кстати, те же проблемы имеет работающий на основе MicroStation прекрасный продукт PlantSpace (Jacobus Technology): нормальная адаптация для российского пользователя невозможна.

PDS и PDMS фирм Integraph и Cadcentre — мощное и красивое программное обеспечение, позволяющее проектировать с учетом не только стандартов, но и СНиП. И все же наш отбор им не пройти. Чрезвычайно сложная адаптация систем может растянуться на годы, не принося пользователям никакой от-

дачи. А высокая стоимость PDS и PDMS делает их в российских условиях практически некупаемыми.

Остаются AutoPLANT (Rebis) и PLANT-4D (CEA Technology) — в общих чертах функциональные возможности этих систем схожи. Но... После детального анализа выбор определен: единственный продукт, пригодный для нормального использования в условиях России, — PLANT-4D.

Блицкриг за полчаса!

Чтобы не быть голословными, проведем небольшую демонстрацию: я буду писать статью и попутно работать с PLANT-4D. За каких-то полчаса мы выпустим небольшой комплект рабочей документации. Это, конечно, совсем несложный проект, зато наглядно представляющий один из способов работы с PLANT-4D.

Итак, история и некоторый опыт проектирования показывают, что все начинается в тот самый миг, когда директор вызывает руководителя проектного отдела и, потирая руки в предвкушении выручки, объявляет, что есть проект, который нужно выполнить за очень короткий срок. И вообще, лучше бы он был готов вчера!

Включаем компьютеры, запускаем PLANT-4D. Настраиваем окружение проекта: выбираем стандарты; назначаем, кто из нас, проектировщиков, будет вовлечен в выполнение работ. Начали!

Как правило, промышленные объекты проектируются на основе технологических линий, то есть проекты зданий и сооружений разрабатываются под технологию. Хотя случается (не так уж редко, кстати), что технологию нужно "вписывать" в уже существующее здание. Что ж, обе задачи решаются с помощью PLANT-4D, я же буду считать технологию приоритетной и начну с отрисовки технологической схемы.

Загружаем модуль "PLANT-4D Схемы", включаем библиотеку российских условных обозначений (повторюсь: если проект выполняется для зарубежных заказчиков — в наличии имеются библиотеки DIN, ANSI, NEN, BS, NF). Вся дальнейшая работа с модулем будет прохо-

дить по следующей схеме: расставим оборудование, при этом можно привязываться к координатным осям, плану здания или просто к форматке; соединим оборудование линиями и расставим по этим линиям арматуру. Все технологические линии, оборудование и прочие объекты PLANT-4D обладают "интеллектом" (в меру возможности). Разрабатывать и редактировать технологические схемы чрезвычайно удобно — например, замена значения условного прохода одного отрезка линии приводит к изменению этого параметра у всех остальных элементов технологической линии (рис. 1), включая и арматуру. По мере отрисовки схемы PLANT-4D составляет различные отчеты: ведомости, спецификации и другие табличные документы.

В итоге, украсив наши чертежи собственной фамилией в штампе, отправляем их на печать... или конструктору-технологу для проработки.

Завершив работу с модулем "PLANT-4D Схемы", загружаем модуль "PLANT-4D Трубопроводы" и панель инструментов "Оборудование". С помощью этой параметрической библиотеки производим в соот-

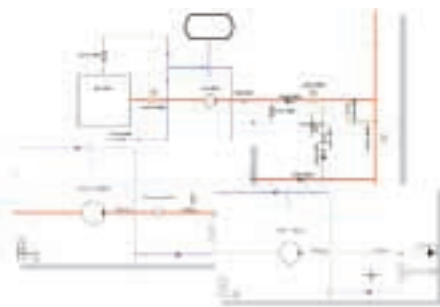


Рис. 1

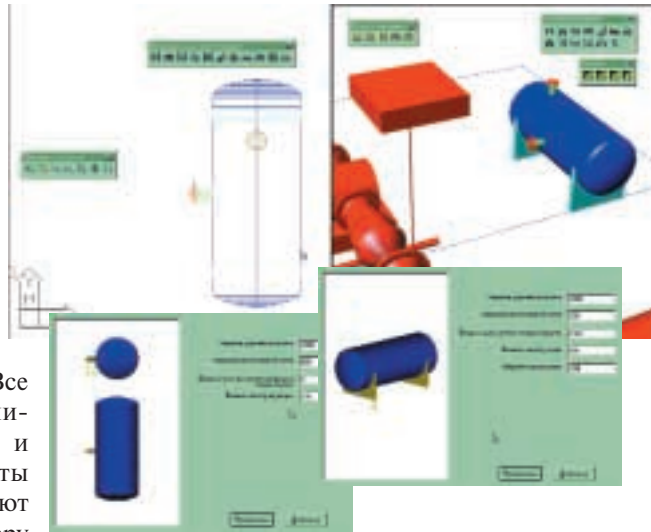
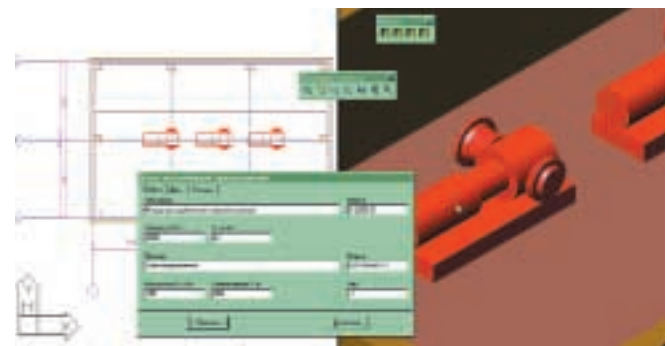


Рис. 2

ветствии с технологической схемой расстановку оборудования. На нашей схеме (рис. 1) имеется небольшая нестандартная емкость, которую нужно собрать из составных частей (обечайка, днища, седловые опоры), а потом еще "расставить" штуцеры, к которым в дальнейшем будут подсоединены трубопроводы. Библиотека "Оборудование" предусматривает возможность сделать все это быстро и удобно. Специальный интерфейс, построенный на диалоговых окнах с интерактивными подсказками (рис. 2), позволяет безошибочно задать параметры элементов и



определить их положение относительно друг друга. После "сборки" и расстановки оборудования можно вносить изменения его параметров и корректировать местоположение.

Расставив оборудование, приступаем к трассировке трубопроводов и арматуры. Здесь разработчики из CEA Technology что называется "отрывались" вовсю: для удобства трассировки в "PLANT-4D Трубопрово-

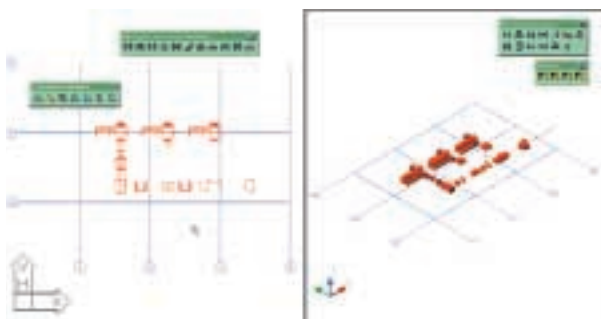


Рис. 3а

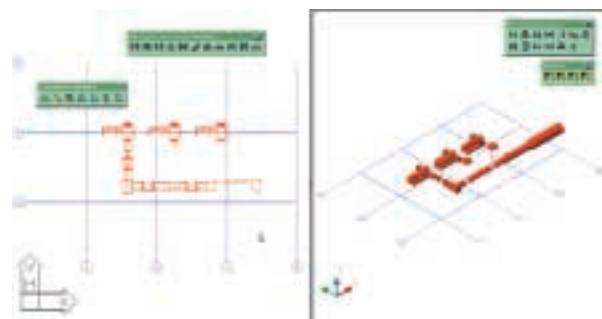


Рис. 3б

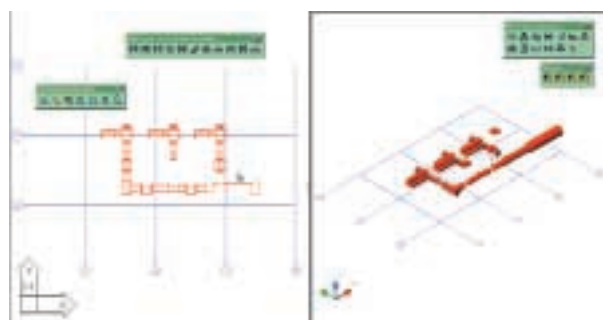


Рис. 4а

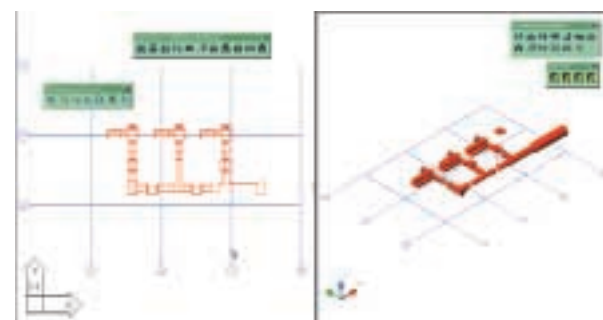


Рис. 4б

ды" предусмотрено несколько функций, абсолютно понятных даже неподготовленному человеку.

Трассировка с помощью осевой линии: рисую осевую линию — как мне удобно, потом автоматически расставляю отводы по осевой линии, устанавливаю в нужных мне местах арматуру (по оси) и снова автоматически по осевой линии соединяю всё трубами. На рисунках представлены этап с уже расставленной арматурой на осевой линии (рис. 3а) и конечный результат — полная обвязка по осевой линии (рис. 3б).

Впечатляет? Интересно, что вы тогда скажете о следующем: сначала расставляю элементы трубопровода (отводы, тройники, арматуру), а потом одной командой соединяю всю "выборку" трубами. На рис. 4а — два участка трубопровода с арматурой расставленной, но не соединенной трубой. На следующем рисунке (4б) — уже полностью готовый трубопровод. Единственное, что пришлось сделать, — это запустить команду "автосоединение выборкой" и указать соединяемые элементы.

Итак, сколько времени мы сэкономили? Хорошо! Но и это не всё... Предположим простую ситуацию: есть две точки в пространстве и их нужно соединить. Например, как на

рис. 5а: свободный конец трубы и точка присоединения на емкости. Решение этой задачки проходит в три этапа — тремя простыми командами. Сначала вызываю функцию автоматической отрисовки осевой линии (рис. 5б), потом указываю точки соединения и выбираю удовлетворяющий меня вариант из предложенных PLANT-4D (рис. 5в). Далее — по накатанной схеме: автоматом расставляю отводы (рис. 5г) и трубы (рис. 5д, 5е). Кстати, обратите внимание на разумный подход PLANT-4D: я выбрал несколько некорректную трассу и система автоматически внесла исправления — вставила дополнительный отвод и сместила осевую линию.

Давайте на этом остановимся, иначе не хватит места для других доказательств удобства и интеллектуальности PLANT-4D. Конечно, то же самое выполнимо и вручную — интерфейс PLANT-4D достаточно гибок. Из других автоматических функций хочу отметить следующие: автоматическая установка креплений (шпильки, болты, гайки и т.д.), прокладок (например, между фланцами), расчет количества сварных соединений, автоматический разрыв труб при превышении заданного расстояния (по умолчанию 6 м), автоматический контроль соответ-

вия диаметров, технологических линий и конечных условий (включая исполнения фланцев).

Используя PLANT-4D, мы шаг за шагом собираем нашу "трубу", не задумываясь о таких вещах, как правильность соединения, правильность и достоверность чертежей: все необходимые для отрисовки параметры берутся из баз данных, а они разработаны на основе стандартов и по каталогам заводов-изготовителей. В базе данных PLANT-4D заложены более 70 нормативных документов (ГОСТ, ТУ, АТМ и др.) и каталоги отечественных производителей (более 170), среди которых Благовещенский арматурный завод, алексинский завод "Тяжпромарматура", "Армагус". База данных PLANT-4D является самой полной и проработанной.

Вернемся к нашему "проекту". Модель сделана быстро, интересно, красиво, вот только... что с ней делать дальше? Архитектор, художник или другой специалист по трехмерному моделированию, вероятно, скажет: "3D — это круто! Раскрасим, визуализируем и покажем заказчику!". Это, конечно, сделать можно — объекты PLANT-4D легко передаются в 3D Studio VIZ или 3D Studio Max, а там есть все для суперреалистичной визуализации. Но, как говорил мой коллега-строитель, "что архитектору

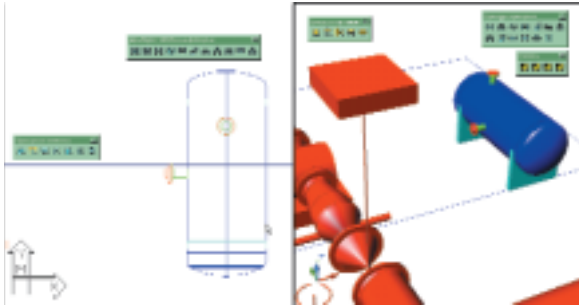


Рис. 5а



Рис. 5б

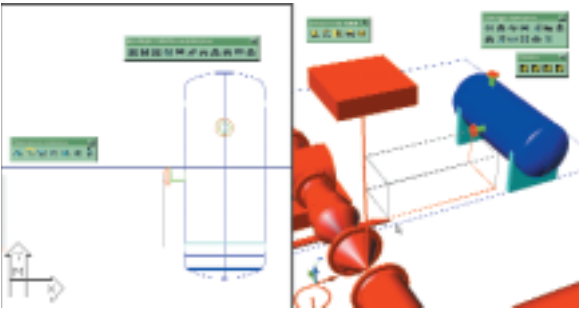


Рис. 5в

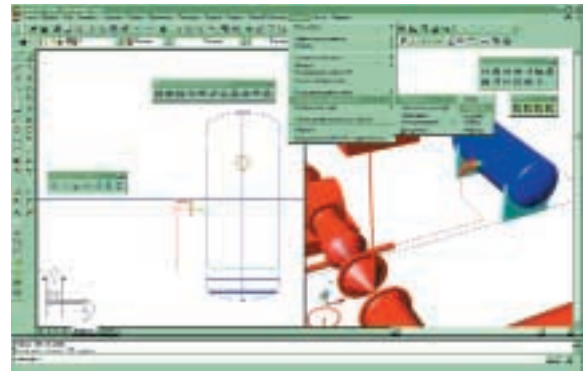


Рис. 5г

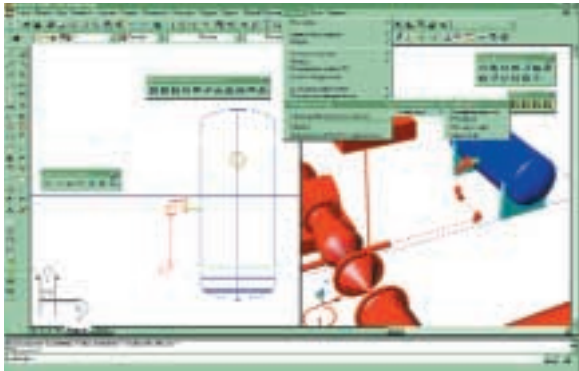


Рис. 5д

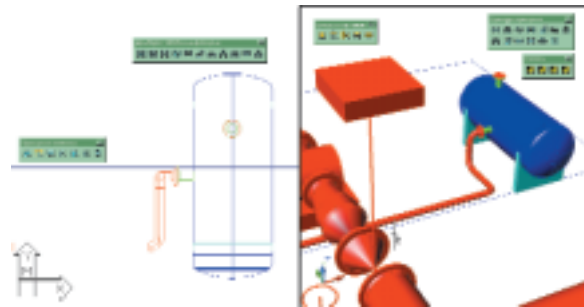


Рис. 5е

хорошо, то строителю...". Нам же модель сослужит другую службу — на ее основе мы выпустим полный комплект сборочных монтажно-технологических чертежей (рис. 6), автоматически сгенерируем изометрические чертежи (рис. 7), спецификации, ведомости материалов и любые другие табличные документы (рис. 8).

О вопросах взаимности...

После небольшой экскурсии по нехитрым панелям и меню, просмотра прекрасных результатов работы возникает смутное ощущение подвоха — слишком уж все просто. Что ж, вы абсолютно правы — подвох есть!

Он в том, что до сих пор речь шла исключительно о PLANT-4D. А всем остальным как быть?! Впишется ли PLANT-4D в систему документооборота? Можно ли использовать в PLANT-4D ранее разработанное оборудование? Как "рассчитать" трубу? Короче, появляется уй-

ма вопросов о возможности использования системы с другим специализированным программным обеспечением. Конечно, тема интеграции и совместимости достойна отдельной статьи, но поговорим немного и об этом.

Прежде всего посмотрим несколько рисунков. На рис. 9 мы видим, как я трассирую с использованием модели, сделанной в AutoCAD Architectural Desktop R2.

Установка PLANT-4D для работы совместно с AutoCAD Architectural Desktop R2 показала, что в единой среде оба продукта работают превосходно. Из других продуктов проверены Арко и Маэстро — они тоже замечательно работают с PLANT-4D; модели, выполненные в этих продуктах, служат прекрасными основами для расстановки оборудования и трассировки. У меня нет специализированного программного обеспече-

ния на базе MicroStation, так что пришлось поспрашивать пользователей TriForma. Ответ: PLANT-4D и TriForma совместимы. Кроме того, я получил отличный результат совместимости с PLANT-4D следующих продуктов: AutoCAD Mechanical Desktop R4 (Autodesk), AutoCAD Mechanical Desktop R5 (Autodesk), AutoCAD Land Development Desktop R2 (Autodesk), MultiSuite (Computer Draft Systems), CADMech (Интермех). Проверена возможность использования в PLANT-4D моделей, выполненных в Autodesk Inventor и SolidWorks. Интеграция с машиностроительными пакетами образует уникальный инструмент, позволяющий кроме трассировки трубопроводов проектировать оборудование с проработкой узлов.

Этим удивительная "легкость" PLANT-4D не ограничивается. Под-

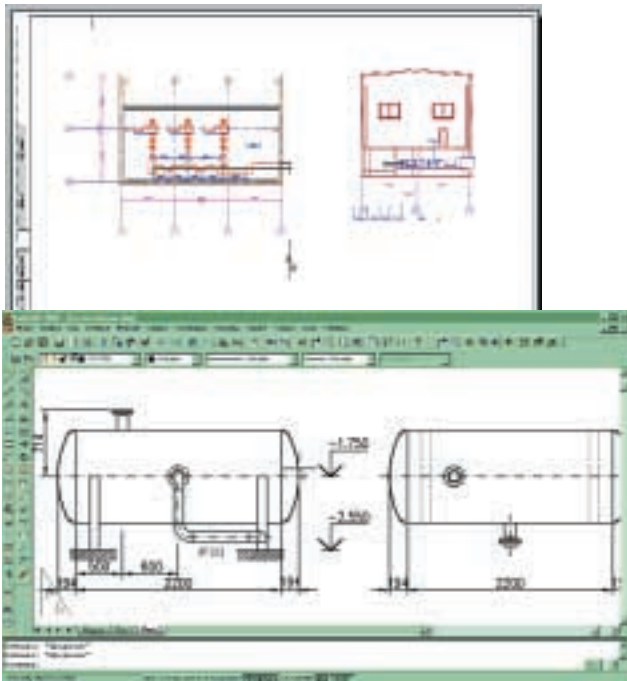


Рис. 6

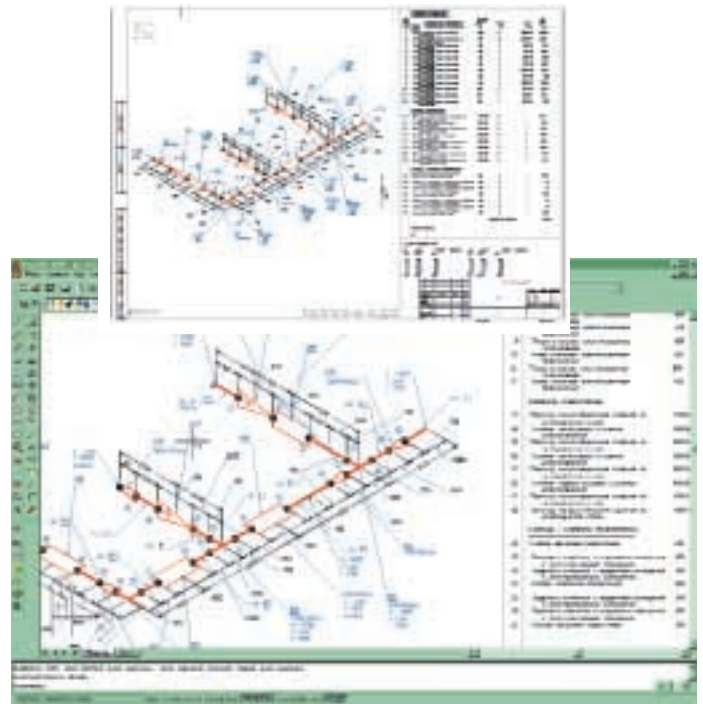


Рис. 7

тверждена совместимость чертежей, выпущенных с помощью PLANT-4D, с популярными системами документооборота и архивации Search (Интермех), PartY (Лоция-Софт) и AutoManager (Cusco software). Это особенно важно, если на вашем предприятии внедряется или внедрена система документооборота.

Теперь хочу обратить особое внимание тех из вас, дорогие читатели, кто готовит проект реконструкции и имеет целый ворох старых синек, калек и прочих "твердых копий". Дело в том, что совместная работа PLANT-4D с интеллектуальными гибридными редакторами AutoImage и

RasterDesk позволяет реализовать уникальную методику восстановления трехмерной модели на основе сканированных чертежей. Более того, совместное использование PLANT-4D, системы документооборота, электронного архива и DVD-накопителя (архив на DVD компакт-дисках) позволяет организовать эффективную работу и хранение документов.

Дальше несколько слов о расчетах.

Во-первых, выполненная в PLANT-4D модель превосходно рассчитывается мощным зарубежным пакетом CAESAR II. Этот расчетный модуль позволяет осуществить статический и динамический расчет прочности и жесткости трубопровода с соблюдением соответствующих зарубежных норм.

Во-вторых, PLANT-4D является единственным программным обеспечением для автоматизации проектирования промышленных объектов, который интегрируется с отечественными расчетными программами. Уникальная связка системы PLANT-4D, MechaniCS и программы СТАРТ позволяет проектировать технологические трубопроводы с учетом изделий, выпускаемых отечественной промышленностью, оформлять чертежи с соблюдением норм ЕСКД и рассчитывать трубопроводы по СНиП 2.05.06-85, РД 10-249-98 и РТМ 38.001-94. Других таких связок не существует!

Не буду перечислять, с какими еще расчетными программами работает PLANT-4D. Скажу лишь, что если у вас, дорогой читатель, есть собственные разработки, в которых могли бы использоваться данные проектов PLANT-4D, и вы хотите сотрудничать — добро пожаловать в сообщество пользователей PLANT-4D! Мы обязательно рассмотрим возможность стыковки с вашим программным обеспечением.

Ка-ра-ул!!! Дубль два

Теперь, как и в предыдущей статье, несколько слов о разного рода профанациях и заблуждениях.

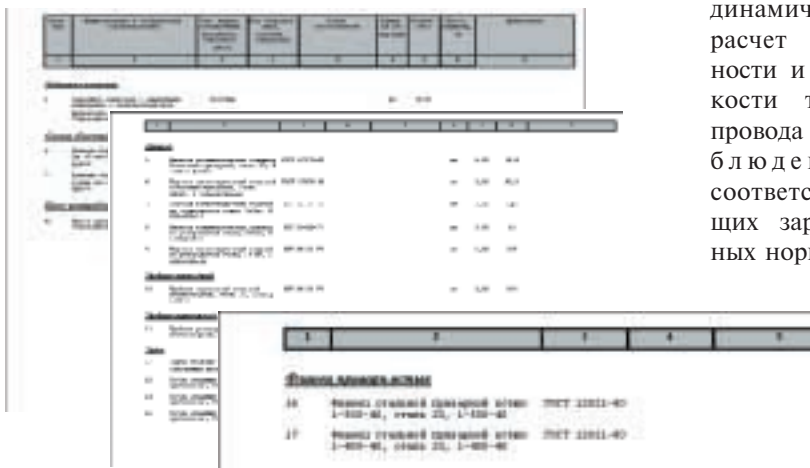


Рис. 8

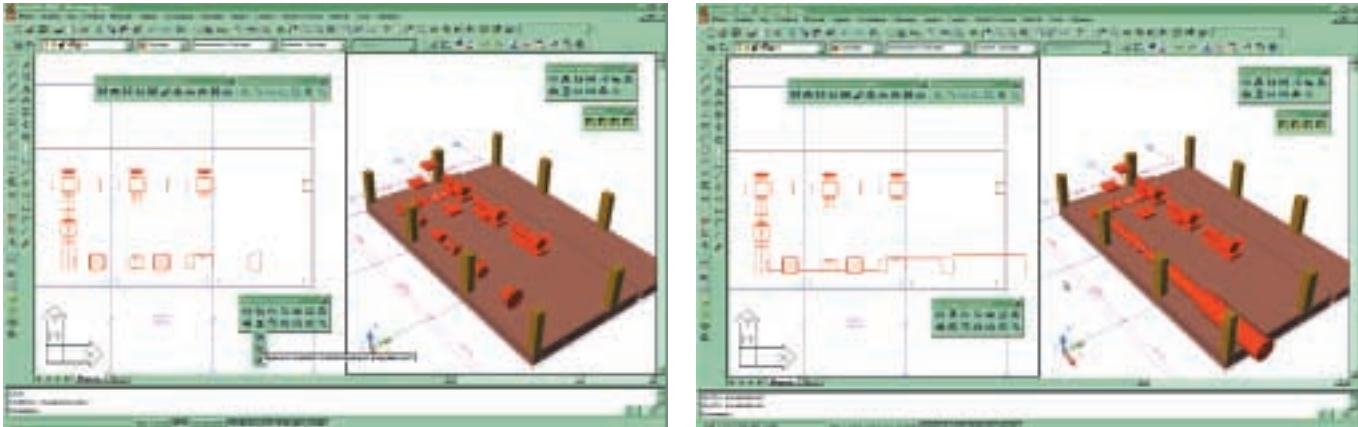


Рис. 9

Помните классическую шутку студентов-биологов: "Профессор, а эти грибы кушать можно?" — "Можно, но один раз!". Именно этот анекдот вспоминается всякий раз, едва речь заходит о приобретении CADPIPE, AutoPLANT или PlantSpace.

В октябре приехал из "Пермнефтеоргсинтеза" человек, представился Александром и полтора часа рассказывал о неудачах в использовании

AutoPLANT. Сокрушался, что не смог вовремя узнать о PLANT-4D... В их организации AutoPLANT без особого успеха осваивают уже год с лишним. Самая большая трудность — рабочие чертежи. После выпуска бумажной копии каждый чертеж прикалывают на кульман, чтобы вручную исправить осевые линии и прочие огрехи. Александр выговорился и уехал, но история получила продолжение: в одной из ноябрьских рассылок я вдруг читаю, что тот самый господин из "Пермнефтеоргсинтеза" получил награду как... лучший пользователь AutoPLANT! Поскольку Александр оказался человеком очень разумным, напрашиваются три возможных вывода: или AutoPLANT крайне тяжел в освоении, или пользователей плохо учат, или информация о награждении — чистой воды лукавство.

В Тюмени знаю сразу две организации, где не используются купленные программные продукты — соответственно CADPIPE и PlantSpace. Обе системы имеют очень скудные базы данных с российскими элементами.

В общем, по стране достаточно пользователей, которые приобрели системы, непригодные для использования в российских условиях. К счастью, коли-

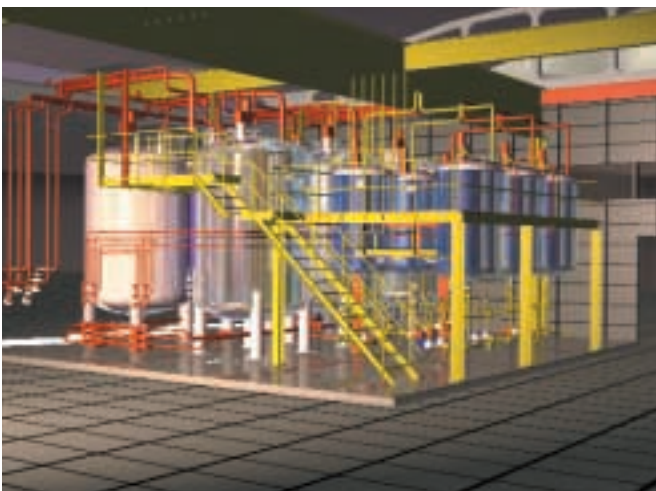
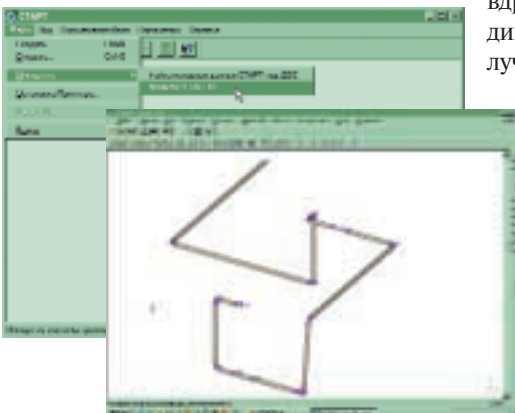
чество таких вот "втюханных" бесполезных копий постепенно уменьшается. Кстати, в последнее время получаю достаточно много вопросов о возможности перехода с той или иной системы на PLANT-4D и использования данных проектов "старых" систем. Да, в PLANT-4D имеется специальный нейтральный формат, позволяющий импортировать данные из других систем с преобразованием их в "интеллектуальные" объекты PLANT-4D. Что касается цен на cross-upgrade, то, к огорчению пользователей, льготные цены на PLANT-4D распространяются не на все программные продукты.

На посошок!

Вы проектируете технологические трубопроводы? Хотите увеличить производительность? Иметь хорошо оформленные чертежи? Максимально снизить вероятность появления ошибок (к сожалению, избежать их полностью не поможет никто и ничто)? Вы внимательно прочитали серию статей о PLANT-4D? Тогда наверняка обратили внимание, что мы стараемся не делать пустых заявлений. Мы знаем, что в области проектирования промышленных объектов PLANT-4D — это единственный продукт, который пригоден для нормальной работы с российскими стандартами.

Любые дополнительные вопросы присылайте по адресу orellana@csoft.ru

*Игорь Орельяна
Consistent Software
Тел.: (095) 913-2222
E-mail: orellana@csoft.ru*



AutoCAD –

особенности применения в строительном проектировании

Масштаб

Работая с системными единицами AutoCAD как с миллиметрами, при создании геометрии можно не заботиться о масштабе конечного чертежного документа. Трудно представить более нелепую ситуацию, чем пересчет в уме или на калькуляторе вводимых в компьютер значений. О масштабе можно было бы благополучно забыть вплоть до вывода чертежа на печать, если бы не одно "незначительное" обстоятельство. Чертежи содержат не только геометрию, но и элементы оформления. Все они и в процессе работы над чертежом, и в "бумажном" его представлении должны корректно отображаться в контексте применения. Это значит, что их величина должна быть правильно соотношена с остальными объектами чертежа и размерами формируемого чертежного документа.

К числу объектов, требующих такого внимания, относятся:

- тексты и текстовые атрибуты блоков, для которых должна быть правильно настроена высота букв;
- чертежные размеры, содержащие как текстовые элементы, так и графические обозначения, а также выноски;
- штриховки, для которых важно правильно определить расстояние между ближайшими штрихами;
- прерывистые линии, у которых должны быть правильно настроены штрихи и пробелы между ними;

- условные обозначения точек;
- мультилинии;
- пользовательские обозначения на основе блоков.

Для работы с миллиметрами, равно как и с другими метрическими единицами длины, при настройке единиц должна выбираться десятичная система представления чисел. Настройка производится в стартовом диалоге при входе в программу или при создании нового чертежа в текущей сессии, либо командой `_UNITS`. При настройке чертежа по типу Quick Setup или Advanced Setup система представления значений длины устанавливается на первом шаге. Метрическим измерениям соответствует вариант `Decimal`. Экспоненциальная форма представления чисел, которой соответствует вариант `Scientific`, также пригодна для работы с метрическими единицами, однако предназначена для измерения очень больших или очень малых величин. Такая форма записи не предусмотрена чертежными нормами.

Остальные варианты соответствуют различным форматам представления британской системы, то есть предназначены для измерений в футах и дюймах, поэтому для наших условий непригодны. При использовании десятичной системы в силу ее универсальности под системной единицей может подразумеваться любая величина в любых метрических единицах длины, которые определяет для себя сам пользователь. Для правильного функционирования системы в общем случае такое

назначение не требует особой регистрации, то есть пользователь сам должен помнить, чему равна системная единица, и не допускать ошибок при назначении размеров. Чередование цены единицы в процессе работы над чертежом не допускается.

Сказанное не относится к создаваемым в чертеже размерным обозначениям, для которых возможны некоторые вольности, описание которых в данную тему не входит.

Таким образом при создании геометрии о масштабе можно не заботиться. Несоответствие величины создаваемых объектов видимой области экрана устраняется различными опциями команды управления экранном масштабом (увеличением), действие которых аналогично работе трансфокатора видеокамеры. Это означает, что визуальное изменение величины объектов не влияет на их реальные геометрические размеры. Быстро установить в видовом экране нужную область помогает настройка лимитов чертежа.

Экранный масштаб не связан с масштабом вывода чертежа на печать, он служит только для обеспечения удобства работы. Вопрос о точном масштабе обязательно требует решения при распечатке изображения.

Впрочем, совсем проигнорировать масштаб будущих чертежных документов в процессе работы не удастся: помимо геометрии при их подготовке используются различные условные обозначения, которые должны корректно отображаться в

готовых чертежах. Поскольку обозначения не являются объектами реального мира, они не имеют фиксированных абсолютных размеров. Величина обозначений принимается пользователями из соображений наиболее наглядного их представления в чертежном документе.

Размеры условных обозначений или их частей удобно оценивать по тому, каковы они будут в "бумажном" представлении чертежа. В этом случае, если обозначения помещаются в том же пространстве, что и геометрия сцены (в пространстве модели), изображение которой при выводе на печать будет масштабироваться с целью уменьшения, для сохранения их нормальной величины в окончательном чертеже они должны быть соответственным образом увеличены. Кратность их увеличения должна быть равна кратности уменьшения изображения: при создании чертежных документов в масштабе 1:100 обозначения следует увеличивать в 100 раз, при масштабе 1:50 обозначения должны быть в 50 раз крупнее своих нормальных размеров и т.д.

Как правило, не следует масштабировать обозначения в случае их вставки в пространстве листа.

Величина текста определяется в системных единицах AutoCAD, которые в проектно-строительной практике, как было оговорено ранее, соответствуют миллиметрам. В том случае, если при создании текста текущим установлен стиль, в описании которого отсутствует указание на точную высоту букв, она будет запрашиваться и может быть изменена при каждом обращении к команде `_TEXT` или `_DTEXT`. Последнее использованное значение предлагается по умолчанию и может быть подтверждено пустым вводом (Enter на клавиатуре или в контекстном меню без изменения содержимого командной строки). Изменить высоту букв можно графическим указанием расстояния в графичес-

кой зоне чертежа либо вводом нового числового значения, соответствующего расстоянию в системных единицах (миллиметрах), с клавиатуры в командной строке.

При написании многострочного текста с помощью команды `_MTEXT` высоту букв можно определить или изменить непосредственно во встроенном текстовом редакторе.

Из всех вспомогательных объектов-обозначений только при работе с текстом величина должна устанавливаться напрямую конечным размером. Исходя из того, что реальная высота текста для нормального его восприятия не должна быть менее 2,5 мм, при создании в пространстве модели в чертежах, предназначенных для вывода в масштабе 1:100, его высота должна составлять как минимум 250 мм. Соответственно, для масштаба 1:50 он должен быть высотой от 125 мм, а для масштаба 1:200 — не менее 500 мм, то есть нормальный конечный размер текста должен умножаться на знаменатель масштаба чертежа.

В том случае, если приходится создавать текстовые примитивы попеременно и в пространстве модели, и в пространстве листа (в котором их окончательные размеры пересчитывать не следует), целесообразно настроить высоту букв как стилевое свойство и использовать для каждо-

го пространства свой текстовый стиль. В этом случае при создании текстов высота при обращении к команде запрашиваться не будет. Более подробное описание настройки текстовых стилей в данную тему не входит.

Текстовые атрибуты блоков — аналогично текстам — при создании автоматически воспринимают высоту по текущему текстовому стилю либо позволяют назначить ее каждому атрибуту индивидуально реальным размером, в зависимости от того, определена ли она как стилевое свойство. В последнем случае соответствующее поле остается недоступно.

Остальные типы обозначений, корректный вид которых зависит от масштаба печати, позволяют не вычислять их размеры в пространстве модели, а задавать их соответствующими коэффициентами масштабирования. Общей особенностью здесь является то, что в исходном виде их корректное отображение обеспечивается, как правило, при масштабе печати 1:1. При работе со строительными чертежами, для печати которых используются иные масштабные коэффициенты, такие обозначения



Рис. 1. Настройка высоты букв во встроенном текстовом редакторе

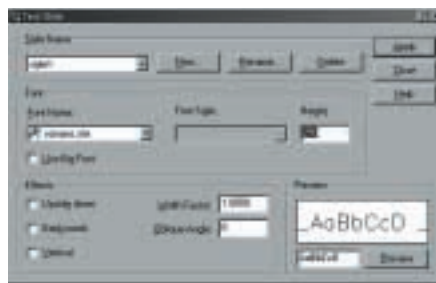


Рис. 2. Настройка размера текста как параметра стиля



Рис. 3. Настройка размера текстового атрибута

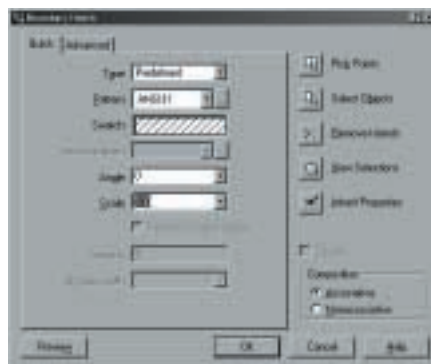


Рис. 4. Настройка масштаба штриховки

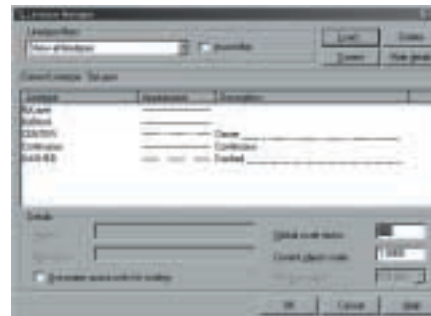


Рис. 5. Настройка масштаба типов линий

становятся неразличимыми. Для них применяется обратное масштабирование путем ввода его коэффициента в качестве соответствующих параметров настроек.

Для штриховок масштаб назначается в поле Scale на странице Quick диалогового окна Boundary Hatch.

Для прерывистых линий аналогичный параметр называется масштабом типов линий. Общий масштаб для всех линий чертежа настраивается в диалоговом окне Linetype Manager в поле Global scale factor. При настройке корректного представления линий в пространстве модели флажок Use paper space units for scaling должен быть отключен.

Для обозначений чертежных размеров и выносок все их параметры настраиваются в размерных стилях. Это позволяет, с одной стороны, создавать множество единообразных обозначений для различных условий, с другой — легко переключаться между такими наборами настроек вместо изменения каждого параметра по отдельности. Кроме того, такой метод дает возможность глобально изменять свойства множества размерных обозначений путем редактирования объединяющего их стиля.



Рис. 6. Настройка масштаба размерных обозначений

Параметры частей обозначений чертежных размеров настраиваются в полях многостраничного диалогового окна настройки размерных стилей. Число параметров, определяющих величину частей размерных обозначений, достигает восьми. Не возбраняется настраивать их все прямым указанием расстояний для

каждого стиля по отдельности, однако, если нужны идентичные обозначения для различных условий, это может оказаться утомительным. Лучше настроить части по их конечной величине в "бумажном" чертеже, а для приведения обозначений в соответствие с масштабом формируемого чертежного документа использовать параметр их обратного масштабирования, вводимый в поле Use overall scale of страницы Fit диалогового окна New Dimension Style или Modify Dimension Style. Сюда следует вводить значение, равное знаменателю масштаба вывода чертежа или плавающего видового экрана, для которого предназначается настраиваемый стиль. Изменяя лишь этот параметр, можно создавать семейства однотипных стилей для разномасштабных чертежей и фрагментов.

Работая с фрагментами изображений, формируемыми непосредственно в пространстве модели путем копирования и последующего геометрического масштабирования набора примитивов, которыми образован участок чертежа, следует учесть важную особенность. При нанесении чертежных размеров размерный текст создается автоматически и содержит реальное измеренное значение. При измерении участков геометрически отмасштабированного фрагмента автоматически измеренные значения будут отличаться от соответствующих размеров чертежисточника. Аналогичная ситуация может возникнуть, если размерные обозначения на основании изображения в плавающих видовых экранах создаются в пространстве листа. Для корректировки размерных значений в этих случаях должен быть применен поправочный коэффициент, который следует ввести в поле Scale factor на странице Primary Units диалогового окна настройки размерного стиля. Сюда должно вводиться число, обратное кратности геометрического масштабирования фрагмента либо, соответственно, масштабу, назначенному изображению, которое содержит плавающий видовой экран.

Часто требуется позаботиться о масштабе представления примитивов-точек. По умолчанию точки вы-

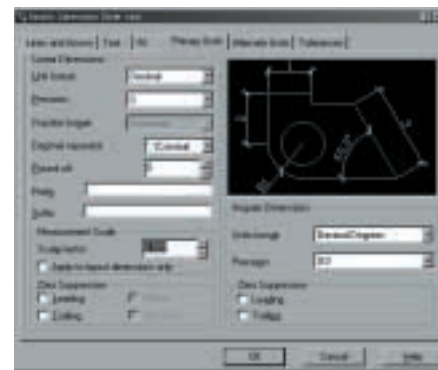


Рис. 7. Настройка корректировки размерных значений

водятся на экран одним пикселем, а на печать — пятном с диаметром по текущей толщине пера устройства вывода. Такие точки не поддаются масштабированию. Они плохо различимы на экране. Поэтому для точек нередко применяются хорошо различимые условные обозначения с ненулевыми размерами, называемые стилями точек. Для назначения величины символов точек имеется две возможности. По умолчанию их размер задается в процентах от видимой области экрана и зависит от текущего экранного увеличения. При таком использовании обозначений точек их размеры после очередной экранной операции могут оказаться слишком малы или велики для нормального восприятия при просмотре и печати. В том случае, если точки используются как вспомогательные объекты для привязок и не должны выводиться на печать, это не является проблемой. После регенерации размеры символов точек восстанавливаются.

Иначе дело обстоит когда точки в виде символов используются для имитации геометрических объектов сцены — например, колонн каркасного здания. Величина таких объектов не может зависеть от экранного увеличения, они должны иметь абсолютные геометрические размеры. Для этого используется вторая возможность: размер символа (сторона квадрата или диаметр круга) назначается в системных единицах AutoCAD (в нашем случае это миллиметры). При таком их использовании масштабирование не требуется. В том же случае, если конкретные размеры назначаются точкам, используемым в качестве вспомога-



Рис. 8. Настройка относительного и абсолютного размеров символа точки

тельных объектов, видимых в конечном чертеже, при назначении их значений следует придерживаться того же принципа, что и в случае с текстами. Требуемый конечный размер обозначения следует умножить на знаменатель масштаба чертежа. К сожалению, в одном чертеже нельзя одновременно использовать несколько стилей точек, что существенно ограничивает область их применения.

Если чертежный документ формируется в пространстве листа на основе изображения в плавающих видовых экранах, предусмотрена возможность автоматической настройки масштаба обозначений размеров и прерывистых линий в любом видовом экране независимо от масштаба представленного в них изображения так, чтобы обеспечить их корректное представление при печати.

В случае с чертежными размерами этим методом рекомендуется пользоваться только если при создании нового видового экрана в нем сразу устанавливается масштаб изображения, после чего немедленно производится его блокирование. Блокирование означает, что при изменении экранного увеличения в пространстве модели, доступном через такой экран, одновременно масштабируется и видимая область пространства листа. Поэтому масштаб, назначенный изображению в таком экране, всегда остается постоянным. Это гарантирует сомасштабность всех размерных обозначений, созданных в одном экране. Если экран не заблокирован, величина размерных обозначений, созданных в разное время, может отличаться. При этом размеры, созданные таким образом в одном видовом экране, в другом могут отображаться некорректно. Поэтому следует либо избе-



Рис. 9. Настройка автоматически масштабируемого размерного стиля

гать отображения в различных экранах одних и тех же участков изображения, либо фильтровать изображение созданных в них размерных обозначений, размещая их на различных слоях и управляя видимостью последних. В каждом видовом экране может быть установлен свой масштаб и свой уникальный набор видимых слоев. Описанный метод удобен тем, что для всех размеров достаточно использовать один размерный стиль. Особенность такого стиля в том, что при его настройке в области Scale for Dimension Features на странице Fit диалогового окна настройки устанавливается вариант Scale dimensions to layout (paperspace).

Универсальное масштабирование типов линий настраивается следующим образом. В диалоговом окне Linetype Manager глобальному масштабному коэффициенту присваивается значение 1 и включается флажок Use paperspace units for scaling. Корректное представление прерывистых линий при такой настройке гарантируется только в пространстве листа и расположенных в нем видовых экранах. В отличие от масштабируемых по текущему виду размерных обозначений, для обеспечения корректности представления прерывистых линий не обязательно блокировать видовые экраны, а линии, созданные в любом из экранов, во всех остальных отображаются корректно. Такая настройка является глобальной и влияет на представление всех прерывистых линий текущего чертежа. В некоторых случаях может понадобиться подкорректировать представление линий путем

назначения малых значений глобального или локальных их масштабов.

Таким образом не составляет труда создавать чертежные документы, содержащие разномасштабные изображения на основе общей графической информации, — при этом избегая ее дублирования. При выводе на печать чертежного документа, сформированного в пространстве листа, масштаб вывода устанавливается 1:1, поскольку отдельные плавающие видовые экраны в его составе содержат уже отмасштабированное изображение. Необходимость применить масштабирование при выводе такого макета чертежа может возникнуть лишь если вы захотите распечатать его на листе большего или меньшего формата, не меняя при этом его композицию: например, при выводе контрольного экземпляра перед чистовой печатью с целью экономии бумаги и чернил. Часто таким образом выводятся чертежи формата А1 на листах формата А3. В настройках печати при этом изменяется размер бумаги (А3) и масштаб вывода (1:2). При таком уменьшении формата окончательный масштаб чертежа или отдельных видовых экранов может сохранить соответствие одному из стандартных значений: например, масштаб 1:50 изменится до 1:100 либо масштаб 1:100 — до 1:200.

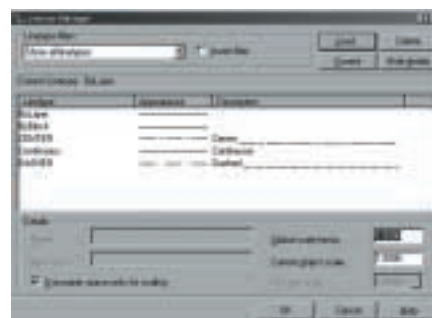


Рис. 10. Настройка универсального масштабирования типов линий

Александр Россоловский
ООО "Спектрум-Проект"
Тел.: (095) 201-1794
E-mail:
rossolovsky@spectrum-project.ru
Internet:
http://www.spectrum-project.ru

Строительное черчение в AutoCAD:

лимиты чертежа

Лимиты чертежа определяют, к какой максимальной области чертежа может быть быстро получен визуальный доступ.

Как правило, работа в AutoCAD ведется в масштабе 1:1 (реальный масштаб), масштабируется же изображение непосредственно при печати либо в плавающих видовых экранах макетов чертежных документов (Листы, Layouts). После создания нового чертежа по умолчанию, если не был использован прототип чертежа (Шаблон, Template) с иной настройкой, на экране визуальна доступна область, соответствующая чертежному формату A1. Понятно, что на такой площади невозможно разместить не только строительный объект, но даже участок стены. Для увеличения видимой области рабочего пространства можно воспользоваться экранными операциями — например, выполнить 100-кратное зуммирование (`_zoom;s;100x`). Более удобным способом настройки рабочей области является все же определение ее габаритов, называемых лимитами чертежа.

Для установки новых лимитов нужно выполнить одно из следующих действий:

- ввести в командной строке `_limits`;
- в меню Формат [Format] выбрать пункт Лимиты [Drawing Limits].

После обращения к функции программа просит последовательно ввести две точки, являющиеся концами диагонали габаритного прямоугольника. Каждая точка может задаваться либо графически на экране, либо вводом ее координат в командной строке, где по умолчанию

(в угловых скобках) предлагаются текущие значения координат, которые могут быть подтверждены пустым вводом.

Пустым вводом здесь и далее будет называться ввод текущего содержания командной строки без его изменения. Это может быть нажатие на клавишу ENTER, либо на клавишу пробела, либо правый щелчок с последующим выбором при необходимости в контекстном меню пункта ENTER.

Новый чертеж, созданный со стандартными настройками, имеет лимиты, определяемые значениями "0.0000,0.0000" и "420.0000,297.0000". На количество нулей после десятичного разделителя (каковым в AutoCAD является точка, а не запятая) обращать внимание не нужно. Запятая при такой записи имеет функцию разделителя элементов списка координат.

В общем случае положение определяемой функцией прямоугольной области лимитов относительно начала Мировой или текущей системы координат несущественно, важны лишь ее размеры. Поэтому для удобства ввода второй точки первой лучше назначить (либо сохранить предлагаемое по умолчанию) положение, совпадающее с началом координат: со значениями "0,0" (или "0.000,0.000", если точно воспроизводить содержимое командной строки).

Если первая точка лимитов совпадает с началом координат, для ввода второй точки достаточно ввести через запятую значения ее горизонтальной (X) и вертикальной (Y)

координат, соответствующие размерам области лимитов. Стандартная запись "420.0000,297.0000" (или "420,297", если отбросить незначительные нули) означает, что в вашем распоряжении имеется рабочее поле с размерами 420 мм на 297 мм. На самом деле единице AutoCAD может быть поставлено в соответствие любое значение, однако в практике строительного черчения используются исключительно миллиметры.

Если позиция первой точки была выбрана произвольно, для обеспечения точности при вводе второй точки лучше воспользоваться относительным координатным вводом. При этом списку значений координат предшествует знак "@", указывающий, что смещение задается от последней введенной точки вне зависимости от положения начала координат. Смещение может задаваться как прямоугольными, так и полярными координатами, хотя последний способ в данном контексте почти не используется.

Графическое указание области лимитов строительного чертежа, начатого в стандартном режиме (Простейший шаблон, Start from Scratch), практически невыполнимо, поскольку область ввода второй точки визуальна недоступна. Напротив, сама процедура изменения лимитов посвящена именно обеспечению доступа к ней.

При любом способе указания принципиально важно, чтобы сначала указывалась левая нижняя точка, а затем — верхняя правая. Другой порядок ввода лимитов программой игнорируется.

В том случае, если левая нижняя точка области лимитов имеет нулевые координаты, новые координаты правого верхнего ее угла вычислить несложно. Как правило, в работе над строительными объектами используются следующие значения масштабных коэффициентов: 1:2000; 1:1000; 1:500; 1:200; 1:100; 1:50; 1:20. Используемые форматы бумаги таковы: формат А3 соответствует стандартным лимитам, формат А1 по каждому из размеров превосходит формат А3 вдвое. Формат А2 по каждому из размеров превосходит формат А3 приблизительно в 1,4 раза. Используя несложные арифметические расчеты, можно определить, во сколько раз в каждом случае следует умножить (делить, видимо, не придется) значения стандартных лимитов. В качестве множителей должны использоваться знаменатель предполагаемого масштаба вывода чертежа и частное от деления длины стороны формата листа на длину соответствующей стороны формата А3. Для стандартных значений получаются следующие значения (дробные значения округлены):

	A4	A3	A2	A1	A0
1:20	14	20	28	40	56
1:50	36	50	71	100	141
1:100	71	100	141	200	283
1:200	141	200	283	400	566
1:500	353	500	705	1000	1414
1:1000	705	1000	1414	2000	2828
1:2000	1414	2000	2828	4000	5656

Таблица 1. Множители для настройки лимитов в зависимости от масштаба печати и формата листа

Если вам совсем не хочется заниматься подсчетами, примите лимиты в 100 или в 1000 раз больше стандартных значений. Главное, чтобы они с запасом вмещали проектируемый объект — целиком или определенную вами его часть.

Лимиты можно также настроить непосредственно при входе в программу или при создании нового чертежа в текущей сессии. Для этого в стартовом диалоге следует выбрать настройку Quick Setup или Advanced Setup и на соответственно втором и пятом шаге настройки определить нужную рабочую область,

заменяя значения в полях ввода Width и Length согласно описанному выше алгоритму.

После того как область лимитов определена, нужно вывести ее на экран целиком. Для этого применяются команды `_ZOOM` с опциями `_ALL` или `_EXTENDS`, которые в данном контексте идентичны по результату. Чтобы вызвать команды в этом формате, можно по выбору выполнить следующие действия:

- ввести команду `_zoom` и нужную опцию в командной строке;
- в меню Вид [View] выбрать пункт Показать [Zoom], а затем в подчиненном меню выбрать вариант Все [All] или Границы [Extends];
- воспользоваться кнопкой Показать границы [Zoom Extends] или Показать все [Zoom All] из панели инструментов Зуммирование [Zoom]. Эта панель вызывается в качестве подчиненной из области кнопок управления экранным изображением панели Стандартная [Standard].

Если чертеж содержит геометрию, действие вариантов команды различается. Опция `_ALL` устанавливает вид таким образом, чтобы в нем были видны с максимально возможным увеличением все примитивы, расположенные на незамороженных слоях, при этом область лимитов игнорируется. Опция `_EXTENDS` отображает область лимитов целиком, однако

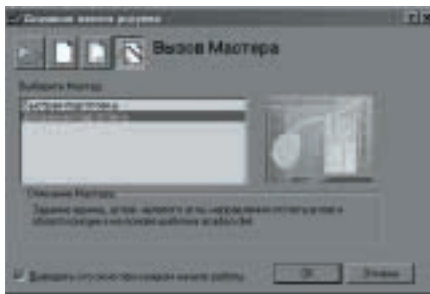


Рис. 1. Создание чертежа с настройкой лимитов



Рис. 2. Настройка лимитов нового чертежа

при необходимости увеличивает видимую область так, чтобы включить в нее также все примитивы на незамороженных слоях, расположенные вне области лимитов. В обоих случаях объекты, расположенные на незамороженных выключенных слоях, оказывают влияние на формируемую подобным образом видимую область, хотя сами такие объекты невидимы.

По виду экрана (если в нем отсутствуют объекты) вы не определите, какая область чертежа представлена. Для проверки можно поместить графический курсор в правый верхний угол графической зоны окна чертежа, после чего считать значения его текущих координат, отображаемые в поле координат, расположенном в строке состояния окна программы. Если эти значения незначительно отличаются от установленных вами, можно счесть задачу выполненной и начинать работу.

AutoCAD предусматривает режим, при котором графический ввод вне области лимитов невозможен. Это может оказаться полезным, если зона лимитов точно соответствует области, которая будет выводиться на печать: предотвращается черчение за ее пределами. Режим отслеживания лимитов активизируется командой `_LIMITS` с опцией `_ON`. В этом режиме ввод за лимитами сопровождается сообщением об ошибке в командной строке и повторным приглашением к вводу. Опция `_OFF` команды `_LIMITS` деактивирует режим отслеживания. Команда вызывается:

- вводом `_limits` в командной строке;
- выбором пункта Лимиты [Drawing Limits] в меню Формат [Format].

В обоих случаях опции вызываются в командной строке.

На практике этот режим используется редко, тем более когда конечные чертежные документы формируются в пространстве листа на основе плавающих видовых экранов.

Экранная сетка отображается только в области лимитов, что также позволяет наглядно представить доступную рабочую область. При этом следует иметь в виду, что сетка отображается на экране только в том случае, если ее шаг (расстояние между ближайшими узлами) позволяет сделать это при текущем экранном увеличении. Слишком



Рис. 3. Сетка в области лимитов

плотная сетка не отображается. Стандартный шаг 10 единиц не позволяет использовать сетку при работе со строительными объектами. При лимитах 42000x29700, что соответствует чертежному листу формата А3 в масштабе 1:100, в полноэкранном режиме с разрешением 1024x768 сетка будет видна при шаге не менее 200. В отличие от сетки, на действие режима шаговой привязки ограничения по ли-

митам и плотности узлов не оказывают влияния.

Сетка управляется командой `_GRID`, опции `_ON` и `_OFF` которой соответственно включают и выключают ее отображение. Команда вызывается в командной строке: `_grid`. Без опций команда позволяет настроить шаг сетки. Управлять видимостью сетки можно также кнопкой СЕТКА [GRID] в строке состояния. Сказанное не исчерпывает всех возможностей управления сеткой, однако более полное описание выходит за рамки излагаемой темы.

Здесь и далее системной единице длины AutoCAD приводится в соответствие 1 мм, что отвечает требованиям чертежных норм и практической целесообразности.

Заранее подготовить рабочую область для быстрого доступа можно и



Рис. 4. Поле координат и кнопки управления шаговой привязкой и сеткой

не настраивая лимиты. Стандартными средствами создайте рамку будущего чертежа с учетом масштаба. Лучше всего использовать прямоугольник, диагональ которого нужно задавать, следуя тем же принципам, что и при назначении лимитов. Так же, как и лимиты, такая рамка позволяет быстро вывести на экран всю область чертежа, а кроме того непосредственно видеть границы ввода. После завершения работы она может быть использована в качестве наружной рамки чертежа либо удалена.

Назначение масштаба при выводе чертежей на печать будет рассмотрено в следующей статье цикла.

Александр Россоловский
ООО "Спектрум-Проект"
Тел.: (095) 201-1794

E-mail:
rossolovsky@spectrum-project.ru
Internet:
<http://www.spectrum-project.ru>

PLATEIA 5.0

Мы автоматизируем процесс проектирования дорог с соблюдением норм и стандартов.

- Дороги в плане
- Продольные профили
- Поперечные сечения
- Дорожные знаки и разметка
- Объемы работ и другие расчеты
- Российские нормы и стандарты
- Трехмерные модели и визуализация

Consistent Software®

Москва, 107066, Токмаков пер., 11. Тел.: 913-2222, факс: 913-2221 E-mail: sales@csoft.ru Internet: <http://www.csoft.ru>

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕНТОВЫХ ОБОЛОЧЕК

Мягкие оболочки (МО) широко применяются как в сезонных, так и в капитальных сооружениях. Наиболее распространенные в малых архитектурных формах (навесы, знаковые сооружения), они получили известность благодаря использованию в большепролетных сооружениях — выставочных комплексах в Осло, Осаке (Экспо'70, Япония), Бордо (Франция) и Брисбене (Экспо'88, Австралия), летнем театре в Каннах, международном аэропорту Джидда в Саудовской Аравии...

Легкость, выразительность, динамичность архитектурного образа объектов достигается за счет специфических свойств основного конструктивного элемента — механически растянутой (напряженной) беззгибной *мягкой оболочки*. Устойчивость геометрии обеспечивает форма поверхности *отрицательной гауссовой кривизны* (ОГК). Такие оболочки называются *тентовыми* или, сокращенно, ТО. Форму поверхности обуславливают геометрия опорного контура, условия преднапряжения и крепления к несущим конструкциям покрытия — иначе говоря, *условия на контуре*. Даже незначительное изменение этих условий ведет к формированию новой формы поверхности — с другими значениями площади покрытия и внутреннего объема, иными условиями механической работы. Отсюда богатый выбор форм, оригинальность сооружений, но и большая сложность проектных работ, связанных с определением исходной геометрии поверхности.

Исходная форма тентовой оболочки, определяющая архитектурный облик объекта, устанавливается на этапе эскизного проектирования. Качественный архитектурный, функциональный и конструктивный

анализ требует достаточно точного, детального описания и графического отображения топологии поверхности. Исследования в области формообразования тентовых оболочек ведут многие отечественные научно-исследовательские и проектные институты, вузы (ЛенЗНИИЭП, ЦНИИСК, НИИЖБ, КиевЗНИИЭП, МНИИТЭП, Моспроект, Укрпроектстальконструкция, МИСИ, КГАСА). Для определения топологии поверхности, как правило, используют методы физического моделирования на основе жидких пленок и эластичных материалов, а также графоаналитические и численные методы.

Метод *физического моделирования* весьма нагляден и позволяет достаточно точно моделировать поверхность, форма которой приближена к минимальной. При этом он очень трудоемок, зависит от масштаба модели и физико-механических свойств ее материала.

Аналитический метод обеспечивает высокую точность построения описанных формулами поверхностей и параметрическое управление геометрией, но ограничен невозможностью моделирования поверхности на опорном контуре произвольной геометрией и небольшим набором аналитически описанных поверхностей, применяемых для моделирования тентовой оболочки. Используя *численные* методы, удается моделировать различные условия на контуре, строить поверхность любой сложности (если представлены исходные данные, в том числе начальная геометрия), а также максимально автоматизировать весь процесс проектирования — от опре-

деления исходной геометрии поверхности до прочностного расчета и раскройки.

К сожалению, в большинстве своем численные методы отличаются повышенной трудоемкостью и громоздкостью расчета, что исключает оперативное управление процессом формообразования. Обычно к ним обращаются при расчете и уточнении конечного варианта тентовой оболочки, а для получения расчетной схемы, исходной формы поверхности применяют более простые, но высокопроизводительные методы. Именно один из таких численных методов стал исходным при разработке метода интерактивного моделирования тентовых оболочек, в основу которого положена идея поузловой трансформации изначально плоской сеточной модели оболочки, закрепленной на неизменяемом опорном контуре. В ходе анализа пересечений проекции опорного контура и рядов сети определяются внешние, внутренние и



контурные узлы. Для последних, исходя из геометрии опорного контура, вычисляется ордината Z . Далее последовательно уточняются ординаты внутренних, незакрепленных узлов сети. Вычисления производятся по формуле:

$$Z_{i,j} = \frac{Z_{i-1,j} + Z_{i,j-1} + Z_{i+1,j} + Z_{i,j+1}}{4},$$

где i, j — номер узла в матрице сети.

То есть определяется среднее арифметическое от координат ближайших узлов сети. Этот процесс повторяется до тех пор, пока все координаты узлов предыдущего и последующего приближения не будут отличаться на заранее определенную величину, характеризующую точность, степень приближения сети к искомой форме поверхности. Впрочем, полученная таким методом поверхность недостаточно точно отражает форму тентовой оболочки. Связано это с тем, что пропорции сторон ячеек сети на плоскости проекции и на поверхности тентовой оболочки не совпадают, поэтому на "сложном" опорном контуре, крутых участках поверхности (к плоскости проекции) точность построения снижается. То же происходит при переходе к цилиндрической или сферической системам координат (рис. 1), к которым прибегают, если проекция контура и внутренних участков поверхности на плоскость невозмож-

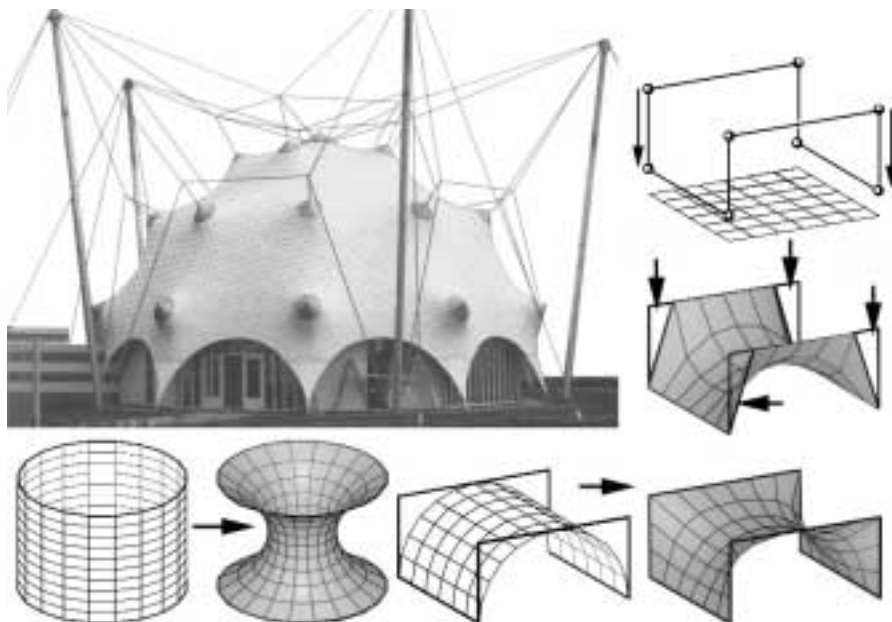


Рис. 3

на без взаимного наложения и пересечения (рис. 2). Кроме того, исходный метод не позволяет варьировать форму поверхности без изменения геометрии контура. Поэтому нами проведены исследования, целью которых было определение основных параметров формообразования ТО и их учет при расчете поверхности.

Как уже сказано, поверхность тентовой оболочки должна обладать *отрицательной гауссовой кривизной* (она обеспечивает устойчивость формы в процессе эксплуатации), для чего требуется закрепле-

ние мягкой оболочки минимум в четырех точках, не лежащих в одной плоскости. Если все точки крепления мягкой оболочки расположены на внешнем контуре — образуется "седловидная" форма поверхности. Ее аналогом может служить поверхность гиперболического параболоида (рис. 2, 3). "Воронкообразная" форма образуется при закреплении внутренних точек, выведенных из плоскости поверхности. Аналоги этой формы — к примеру, поверхности вращения параболы, гиперболы или цепной линии — позволяют рассматривать

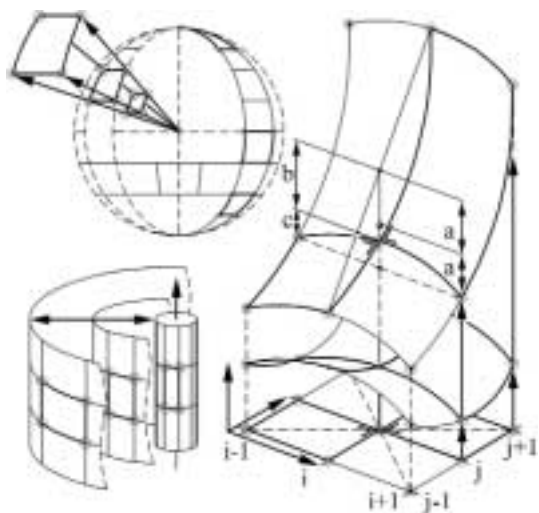


Рис. 1

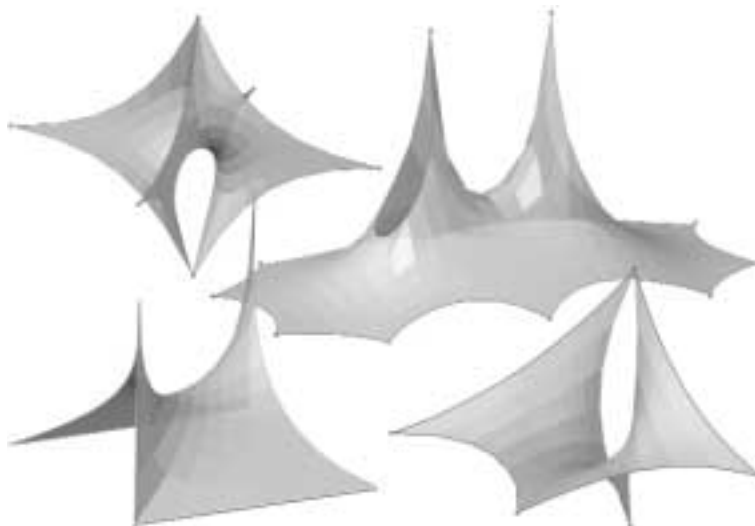


Рис. 2

"воронкообразную" форму и как частный случай замкнутой "седловидной" (рис. 3). Разнообразие форм достигается изменением геометрии опорного контура и характера предварительного напряжения. При этом мягкая оболочка может закрепляться по всей длине контура или в отдельных узлах: в первом случае мы имеем жесткий контур, геометрия которого совпадает с опорным контуром, во втором — гибкий контур. Форма гибкого контура зависит от раскроя поверхности (рис. 4) и характеризуется стрелой подъема или отношением его длины к расстоянию между узлами крепления. Использование гибкого контура, варьирование его длины позволяет получить эффектные, выразительные формы поверхности.

При перекрытии больших пролетов тентовые оболочки, как правило, подкрепляются (стабилизируются) тросами. На внутренних участках это может привести к нарушению гладкой формы поверхности и образованию на ней *граней*. Частным случаем их проявления можно считать "складчатые" поверхности. Линии граней и форма складок позволяют ярче выразить динамику поверхности. Складки представляют собой *смежные* участки гиперболической формы с общим гибким контуром — на этом основании их можно отнести и к разновидности составных конструкций. Независимо от того, каким образом сформирована поверхность, желательно, чтобы ее форма была приближена к минимальной. Средняя кривизна такой поверхности, в любой точке равная нулю, позволяет обеспечить экономную материю и оптимальные прочностные характеристики. Аналогом минимальной поверхности может служить мыльная пленка, "натянутая" на рассматриваемый контур. На практике при решении функциональных, конструктивных и архитектурных задач от этой формы нередко приходится отклоняться, но даже и в этом случае минимальная поверхность необходима в качестве исходной формы, относительно которой устанавливаются параметры изменения геометрии тентовой оболочки.

Анализ форм, условий формообразования тентовых оболочек позво-

лил определить основные направления развития исходного метода. Это построение поверхности, приближенной к минимальной, и моделирование различных условий на контуре, включающие изменение кривизны поверхности, моделирование гибкого контура и стабилизирующих вант. В процессе анализа исходного метода был решен ряд частных задач, связанных с определением оптимальной ориентации плоскости проекции и плотности сети относительно опорного контура, а также рассмотрен порядок перебора узлов. Это позволило на 50-80% по сравнению со стандартными решениями ускорить расчет формы. Для повышения точности расчета поверхности в условиях искажения пропорций ячеек сети и для моделирования различных условий на контуре в основную формулу были введены коэффициент M и параметры K и V .

Коэффициент M учитывает искажение геометрии ячеек сети. При построении поверхности геометрия сети изменяется, поэтому необходимо постоянное обновление значения коэффициента. Его использование позволило уменьшить плотность сети, разместить "контурные" узлы по линии крепления мягкой оболочки и моделировать гибкий контур (рис. 5). Что же касается искажений геометрии ячеек сети, то в ходе расчета они равномерно распределяются по всей поверхности. Чтобы обеспечить эти условия, требуется определять все три координаты узлов сети — X , Y и Z . Использование коэффициента M позволяет обеспечить приемлемую точность построения и сократить время расчета, за которое достигается необходимый уровень приближения к искомой форме поверхности.

Для построения поверхности, отличной от минимальной, используется параметр $K \in]0; +\infty[$ — он отвечает за изменение кривизны поверхности и отражает отношение нормальных усилий или радиусов глав-

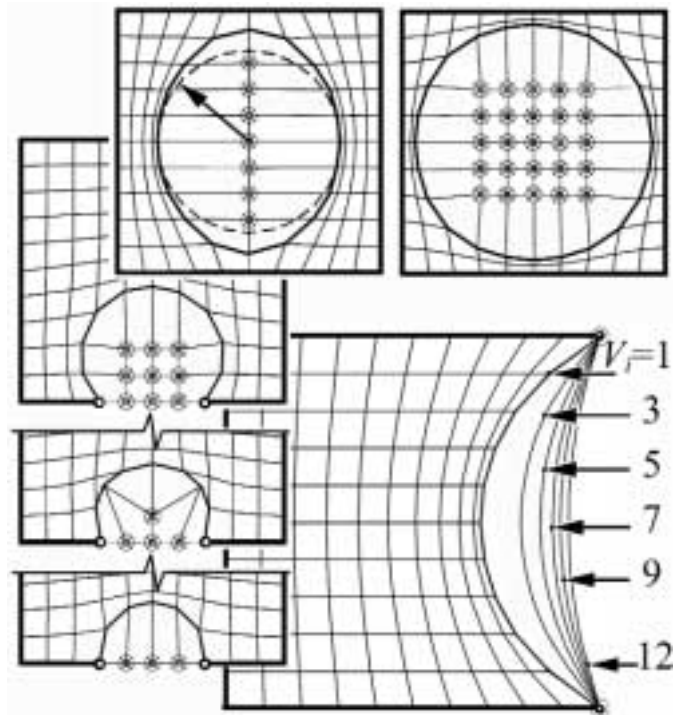


Рис. 4

ных кривизн в каждой ее точке ($\rho_{211} K = -\rho_{212}$). Значение параметра постоянно, но при расчете его присвоение узлам требуется контролировать. Это связано с изменением ориентации линий главных кривизн на разных участках поверхности или в одной и той же точке по ходу формообразования тентовой оболочки. Закрепление параметра за одним из направлений относительно рядов сети позволяет моделировать натяжение мягкой оболочки в том же направлении (рис. 6, 7).

Для моделирования внутренних стабилизирующих вант используется параметр $V_i \in]1; +\infty[$. Так же, как и параметр K , он отражает отношение радиусов кривизны поверхности, но изменяет кривизну поверхности только по линии прохождения троса. Значение параметра постоянно, присваивается индивидуально для каждого гибкого контура или стабилизирующей ванты. Изменение значений параметра позволяет регулировать форму, кривизну, длину ванты, проходящей через рассматриваемый узел (рис. 6, 7). Так, при $V_i \rightarrow +\infty$ длина троса приближается к расстоянию между узлами крепления. Поскольку форма и длина кривой зависят от исходной геометрии

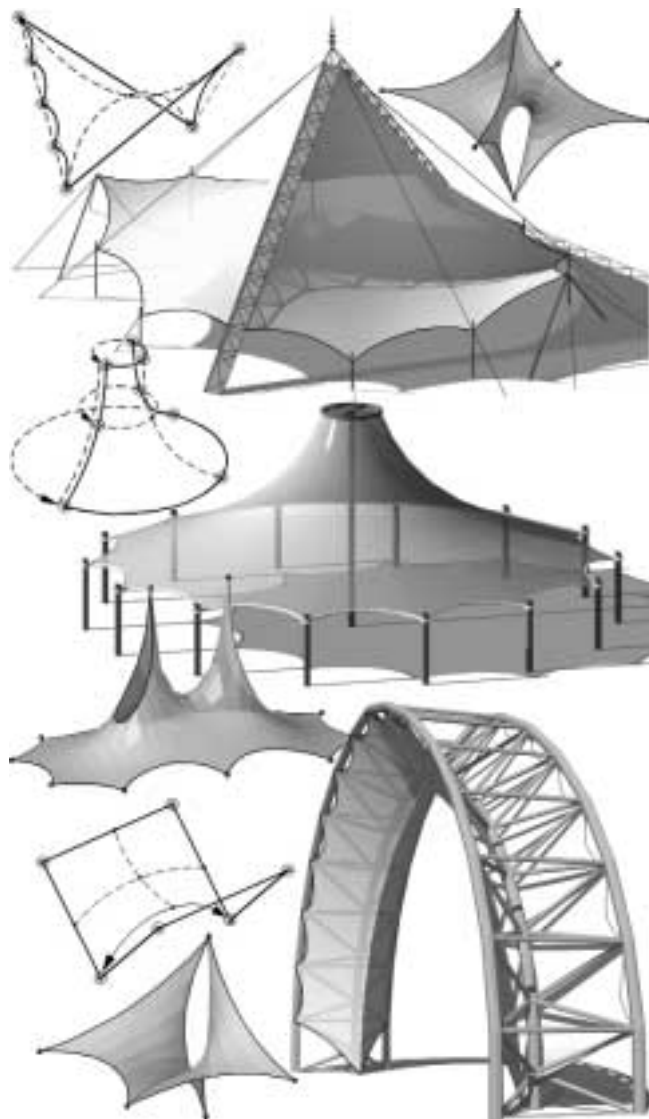


Рис. 5

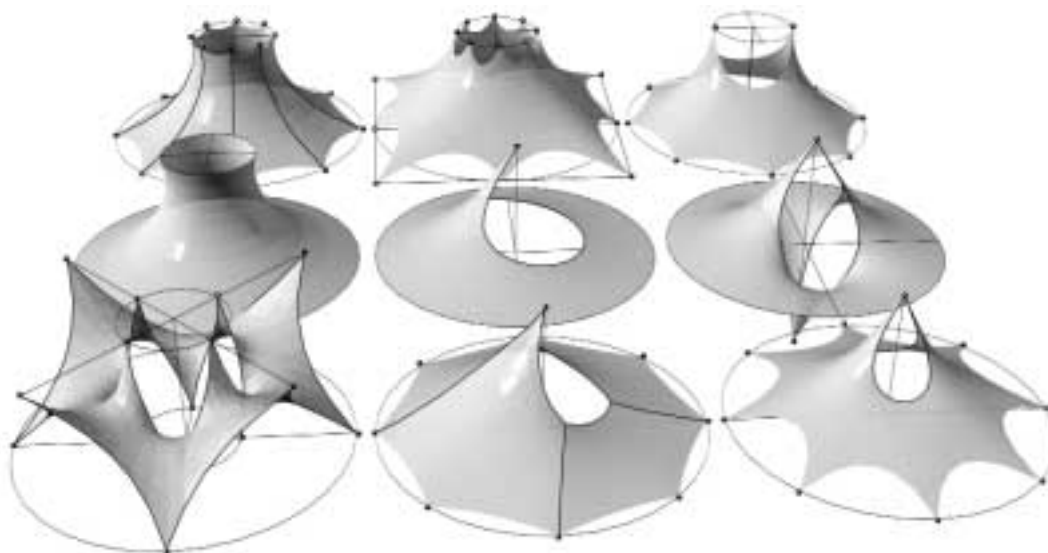


Рис. 9

поверхности, плотности и ориентации сети, аппроксимирующей поверхность, для получения необходимой геометрии поверхности приходится подбирать значения параметра. Поэтому для построения поверхности с фиксированной длиной внутренней стабилизирующей ванты или гибкого контура разработан алгоритм: он позволяет контролировать длину и подгонять значение параметра по ходу построения поверхности. Предварительно определяется максимальная длина ванты — это делается на основе анализа геометрии исходной формы поверхности, полученной при $V_i = 1$. Увеличение длины сверх установленной возможно только для гибкого контура за счет раскроя поверхности, то есть изменения исходной геометрии сети.

Определяя значения параметров, следует учитывать, что на этапе эскизного проектирования они служат только для управления геометрией оболочки. При построении поверхности, приближенной к минимальной, значения параметров K и V принимают равными единице. В этом случае требуется вычисление только коэффициента M . Дополнительные расчеты компенсируются повышением точности построения и, как следствие, более быстрым определением искомой формы поверхности. Значения параметров подбирают исходя из геометрии минимальной поверхности. Визуальный контроль ввода исходных данных и изменения геометрии тентовой оболочки обеспечивают интерактивный режим проектирования. Это достигается использованием AutoCAD. В качестве графической оболочки мы использовали программу AutoCAD 13-2000. С помощью встроенного языка программирования (LISP) был получен доступ к командам и графической базе данных элементов. Разработанные в ходе исследований программы вычисления и анализа поверхности тентовой оболочки были объединены в приложение к AutoCAD, включившее в себя подготовку исходных данных, сортировку узлов сети, ввод формообразующих параметров, расчет поверхности, анализ геометрии и другие модули. В связи с тем, что LISP — это

язык-интерпретатор, достаточно медленно (в том числе и после компиляции в "Visual LISP") обрабатывающий данные, основные вычисления были переведены во внешний ARX-модуль. Интерактивный режим управления геометрией ТО в среде AutoCAD осуществляется за счет графических методов ввода данных (определения исходной сети, опорного контура, вант предварительного напряжения). Программа обладает повышенной устойчивостью и независимостью модулей подготовки исходных

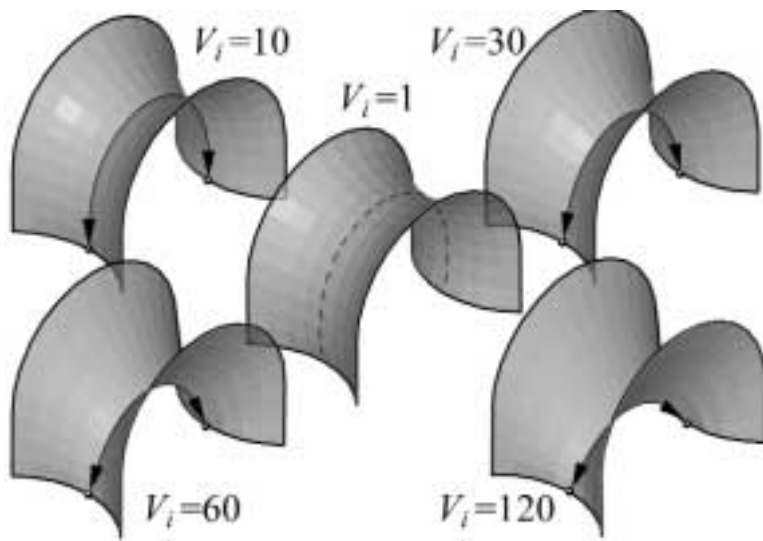


Рис. 6

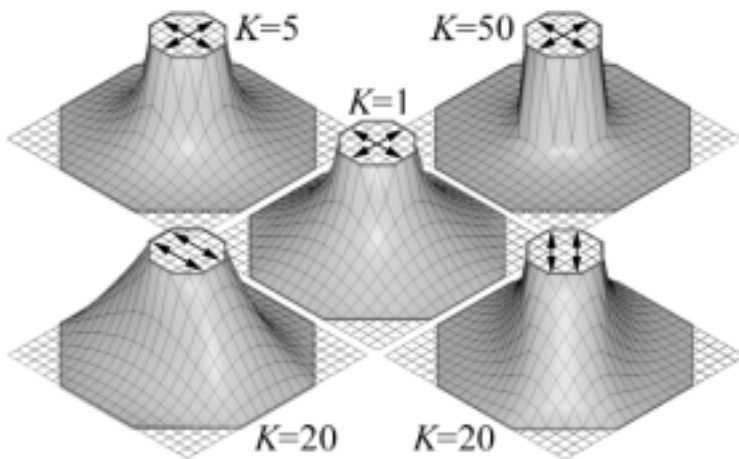


Рис. 7

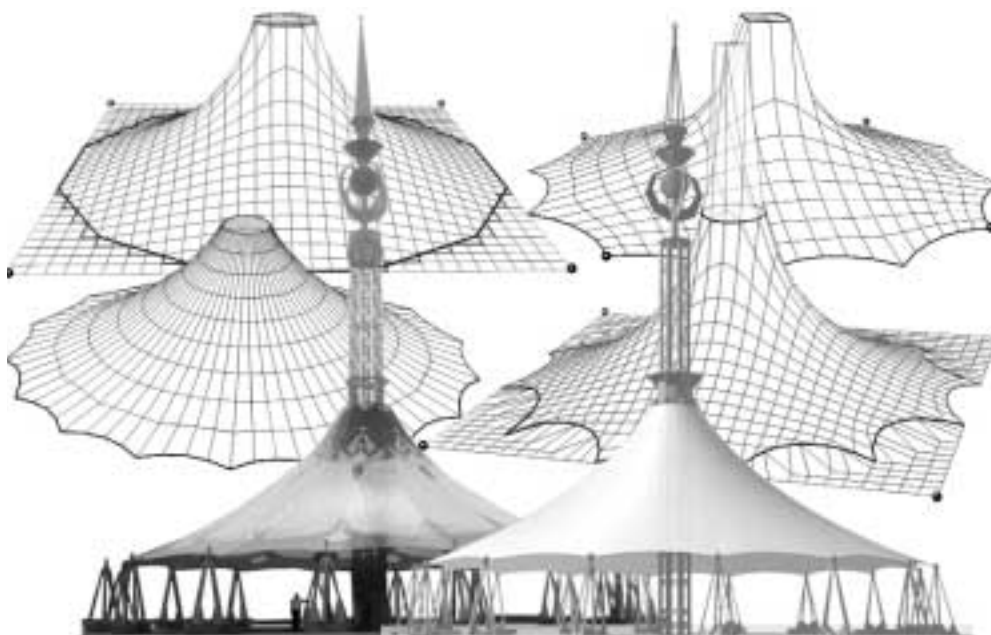


Рис. 8

данных, расчета и анализа формы поверхности: все изменения, установки и параметры сохраняются в базе данных графического примитива "СЕТЬ", которая используется для моделирования поверхности тентовой оболочки. Кроме того, устанавливается режим автоматического сохранения по ходу вычисления формы. Палитру вариантов можно получить копированием сети и редактированием ее базы данных (рис. 7, 9). Обновление координат (узла, ряда, сети) в графической базе данных сети помогает отслеживать на экране процесс формообразования поверхности. До завершения расчета поверхности можно вносить изменения в условия формообразования. Большой набор программ и приложений к AutoCAD позволяет объединить в одном рисунке различные виды проектных работ — от расчета конструкций до раскроя поверхности. Средства AutoCAD обеспечивают не только ввод, редактирование, контроль и анализ графической информации, но и ее вывод в виде чертежей и разрезов, аксонометрических и перспективных видовых кадров, включая фотореалистические изображения.

Создание инструмента интерактивного моделирования исходной геометрии тентовой оболочки производилось на базе лицензионных программных продуктов авторизованного учебного центра Autodesk "Радиус" при ЦНИТАС и кафедры САПР КГАСА. В порядке экспериментальной проверки метода (а также с целью внедрения технологии) для персональной творческой мастерской архитектора В. А. Сладкова были разработаны эскизные проекты, рассчитаны формы и получен раскрой ряда покрытий ТО над трибунами, сценами, выставочными и торговыми комплексами в Казани, Набережных Челнах, Нижнекамске. Среди реализованных объектов — знаковое сооружение Майдана в Нижнекамске (рис. 5, 8). В ходе работ над объектом были испробованы различные методы построения исходной поверхности ТО и выполнен эскизный проект сооружения (рис. 8). Построенные объекты с ТО успешно эксплуатируются в зимних условиях Татарстана.

Эксплуатация объектов с ТО успешно осуществляется в зимних условиях Татарстана.

*Евгений Удлер,
профессор, зав. кафедрой
САПР*

*Евгений Толстов,
ассистент кафедры САПР
Казанская государственная
архитектурно-
строительная
академия*

Статья проиллюстрирована фрагментами методического материала учебного курса по ArchiCAD, разработанного в компании Consistent Software инструкторами Денисом Ожигиным и Алексеем Ишмяковым.

За основу учебного проекта взято произведение современной архитектуры — Koshino House, архитектор Тадао Андо, Япония, 1984 г.

ArchiCAD —



ФОРМУЛА АРХИТЕКТУРЫ

Прочность — польза — красота... ArchiCAD

ArchiCAD не нуждается в представлениях — убедительный результат деятельности компании Graphisoft по разработке и продаже специализированной программы для архитектурного проектирования говорит сам за себя. Полагаю, что вопрос об использовании САПР архитекторами уже решен — мощный персональный компьютер вытеснил традиционный кульман полностью. Вообще, серьезный разговор пора вести не о средствах, а о методах.

Метод проектирования — вот "золотой ключик" для повышения эффективности труда архитектора. Реально влиять на его совершенствование и трансформацию могут только имеющие богатый опыт "обкатки" своей продукции фирмы-производители ПО. Ведь существующая ситуация удивительна и парадоксальна — архитектор получил в свое распоря-

жение колоссальные возможности объемно-пространственной композиции, формообразования, а методы проектирования остались прежними: калькирование, эскизирование, черчение, макетирование.

У современного автомобиля оказались деревянные колеса. Технологии позволяют в десятки раз ускорить процесс визуализации, печати проектов, объединить коллективные усилия проектировщиков. Но сам процесс поиска архитектурных решений остается традиционным, и здесь компьютерные технологии делают первые шаги.

Все начинается с глубокого изучения возможностей современных программных средств в сочетании с переработкой методологии проектирования.

Путь в архитектуру

Он у нас пока только один. Через высшую школу. Подготовка архитектора — долгий и трудный процесс.

Большое внимание уделяется ремесленным навыкам — например, совершенствование архитектурной графики идет на протяжении всех шести лет обучения. Согласно классическим представлениям, опыт долгих "штудий" рано или поздно должен автоматически привести к становлению определенной проектной культуры, высокому качеству проектных решений. По существу, это средневековый способ — мастер, подмастерье... Обучение не кончается в высшей школе, оно продолжается в проектной мастерской. Понятно, что этот путь к профессиональным высотам может существовать лишь в обществе с феодальной социальной структурой.

Теперь этого нет, и ситуация, когда архитектор достигает профессиональной зрелости лишь к 45-55 годам, уже абсурдна.

Ну кто же сейчас будет 20-30 лет в "мальчишках" бегать?

Архитектуру придворную сменяет архитектура коммерческая — это

реальность. Современный архитектор — не только художник, он еще и менеджер проектного процесса. В проектно-строительном процессе, где делаются огромные деньги, нет места инфантильным дебютантам или впавшим в маразм пенсионерам. Критерий только один — эффективность труда.

Для архитектора в современном обществе нет проблемы безработицы, есть проблема квалификации. Квалификацию архитектора составляет высокоэффективный творческий метод: раньше кто-то удивительно быстро чертил, отмывал, клеил, придумывал, умел общаться с заказчиком и подрядчиком (собственно и был "эффективным"). Теперь надо делать в десять раз быстрее и лучше. Это и предопределило появление компьютерных технологий и, безусловно, первыми стали создавать по-настоящему "эффективного" архитектора разработчики компании Graphisoft.

Польза — это функциональность и интеллект

ArchiCAD в самом начале своего пути ориентировался на применение эффективных методов проектной работы. Вы помните, сколько времени и сил отнимало архитектурное макетирование? На это приходилось идти, потому что у архитектора не было более наглядного для непрофессионального заказчика способа представить проект. Только макетом проверялись тонкие, едва уловимые ошибки в пропорциях, часто решались сложные геометрические задачи взаимодействия сложных архитектурных форм. Случалось ли вам "ломать" макет? Сколько раз приходилось срезать уже готовые фрагменты, добавлять новые?

Эффективность построения трехмерной модели в ArchiCAD позволяет получить доступ к редактированию наиболее подверженной изменениям части проекта — трансформации планировочно-конструктивного каркаса. Именно на этой стадии заканчивается "свободный полет

творческой мысли" и начинается сложная работа по воплощению идей в реальные функциональные пространства, физические габариты конструкций. Именно здесь раскрываются преимущества проектных инструментов ArchiCAD: быстрое построение виртуальных разрезов, определение светотеневой пластики фасада, расстановка разноуровневых перекрытий и лестниц, создание виртуальных камер для моделирования восприятия внутренних интерьерных и внешних экстерьерных пространств, определение сложных пересечений скатных крыш.

Полагаю, что именно интеллектуальные технологии построения архитектурных разрезов обеспечивают удивительное удобство при трехмерном моделировании в ArchiCAD.

Удобство определяется разнообразием и гибкостью способов построения сечений:

- виртуальная бегущая разрезная рамка позволяет делать срезы в плоскости плана и по разновысотным этажам;
- разрезная линия, этот классический инструмент, дает возможность автоматически строить фасады и ступенчатые вертикальные разрезы управляемой глубины;
- управляемые пространственные виртуальные сечения — незаменимый инструмент для проработки конструктивных узлов и сопряжений.

Но самое главное здесь, пожалуй, то, что способы разрезов и сечений — мощный инструмент архитектурного формообразования. Подрезка объектов под наклонные плоскости крыш, вырезание отверстий,

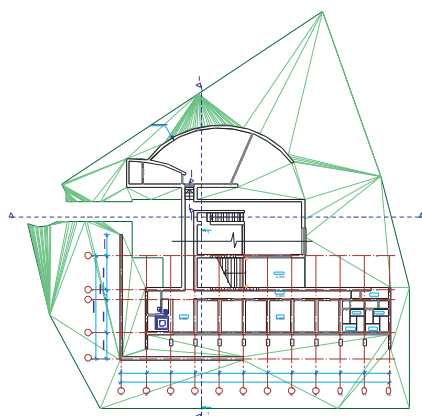
базирование — все это в умелых руках ведет к быстрому и эффективно-му решению.

Часто приходится слышать о некоторой ограниченности свободного геометрического моделирования в ArchiCAD. Есть такое ошибочное мнение — результат изначально усвоенного неверного метода работы с программой. ArchiCAD создан делать не просто изображения в архитектуре: это набор проектных инструментов, предполагающий хорошее знание своей профессии. Просто вспомните, чему вас учили:

- любой объект проектируется от общего к частному. Не надо пытаться спроектировать дом по дверной ручке;
- архитектурное сооружение создается только цельным по замыслу: это одновременная работа над планом, фасадом и разрезом;
- ловкая архитектурная подача и графические трюки при переводе в реальные конструктивные решения сразу теряют большую часть своей привлекательности.

Странно, но пересаживаясь с кульмана за компьютер, о таких ясных и простых вещах часто забывают. Возникает странный атавизм — словно впав в детство, проектировщики начинают увлекаться комбинаторными или геометрическими возможностями машинной графики, отодвигая реальные проектные задачи на второй план.

А надо лишь помнить, что здание состоит из определенных тектонических составляющих и именно они и должны выполняться наиболее тщательно, ведь качество проекта достигается логическим совершенством и согласованностью важнейших со-



Новости

PLATEIA — программное обеспечение для проектирования дорог

Компания Consistent Software подписала дистрибьюторское соглашение со словенской фирмой CGS Software и начала поставки PLATEIA — программного обеспечения для проектирования дорог, хорошо зарекомендовавшего себя в Германии, Австрии, Швейцарии, Словении, Польше, Чехии, Словакии, Румынии, Венгрии и других странах.

PLATEIA работает на базе AutoCAD 2000, AutoCAD Map 2000 и AutoCAD Land Development Desktop R2.

В программном обеспечении PLATEIA предусмотрены средства для проектирования новых и реконструкции старых дорог, разработки проектов мостов и туннелей, пересечений и примыканий, железных дорог, плотин, искусственных водоемов, регулирования русел рек. Кроме того, есть возможность анализировать рельеф местности, рассчитывать объемы работ, моделировать процессы, создавать и визуализировать трехмерные модели.

Интеграция PLATEIA с AutoCAD 2000, новые возможности управления проектом, стандартизация проектирования дорожного полотна, система контроля норм проектирования, связь с ГИС, гибкость системы, надежность хранения данных и интерактивные объектно-ориентированные функции делают этот комплекс мощным и удобным инструментом инженера.

PLATEIA 5.0 состоит из пяти модулей: Местность, Оси, Продольные профили, Поперечные сечения и Транспорт.

Модуль Местность необходим при работе с координатной геометрией, а также цифровыми моделями местности и рельефа.

Модуль Оси предназначен для отрисовки осей и разбивки дороги в плане. Имеет прекрасные средства отрисовки кривых, в том числе клотоид.

Назначение **модуля Продольные профили** — построение продольных профилей и вписывание вертикальных кривых. Кроме того, модуль позволяет оптимизировать вертикальную разбивку дороги с учетом объемов земляных масс (выемка и насыпь) и проектировать реконструируемые участки дорог.

Модуль Поперечные сечения предлагает широкий выбор инструментов и функций для быстрой и удобной работы с поперечными сечениями. Имеются функции отрисовки типовых элементов поперечного сечения (откосы, бордюрный камень и т.д.).

Модуль Транспорт предназначен для разметки дорог, расстановки дорожных знаков, проектирования щитов. Кроме того, здесь предусмотрены функции для оптимизации радиусов при проектировании пересечений и примыканий дорог.

Представленные решения весьма полно отвечают потребностям инженеров-проектировщиков: PLATEIA имеет понятный интерфейс, позволяет разрабатывать большие по объему проекты, а оформление чертежей и расчеты при проектировании дорог осуществляется в соответствии с местными стандартами.

ставляющих: плана, разреза и фасада. Только это и определяет проработанное архитектурное пространство. Проще говоря, если вы запроектировали плохую "коробку" — не спасут ни "навешивание" архитектурного декора, ни динамичный перспективный ракурс: халтуру опытный глаз определит сразу.

Тут опять возникает проблема использования метода. Как и чему учился проектировщик? Какие знания, умения и навыки сформировала у него проектная практика?

Прочность — это устойчивый метод работы, эволюция проектной идеологии

Принято считать, что формирование творческого метода архитекто-

ра происходит постепенно, но в реальной проектной деятельности профессионала почти одновременно:

- анализируется пространство, идет поиск подходящего для него стилистического решения;
- на основе личного опыта и приемов работы формируется концептуальное проектное предложение, которое тем ближе к реальному проекту, чем выше класс работы;
- концептуальное предложение постепенно трансформируется в реальное проектное решение, на основе которого и выполняется рабочий проект.

Это и принято считать творческим актом. Теперь рассмотрим, как ArchiCAD помогает архитектору решать эти задачи.



Все начинается с фор-проекта, задающего общее направление.

- Точка, пятно, функциональное пространство, планировочная зона — все эти классические приемы эскизирования широко применяются в ArchiCAD.
- Построение абриса-контура будущего сооружения с учетом пропорциональных и геометрических соотношений (решается задача фронтальной композиции).
- Выполняется внутренний объемно-планировочный каркас, состоящий из конструктивных объемных объектов-инструментов: стен, колонн, перекрытий, балок, наклонных элементов-крыш (решается задача объемной композиции).
- Линейные решения легко трансформируются в объемные формы конструктивного каркаса, после чего происходит необходимая коррекция составляющих элементов.
- Редактирование конструктивных элементов выполняется совершенно логичными, принятыми в строительстве способами: изменение положения и габаритов объекта в плане, изменение его высоты относительно фиксированной отметки уровня.
- Конструктивный каркас насыщается дополнительными элементами, которые организуют связи между пространствами: возникают лестницы, пандусы, проемы, зрительно проницаемые перегородки. Это сложный этап — он определяет качество не только интерьерного и конструктивного решения, но и будущего экстерьера объекта.
- Только после завершения основного планировочного каркаса можно приступить к комплексному решению экстерьера сооружения. Если проигнорировать последовательность действий — распадется согласованность элементов плана, разреза и фасада, проектное решение будет ущербным.
- Теперь можно приступить к вариантному проектированию фасада, вписыванию здания в существующую архитектурную среду. Представляется разумным на основе одного планировочного каркаса

создать серию объемных фасадных решений, имеющих логическую связь с общим объемным решением (решается задача объемно-пространственной композиции).

- Используя единые связи между фасадной проекцией и планом, архитектор корректирует основной планировочный каркас; на этом этапе начинается решение задач архитектурного декора, мелкой пластики — вот тут уже необходима качественная система графического представления, и на нее уходит немало времени.

Способы создания и редактирования ArchiCAD полностью повторяют логику проектного мышления архитектора — от линейного эскиза к объемной планировке. Затем начинаются анализ и корректировка полученного трехмерного образа модели. Окончательный этап — выполнение чертежей и оформление проекта.

Это революция в проектировании?

Тогда прошу заметить, что я пока почти не употреблял компьютерной терминологии, принятой в САПР. Нет, ArchiCAD не революция — это интеллектуальная эволюция проектных методов, основанная на глубоком изучении современного опыта архитектурного проектирования.

Так совершенно естественным для архитектора способом осуществляется переход от наброска (клаузуры) к строго выверенной объемной модели (или группе моделей), а за-

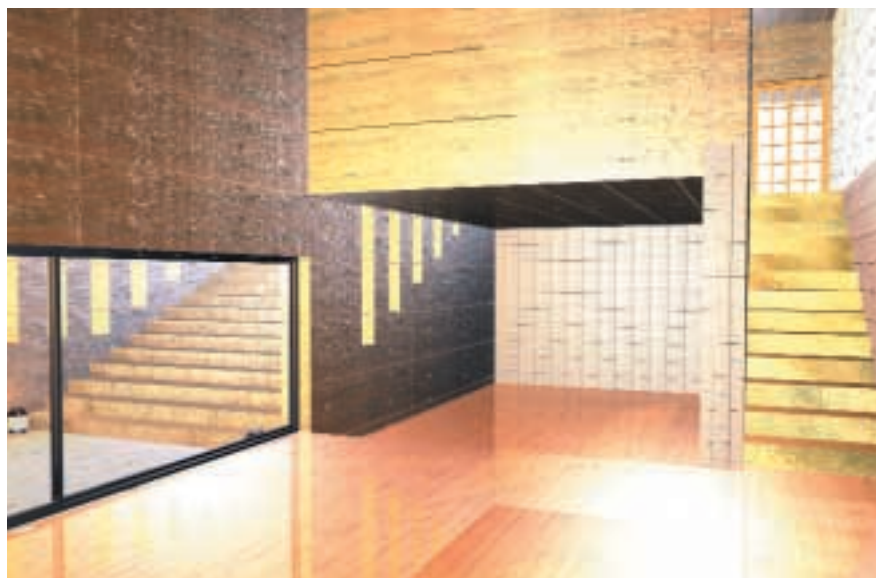
тем к презентации архитектурного решения ("подаче" проекта).

Кто скажет, что это неэффективно?

Красота – это простота работы, качество представления, изящество графики

Начало работы с ArchiCAD настолько простое, что многих вводит в заблуждение (видимо, для некоторых пользователей определяются степень "навороченности" экранного меню). Мне эта простота представляется вполне оправданной: начинающий пользователь не теряется перед обилием рабочих инструментов, а опытный всегда сможет переработать меню под себя, назначить функциональные клавиши, оставляя рабочее поле максимальным. Простота и удобство навигации в окне плана позволяют решать самые сложные задачи двумерных построений. Особо надо сказать о разных способах графического представления объектов: например, для удобства построений пользователь должен видеть сопряжения стен и балок по осевым линиям, некоторые графические обозначения имеют различное представление в зависимости от текущего масштаба, назначение элементов размерного стиля определяется независимыми величинами. Это учитывается средствами навигации.

Для окна трехмерных построений средства навигации заметно расширены: существующие возможности динамического обзора допол-



нены быстрым переключением в ортогональные виды по произвольной плоскости трехмерной модели. Сделано исключительно удобно — при построениях можно отслеживать фасадные проекции.

Хочется отметить качественное представление двумерных и трехмерных объектов. Архитекторы это ценят. За долгие годы обучения и проектной практики у каждого из них появляется вкус к красивой проектной графике — ArchiCAD не разочарует! Можно спорить о нюансах подачи, но все пользователи безусловно согласны, что в ArchiCAD стильная графика. У тех, кто давно работает с программой, постепенно вырабатывается особый графический стиль проектирования — мягкая и прозрачная графика, внимание к мелким деталям (помогает настройка штриховок), изящно оформленные разрезы.

Для создания высококачественных проектных презентаций из окна трехмерных построений в любой момент извлекается любое изображение в любой проекции и сохраняется

скими свойствами материалов покрытий, управление наложением текстур для создания различных фактурированных строительных материалов, управление физическими параметрами источников света, мощный и удобный солнечный калькулятор, специально предназначенный для архитектуры. Более удобного инструмента для светотеневой пластики элементов фасада просто нет.

Кому все-таки мало — добро пожаловать в Artlantis Render!

Перспектива способом архитекторов

На рынке представлено сейчас большое количество САПР-продуктов по архитектурно-строительной тематике. На любой вкус. В некоторых можно запроектировать разве что собачью будку, в других разработчики и продавцы обещают создание целых городов или комплексное сопровождение всего процесса строительства. Не буду спорить — наверное, теоретически такое возможно. Но надо,

как говорится, "ставить реальные цели": программное обеспечение должно решать реальные проблемы, которые соответствуют техническому уровню развития строительных отраслей, национальным особенностям культуры проектирования.

Ближе всех остальных программ к российским архитекторам стоит ArchiCAD. Почему?

Главным критерием использования компьютерных методов проектирования является общая эффективность, которая определяется:

- скоростью отдачи, когда вложенные в программное обеспечение деньги будут давать прибыль. Это зависит от того, какие задачи архитектор будет решать на компьютере в первую очередь;
- коротким сроком освоения проектировщиком приемов эффективной работы в программе, где идеология использования про-

ектных инструментов точно соответствует сложившимся навыкам проектировщика;

- быстрой наработкой проектного потенциала проектной организации при использовании ArchiCAD исходя из постоянно решаемых задач;
- сроком присутствия компании Graphisoft на отечественном рынке САПР, ее способностью поставить через своих партнеров весь спектр необходимых услуг, наличие благодаря этому необходимой массы квалифицированных пользователей.

Семья ArchiCAD

Наиболее эффективно ArchiCAD используется там, где архитекторы овладели им в совершенстве. Для некоторых это предмет постоянной гордости, даже некоторого снобизма. А ведь нет в этом ничего особенного (как ничего особенного нет в хорошем умении, например, водить автомобиль). Работа архитектора заключается не в способности быстро водить мышкой, помнить сотню команд и инструментов или умении пользоваться несколькими приемами. Представляете, как странно выглядел бы архитектор, считающий себя выдающимся только потому, что отлично знает устройство рапидографа?

Подлинный мастер решает при помощи ArchiCAD творческие задачи, самостоятельно оптимизирует наиболее рутинные операции.

Что для этого нужно? Научиться пользоваться ArchiCAD у людей, которые могут и умеют учить. Никаких комплексов быть не должно — отнеситесь к этому просто как к возможности посетить страну, богатую современными достижениями архитектуры: интересно и многому учит. ArchiCAD — это не скучно, если при изучении вы будете использовать свои знания и опыт!

После начального освоения программы вы откроете целый мир новых возможностей! Это и есть построение перспективы способом архитекторов.

*Алексей Ишмяков
Consistent Software
Тел.: (095) 913-2222
E-mail: alexis@csoft.ru*



практически в любом формате (векторном или растровом). Особенно эффектно это проходит при извлечении виртуальных разрезов и сечений.

Напоминаю, что визуализация в ArchiCAD преследует прежде всего проектные цели! Получение суперфотореалистических изображений конечной целью архитектора-проектировщика не является. Для решения подавляющего большинства задач проектирования возможностей визуализации ArchiCAD более чем достаточно: есть управление оптиче-

РЕАЛЬНЫЙ МИР ТЕКСТУР



При создании проектов в среде **AutoCAD**, **Architectural Desktop**, **ArchiCAD**, **3D Studio VIZ**, **3D Studio MAX** очень важна реалистичность их представления. Обеспечить абсолютно точное моделирование всех деталей сцены не способны даже самые современные системы проектирования: реальные материалы имеют очень сложную структуру, их поверхность неоднородна, что человеческий глаз и воспринимает как фактуру. Например, деревянный объект воспринимается как волокнистая поверхность, покрытая годичными кольцами и другими неровностями. Моделировать такие неровности при помощи геометрических объектов невозможно, да и не нужно — это чрезвычайно усложнит модель и замедлит работу системы. Для реалистичного представления объекта достаточно смоделировать его основные, значимые элементы, а фактуру изобразить с помощью процедуры **Mapping**, преду-

смотренной во всех современных САПР.

Mapping — это процесс "оклеивания" виртуальной модели "обоями". В качестве "обоев" используется текстура: обычное двумерное изображение, иллюстрирующее фактуру растровый файл. Обязательным указывается точка привязки текстуры к поверхности объекта. Таким образом текстурой покрывается каждая точка поверхности, и при расчете цвета этой точки к ее освещенности добавляется цвет соответствующей точки текстуры. Так достигают большей реалистичности изображения; к тому же объекты сцены, обладающие разными текстурами, легче различать (рис. 1).

Существуют два основных типа текстур: точечные (**Bitmap**) и аналитические. Первые представляют собой простые растровые файлы, в основу вторых положен математический метод генерирования текстуры (он включает формулы, которые позволяют получать текстуры типа мрамора или иных материалов, имеющих на разных поверхностях разный узор). С помощью аналитических текстур можно добиться того, что каждая новая поверхность будет по своему уникальной.

Различают текстурирование двух- и трехмерное (последнее чаще называют **Solid Mapping**). **Solid**

Mapping позволяет сохранять текстурирование объекта и после того, как над ним проведена булева операция. Например, плоскость разреза автоматически получает ту же текстуру, что и остальные поверхности объекта.

Из курса лекций по компьютерному искусству и моделированию

Mapping бывает плоским (проецирование текстуры на объект посредством параллельной проекции), цилиндрическим или сферическим (в этом случае меняется и метод проецирования текстуры на поверхность объекта).

По характеру действия текстуры делят на:

- обычные;
- текстуры рельефа **Bump** и **Attitude**, позволяющие не только добиться сходства с реальными материалами, но и создать иллюзию рельефа поверхности, а также генерировать псевдотени (рис. 2).

Текстуры можно произвольно масштабировать, совершать над ними другие аффинные преобразования. При изменении масштаба текстуры меняется и масштабность объекта.

Сканируя различные материалы и рисунки, редактируя их в графическом редакторе, вы можете формировать самые разные библиотеки текстур и, используя их, создавать неповторимые виртуальные миры...

Александр Велиджанашвили

Alex-N.E.T.,

Кандидат педагогических наук

Тел.: (995-32) 92-0164;

(995-99) 55-1683,

E-mail: Alex@artsacademy.edu.ge

Нина Карбелашвили

Alex-N.E.T.,

Кандидат педагогических наук,

доцент,

руководитель компьютерного центра Кафедры компьютерной

графики и начертательной

геометрии Тбилисской

государственной академии художеств

Тел.: (995-32) 92-0164

E-mail: Nino@artsacademy.edu.ge

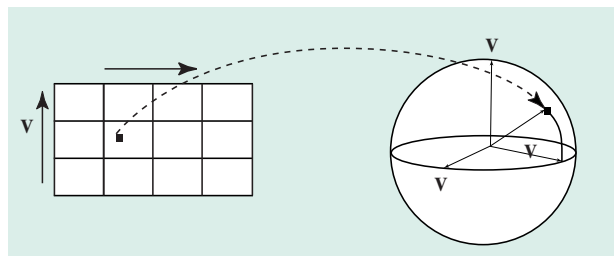


Рис. 1

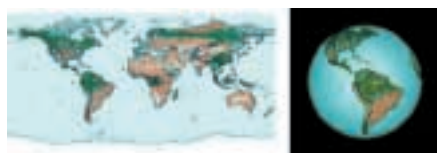


Рис. 2

Хранилища данных, или Где хранить терабайт?..

Кто из конструкторов-разработчиков не бывал в архиве? Огромные стеллажи с папками... запах бумажной пыли... шкафы с каталогизаторами... Если на вашем предприятии нет ничего подобного, я за вас рад, но, тем не менее, разобраться с проблемами сохранения данных (чертежей, таблиц, спецификаций, извещений и прочих документов, которые могут понадобиться сегодня, завтра, через десять лет, а могут не понадобиться вовсе) все равно стоит.

Когда в САПР только начинали использовать первые 286-е компьютеры, проблема представлялась несколько иначе. Объем данных был невелик. И даже если на компьютерах и дискетах они время от времени пропадали, эйфория от того, что выпуск извещений об изменении в проекте занимает теперь на порядок меньше времени, позволяла воспринимать это как банальные неудобства. Все равно все важные и финальные документы хранились в бумажном виде, а оперативный доступ к данным осуществлялся простой передачей дискет на 360 Кб или с помощью нехитрой утилитки обмена данными через последовательный порт RS-232.

Но все меняется. Теперь, когда технологии САПР вышли за рамки

плоского чертежа, приходится заботиться и о данных, которые не могут быть представлены иначе как в компьютерной форме: цифровых пространственных моделях, динамическом представлении результатов, таблицах расчетов... При этом объемы данных, обрабатываемых на современных рабочих станциях, иногда очень велики. Опыт показывает, что при со-

временном магнитной ленте, один из самых первых компьютерных носителей, год от года совершенствуется... но отнюдь не универсальна



Магнитная лента, один из самых первых компьютерных носителей, год от года совершенствуется... но отнюдь не универсальна



Самые современные "дискеты" DVD-RAM уже достигли емкости 4.7 Гб. А скоро появятся 12 и 16 Гб.

проектировании в составе средней рабочей группы (около 20 человек) под управлением системы документооборота, требующей постоянной верификации и синхронизации файлов, хранения нескольких версий каждого набора данных, приходится

оперировать объемами в сотни, а то и тысячи гигабайт... И только для оперативной работы! А ведь есть еще и архив, и резервное копирование... Данные в конструкторском бюро растут как снежный ком. Что же делать?.. Как решить проблему архивов, резервного копирования и оперативного доступа к столь значительным массивам информации максимально эффективным образом?

К счастью, с подобными проблемами конструкторские бюро столкнулись не первыми: решения уже были найдены и апробированы в научных институтах и банках, чьи суперкомпьютеры хранят сотни терабайт данных и успешно ими оперируют. Эти организации перепробовали множество технологий — нам же нужно только выбрать лучшее из возможного...

Прежде всего следует разобраться, какие существуют технологические решения, способы организации хранилищ данных (именно этим термином мы будем пользоваться для описания рассматриваемых устройств: англоязычный вариант Mass Storage — "массовое хранилище" или

СИСТЕМЫ ХРАНЕНИЯ ДАННЫХ

"массовый накопитель" — не так благозвучен). И, самое главное, четко уяснить себе цель: для чего, собственно, вам понадобилось хранилище...

Как их классифицировать?

Хранилища данных делятся:

- по типам носителей;
- по способу организации;
- по областям применения.

Тип носителя задает физический способ хранения информации. Это одна из базовых характеристик при позиционировании хранилища, зачастую определяющая области его применения. Носитель задает такие характеристики накопителя, как возможность перезаписи данных, скорость выборки, темп чтения и обновления данных, надежность и долговременность хранения, максимальный размер файла, а также множество других параметров. Например, для записи на магнитной ленте характерна высокая скорость чтения и записи, но последовательный доступ не позволяет осуществлять быстрое позиционирование нужных данных, а способ записи и чтения (головка касается магнитного слоя ленты) ограничивает надежность носителя (при частом использовании магнитный слой истирается). Оптические накопители (CD и DVD), напротив, очень надежны (чтение/запись осуществляется лазером, и непосредственного контакта линзы лазера с носителем не происходит), однако необходимость отслеживать записывающую дорожку на диске и инерционные тепловые процессы при записи уменьшают скорость считывания и записи.

В таблице приведены базовые характеристики носителей.

Доступ к данным на носителях обеспечивают **приводы** (у жесткого диска привод интегрирован с носи-

телем). Характеристики привода тоже очень важны, но у различных производителей могут существенно отличаться. Базовые характеристики приводов для различных носителей собраны в таблице (данные приводятся по разным производителям).

Поскольку объем данных носителя ограничен, для большого хранилища информации применяют специальную организацию носителей и приводов в единое устройство.

Способ организации приводов в хранилище — исключительно важная характеристика, которая в очень большой степени определяет скорость доступа, время выборки данных и цену. Возможные способы объединения:

- **Массив (Array, Matrix)**. Каждый носитель снабжен собственным

Тип носителя	Скорость чтения	Скорость записи	Время доступа	Возможность записи	Возможность перезаписи	Удельная стоимость хранения 1 Гб*	Срок хранения**
CD	Выше средней	Нет	Среднее	Нет	Нет	\$0,8–1,5	Более 100 лет
CD-R	Средняя	Средняя	Среднее	Да	Нет	\$1–1,5	Более 100 лет
CD-RW	Средняя	Средняя	Среднее	Да	Да	\$1,5–3	100 лет
DVD-RAM	Средняя	Средняя	Среднее	Да	Да	\$5–11	Более 100 лет
Магнитная лента (Tape)	Высокая	Высокая	Большое	Да	Да	\$0,7–1,7	30 лет
Магнитооптический диск (MO)	Высокая	Высокая	Малое	Да	Да	\$1,6–2,5	50–100 лет
Жесткий диск (HDD)	Очень высокая	Очень высокая	Очень малое	Да	Да	\$3,5–30	Не определяется

* Удельная стоимость хранения единицы информации рассчитывается как частное от деления стоимости носителя (CD, DVD-диска, MO-картриджа или кассеты с магнитной лентой) на его емкость.

** Срок хранения приводится для оптимальных и рекомендованных условий хранения и эксплуатации.

Привод	Потоковая скорость чтения*, Мб/сек.	Потоковая скорость записи*, Кб/сек.	Потоковая скорость перезаписи*, Кб/сек.	Время доступа, мсек.	Емкость носителя	Время наработки на отказ (MTBF), час.
CD-ROM	0,9–2,4	Невозможно	Невозможно	100–170	650, 740 Мб	100 000
CD-R	0,9–2,4	0,9–1,8	Невозможно	125–180	650, 740, 800 Мб	100 000
CD-RW	0,9–2,4	0,9–1,8	0,9–1,2	125–180	650, 740, 800 Мб	100 000
DVD-RAM	1,35–2,8			80–180	1,46, 2,6, 4,7 Гб	100 000
Tape	1,1–6,0	1,1–6,0	1,1–6,0	1000 для самых быстрых	512 Мб, 1,2; 2,5; 4; 8; 24; 40; 80 Гб	250 000 (читающая головка 50 000)
MO	2,1 — 4,6	1,1–2,3	1,6–2,3	15 — 35	128, 230, 640 Мб, 1,3; 2,6; 4,2; 9,1 Гб	250 000
HDD	до 39,4	до 39,4	До 39,4	4,8–16	до 250 Гб	До 1 200 000

*Обратите внимание, что в таблице приводится потоковая скорость чтения, записи и перезаписи. Производители, как правило, показывают интерфейсные скорости, достижимые лишь при передаче данных из буфера привода в буфер интерфейсной платы. На практике этого практически не происходит. Предельная скорость чтения привода ограничивается скоростью движения записанных данных относительно считывающего устройства (головки, линзы). Если же данные считываются дискретно, считывающая головка вынуждена перемещаться от одной области данных к другой. В случае, когда происходит потоковое (непрерывное) считывание данных блок за блоком, возможно достижение предельной для привода скорости. Для организации хранилищ данных именно на потоковую скорость и следует ориентироваться.



В хранилище, организованном в виде библиотеки, на один привод приходится несколько носителей (На иллюстрации — MO-носитель.)

Новости

Vidar представляет новый широкоформатный сканер TruScan Latitude для сверхшироких документов

Компания Consistent Software начала поставки нового широкоформатного сканера TruScan Latitude. Гарантируя превосходный результат, Latitude работает с документами шириной до 54 дюймов (1372 мм): сканирует в файл или — если подключен плоттер — сразу выводит изображение на печать.

Как и другие сканеры VIDAR, он обладает полным набором характеристик, доступен по цене и имеет годовую гарантию. Способный работать со сверхширокими документами толщиной до 12 мм, Latitude займет достойное место в организациях, где необходимы процессы репрографии и сканирования.

Latitude идеально подходит для использования в репрографии, САПР или при подготовке выставок. Он прекрасно передает цвет и детали любых документов — чертежей, карт, фотографий, плакатов, больших рекламных вывесок. Точность определения цвета повышается использованием 36-битной палитры, сканер удаляет фоновый "шум" и передает на компьютер только лучшие 24 бита.

Уникальный четырехроликовый механизм подачи протягивает носитель бережно и без проскальзываний. Благодаря прямому тракту документы не только не сминаются, не рвутся, но и не изгибаются в процессе сканирования, а значит, могут быть достаточно толстыми и жесткими.

Cielle выпускает новую серию фрезерно-гравировальных станков EPSILON

Итальянская фирма Cielle выпустила новую серию станков EPSILON. Фирма разработала EPSILON как серию машин, позиционированных между сериями ALFA и BETA с учетом двух важных факторов: соотношения цена/качество и доступных видов обработки, выполняемых на этих машинах.

EPSILON может рассматриваться как развитие ALFA 80/125, но обычной модернизацией Cielle не ограничилась: новые модели улучшены принципиально. Вот наиболее важные особенности станков этой серии:

- максимальная обрабатываемая высота — 200 мм;
- привод выполнен на винтовых парах с рециркулирующими шариками;
- станок управляется новым контроллером CNC HST 2000.

В настоящее время доступны три различных по размерным характеристикам модели станков: EPSILON 60/40, EPSILON 80/125 и EPSILON 130/150 (как в версиях MS — с приводом на микрошаговых двигателях, так и BS — с сервоприводом на бесколлекторных двигателях с обратной связью).

Станки ALFA 80/125 и ALFA 80/125M больше не поставляются, т.к. заменены теперь моделями EPSILON 80/125 MS/BS и EPSILON 80/125M соответственно.

приводом, а все приводы объединены в единое хранилище посредством специальных интерфейсов. Если к хранилищу предъявляются специальные требования по надежности, приводы преобразуются в целые матрицы с избыточным хранением данных (RAID — дисковый массив с избыточностью данных). В таких матрицах выход из строя одного или даже нескольких приводов не влечет потери данных, а горячую замену (hot-swap) привода можно осуществлять прямо на работающем устройстве. При повышенных требованиях к скорости доступа матрицы преобразуют в специализированные комплексы с параллельной записью на множество дисков, оснащают специальными SCSI-переключателями для работы нескольких пользователей и применяют другие оригинальные технические решения. К сожалению, организация хранилища в виде массива при всей его технической мощи требует серьезных затрат и подходит далеко не для любой цели.

- **Библиотека (Jukebox, Library).** На один привод в таком хранилище приходится несколько носителей.

Носители размещены в слотах магазинной системы, а их сменой занимаются сервисный механизм или роботизированная система, которые оперируют носителями в зависимости от внешних команд. Такая организация позволяет создавать невероятно большие хранилища с сотнями приводов, десятками тысяч носителей и емкостью в тысячи терабайт. При этом удельная стоимость хранения очень невысока. Используя совместимость многих носителей сверху вниз (например, CD-ROM, CD-RW и DVD-RAM; MO- и WORM-диски; ленты разной емкости), в библиотеках можно комбинировать и приводы разных типов. При этом усложнение, вызванное неоднородностью библиотеки, компенсируется ее гибкостью, лучшей масштабируемостью и еще более низкой удельной стоимостью хранения единицы информации. Конечно, есть у библиотек и слабая сторона: из-за того, что сервомеханизму требуется время для смены носителей в приводах, могут происходить задержки при произвольной выборке информации.



Библиотечные системы Plasmon серии D (Plasmon D120, D240, D480) обеспечивают емкость хранения до 4.6 Тб на "одном" устройстве!

СИСТЕМЫ ХРАНЕНИЯ ДАННЫХ

Библиотеки с единственным приводом принято называть **автозагрузчиками (Autoloaders)**.

По областям применения хранилища можно условно разделить на:

- **устройства архивирования (archive)**, призванные обеспечить долгосрочное сохранение информации с нечастыми выборками чтения/записи и относительно редкими (либо вовсе отсутствующими) запросами на модификацию. Основная цель архивирования — долговременное хранение информации; при этом подразумевается, что в любое время ее можно извлечь. Архивированию подлежат, например, законченные проекты, бухгалтерская отчетность, лог-файлы серверов, таблицы с результатами расчетов, отсканированные чертежи из бумажных архивов — в общем, все, что традиционно помещалось в архив, плюс важная информация из разряда той, что в докомпьютерную эру попросту не существовала. Процедура восстановления данных из архива называется разархивированием или извлечением (**retrieve**).

- **устройства резервного копирования (backup)**. Как ясно из названия, резервное копирование предназначено для хранения информации с тем, чтобы ее можно было восстановить при авариях или сбоях в информационных системах — например, в случае выхода из строя жесткого диска компьютера или сервера, вирусной атаки либо другой нештатной ситуации. Для таких устройств очень важна поддержка актуальности хранимых данных и возможность перезаписи неактуальной (устаревшей) информации. Оперативность доступа к данным первостепенной не является, но скорость записи (резервного копирования) и чтения (восстановления) довольно существенна. Предпочтительно для таких систем и наличие вспомогательных функций (возможность создания загрузочных носителей, верификация, автоматическое резервное копирование по расписанию, работа в составе рабочих групп, поддержка различ-

ных серверных платформ) существенно упрощают работу с системой и уменьшают эксплуатационные издержки.

- **устройства оперативного хранения**. Для обработки больших объемов данных рабочей группе необходим постоянный и максимально оперативный доступ к ним. В рабочих станциях устройствами оперативного хранения служат жесткие диски. Серверы рабочих групп тоже снабжены накопителями на жестких дисках. Групповая работа с накопителем сервера, как правило, осуществляется через сетевую среду (локально-вычислительную сеть — ЛВС).

Как выбрать хранилище?

Теперь, когда мы разобрались со способами организации, областями использования хранилищ и свойствами применяемых в них носителей, казалось бы, окончательный выбор сделать несложно. Однако это не совсем так.

Конечно, некоторые решения лежат на поверхности. Например, резервное копирование для небольшой рабочей группы лучше производить на ленточный накопитель, а для небольшой архивной системы нужно выбрать CD-RW или DVD-RAM автозагрузчик или небольшую масштабируемую библиотечную систему с двумя или тремя приводами. Но... Тот же ленточный накопитель отлично покажет себя как backup данных, а при сбое операционной системы восстановление данных вызовет некоторые трудности... Автозагрузчики же с возможностью создания загрузочных носителей справятся с этой задачей эффективнее... И это только верхушка айсберга.

Если необходимо создание комплексного решения, где будут и солидное оперативное хранилище, и архивная система, и средства резервного копирования — выбор усложняется многократно. Логичная, на первый взгляд, схема, при которой емкость каждого хранилища соответствует ожидаемым потребностям, оказывается чересчур дорогостоящей и неэффективной. Необходимо помнить, что многие производители хранилищ имеют масштабируемые решения, и вовсе не обяза-



Библиотеки NSM могут быть снабжены сменными магазинами, майл-слотами, иметь различное количество и набор приводов... в общей сложности возможно более десяти тысяч различных конфигураций (На иллюстрации — NSM 6000.)

тельно комплектовать хранилище "по полной программе". А если учесть золотое правило 80%/20%, согласно которому 80% пользователей используют только 20% процентов ресурса, можно найти и еще более эффективное решение, объединив оперативное хранилище с архивом. Неравномерный характер обращений к данным и их неоднородная структура во многих случаях позво-

СИСТЕМЫ ХРАНЕНИЯ ДАННЫХ



Для организации хранилищ данных существует множество решений. Найти лучшее решение для конкретной цели — задача непростая (На иллюстрации — магнитооптические библиотеки Plasmon серии M.)

ляют эффективно применять системы иерархического хранения данных (Hierarchical Storage Manager, HSM). В системах HSM редко используемые данные автоматически переносятся с жестких дисков оперативного хранилища на более медленные и не столь дорогие носители архивной системы. Когда же пользователь обращается к этим данным, они автоматически копируются обратно — на быстрые носители. Таким образом, с точки зрения пользователя, хранилище HSM-архитектуры выглядит как огромного размера дисковая система. Цена же такого иерархического хранилища много ниже дискового массива той же емкости. Оценив характер обращений к данным и оптимизировав их, в некоторых случаях можно ограничить объемы резервного копирования или вовсе от него отказаться.

Но и это еще не все, что следует учесть при выборе. Практически все производители библиотечных систем поставляют различные конфигурации своих устройств: с различным числом и набором приводов, магазинов и слотов, с возможностью установки слота обмена (mail-slot) или без нее, допускающие или не допускающие горячую замену привода...

Интерфейсные соединения тоже различны. Например, библиотечные хранилища DVD-RAM, производимые компанией NSM Storage GmbH, могут иметь более десяти тысяч различных конфигураций — даже ограничив выбор базовыми моделями, следует тщательно продумать стратегию внедрения системы, а заодно этапы и сроки ее масштабирования. Конечно, в техническом плане систему не так уж страшно "перетяжелить" на начальном этапе. Но вот с финансовой точки зрения это довольно опрометчиво. Электронные компоненты постоянно развиваются, и, масштабируя хранилище, в будущем можно не только усовершенствовать его технически, но и значительно сэкономить.

Обобщим. При выборе хранилища, наилучшим образом подходящего для того или иного случая, надо не только учесть базовые требования, но и оценить характер обращений к данным в сетевой среде, объем и темп запросов, спрогнозировать ожидаемые пиковые нагрузки, не упустить из виду десятки других параметров. А потому нелишним будет проконсультироваться у специалистов, имеющих богатый опыт внедрения.

Программное обеспечение для работы с хранилищами

Основная масса представленных на рынке хранилищ подразумевает серверное подключение: клиенты продолжают работать как привыкли. Никакого клиентского ПО не требуется (правда, бывают и исключения).

К сожалению, пока не создано универсального серверного обеспечения для работы с хранилищами: для каждой области применения его следует выбирать отдельно. Определенные ограничения накладывает оборудование. Конечно, можно воспользоваться специально подготовленными комплексами, некими готовыми решениями, где аппаратура и программное обеспечение интегрированы в единое целое и неразделимы. Такое хранилище включается непосредственно в ЛВС предприятия и представляется пользователям дисковым ресурсом наподобие файл-сервера. Но это решение, при всей простоте интеграции, крайне негибко, тяжело в обслуживании и плохо поддается модернизации. Гораздо лучше попробовать несколько серверных программных пакетов и выбрать оптимальный. К счастью, такая возможность есть — ее предоставляют некоторые компании-поставщики.

Как видим, возможностей удовлетворить потребности современного конструкторского бюро вполне достаточно. К тому же эти решения не так дороги, как может показаться. Те, кто по старинке увеличивают емкости накопителей в серверах и рабочих станциях, не столько решают, сколько усугубляют проблему — будущее масштабирование окажется и трудным, и крайне дорогим... Распределенное хранение данных для рабочей группы не оптимально. Централизованное хранилище не только удобнее и эффективнее — почти всегда оно выгодно экономически. Не надо бояться новизны и сложности хранилищ данных: все несколько проще, чем кажется. Найдите специалистов по интеграции таких решений — и доверьтесь их профессионализму...

Сергей Еремин
Consistent Software
Тел.: (095) 913-2222
E-mail: e-serg@csoft.ru

ДОСКА ОБЪЯВЛЕНИЙ

Центр инженерных технологий "Си Эс Трэйд"

CS TRADE Ltd

Комплексные решения
в области ГИС и виртуальной архитектуры



236000, Калининград, ул. Коммунальная, д.4, 3 этаж
Тел./факс (0112)228321 E-mail kstrade@online.ru http://www.cstrade.ru

- Выполнение работ по созданию геоинформационных систем под заказ
- Визуализация архитектурных проектов по эскизам и чертежам
- Электронные справочники с использованием карт и планов
- Поставка профессионального оборудования и программного обеспечения
- Сертифицированное обучение персонала

**УЧЕБНО-НАУЧНЫЙ ЦЕНТР
КОМПЬЮТЕРНОЙ
ГЕОМЕТРИИ
И ГРАФИКИ при НГТУ**

Член международной
ассоциации EMEA ATC
Авторизованный учебный
центр компании Autodesk

Авторизованное обучение и
сертификация специалистов
по базовым продуктам Autodesk:

- ✓ Машиностроительное проектирование: AutoCAD 2000, AutoCAD R14, AutoCAD LT, Mechanical Desktop R4
- ✓ 3D-геометрическое и виртуальное моделирование: 3D Studio MAX, 3D Studio VIZ
- ✓ Геоинформационные системы: AutoCAD MAP 2000, Autodesk World R2

Центр создан в 1989 г.
Зарегистрирован в Европейском отделении ATC (Авторизованных Тренинг-центров) компании Autodesk, имеет международную лицензию и право выдавать обучаемым сертификат международного образца.

603600, Н. Новгород, ул. Минина, 24, блок 1303
Тел. (8312) 36-25-60, факс (8312) 36-23-03
E-mail: sidoruk@nocnif.nnov.ru
Internet: http://info/sandy.ru/nocnif
http://nocnif.nntu.sci-nnov.ru

**АСМ ЭЛЕКТРОНИКА™
ELECTRONICS**

Крупнейший поставщик
компьютерной
и офисной
техники на **Урале**
предлагает:

- оборудование и программное обеспечение для САПР промышленных предприятий

Наши специалисты
установят оборудование,
проведут гарантийное и
после гарантийное
обслуживание,
обучат ваших работников,
обеспечат сопровождение
и техническую поддержку

http://www.asm.ru
E-mail: nt@asm.ru
sapr@asm.ru
asm@asm.ru

622036 г. Нижний Тагил,
ул. Октябрьской революции, 88
тел.: (3435) 41-06-14
тел./факс: (3435) 22-27-03

г. Екатеринбург,
ул. Воеводина, 5
тел./факс: (3432) 51-90-46, 51-23-27

АВТОГРАФ

**АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ
РАБОЧИЕ МЕСТА**

- * МАШИНОСТРОЕНИЕ
- * ГЕНПЛАН И ТРАНСПОРТ
- * ГИС И КАРТОГРАФИЯ
- * ДИЗАЙН

ПРОГРАММЫ
* Autodesk * Intermech * Graphisoft

ПЛОТТЕРЫ
* Hewlett-Packard * Encad * Ose * Mutoh

СКАНЕРЫ
* Contex * Vidar * Umax * Microtek

ДИГТАЙЗЕРЫ
* Calcomp * Numonics

ГРАФИЧЕСКИЕ СТАНЦИИ
* Silicon Graphics * Elsa

**КОМПЛЕКСНАЯ АВТОМАТИЗАЦИЯ
ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ**

ЦЕНЫ НЕ КУСАЮТСЯ

autodesk 127273, Москва, ул. Отрадная, 2
Тел./ф.: (095) 904-1663, 904-1672.
E-mail: root@autograph.ru
Internet: http://www.autograph.ru

МОСКОВСКИЕ ЦЕНЫ в Сибири

**ОБОРУДОВАНИЕ
И ПРОГРАММЫ**

**АВТОМАТИЗАЦИЯ
ПРОМЫШЛЕННЫХ
ПРЕДПРИЯТИЙ**

КОМПЛЕКСНЫЕ РЕШЕНИЯ

West Pro

Россиа, 630096, Новосибирск
Красный проспект, 30
тел. (3832) 181-434
тел./факс (3832) 181-113
www.westpro.ru
e-mail: welcome@westpro.ru

ДОСКА ОБЪЯВЛЕНИЙ

Мир AutoCAD:
решения для профессионалов

- Универсальные САПР
- Машиностроение
- Технологические процессы
- ЧПУ
- Электротехника
- Геодезия, генплан, дороги
- Архитектура
- Инженерные сети
- Трубопроводы
- Металлоконструкции
- Обработка раstra, векторизация
- Документооборот
- ГИС
- Визуализация и анимация
- Схемы, диаграммы

Поставка **Обучение** **Поддержка**



НИП-Информатика
Системный Центр Autodesk
Учебный Центр Autodesk

198181, С.Петербург,
Ново-Измайловский проспект 24/3
телефакс: (812) 295-7577
тел: 290-1625, 115-5271, 118-8212
Email: tshtan@nipinfot.spb.ru

MaxSoft
MAXIMUM SOFTWARE

Microsoft Certified Solution Provider Autodesk authorized systems center and authorized training center

Authorized VUE Testing Center

- Комплексные решения для автоматизации проектно-конструкторских работ в машиностроении и других областях
- Сопровождение и техническая поддержка
- Обучение и сертификация специалистов

Дата основания: 1991 г.

660049, г. Красноярск, ул. Урицкого, 61
Тел./факс: (3912) 65-13-85
E-mail: max@maxsoft.ru
Internet: www.maxsoft.ru




ЦИТС

Центр Информационных Технологий в Строительстве

ОБУЧЕНИЕ:
AutoCAD 2000
ArchiCAD 6,5
Raster Arts

Адреса:
Санкт-Петербургский государственный технический университет
195251 Санкт-Петербург,
ул. Политехническая 29
ауд. 508 гидрокорпус II
Тел. (812) 247-59-54
E-mail: cit@cef.spbstu.ru

Consistent Software & бюро ESG
197342 Санкт-Петербург
Белоостровская ул., 28
Тел. (812) 430-34-34
Факс (812) 430-90-56



Лотсия Софт

САПР
TDM
PDM
Workflow

Управление информацией об изделии
Технический документооборот
Профессиональный консалтинг

E-mail: sales@lotsia.com
Web: http://www.lotsia.com
Телефон: (095) 74-804-74, 74-803-74
Факс: (095) 74-803-74

АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО

аркада

авторизованный системный центр компании Autodesk в Украине

- комплексное изучение производственных потребностей заказчика
- разработка и внедрение программно-технических комплексов проектирования и технического документооборота на предприятии
- обучение персонала предприятия

Autodesk 2001, Mechanical Desktop, Architectural Desktop, AutoCAD

Адрес: Украина, 03039, г. Киев, пр. Голосеевский, 50
т/ф: (044) 263-1039 (044) 263-1049
E-mail: arkada@public.ua.net
http://www.arkada.com.ua




ДОСКА ОБЪЯВЛЕНИЙ

 **autodesk®**
authorized systems center
authorized training center

Компьютерная графика в авторизованном учебном центре Steepler Graphics Center

Анимация и видеографика

- 3D Studio MAX R3
- Анимация двуногих персонажей в среде Character Studio

Архитектура и дизайн интерьеров

- 3D Studio VIZ R3
- Проектирование в среде ArchiCAD

Системы для машиностроительного проектирования и черчения

AutoCAD 2000, AutoCAD LT2000

- Level I

AutoCAD 2000

- Level II

Международный сертификат фирмы Autodesk.

Скидки на обучение при покупке программного обеспечения.
Для студентов и школьников на все курсы скидка 50%

т/ф (095) 245-7115, 246-1042,
e-mail: training@sgg.ru,
Internet: www.training.sgg.ru

Consistent Software SPb

Бюро ESG
Autodesk Authorized System Center

Консалтинговые и внедренческие услуги:

- ◆ Автоматизация проектно-конструкторских работ и технического документооборота.
- ◆ Формирование электронных архивов конструкторской документации.
- ◆ Создание геоинформационных систем.
- ◆ Интегрированные программно-аппаратные решения.
- ◆ Техническая поддержка и обучение.

197342, Санкт-Петербург, Белоостровская ул., 28
тел. (812) 430-3434, факс (812) 434-9056; <http://www.csoft.spb.ru>, <http://www.esg.spb.ru>
e-mail: sales@csoft.spb.ru; sales@esg.spb.ru

**журналы · книги · брошюры
буклеты · листовки · этикетки**

ФАБРИКА ОФСЕТНОЙ ПЕЧАТИ

ФАБРИКА ОФСЕТНОЙ ПЕЧАТИ

ФАБРИКА ОФСЕТНОЙ ПЕЧАТИ

Тел.: (095) 362-2072, 745-0820
E-mail: maxim@elias.msk.su

TDS400

НОВЫЙ

репрографический
комплекс



TDS400 – новый уникальный репрографический комплекс для инженерно-технической документации с разрешением при печати

600x600 dpi

- Новейшая **МУЛЬТИЗАДАЧНАЯ** система с возможностью параллельного выполнения процессов печати, сканирования или копирования
- Формат документов А0
- Скорость печати 2 А0/мин.
- Многократное копирование до 99 копий
- Улучшенная порционная подача тонера
- Масштабирование 25-400%
- Поддержка Adobe® PostScript® 3™

Consistent Software®

МОСКВА, 107066, Токмаков пер., 11.
Тел.: 913-2222, факс: 913-2221
Internet: <http://www.csoft.ru>
E-mail: sales@csoft.ru

фирма ЛИР®

МОСКВА, 113105, Варшавское шоссе, 33.
Тел.: 795-3990, 363-6790, факс: 958-4990
E-mail: root@ler.ru
Internet: <http://www.ler.ru>

ОТДЕЛЕНИЯ CONSISTENT SOFTWARE И ФИРМЫ ЛИР

Санкт-Петербург, тел.: (812) 430-3434, факс: (812) 430-9056
E-mail: sales@csoft.spb.ru Internet: <http://www.csoft.spb.ru> **Новосибирск**,
тел.: (3832) 18-1113, факс: (3832) 18-1434 E-mail: welcomewestpro.ru
Екатеринбург, тел./факс: (3432) 56-1419 E-mail: mig@mail.ur.ru **Омск**,
тел.: (3812) 44-2174 E-mail: magma@dionis.omskelecom.ru **Калининград**,
тел./факс: (0112) 22-8321 E-mail: kstrade@online.ru Internet: <http://www.cstrade.ru>
Уфа, тел.: (3472) 23-7472 E-mail: info@atp.rb.ru **Минск**, тел./факс:
(10-37517) 210-0391 E-mail: rekolte@belsonet.net **Киев**, тел.: (044) 455-6598
E-mail: sales@csoftua.kiev.ua Internet: <http://www.csoftua.kiev.ua> **Харьков**,
тел./факс: (0572) 17-9665 E-mail: ab@vl.kharkov.ua **Алматы**, тел.: (3272)
93-4270 E-mail: logics@online.ru

СИСТЕМНЫЕ ЦЕНТРЫ CONSISTENT SOFTWARE И ФИРМЫ ЛИР

Красноярск, MaxSoft, 660049, ул. Урицкого, 61. Тел./факс: (3912) 65-1385
E-mail: sales@maxsoft.ru Internet: <http://www.maxsoft.ru> **Санкт-Петербург**,
НИП-Информатика, 196191, Ново-Измайловский пр-т, 34, корп. 3.
Тел.: (812) 118-6211, тел./факс: (812) 295-7671 E-mail: info@nipinfor.spb.ru
Москва, АвтоГраф, 127273, ул. Отрадная, 2. Тел./факс: (095) 904-1663,
(095) 904-1672 E-mail: root@autograph.ru Internet: <http://www.autograph.ru>
Москва, Steepler Graphics Center, 119034, ул. Пречистенка, 40.
Тел.: (095) 245-7115, факс: (095) 246-1042 E-mail: training@sgg.ru
Internet: <http://www.training.sgg.ru>

Consistent Software®

&
фирма ЛИР®