

# CAD *master*

ЖУРНАЛ  
ДЛЯ ПРОФЕССИОНАЛОВ  
В ОБЛАСТИ САПР

СПЕЦИАЛЬНЫЙ  
**ВЫПУСК 2007**

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

**ОБРАЗОВАНИЕ  
И ПОВЫШЕНИЕ  
КВАЛИФИКАЦИИ**

**КОМПЛЕКСНАЯ  
АВТОМАТИЗАЦИЯ**

**ОБЩЕЕ  
МАШИНОСТРОЕНИЕ**

**МЕТАЛЛУРГИЯ**

**СУДОСТРОЕНИЕ**

**АВИАЦИОННАЯ  
ПРОМЫШЛЕННОСТЬ**

**ЭНЕРГЕТИКА**

**НЕФТЯНАЯ И ГАЗОВАЯ  
ПРОМЫШЛЕННОСТЬ**

**УПРАВЛЕНИЕ  
ОБЪЕКТАМИ  
НЕДВИЖИМОСТИ**

**ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО  
И МЕСТНОЕ  
САМОУПРАВЛЕНИЕ**

**ИЗЫСКАНИЯ, ГЕНПЛАН  
И ТРАНСПОРТ**

**ГРАЖДАНСКОЕ  
СТРОИТЕЛЬСТВО**

**КУЛЬТУРА  
И ИСКУССТВО**

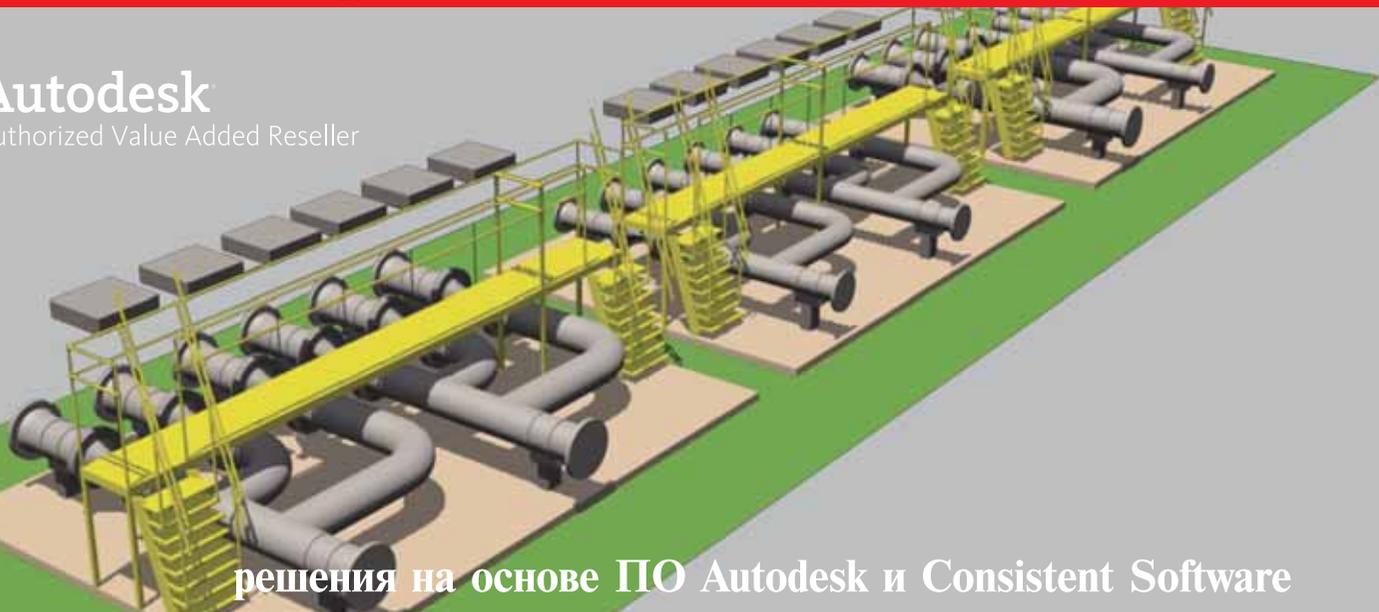
Корпоративное издание

**CSoft**  
группа компаний



**Autodesk**

Authorized Value Added Reseller



решения на основе ПО Autodesk и Consistent Software



В 2003 году институт заключил с компанией CSoft первый договор на внедрение комплексной системы автоматизации проектирования. За время нашего сотрудничества прошли обучение более 200 специалистов-проектировщиков, выполнено пять пилотных проектов, в ходе которых отработывались технологии параллельного проектирования при формировании единой трехмерной модели объекта на базе технологий Autodesk, Consistent Software и CEA Technology (PLANT-4D). Результаты внедрения показали, что когда новые технологии начинают работать, на предприятии существенно повышаются эффективность и качество работ, становится выше уровень квалификации специалистов, увеличивается конкурентоспособность предприятия, особенно при проектировании сложных технологических объектов.

*Л.Д. Зубова,**заместитель главного инженера по информационным технологиям**ОАО «Институт по проектированию и исследовательским работам в нефтяной промышленности "Гипровостокнефть"»*

# Автоматизация комплексного проектирования

- изыскания, генплан и транспорт
- технология и трубопроводный транспорт
- строительные конструкции и архитектура
- системы контроля и автоматики
- электротехнические решения
- электронный архив и документооборот



группа компаний

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

|                                |                               |
|--------------------------------|-------------------------------|
| Санкт-Петербург (812) 496-6929 | Омск (3812) 51-0925           |
| Воронеж (4732) 39-3050         | Пермь (3422) 35-2585          |
| Екатеринбург (343) 215-9058    | Ростов-на-Дону (863) 261-8058 |
| Казань (843) 570-5431          | Тюмень (3452) 26-1386         |
| Калининград (4012) 93-2000     | Уфа (347) 292-1694            |
| Краснодар (861) 254-2156       | Хабаровск (4212) 41-1338      |
| Красноярск (3912) 65-1385      | Челябинск (351) 265-6278      |
| Нижний Новгород (8312) 30-9025 | Ярославль (4852) 73-1756      |

# СОДЕРЖАНИЕ



## От редактора

3

## ОБРАЗОВАНИЕ И ПОВЫШЕНИЕ КВАЛИФИКАЦИИ

Заглянуть за горизонт...

4

## КОМПЛЕКСНАЯ АВТОМАТИЗАЦИЯ

Генеральная линия

8

## ОБЗОР

Autodesk 2008. С Днем рождения!

12

## ОБЩЕЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ

Создание зерноочистительных машин нового поколения с помощью Autodesk Inventor

18

Опыт применения моделей MechaniCS в витражных конструкциях ООО "РусАлюмСтрой"

21

Unigraphics + VERICUT: оптимальная формула работы со станками Mazak

25

Опыт использования программного комплекса MSC.AFEA в КБТочмаш имени А.Э. Нудельмана

32

Электронный документооборот в TechnologiCS: результаты внедрения на крупном предприятии

37

## МЕТАЛЛУРГИЯ

LVMFlow на Оскольском заводе металлургического машиностроения. Опыт внедрения программного комплекса

44

## СУДОСТРОЕНИЕ

Электронная информационная модель изделий судостроения на различных стадиях жизненного цикла

48

ФГУП ЦМКБ "Алмаз": переход к 3D-моделированию

52

## АВИАЦИОННАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

TechnologiCS: опыт внедрения в ЗАО "ВолгАэро"

56

Гибридные технологии в авиастроении. Переходный этап компьютеризации конструкторского труда

62

САПР ElectricS и UG/Wiring. Технологии разработки бортовых электрифицированных систем в авиационно-космической отрасли

66

**Главный редактор**  
Ольга Казначеева  
**Литературные редакторы**  
Сергей Петропавлов,  
Геннадий Прибытко,  
Владимир Марутик  
**Корректор**  
Любовь Хохлова  
**Дизайн и верстка**  
Марина Садыкова

**Адрес редакции:**  
121351, Москва,  
Молодогвардейская ул.,  
46, корп. 2  
Тел.: (495) 913-2222,  
факс: (495) 913-2221

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

**Журнал зарегистрирован**  
в Министерстве РФ по  
делам печати, телерадио-  
вещания и средств мас-  
совых коммуникаций

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

**Учредитель:**  
ЗАО "ЛИР консалтинг"  
117105, Москва,  
Варшавское ш., 33

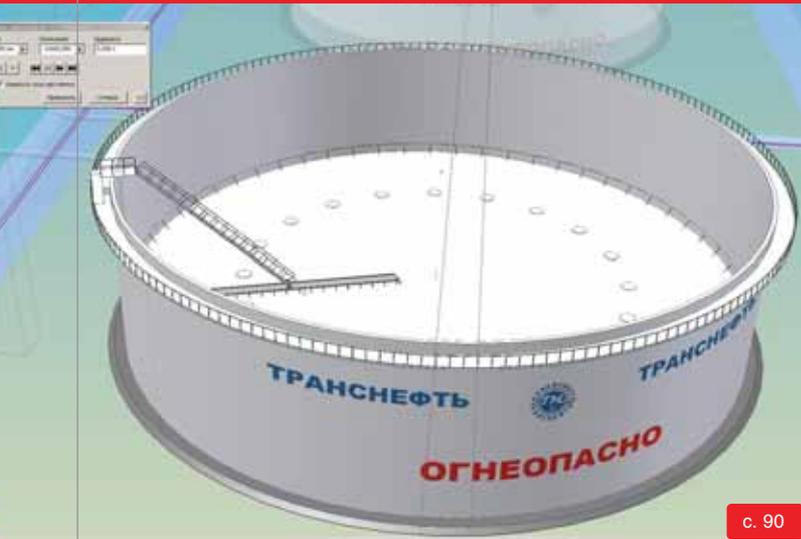
Сдано в набор  
25 апреля 2007 г.  
Подписано в печать  
3 мая 2007 г.

**Отпечатано:** Фабрика  
Офсетной Печати

Тираж 2000 экз.

Полное или частичное  
воспроизведение или  
размножение каким бы  
то ни было способом ма-  
териалов, опубликован-  
ных в настоящем изда-  
нии, допускается только  
с письменного разреше-  
ния редакции.  
© ЛИР консалтинг

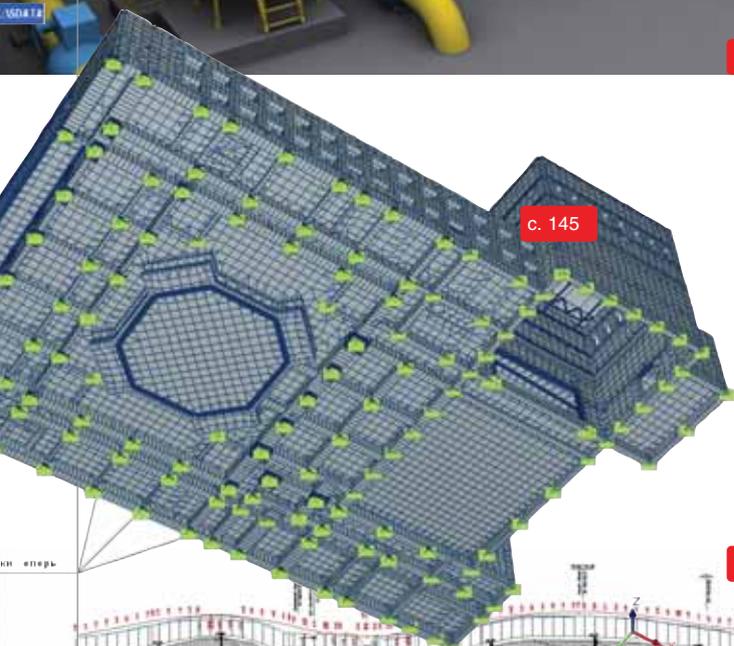
# СОДЕРЖАНИЕ



с. 90



с. 96



с. 145



с. 118

## ЭНЕРГЕТИКА

Выбор современного проектировщика 70  
ООО "ИРВИК": StruCad – проверенный рабочий инструмент! 74

## НЕФТЯНАЯ И ГАЗОВАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

Использование информационных технологий в проектном производстве ОАО "Гипровостокнефть" 80  
Создание на основе программных средств Autodesk единой трехмерной параметрической модели НПС 90  
Выигрывает тот, кто умеет ценить свое время. От 2D к 3D – за шесть месяцев 96  
Обеспечение согласованной работы проектировщиков смежных специальностей 102

## УПРАВЛЕНИЕ ОБЪЕКТАМИ НЕДВИЖИМОСТИ

Автоматизация работы БТИ с использованием TDMS и PlanTracer 104

## ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО И МЕСТНОЕ САМОУПРАВЛЕНИЕ

Дом для Джека, или Как создается ИСОГД Тюменской области 110  
ГИС для городской энергетики: пример успешного внедрения 115

## ИЗЫСКАНИЯ, ГЕНПЛАН И ТРАНСПОРТ

Оптимальное решение для реальной работы. ЗАО "Транспроект": опыт проектирования в Autodesk Land Desktop, Autodesk Survey и Autodesk Civil Design 118  
GeoniCS в Инженерном центре энергетики Урала 126

## ГРАЖДАНСКОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО

Архитектура плюс генплан. Autodesk Architectural Desktop и Autodesk Land Desktop – новое качество проектирования 129  
Вертикальные строительные холдинги. Залог успеха 140  
Опыт применения программного комплекса SCAD Office для анализа системы сейсмозащиты здания Республиканского национального театра драмы в Горно-Алтайске 145  
Опыт применения Project Studio<sup>CS</sup> Конструкции для проектирования монолитных железобетонных конструкций в ОАО "Ярпромстройпроект" 152

## КУЛЬТУРА И ИСКУССТВО

Автоматизация процессов подготовки новых изделий в текстильном производстве 154  
Живые страницы нашей истории... 159



### ***Уважаемые читатели!***

Добро пожаловать на страницы специального выпуска CADmaster – корпоративного журнала группы компаний CSoft. Многие из вас уже знакомы с нашим изданием, а для тех, кто видит его впервые, скажем несколько слов о нем и о группе компаний.

CADmaster – журнал для профессионалов в области САПР. Его цель – познакомить вас с программными продуктами, технологиями и решениями, поставляемыми CSoft, поделиться секретами внедрения, рассказать об успешном опыте использования технологий. Этот выпуск мы подготовили специально к Дням открытых дверей CSoft.

На страницах специального выпуска собраны лучшие публикации с 2000 по 2007 год, посвященные применению современных технологий в машиностроении, металлургии, судостроении, авиационной промышленности, энергетике, нефтяной и газовой промышленности, управлении объектами недвижимости, градостроительстве и местном самоуправлении, гражданском строительстве и многих других отраслях.

О проверенных практикой принципах осуществления комплексной автоматизации вам поведают статья "Генеральная линия". Статья "Заглянуть за горизонт" подскажет, как правильно организовать обучение специалистов работе с системами автоматизированного проектирования.

А теперь подробнее о группе компаний. CSoft осуществляет консалтинг и внедрение комплексных решений в области систем автоматизированного проектирования (САПР), технологической подготовки производства (ТПП), документооборота и геоинформационных систем (ГИС). Большая часть решений базируется на уникальном сочетании мировых и отечественных разработок в этой области: Autodesk, Oracle, Consistent Software, CEA Technology, Canon, Contex, Осé и других.

Услуги, предлагаемые CSoft, включают анализ существующей технологии выполнения работ, определение наиболее эффективных программно-аппаратных решений, разработку концепции развития САПР на предприятии, поставку, установку и настройку компонентов автоматизированной системы, обучение пользователей, выполнение пилотных проектов, внедрение автоматизированных систем "под ключ".

В составе CSoft 15 региональных отделений: Воронеж, Дальний Восток (Хабаровск), Казань, Калининград, Красноярск, Кубань (Краснодар), Москва, Нижний Новгород, Омск, Пермь, Ростов-на-Дону, Санкт-Петербург, Тюмень, Урал (Екатеринбург, Уфа и Челябинск), Ярославль.

Разнообразие программного и аппаратного обеспечения, комплексный подход к решению специфических задач каждого клиента, техническая поддержка, развитие существующих и создание новых технологий позволяют группе компаний CSoft выполнять любые пожелания заказчиков – от автоматизации одного рабочего места до оснащения всего предприятия необходимым набором программных инструментов.

В этом выпуске журнала мы публикуем статьи, написанные клиентами самостоятельно или в соавторстве со специалистами региональных отделений CSoft, которые проводили внедрение новых технологий на предприятиях.

На последней странице вы найдете бланк. Заполнив его и отправив в CSoft по почте или по факсу, вы будете бесплатно получать журнал CADmaster.

*С наилучшими пожеланиями,*

**Ольга Казначеева,  
Главный редактор  
журнала CADmaster**

# Заглянуть за горизонт...



*Для наблюдателя, движущегося с постоянным ускорением (вплоть до достижения скорости света), существует понятие "горизонта событий". Это воображаемая граница в пространстве-времени. По причине постоянного ускорения наблюдатель не может получить никакой информации из-за горизонта событий.*

Википедия

выполняемого проекта и комплектации технических документов, организации проектного труда. Часто ребята просто хотят "работать в офисе". Потребуется от трех до десяти лет, чтобы сделать из такого "Буратино" квалифицированного проектировщика..."

Отрезвляющая оценка, не правда ли?

**Н**у вот и дождался — теперь специалистов по САПР или с владением САПР готовят в каждом техническом вузе. От институтов пищевой промышленности до аэрокосмических академий. Софтверные компании-производители с энтузиазмом "грузят апельсины бочками" — отдают десятками тысяч свои лицензии на ПО в школы, техникумы, институты и университеты. В общем, всем, кто правильно попросит.

Сайты учебных заведений пестрят объявлениями типа: "Обучаем САПР, грамотные преподаватели \*\*\*CAD! Не упустите свой шанс!". Студентов перестали "давить" за компьютерную графику при сдаче курсовых проектов (за последние три года я не видел ни одного дипломного проекта, полностью начерченного вручную). Мощный живительный поток бюджетных денег достиг голодной пустыни образования. Десятки тысяч студентов склоняют головы за огромными ЖК-дисплеями — все "чертят на компьютере". Прогресс и общественное благо торжествуют!

Стройные ряды свежизготовленных специалистов вливаются в "серую массу" отечественных проектировщиков... А что масса? Она не молчит:

"...современный выпускник учебного заведения имеет иллюзорно-рекламные представления о своей профессии, он вообще не владеет приемами реальной работы, не разбирается в современных нормативных требованиях, не умеет читать чертежи, не обладает навыками оформления рабочей документации. Его кругозор ограничен, он не понимает основных законов естествознания: физики, химии, математики, их связь с выполняемой работой. Производительность его труда крайне низка — несмотря на применение компьютерных технологий, выполнение проекта идет крайне медленно, с большим количеством ошибок и переделок. Молодые люди чрезмерно увлекаются эффектами компьютерной графики — делают наивные попытки выдать раскрашенные картинки за полноценную рабочую документацию. Выпускники учебных заведений имеют самое смутное представление о составе

## Откуда берутся дети, или Где найти специалиста?

Это только в сказке можно взять хорошее полено и сразу получить говорящего мальчика, который хочет и может учиться и даже надеется стать доктором кукольных наук или директором кукольного театра. В реальности путь от полена до доктора другой.

Высшее образование давно перестало быть уделом избранных — достаточно закончить 11 классов, и молодой человек гарантированно продолжит образование. Теперь мы имеем дело с всеобщим высшим образованием, которое воспринимается как "социальный лифт", позволяющий обладателю диплома не претендовать на работу дворника.

Хорошо это ли плохо? Не знаю... Наверное, для общества в целом хорошо, но для профессиональных сообществ последствия сокрушительные. Само понятие профессионализма не терпит доступной "всеобщности". Специалист — это талант, сформированный навыками, доведенными до совершенства. Раньше, привыкая жить в огромном открытом

мире, молодой человек понимал: чтобы быть успешным, надо стать уникальным и тогда станешь востребованным. И шел сначала в подмастерья к ремесленнику, в послушники к ученому монаху, в студенты к профессору — исходя из исторических обстоятельств. Не всем же везет с папой Карло — миллиардером! Полученное образование буквально кормило человека всю жизнь, что исключало компромиссы со временем: сразу после окончания университета хирург вырезал аппендицит, инженер рассчитывал и чертил мост и т.д. Гарантиями того, что пациент не умрет под скальпелем, а мост не обрушится, являлись жизнь и личное имущество специалиста, бренд профессиональной корпорации (свод моральных установок, фамильные традиции), гарантия качества профессиональной школы (строгий отбор по определенным способностям и безжалостно высокий образовательный стандарт). Формальным сертификатом такой гарантии и являлся диплом. О "социальном лифте" никто не задумывался — большинство профессий были наследственными.

Поскольку люди с дипломами уже становятся численно преобладающей популяцией, ценность диплома сейчас невелика. От его обладателя больше не требуется немедленно демонстрировать свою уникальность — есть возможность попробовать, осмотреться, сменить поле деятельности. Учился на инженера, разонравилось. Пошел работать хирургом. Или директором кукольного театра. Ну и что? Главное ведь не в дворники!

То есть диплом, вместо функциональной характеристики человека и его статусного определения, превратился в вексель социальных претензий. В этом случае содержательная часть образования серьезно меняется: уже не имеет особого значения наименование специальных учебных курсов и количество часов по ним, которые "прошел" студент. Даже громкое название учебного заведения/факультета, гордо отражающее его предназначение в предыдущие эпохи, служит лишь для заманивания простодушных абитуриентов и щедрых родителей кошелем. В общем, учат теперь всех, везде и одинаково.

Наивно полагать, что современная "высшая школа" способна сейчас или в будущем изготовить специалиста, действительно владеющего методикой работы в САПР, — ведь она стала продолжением школы начальной/средней. Лучшие технические учебные заведения могут сейчас профессионально сориентировать, сделать некий промоушн карьеры будущего специалиста, активно социализировать студента. Довольно благородная, но своеобразная задача.

И что же, потребность в специалистах исчезла? Наоборот — наблюдается их отчаянная нехватка. В проектных организациях нагрузка на специалистов за последние десять лет возросла в семь раз! Хорошая оплата труда здесь не очень помогает. Столь резкое увеличение объема работ невозможно без увеличения количества специалистов. А их, как и в прежние времена, очень мало.

Острота проблемы снимается повышением эффективности и производительности труда специалиста через активное применение САПР. И это успешно делается. Но САПР позволяет интенсифицировать труд уже имеющихся специалистов. А если количество заказов на проекты стремительно растет?

Так что же нужно сделать для увеличения количества специалистов?

Как их найти, подготовить?

Где найти "золотой ключик" для множества уникальных индивидуальностей?



### Первородный грех

Итак, примем за аксиому утверждение, что человек, только что получивший диплом, — еще не специалист-практик. При этом он может закончить любой вуз: Московскую технологическую академию, Читинский технический университет — не суть важно. От высшей школы в ее современном виде ждать готового специалиста бесполезно. Для работодателя остаются два пути: купить готового специалиста или "сделать" его у себя в компании.

Конечно, купить работника на открытом рынке труда более привлекательно — но такой "товар" крайне дефицитен. Специалист зачастую тем и ценен, что сформировался в определенной среде, где он работает комфортно и продуктивно. Поэтому уникальный специалист редко меняет место работы. Оправданы ли затраты на привлечение специалистов со стороны? Смогут ли они подтвердить свою репутацию при смене работодателя и производственной среды?

Можно попробовать изготовить специалиста непосредственно в процессе практической работы. Путем собеседования выбирается наиболее подходящий по психологическому профилю свежее испеченный дипломант и прикрепляется к специалисту, имеющему минимум времени для обучения новичка. Пользы от такого обучения безусловно больше, чем от сидения за школьной/вузовской партой, но методы обучения — самые свирепые. Специалист — не педагог, у него нет времени на объяснения. Сделано неправильно? Переделать! Выдерживают такую дрессировку не все, и текучка молодежи в проектных фирмах огромная. Именно недостатком специальных знаний и куда как не быстрым повышением компетентности объясняется удивительно медленный карьерный рост в большой проектной организации, где путь от рядового инженера до главного специалиста (руководителя проекта) занимает 25-30 лет. Помучившись какое-то время и получив самые необходимые трудовые навыки, молодой специалист, оценив шансы на продвижение, старается найти уже другое место работы — подалше от "учителей". Следовательно, организация рискует потерять подготовленного специалиста, в процесс обучения которого вложены средства и время.

### Непорочное зачатие

*Для наблюдателя, свободно падающего на черную дыру со скоростью, превышающей скорость света, горизонт событий уже не существует. С его точки зрения, свет может свободно распространяться как по направлению к черной дыре, так и от нее.*

Википедия

Проблема подготовки квалифицированных кадров в современных условиях может быть решена только нестандартными путями. Их предлагают самые жадные вендоры (производители) программного обеспечения. Они алчут охватить своими технологиями максимально большое количество инженеров за максимально короткий срок. Их предлагают руководители и кадровые службы проектных предприятий и отраслевых корпораций, категорически недовольные гигантскими потерями времени и денег. Они намерены получить отдачу от вложения огромных средств в "людей с дипломами", не желают мириться с низким качеством проектов и длительными сроками их выполнения.

Как видим, наличествует взаимный здоровый материальный интерес — надежная основа для будущего сотрудничества.



Рассмотрим подробнее варианты предложений:

1. Производитель/поставщик ПО готов буквально завалить дешевыми или бесплатными учебными лицензиями всё, что так или иначе имеет отношение к образованию в области САПР. Он прекрасно понимает – это лучший способ "приручить" свой рынок. Такова единая стратегия всех вендоров.
2. Производитель/поставщик ПО проводит целенаправленную работу с техническими вузами: организует презентации, переподготовку преподавателей, широко публикует информацию и рекламу в учебной литературе и профессиональной прессе. Цель – максимальная популяризация САПР в будущей профессиональной среде.
3. Вендорами предпринимаются усилия по организации профильных учебных центров в первую очередь у себя, в качестве самостоятельного бизнес-направления, а также у наиболее крупных клиентов, где выполняются проекты по внедрению САПР.
4. Потенциальный заказчик стремится организовать с помощью поставщика ПО повышение квалификации и обучение своих сотрудников, понимая, что только так он сможет организовать этот сервис качественно.
5. При заключении контракта на поставку ПО заказчик стремится наиболее полно использовать интеллектуальный ресурс поставщика/разработчика: в контракт включаются консалтинговые услуги, тестирование и оценка качества персонала, разработка оптимального план-графика обучения.
6. Заказчик организует собственный учебный центр и заинтересован в передаче методики обучения САПР от поставщика/производителя. Отраслевой специализированный центр сможет более квалифицированно применять САПР при обучении практическим приемам проектной работы.

Интересны некоторые различия подходов к взаимодействию с высшими техническими школами.

Проектные организации ведут в отношении вузов реалистичную и осторожную политику. Понимая, что прямая "закачка" средств в университеты и академии – это безнадежный путь в прямые убытки, такие организации напрямую сотрудничают с отдельными преподавателями, имеющими солидную репутацию: авторами методик, экспертами. Это гарантия того, что вместо конкретной работы не будет предложена ловкая имитация.

Поставщики/разработчики САПР еще находятся в плену иллюзий относительно высшей школы. Они встречаются с ректорами, деканами, организуют семинары для преподавателей, проводят PR-акции по раздаче бесплатных лицензий. Их вежливо благодарят, жмут руки перед камерами, произносят прочувствованные речи и... больше ничего не делается. Коробки с софтом либо пылятся на какой-нибудь кафедре, либо растворяются среди преподавателей, подражающих на проектные шабашки. Надежды на широкое применение САПР в учебном процессе оказываются ложными – педагоги высшей школы смогут лишь поверхностно ознакомить своих студентов с простейшими приемами компьютерной графики. В большем они не заинтересованы, у них другие задачи.

Причина возникновения иллюзии – прямой смысловой перенос отношений между производителем/поставщиком и технической высшей школой с мировой на отечественную почву. Это потребует подробного пояснения.

### От Дарвина к Ламарку. От эволюции к классификации

*Мы далеко ушли от палеолита. Тогда стариков съедали, а теперь мы выбираем их в академии.*

**Анатоль Франс**

В отечестве нашем свободном насчитывается примерно 2000 вузов (для сравнения в США – 900), из которых примерно 500 являются высшими техническими школами или имеют в своем составе инженерные факультеты. Одним словом, дело поставлено на широкую ногу.

Широкая нога появилась не случайно – при решении задач индустриализации государственный аппарат столкнулся с катастрофической нехваткой кадров. Некому было проектировать новые заводы, электростанции, самолеты, танки, атомные бомбы и т.д. Недоставало элементарно грамотных людей, не говоря уже об инженерах, проектировщиках, ученых. Причину дефицита пояснять не буду.

Совершенно конкретные задачи государство решило на тот момент рацио-

нально: выделило научно-проектные кадры в отраслевые НИИ и сосредоточило работу всех школ (начальной, средней и высшей) на просветительской работе. Таким образом, объем инновационных исследований в высшей школе стал быстро сокращаться и сделался настолько прикладным, что к концу семидесятих годов двадцатого века практически сошел на нет. Современная российская высшая школа организационно не участвует ни в научных исследованиях, ни в проектно-инновационных процессах. На уровне отдельных уникальных преподавателей-ученых или научных коллективов исключения, конечно, случаются. Но именно исключения...

Для сравнения: в остальном мире на университеты приходится примерно 50-70% всех целевых прикладных исследований. Именно преподаватели-исследователи являются главными генераторами идей и постановщиками задач при создании САПР. И именно в САПР концентрируется проектно-аналитическая методика современного проектирования. Создание и развитие САПР является наиболее приоритетной задачей для прикладной науки. Если раньше ученый или специалист-практик предлагал теории создания машин, методике проектирования строительных конструкций, различные теории расчетов, то теперь он участвует в создании соответствующего CAD/CAM/CAE-продукта.

Именно такого продуктивного сотрудничества ждут производители и поставщики САПР от отечественных высших технических школ. Но напрасно. Отечественная школа давно больна. Болезнь естественная, но неизлечимая – старость преподавателей. Это стало закономерным итогом вывода практической науки из вузов. Ориентация только на педагогические задачи объективно приводит к консервации учебной программы, зафиксированной на неких "фундаментальных", единожды найденных принципах и приемах, то есть к схоластике. Получается, что ведущее положение в вузе всегда займут те, кто имеет наибольший схоластический опыт, – люди пожилые.

Попытки реально использовать возможности САПР в учебном процессе обязательно приведут к радикальной перестройке учебного плана, перераспределению часовой нагрузки, замене содержания и формы учебных предметов и, как следствие, к смене преподаватель-

ского состава. Но для пожилого профессора существующие условия пенсионного обеспечения означают одно – полуголовное существование и смерть. Кто сейчас готов отправить на смерть десятка тысяч стариков?

### Ad rem. По существу дела

Что же должны совместно делать производители/продавцы ПО и инжиниринговые компании-клиенты? Ведь САПР, предлагаемые рынку, предназначены именно для специалистов, которых катастрофически не хватает!

1. Необходимо всемерно поддерживать становление отраслевых и корпоративных учебных центров, помогать их развитию. Только там можно обеспечить подготовку специалиста, связать задачи обучения с практической проектной работой. Крупнейшие корпорации мира давно имеют в своем составе учебные центры и даже профильные университеты.

**По отношению к высшим техническим учебным заведениям следует вести себя очень разумно и прагматично. Надо понять, что в современных условиях высшая школа должна выступать в роли нормального делового партнера-клиента, а не беспризорной сироты**



2. Следует совместно добиваться систематической подготовки специалистов, выстраивая систему непрерывного ротационного обучения. Только постоянно повышая квалификацию, можно увеличивать производительность труда. Малейшая остановка будет вести к непрерывной текучке кадров. В наиболее успешных компаниях возможность постоянного обучения рассматривается как материальный стимул для специалистов.

3. Следует более четко определить границы сотрудничества в образовательной сфере поставщика ПО и клиента. Разработчик/продавец САПР может обеспечить лишь начальное освоение своих систем специалистами клиента (базовое обучение плюс пилотный проект). Постав-

щик ограничен временем выполнения контракта, его главная задача – максимально быстрая разработка и совершенствование своих продуктов, создание пула контрактов на поставку ПО. Поэтому основная форма обучения у продавца – короткие тренинг-курсы. Более основательное и детальное изучение САПР требует уже других подходов. В зарубежной практике они получили название Learning Courses, формы которых пока для нас непривычны: методики дистанционного обучения, программные средства интерактивного обучения, системы удаленных видеоконференций и т.д.

4. Поскольку возможности обучения ограничены временем, а само обучение при этом исключительно востребовано, нужно приступить к разработке методик обучения на технологичных программных платформах, применив опыт разработки САПР к созданию систем обучения этому САПР. Следует признать, что технология Tutorial&Help (Обучение и Помощь), входящая в состав каждой САПР, уже не отвечает современным задачам.
5. По отношению к высшим техническим учебным заведениям вести себя очень разумно и прагматично. Надо понять, что в современных условиях высшая школа должна выступать в роли нормального делового партнера-клиента, а не беспризорной сироты. Финансовое положение вузов позволяет им совершенно спокойно приобретать любые программы по коммерческим ценам. Например, компьютерная техника, сетевое оборудование поставляются в вузы именно так. Не стоит бессмысленно раздавать бесплатные коробки с софтом, при этом не связывая вуз жестко сформулированными договорными обязательствами по внедрению САПР в конкретные учебные курсы. Не надо "заигрывать" с высшей школой, это бесполезно.
6. Следует ввести практику заказных исследований и открытых конкурсов по постановке задач в области САПР для преподавателей высшей школы. То есть предоставлять гранты. Это позволит эффективно использовать опыт адекватных своему времени преподавателей, еще работающих в отечественном образовании.

**Алексей Ишмяков**  
**Consistent Software Distribution**  
**Тел.: (495) 642-6848**  
**E-mail: alexis@consistent.ru**



# Генеральная линия

*Если неясна цель действия, то и само действие обречено на неудачу...*

*Е.С. Целищев*

## Этапы большого пути

Современный рынок проектных работ требует перехода на новые технологии. Заказчики всё чаще обращают внимание не только на стоимость проекта, но и на техническое оснащение организации, ее способность в сжатые сроки выпустить качественный проект. Наряду с бумажными документами уже нередко фигурируют исходные электронные файлы, информационная и трехмерная модель проектируемого объекта. Все это вынуждает проектные организации повышать уровень технического оснащения – предприятия покупают компьютерную технику и программное обеспечение для автоматизации процессов проектирования.

## Кто виноват?

Такой вопрос возникает, когда после краткого периода эйфории руководство предприятия с удивлением обнаруживает, что затраченные средства не окупаются в ожидавшихся масштабах, а проектирование на компьютере, даже с использованием лицензионного программного обеспечения, не приводит к заметному росту качества и производительности.

На головы сотрудников отдела САПР обрушивается критика руководства – причиной отсутствия результата объявляются их лень и нерадивость.

## "Лоскутная" автоматизация

Может быть, в начальной критике и есть некая доля истины, но давайте посмотрим, каким образом обычно организуется приобретение программного

обеспечения. Сотрудники производственных подразделений находят в рекламе или видят на предприятиях сходного профиля программы, которые, по их мнению, автоматизируют выполнение производственных задач. При этом, слабо ориентируясь в области САПР, они не обращают внимания ни на то, какие платформы используются этими программами, ни на возможность связать приобретаемое программное обеспечение со

**Попробуем разобраться, в каких условиях применение средств автоматизации проектирования гарантирует экономический эффект**



средствами автоматизации, которые используются смежными специальностями. Да и кто поручится, что заявленные в рекламе функции программного обеспечения реально работают и позволяют решать производственные задачи?

Но и сотрудники служб САПР не могут самостоятельно выбрать подходящее программное обеспечение: зачастую они некомпетентны в сфере проектирования.

В итоге на многих предприятиях приобретает большое количество программного обеспечения, тратятся немалые деньги на обучение сотрудников, а эффект близок к нулю. Картина напоминает разбросанные там и сям "лоскутки автоматизации" разных размеров и цветов, которые невозможно сшить в единое полотно.

Но дело еще и в том, что знания о процессе проектирования, которыми располагают руководители производственных подразделений, опираются на предшествующий опыт, полученный до появления средств автоматизации. К тому же, за редким исключением, эти знания не структурированы и не систематизированы должным образом, а потому непригодны для использования при работе с автоматизированными системами.

Вот почему попытки использования САПР без выработки регламентов и стандартов работы с электронными данными не приносят ощутимого роста эффективности труда. Использование даже большого количества вполне работоспособных автоматизированных рабочих мест, не связанных в единую технологическую цепочку проектирования, не обеспечивает желаемого результата.

Нерегламентированные и нестандартизированные интерфейсы передачи информации между рабочими местами сводят на нет все преимущества автоматизации. Плодятся копии электронных файлов, сохраненных в разнообразных форматах, происходит несогласованное изменение данных, к тому же еще и автоматизированное. Вместо системы автоматизированного проектирования – САПР получается САБР – система автоматизированного беспорядка...

## Что делать

Попробуем разобраться, в каких условиях применение средств автоматизации проектирования гарантирует экономический эффект.

Считавшийся до недавнего времени стандартным подход компаний-поставщиков САПРовских решений (продажа программного обеспечения, обучение бу-

дущих пользователей и предоставление технических консультаций специалистам заказчика) оказывается явно недостаточным. Необходимо проведение комплексной автоматизации, не только обеспечивающей потребности максимального количества проектных специальностей, но и корректную передачу данных между рабочими местами различного назначения, создание единого информационного пространства. Только это позволяет существенно повысить качество выпускаемой документации, уменьшить количество ошибок, сократить сроки проектирования и тем самым обеспечить необходимую эффективность инвестиций в САПР.

### Комплексная система автоматизации проектирования. Поиск определения

Это комплекс программных средств и мероприятий, который призван обеспечить сквозной цикл многовариантного проектирования объектов и сооружений (изыскания и генплан, технология и инженерные коммуникации, строительство, электрика и АСУ, выпуск ПСД и КД) под управлением системы технического документооборота на базе единого информационного пространства для всего цикла проектирования в тесной связи с системой международных стандартов менеджмента качества проектной продукции ИСО 9000.

Путь к формированию комплексной системы автоматизированного проектирования – создание единой информационной среды, позволяющей организовать коллективную работу подразделений, обеспечить многовариантность решений, управлять информацией и обеспечивать ее сохранность, уменьшить количество ошибок – и, как следствие, повысить производительность труда, конкурентоспособность предприятия.

Основная задача комплексной автоматизации – охват всего цикла проектирования с существенным сокращением сроков и стоимости выполняемых работ и с повышением качества выпускаемой ПСД. Основной эффект от внедрения комплексной САПР в проектное производство достигается благодаря четкому управлению и планированию работы всех участников процесса проектирования. Такое решение обеспечивает:

- **директора, главного инженера** – средствами общего контроля и управления ходом выполнения всех работ по различным проектам (с максимальным статусом доступа);
- **ГИПа, начальника отдела** – средствами
  - выдачи заданий и контроля сроков выполнения работ;
  - календарного планирования и контроля хода проектирования;

- согласования и утверждения документации в соответствии со статусом и правами доступа;
- **руководителя среднего звена (руководителя группы или сектора, ведущего специалиста)** – средствами контроля и планирования сроков выполнения работ, комплектности документации, загруженности исполнителей, номенклатуры сортамента оборудования и материалов и т.п.;
- **проектировщика (конструктора, технолога, строителя и т.д.)** – средствами
  - автоматизации выполнения проектных работ;
  - быстрого поиска информации о разрабатываемых или сопровождаемых объектах (проектах, оборудовании, материалах, типовых или наиболее эффективных проектных решениях и т.п.);
  - поиска связанных с объектами документов и другой необходимой информации;
  - контроля комплектности подготавливаемой документации;
  - заимствования проектных решений из других проектов;
  - ведения многовариантного проектирования;
  - получения предварительных и окончательных отчетов (спецификаций, ведомостей и т.д.).

Большая часть проектных предприятий не располагает достаточными силами и ресурсами, позволяющими самостоятельно реализовать концепцию комплексной автоматизации проектирования. Постепенно приходит понимание, что без помощи специалистов по внедрению, консультантов из внешней компании, существенного эффекта от перехода к автоматизированному проектированию ждать не приходится.

### Требования к системному интегратору

Здесь мы позволим себе сослаться на конкретный пример – компанию CSoft. Итак, компания – системный интегратор должна иметь успешный опыт внедрения комплексных систем автоматизации проектных предприятий, предоставлять услуги по разработке и настройке программного обеспечения, располагать штатом не только опытных программистов, но и квалифицированных проектировщиков по всем основным специальностям.

В то же время следует помнить, что все усилия компании-интегратора будут тщетны, если в работе по внедрению САПР не будут активно участвовать как руководители предприятия, так и ведущие специалисты в области проектирования и IT.

### Роль руководства

На всех этапах внедрения исключительно важна роль руководства предприятия. Если генеральный директор понимает необходимость автоматизации производственного процесса, то, используя имеющиеся административные и финансовые инструменты управления, он может эффективно влиять на соответствующие процессы.

Авторы проводили работу с разными проектными институтами, относящимися к инженерным центрам РАО ЕЭС. В тех организациях, где руководство действительно решило проводить автоматизацию производства, где оно обязало проектировщиков применять современные технологии проектирования, мотивируя их финансово и повышая в должности, там внедрение САПР идет успешно и затраты начинают окупаться в самом скором времени. Но в том же ведомстве достаточно организаций с совсем иной позицией руководителей: "Деньги на программы я дал, а на внедрение у нас нет времени. Давайте так, как-нибудь...". Результат – деньги потрачены, эффект минимальный.

Приведем примеры, максимально наглядно иллюстрирующие роль высшего руководства.

Чтобы обосновать приобретение "тяжелого" программного обеспечения для автоматизации электротехнического проектирования, в одном из проектных институтов было выполнено несколько проектов, подтвердивших заявленную эффективность средств автоматизации. Применение этого ПО позволило за один день выполнить работу, на которую обычно требовалось полторы-две недели. Тем не менее, покупке программного обеспечения категорически воспротивилось руководство электротехнического отдела, мотивировавшее свой отказ сложностью программ и отсутствием времени на обучение. Истинная же причина обнаружилась в другом – работая по старинке, отдел имел большие трудозатраты, а следовательно мог рассчитывать на дополнительное финансирование, увеличение числа сотрудников. Применяя современные технологии, отдел рисковал потерять в деньгах. А единственным человеком, который сумел повлиять на руководство подразделения, стал генеральный директор института, заинтересованный в повышении эффективности и снижении трудозатрат.

Другой пример относится к практике работ в институте, входящем в структуры ОАО "Газпром". В начале процесса внедрения системы электронного технического документооборота авторы объясняли основные принципы и пре-

имущества системы документооборота руководителям среднего звена. Говорилось, что такая система позволяет обеспечить полную прозрачность процесса проектирования для руководства всех уровней, и ее наличие является одним из важных факторов успешного функционирования САПР в целом.

И что же? Первая реакция руководителей отделов ("Здорово, теперь я смогу отследить состояние дел в своем отделе и у смежников!") быстро сменилась другой: "Значит, теперь все что делается в моем отделе будет прозрачно и для моего руководства?!"

Как и в предыдущем случае, решение о внедрении системы электронного документооборота было принято генеральным директором института, который в первую очередь заинтересован в обеспечении контроля над процессом выполнения проектных работ...

Таких примеров можно привести множество, но все они ведут к одному и тому же выводу: если высшее руководство не возьмет под свой контроль ход выполнения работ по автоматизации, все усилия могут быть сведены на нет в результате внутреннего саботажа на уровне руководителей отделов и групп.

### Рабочая группа

Для успешного внедрения САПР необходимо создать рабочую группу, состоящую из сотрудников предприятия. Совместно с системным интегратором рабочая группа должна разработать и проанализировать различные варианты стратегии развития САПР, а затем представить их руководству предприятия с целью выбора оптимального решения.

Руководителем рабочей группы должен быть человек, хорошо разбирающийся в процессе проектирования и имеющий полномочия управлять руководителями среднего звена. Как правило, это технический директор предприятия или заместитель генерального директора по производству. В состав рабочей группы следует включить ведущих специалистов производственных отделов и специалистов в области ИТ.

При формировании рабочей группы у руководителей отделов может возникнуть соблазн выделить специалистов по принципу "на тебе, Боже, что нам не гоже". Логика руководителей подразделений проста — у отдела есть план, его надо выполнять, и хорошие специалисты нужны в первую очередь на производстве. Но в таком случае группу можно и не создавать — от некомпетентных людей не стоит ждать грамотных экспертных оценок.

Не менее важно, чтобы руководители предприятия понимали всю важность ра-

бот, выполняемых группой, для развития предприятия в целом, а участники группы учитывали потребности не только своего отдела, но и смежников.

Не секрет, что попытки создать рабочие группы по внедрению САПР, соответствующие всем упомянутым требованиям, предпринимаются на многих предприятиях. Казалось бы, все условия соблюдены, группой грамотных и опытных специалистов руководит знающий и уважаемый человек, а результат работы — минимальный. Причины здесь просты: перегруженность всех членов группы текущими работами полностью парализует ее работу, а непонимание того, что важно не только автоматизировать свои рабочие места, но и обеспечить смежные специальности полной и пригодной для использования информацией, сводит к нулю все усилия, не позволяет выработать четкую и правильную концепцию комплексной автоматизации.

### Этапы разработки и внедрения комплексной САПР

Нужно понимать, что разработка и внедрение комплексной САПР — задача непростая, и в короткий срок ее не решить. Временной интервал от начала разработки концепции автоматизации до ее полного внедрения может составить несколько лет, а это, как правило, не находит понимания у руководства.

Процесс внедрения САПР на предприятии включает следующие этапы:

- обследование процессов проектирования;
- выработка концепции САПР, включая выбор средств автоматизации проектирования и разработку перечня основных работ по внедрению системы;
- формализация процесса выполнения работ — разработка стандартов предприятия, относящихся к работе в САПР;
- разработка концепции единого информационного пространства и средств ее реализации;
- обучение специалистов;
- выполнение пилотных (учебных) проектов с использованием САПР.

### Обследование

Основа выполняемых работ — комплексное обследование предприятия. Как любой, даже самый высококвалифицированный врач не рискнет назначить лечение, не изучив предварительно состояние пациента, так и компания-интегратор не сможет предложить оптимальное решение по автоматизации процессов проектирования, основываясь только на опыте аналогичных ком-

паний и не вникая в специфику предприятия.

В сущности, обследование является подготовкой к внедрению.

### Выработка концепции САПР

По результатам проведенного обследования определяется перечень задач, которые можно и нужно автоматизировать, возможность обмена между подразделениями информацией в электронном виде — согласно существующим на предприятии регламентам проведения проектных работ. Выбирается единая платформа (AutoCAD, Bentley), создается пошаговый план работ по внедрению САПР.

### Формализация процесса выполнения работ

Большинство организаций, с которыми работали авторы, сертифицировано или готово к сертификации по ISO. Но при изучении документации выясняется, что немалая часть документов разработана формально и не отражает текущего состояния дел. Основная задача данного этапа — определение перечня документов, который описывает основные регламенты работы, а также корректировка либо переработка данной документации. Процесс это довольно долгий и трудный: сложность описания технически грамотных регламентов усугубляется и постоянной нехваткой времени, и "замысленностью" взгляда.

Отдельную проблему составляет стандартизация работы с программным обеспечением (прежде всего необходимо стандартизировать работу с офисными и графическими приложениями). Конечно, существуют ЕСКД, СПДС, СТП, определяющие правила оформления графической продукции, но количество вариантов оформления на основе этих стандартов не ограничено и они не регламентируют "культуру" черчения в AutoCAD. Все эти стандарты разработаны для ручного создания чертежей, не содержат таких понятий, как "блок", "слой", "правила использования стилей" и т.д., а предприятию необходим стандарт, отвечающий современным требованиям электронного оформления графической документации.

К сожалению, в России можно отметить лишь скромные попытки одиночек изменить ситуацию к лучшему, тогда как на Западе (например, в США) этой теме посвящены большие статьи, создаются группы ведущих специалистов, разрабатывающих рекомендации (см., например: [www.nationalcadstandard.org](http://www.nationalcadstandard.org), [www.aiaa.org](http://www.aiaa.org), [www.indiana.edu](http://www.indiana.edu)).

## Разработка концепции единого информационного пространства и средств ее реализации

Одна из главных задач комплексной автоматизации — создание единого информационного пространства. Что мы имеем в виду, используя этот популярный термин? В идеале — некую единую базу данных, с которой работает все программное обеспечение. Но при этом возникает ряд проблем:

- разное программное обеспечение использует разные базы и структуры данных;
- вести и сопровождать базу должен соответствующий специалист: технолог, электрик, механик и т.д.;
- объем общей базы, содержащей столь огромную и разнообразную номенклатуру, будет чрезвычайно велик.

Какова же альтернатива? Разумеется, объединенная база необходима, но она должна быть некой базой данных по проекту. Это даст возможность получать любую выходную документацию, существенно уменьшить количество ошибок при передаче данных, минимизировав влияние "человеческого фактора".

### Определим основные работы по созданию единого информационного пространства.

Первый шаг — это изучение программного обеспечения, используемого или планирующегося к использованию на предприятии в рамках каждой специальности.

Далее необходимо провести анализ внутренних потоков информации: какие данные, для какого программного обеспечения, для какой специальности и в каком формате необходимо передавать. Получив результаты такого анализа, можно формировать структуру базы данных проекта, выбирать средства реализации и разрабатывать интерфейсы к программному обеспечению. Но создание базы не означает окончания работ по созданию единого информационного пространства. Необходимо разработать регламент взаимодействия подразделений в ходе выполнения проекта.

Оптимальным решением этой задачи является внедрение системы управления проектными данными (СУПД), объединяющей в себе электронный документооборот, архив, планирование, контроль сроков и управление ходом проекта.

Существует мнение, что документооборот в проектных организациях — это

в основном работа с теми документами, которые передаются заказчику. Но такие документы — лишь верхушка айсберга: 70-80% документооборота приходится на задания, промежуточную документацию, циркулирующую внутри предприятия, и электронные данные, передаваемые от одного программного средства к другому.

Анализ внутренних потоков информации позволяет составить формализованный список работ для каждого подразделения, на основе которого становится возможным составление сетевых графиков проекта. Это дает инструмент для автоматизации планирования и управления проектными работами.

Детальное изучение и формализация потоков, их содержание, описание взаимодействия подразделений и используемого ими программного обеспечения, определение возможности "выгрузки" данных из одних приложений и "загрузки" их в другие — одна из сложнейших задач по внедрению СУПД, но ее выполнение позволит определить шаги по реализации следующих задач:

- планирование проектно-исследовательских работ и управление такими работами;
- передача электронных данных между различным программным обеспечением в соответствии с разработанным регламентом.

Эти работы являются первым шагом к созданию единого информационного пространства и ключом к выполнению требований стандарта ISO 9000.

Разумеется, необходим механизм организации единого информационного пространства.

### Обучение специалистов

Это постоянный и почти непрерывный процесс, который осуществляется как с привлечением сторонних организаций, так и собственными силами организации.

### Выполнение пилотных (учебных) проектов с использованием САПР

На всех этапах внедрения большую роль играет проведение пилотных проектов, то есть внедрение системы в опытно-промышленную эксплуатацию. В качестве пилотного выбирается наиболее характерный для предприятия и небольшой по объему проект (из числа выполненных ранее или новых), который в полной мере охватывает все задействованные специальности.

Этап осуществляется в тесном сотрудничестве между проектировщика-

ми и специалистами компании — системного интегратора. Конечно, проектировщики проходят обучение, но, как показал опыт, по ходу "пилота", предполагающего решение реальных задач, неизбежно возникает множество вопросов и ошибок. Разрешение этих проблем — **первая задача внедрения**, от успеха которой зависит отношение проектировщиков к новой для них среде проектирования.

**Вторая задача пилотного проекта** — адаптация и настройка ПО к особенностям проектирования в данной организации. Конечно, в рамках пилотного проекта программные продукты невозможно полностью адаптировать ко всем требованиям — это длительный процесс, который может осуществляться как совместно с системным интегратором, так и самими специалистами проектной организации в течение всего срока промышленного использования ПО. Но некоторые задачи адаптации, необходимые для запуска системы в промышленную эксплуатацию, могут быть решены. К таким задачам можно отнести создание новых отчетов, адаптацию меню, настройку баз данных, создание новых функций, пополнение баз данных...

**Третья задача** — определение необходимости создания интерфейсов к программам смежных отделов. (По сути — первые шаги к реализации идеи единого информационного пространства.)

Все это позволяет заказчику в кратчайшие сроки и максимально подготовленным начать выполнение реальных проектов и получать максимальную прибыль от вложенных средств.

В заключение — и в развитие темы! — хотелось бы предложить пример одного из самых успешных вариантов поэтапного внедрения комплексной системы автоматизации, реализованный в одной из ведущих проектных организаций ОАО "Газпром".<sup>1</sup>

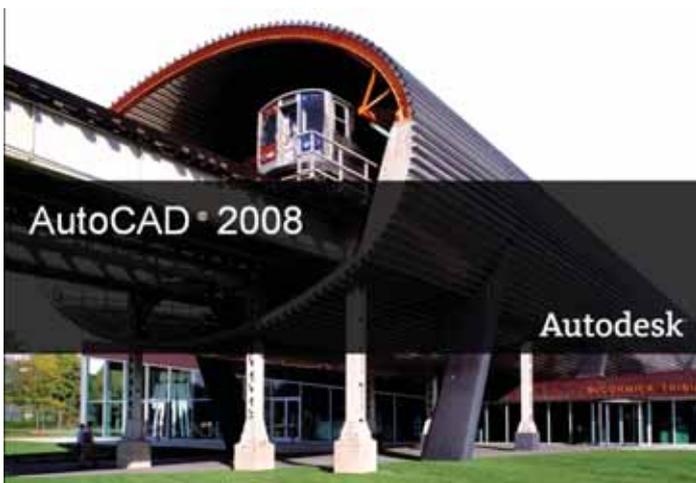
*Илья Лебедев,  
генеральный директор компании CSoft  
Тел.: (495) 913-2222  
E-mail: Ilya@csoft.ru  
Internet: www.csoft.ru*

*Виталий Ревзин,  
генеральный директор CSoft Engineering  
Тел.: (8313) 26-6733  
E-mail: RevzinV@csoft.ru*

*Любовь Аверкина,  
технический директор CSoft Engineering  
Тел.: (8313) 26-6733  
E-mail: AverkinaL@csoft.ru*

<sup>1</sup>Д.Н. Кудасов. ОАО "ВНИПИгаздобыча": на пути создания комплексной информационной системы. — CADmaster, №3, 2006, с. 52-55.

# Autodesk 2008



## С ДНЕМ РОЖДЕНИЯ!

Компания Autodesk идет в ногу со временем. Каждую весну на свет появляется новое поколение симпатичных программных созданий. Они, конечно, более "увесистые", "прожорливые", но содержат целый ряд функциональных улучшений, которых ждут миллионы проектировщиков во всем мире. Прежде всего обратим внимание на AutoCAD 2008 и продукты на его основе.

Здесь произошли важные изменения – теперь все новые члены семьи будут носить гордое фамильное имя AutoCAD. Это относится к продуктам, использующим AutoCAD в качестве базовой платформы. Новые и специальные продукты от Autodesk оставим пока за рамками разговора...

### AutoCAD 2008 – единая платформа для проектирования

Сотни миллионов специалистов во всем мире ежедневно создают в AutoCAD электронные документы или используют AutoCAD как платформу для более специализированных приложений и настроек.

AutoCAD эволюционировал от простейшего помощника при выполнении чертежей до мощной графической операционной платформы, потенциально объединяющей все этапы работы над проектом: разработку концепций, выполнение геометрических построений и расчетов, работу с атрибутами и базами данных, взаимодействие с многочисленными Windows-приложениями, оформление рабочей документации, презентацию решений, подготовку макета для печати, управление структурой электронного проекта, а также инструментарий для создания программных приложений.

В среде AutoCAD легко реализуется любой метод работы над проектом. Выполняете ли вы схемы и чертежи, создаете ли сложную трехмерную модель, формируете табличный отчет или спецификацию – работа выполняется в AutoCAD качественно и в кратчайшие сроки. Графические стандарты AutoCAD – единственные действительно ставшие мировыми промышленными стандартами САПР. Они используются в десятках миллиардов технических документов по всему миру.

На протяжении многих лет разработчики совершенствуют AutoCAD с учетом потребностей специалистов различного профиля, делая продукт всё более гибким и удобным в использовании. Новая версия, AutoCAD 2008, не просто обеспечивает проектировщика инструментами для черчения – она позволяет ему творить, используя все возможности работы с двумерной графикой и моделирования в виртуальном трехмерном пространстве.

### Как сейчас устроен AutoCAD?

Основу продукта составляет совершенная система создания различных двумерных графических объектов-примитивов и управления такими объектами: линиями, размерами, текстами, штриховками и т.д. В AutoCAD 2008 также имеются развитые возможности создания и управления 3D-объектами: элементарными формами, различными поверхностями и т.д.

Сложные типы объектов и разнообразные действия с ними определяются специальными подгружаемыми программными модулями (ARX-файлами, LISP-файлами).

При решении проектных задач требуется показ объектов в различных представлениях: в виде чертежных линий, с демонстрацией наложенных текстур материалов и т.д. Для этого предусмотрена специальная система визуального представления, взаимодействующая с графическим адаптером-ускорителем пользовательского компьютера. Такое взаимодействие позволяет представлять объекты с реалистичной раскраской, имитировать "ручную" графику, придавая удивительную выразительность вашим проектам.

AutoCAD 2008 в совершенстве реализует технологии "связывания" распределенных данных и отдельных файлов. Пользователь может управлять как наборами файлов, составляющих проект, так и отдельными частями файлов (листами, видовыми экранами), что позволяет организовывать работу как отдельного проектировщика, так и целых проектных коллективов.

В связи с выходом новой операционной 64-разрядной системы Windows Vista в состав дистрибутива AutoCAD 2008



Архитектурное бюро Barnes Gromatzky Kosarek Architects, университетский комплекс Остин (Техас, США)

включен вариант инсталляции под эту ОС. Как обычно, дистрибутив AutoCAD един как для локального, так и для сетевого вариантов инсталляции.

### Как сегодня работают в среде AutoCAD?

Особенностью работы в среде AutoCAD является следование определенным процедурам, предусматривающим четкую и согласованную последовательность действий: отслеживание действий на рабочем столе (экране), работу с кнопками и колесом мыши, ввод значений с клавиатуры. В современном AutoCAD действия с клавиатурой и мышью сведены к необходимому минимуму, а приоритет отдан отслеживанию действий на экране. Пользователь должен ясно представлять себе конечный результат своей работы — тогда он сможет использовать различные процедуры для достижения этого результата.

### Инженерная графика AutoCAD 2008

Все пользователи AutoCAD приступают к работе, опираясь на собственные навыки выполнения чертежей. Средства черчения AutoCAD — самые точные и удобные среди инструментария всех САПР: их совершенствование продолжается уже несколько десятков лет.

Основой инструментов черчения является система интеллектуального объектного отслеживания и геометрических "привязок", обеспечивающая абсолютную точность построений. Действуя согласованно с кнопками мыши и инструментами навигации (зуммирование, панорамирование рабочего стола), они образуют знаменитый "электронный кульман" AutoCAD.

Специальные вспомогательные отслеживающие лучи AutoCAD позволяют использовать принцип "как если бы..." для определения воображаемых точек пересечения, что расширяет ваши воз-

можности при вычерчивании сложной геометрии: построении сопряжений, создании линий под заданным углом, выравнивании объектов. Все построения могут выполняться в любой проекции: в главной рабочей плоскости X, Y, в изометрической и перспективной проекциях.

Все чертежи и схемы на 50-90% состоят из типовых повторяющихся графических элементов. В AutoCAD традиционно развиты средства, позволяющие записать любой набор графических объектов в специальную библиотеку внутри документа и использовать вставку уже готового набора, который называется блоком AutoCAD. Можно использовать простые блоки, оптимизирующие работу с чертежом, или сконструировать сложный динамический интеллектуальный блок-объект, содержащий наложенные математические зависимости между геометрическими компонентами блока. При вставке динамического блока можно подбирать габаритные размеры, тип проекции или представления, управлять созданными параметрами, объединять параметры в группы и назначать им действия-операции. По существу, происходит процесс визуального программирования поведения объекта, причем для этого от вас не требуется владеть навыками программирования.

Совокупность параметров, атрибутов и различных свойств, определяющих любой объект/примитив, может быть транслирована в табличную форму или экспортирована во внешний редактор баз данных. Можно создавать таблицы-спецификации, сохраняющие постоянную динамическую связь между любым графическим элементом чертежа и строчкой таблицы.

### Трехмерное моделирование в AutoCAD 2008

Если вы не хотите идти затратным путем проб и ошибок, необходимо исполь-

зовать трехмерное моделирование — как самую эффективную методику проектирования с наглядной обратной связью. 3D-моделирование позволяет проектировщику быть уверенным, что его разработка адекватно отражает идею. Процесс создания и редактирования трехмерных моделей в AutoCAD одновременно логичен и интуитивен. Он дает специалисту возможность воспользоваться профессиональными знаниями в области начертательной и аналитической геометрии, существующей проектной методологией создания изделий из деталей, конструкций из элементов и т.д. AutoCAD 2008 поможет эффективно совершенствовать ваши идеи — в вашем распоряжении новые и улучшенные возможности:

- создания тел и поверхностей;
- управления геометрическими параметрами тел и поверхностей;
- преобразования тел в поверхности и обратно;
- операций взаимодействия тел и поверхностей.

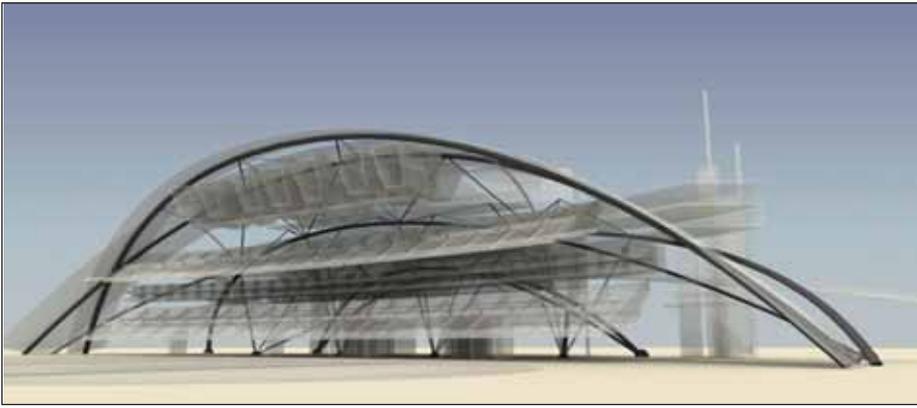
Для создания самых сложных геометрических форм предусмотрены инструменты *Сдвиг (Sweep)* и *По сечениям (Loft)*.

Трехмерные объекты можно создавать из заранее созданных двумерных: различных линий, дуг, сплайнов и т.д. Такие примитивы могут использоваться как образующие профили либо как траектории движения этих профилей.

Можно создать любую геометрическую форму, используя готовые элементы чертежа.

Для более быстрого создания трехмерных объектов в AutoCAD 2008 предусмотрен специальный экранный сервис. Вы можете ввести размеры, используя средства динамического ввода, или просто перемещать курсор, чтобы визуально указать длину, ширину и высоту.

Созданная трехмерная модель служит не только для того чтобы наглядно



Стадион в городе Монтеррей (Мексика). Проектировщик – компания Studio class called "Catedra Blanca"

продемонстрировать проектную идею и визуально проверить компоновку. Главная цель – решение геометрической задачи проецирования, то есть получение по трехмерному объекту набора 2D-линий, дуг, штриховок на установленную пространственную плоскость. Вы можете установить плоскость проецирования так, чтобы получить "заготовки" планов, фасадов, разрезов, местных видов – это экономит массу времени при работе над рабочим чертежом-документом.

Реализованный в AutoCAD функционал создания плоскостей проецирования позволяет добавить в вашу модель любые секущие плоскости. После того как секущая плоскость создана, вы можете преобразовать ее в секущую область или секущий объем, использовать "ручки" (Grips) для редактирования ее положения, размера и стороны отсечения. Меню, вызываемое нажатием правой клавиши мыши, позволит вам контролировать видимость отсеченной геометрии и генерировать любые 2D- и 3D-проекции, а также добавлять к существующей плоскости проецирования дополнительные плоскости для создания сложных сечений. Существуют многочисленные настройки, которые позволяют сформировать готовую проекцию максимально похожей на готовый чертеж – с выделенной контурной линией плоскости сечения, штриховкой, определением "невидимых" линий.

### Визуализация проектных решений

Возможности трехмерного моделирования неотделимы от способов визуального представления трехмерных объектов. Технологии визуализации, реализованные в AutoCAD 2008, полностью используются и в вертикальных продуктах на основе AutoCAD.

Выразительность представления проектного замысла – одна из главных задач работы инженера, дизайнера, архитектора. AutoCAD 2008 обеспечил самые широкие возможности решения этой задачи.

Все действия, относящиеся к визуализации, укладываются в четкую последовательность – это позволяет выпол-

нить работу с гарантированно высоким качеством и за короткое время.

В современном AutoCAD имеются все средства для выполнения самых сложных задач рендеринга: тонкая настройка фильтров управления сглаживанием при антиалясинге, определение количества и величины фоточастиц, управление величиной отклонения отраженного луча для создания каустик-эффекта, моделирование цветных рефлексов, атмосферный эффект и т.д. Сочетая эти средства с мощным редактором процедурных материалов Autodesk 3ds Max, вы можете добиться потрясающих результатов при работе исключительно в среде AutoCAD, без экспорта трехмерной модели в другие системы рендеринга.

Для текущей работы архитектору и дизайнеру предлагается использовать различные стили экранного представления с имитацией "ручной" художественной графики.

### Что нового в AutoCAD 2008?

AutoCAD – проверенное временем, надежное и высокоинтеллектуальное средство проектирования. Новые возможности вводятся в продукт только по мере необходимости. Например, в предыдущей версии – AutoCAD 2007 – основные изменения коснулись технологии трехмерного моделирования и визуализации. В новой версии существенное внимание уделено совершенствованию возможностей двумерной графики: стало возможным масштабировать обозначения и управлять свойствами слоев на каждом видовом экране в листе по отдельности. Появились нововведения в инструментах работы с текстом и таблицами, совмещенные выноски. Это самым благоприятным образом сказалось на эстетике чертежа и повысило уровень исполнения проектов. Расскажем о новых инструментах подробнее.

Возможно, вы часто сталкивались с проблемами определения правильного масштабного коэффициента для каждого

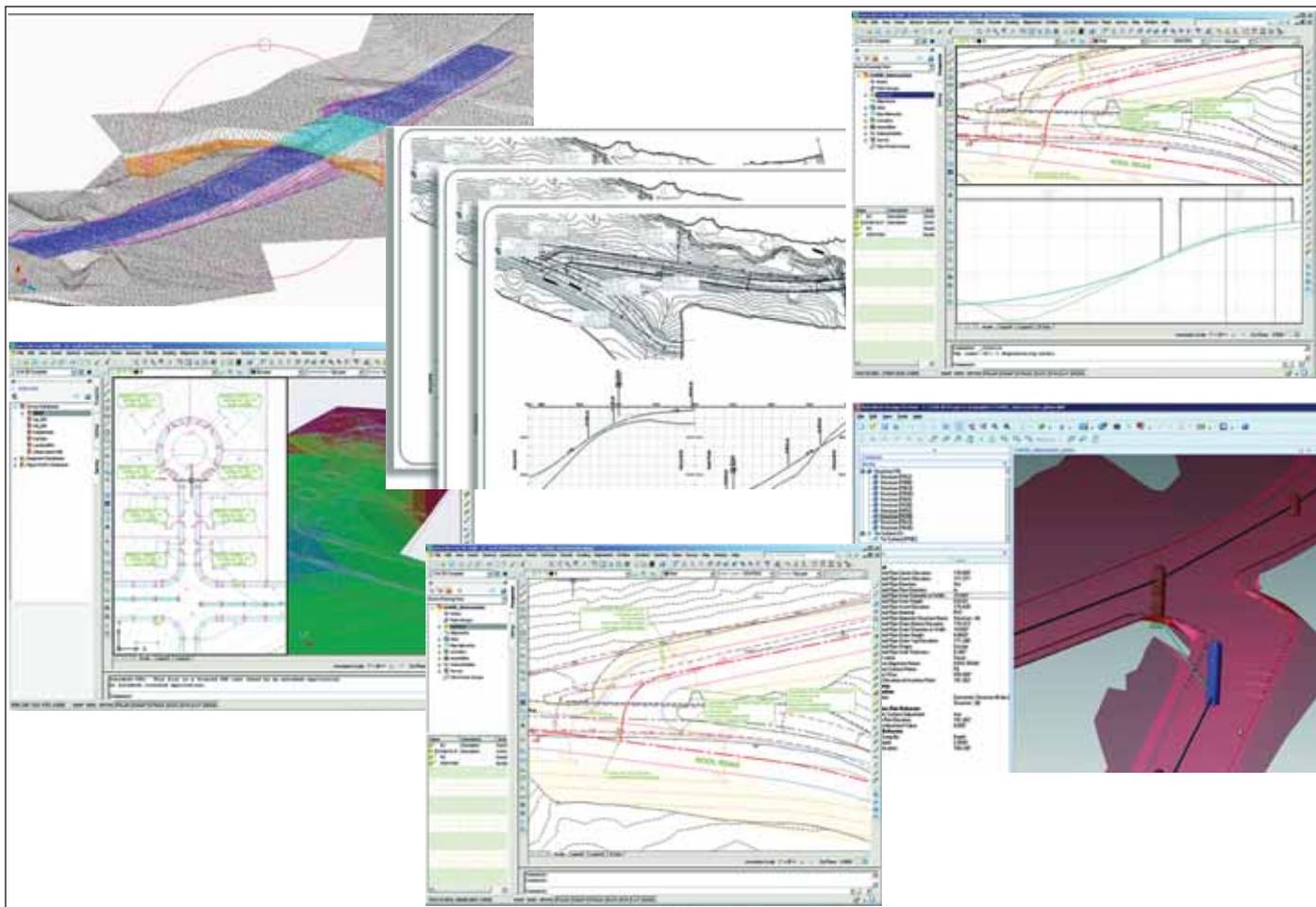
объекта видового экрана. Теперь в вашем распоряжении возможность перемасштабировать обозначения. Для этого не придется создавать множество стилей текста и разномасштабных обозначений на разных слоях. Вы просто формируете один набор элементов оформления (текст, размеры, номера позиций, блоки, атрибуты, штриховка), и он всегда отображается с нужными размерами – независимо от того, как отмасштабирован видовой экран.

После того как текст, выноски и размеры созданы, вам понадобится лишь назначить видовым экранам масштаб, выбираемый в строке состояния. AutoCAD 2008 автоматически назначит всем элементам оформления размер, умноженный на масштабный коэффициент текущего видового экрана. Проще быть не может. Все оформление на видовых экранах отображается именно так, как вы его задали, независимо от масштаба!

Теперь что касается возможности назначать каждому видовому экрану разные свойства отображения слоев. Посмотрите, как это реализовано в AutoCAD 2008. Больше не нужно каждый раз заботиться о дублирующих друг друга объектах на разных слоях, а также о включении и отключении слоев при смене видовых экранов. Дважды щелкните на видовом экране и задайте для каждого слоя цвет, тип и вес линий, стиль печати, которые будут действовать только для данного видового экрана. И не беспокойтесь, что это внесет неразбериху в диалоговое окно управления слоями, ведь там теперь можно показывать только нужные вам графы свойств. Простым перетаскиванием drag&drop вы можете упорядочить вид окна так, чтобы часто используемые графы расположились в удобном для вас месте...

Раньше оставалось только сожалеть, что наносимый на чертежи текст не форматировался автоматически в несколько колонок. Теперь это возможно, ведь в команде МТЕКСТ появилась новая опция форматирования по колонкам. Чтобы настроить окончательный вид текста, можно использовать управляющие "ручки". Кроме того, команда МТЕКСТ позволяет лучше управлять выравниванием абзацев, отступами и интервалами. Обновлен модуль проверки орфографии. Атрибуты теперь могут быть многострочными. Все новые функции работы с текстом сведены в удобную инструментальную палитру, где можно найти и множество привычных команд 2D-черчения.

Новая команда *Быстрая выноска* MLEADER улучшает работу с линиями-выносками. Вы можете определять базовый элемент, на который опираются все остальные (стрелка, собственно линия



или содержимое), а также задавать такой режим, при котором несколько выносок совмещаются в одну. А если они не могут автоматически найти свое место? Тогда воспользуйтесь специальной функцией совмещения выносок – распределение расстояний между выносками вы сможете задать сами.

Пользователи настоятельно просили внедрить в AutoCAD таблицы Microsoft® Excel®, чтобы при каждом изменении файла Excel изменялись данные в AutoCAD – и наоборот. Пожелание стало реальностью благодаря усовершенствованной команде специальной вставки. Для создания динамической связи таблицы Excel с таблицей AutoCAD 2008 служит команда *Вставить связь*. Это означает, что при любых изменениях файла Excel в AutoCAD появляется уведомление. Воспользовавшись им, нетрудно обновить таблицу уже в AutoCAD. О пропусках изменений в таблицах отныне можно забыть!

### Вертикальные продукты AutoCAD +

Конечно, наиболее высокую производительность труда обеспечивает не AutoCAD, а специализированные приложения к нему. Специалист, который видит свою задачу именно в проектировании, а не в примитивном вычерчивании,

обязательно выберет вертикальный продукт: AutoCAD Architecture, AutoCAD MEP, AutoCAD Civil 3D. Это наиболее динамично развивающиеся программные продукты и именно с ними связано будущее существование платформы AutoCAD. Вертикальные приложения развиваются благодаря потенциалу AutoCAD, и в новейших версиях этих продуктов все ярче проявляются их общие, родственные черты. Остановимся на самых важных и интересных продуктах.

### AutoCAD Civil 3D

AutoCAD Civil 3D 2008 – новое название программного продукта Autodesk Civil 3D, разработку которого Autodesk продолжает уже несколько лет. Он рассматривается как базовая платформа для проектирования объектов инфраструктуры. Ядром программы служит специальный AutoCAD Map 3D, позволяющий наиболее полно автоматизировать работу с картографическим материалом.

Области применения AutoCAD Civil 3D:

- проектирование генеральных планов;
- земельный кадастр;
- проектирование дорог;
- ландшафтное проектирование и благоустройство;

- геодезия;
- трубопроводные канализационные сети;
- охрана окружающей среды.

Главная особенность AutoCAD Civil 3D – ориентация на аналитическую оценку проектных работ: мониторинг деформационных явлений, анализ поверхностного стока и подтопления территории и т.д.

Программа отвечает современным требованиям специалистов, обеспечивающих ведение широкого диапазона инфраструктурных проектов, – от планировки строительной площадки до комплексных проектов автомагистралей.

AutoCAD Civil 3D обеспечивает всех участников процесса проектирования необходимыми для работы инструментами, которые называются инструментальными палитрами. Специальная палитра отображает только те инструменты, которые относятся к конкретной задаче: проектированию автодорог, прокладке подземных трубопроводов и коллекторов, картографии. Можно компоновать палитру по стандарту предприятия или отдела либо для конкретного специалиста.

Проверенная временем динамическая модель позволяет в сжатые сроки разрабатывать проекты, оценивать мно-



Офис компании GlaxoSmithKline, Asda в Лондоне. Компания-проектировщик – Dewjoc

жественные сценарии, формировать проектную документацию.

Autodesk Civil 3D является платформой для развития отечественного комплекса приложений GeonICS – именно так решается непростая задача выпуска документации в строгом соответствии с отечественными нормами.

Потенциал AutoCAD Civil 3D развивается благодаря использованию единого уникального понятия *Стиль* (единого для всех продуктов на базе AutoCAD). Стиль содержит наборы гибко изменяемых параметров. Например, настройки объектов, касающиеся цвета и типов линий, высоты сечения рельефа, метода присвоения меток сечениям и профилям, могут быть сохранены в виде стиля и затем использоваться на протяжении всего процесса проектирования. Другим важным преимуществом является использование *Структуры проекта*, позволяющее организовать распределение данных, осуществлять обмен файлами между проектировщиками.

Еще одна принципиально важная особенность AutoCAD Civil 3D – сквозная связь между различными объектами и этапами проектных работ.

Для создания точек применяются разнообразные координатно-геометрические и графические методы. В Auto-

CAD Civil 3D точки являются частью модели, что позволяет использовать их в процессе разработки и анализа проекта. Динамические связи обеспечивают своевременное обновление всех элементов проекта. В AutoCAD Civil 3D 2008 участки и трассы планируемой поверхности объединяются в одну топологию, поэтому при изменении одного участка изменяются и соседние с ним.

Проекция с трехмерной модели AutoCAD Civil 3D также динамически связаны. Генерация динамической модели любого проекта автодороги, железнодорожных путей или коридора основывается на таких элементах, как трассы, профили, виражи, а также на критериях, включенных в составные части проекта. Изменение любого элемента, задействованного в модели, приводит к пересчету объемов, поверхностей, участков и других элементов коридора.

### AutoCAD MEP

AutoCAD MEP 2008 (прежнее название – Autodesk Building Systems) представляет собой комплексное решение в среде AutoCAD, предназначенное для создания архитектурно-строительной модели одновременно с разработкой инженерных систем и коммуникаций. В его состав включены средства архитектурного моделирования и строительного кон-

струирования AutoCAD Architecture 2008, а также мощный инструментальный разработчик инженерных систем зданий и сооружений гражданского назначения: средства компоновки оборудования, трассировки трубопроводных и вентиляционных систем, разработки систем электрификации зданий.

Сегодня AutoCAD MEP 2008 является наиболее полно разработанным отраслевым продуктом для всех направлений строительного проектирования на платформе AutoCAD.

Комплекс AutoCAD MEP позволяет архитекторам и инженерам максимально координировать свою работу, а также добиваться высокой производительности и точности. При работе с AutoCAD MEP сокращается число ошибок, возникающих вследствие несогласованности документации в больших проектных коллективах и между различными специалистами при выполнении сложных проектов промышленных сооружений и гражданских объектов. Традиционная и понятная среда проектирования обеспечивает удобство совместной работы любых специалистов, использующих AutoCAD или AutoCAD Architecture.

Единая система формирования рабочей документации по трехмерной модели позволяет создавать как высокодетализированные подробные документы, так и

упрощенные схемы. Компания Consistent Software Development разрабатывает серию программных приложений, способных работать на платформе AutoCAD MEP 2008: СПДС GraphiCS и семейство Project Studio<sup>CS</sup> (Архитектура, Конструкции, Фундаменты, Водоснабжение, Электрика, СКС). Эти программы используют в качестве исходного рабочего материала результат работы AutoCAD MEP – проекции планов, фасадов, разрезов и спецификации.

Важной частью работы в AutoCAD MEP является создание структуры проекта.

AutoCAD MEP реализует технологию работы с распределенными данными. Проект создается из отдельных файлов-документов, соединяемых внешними ссылками. Для создания проекта и управления его структурой предназначен специальный Диспетчер проекта. Структурирование данных возможно по отметке высотного уровня и по секциям (создаваемым по маркам) сетки осей.

В структуру проекта могут включаться любые отдельные файлы, выполненные в AutoCAD или в любых приложениях к нему, поэтому AutoCAD MEP можно использовать в качестве организатора проектов любой тематики.

Для различных разделов проекта (марок комплекта документации) могут быть созданы различные структуры, одинаковые части которых будут входить в различные разделы. Таким образом, проект AutoCAD MEP – это сложная многоуровневая структура с вертикальными и горизонтальными связями между отдельными файлами.

Благодаря заранее созданной структуре проще работать с отдельными частями проекта, создавать из этих частей скоординированные виды-сборки, управлять наборами готовых к печати листов чертежей. Совместное использование данных упрощается благодаря единой стандартизации проектов.

Комплекс обеспечивает всех участников проектного процесса необходимыми для работы инструментами, которые называются инструментальными палитрами. Как и в AutoCAD Civil 3D, специальная палитра отображает лишь те инструменты, которые относятся к конкретной задаче, – в данном случае к проектированию систем вентиляции, водоснабжения, электрических сетей или архитектурному проектированию. При помощи подключаемых инстру-

ментальных палитр архитектор или инженер-конструктор формирует подробную, конструктивно проработанную трехмерную модель сооружения. Модель, выполняемая в AutoCAD MEP, предназначена для решения компоновочных, расчетных и визуализационных задач, а также для проецирования сложных геометрических объектов.

AutoCAD MEP предоставляет архитектору и конструктору возможность вносить изменения в файлы видов и проекций трехмерной модели, находящиеся в структуре проекта. Различные части модели сооружения можно редактировать на тех проекционных видах, где это наиболее удобно. Реализована возможность работы с отдельными фрагментами проекта и быстрого создания таких фрагментов.

Совершенные средства подготовки спецификаций помогут обеспечить точность расчетов и безупречность оформления. Данные из спецификаций динамически связаны с объектами чертежей и обновляются при изменении любого элемента конструкции, компонента объекта.

**Найдите свой AutoCAD,  
отвечающий именно вашим  
задачам. Хотите быть  
современными – работайте  
в своем AutoCAD!**



В AutoCAD MEP используются надежные и многократно проверенные на практике методы компоновки элементов, отражающие функционирование реальных систем (например, систем конвекции и рециркуляции воздуха). Новые объекты, присоединяемые к таким системам, наследуют единые текущие параметры: маркировки, символику и параметры визуального отображения и т.д. Изменения, вносимые в проект, распространяются на все взаимодействующие компоненты. AutoCAD MEP предлагает пользователям чрезвычайно богатый выбор стандартных элементов оборудования, фитингов, запорной арматуры, строительных конструкций, компонентов электрики. Все это обеспечивает унификацию проектного процесса.

В новой версии появилось множество библиотечных объектов по стандартам ASME/ANSI и ASTM/ANSI. Под-

держиваются и британские, и метрические единицы. Метрические компоненты размещены в отдельных каталогах-библиотеках. Они подчиняются нормам GSA (General Services Administration, США) и BSI (British Standards Institution, Великобритания).

Важнейшей задачей при работе с комплексной сложной моделью сооружения является обнаружение проблемных пересечений в трехмерном пространстве. Программный комплекс AutoCAD MEP способен автоматически обнаруживать пространственные пересечения между объектами в 3D-модели, на проекционном виде, оформленном чертеже, схеме или в общей сборке модели из внешних ссылок. Эта возможность повышает качество проектных работ и сводит к минимуму необходимость доработок, выполняемых непосредственно на возводимом объекте.

Для совместной работы инженера-проектировщика и специалиста по инфраструктуре предусмотрено использование единой цифровой модели рельефа, окружающего здания или застройку. Модель в формате LandXML может быть получена из программы моделирования рельефа, такой как AutoCAD Land Desktop или AutoCAD Civil 3D. Следовательно, появляется возможность создания проектов, комплексно объединяющих данные инфраструктурной и строительной частей.

Что касается локализации (перевода) AutoCAD MEP 2008, то большая часть этой работы уже выполнена: отечественные пользователи давно и успешно освоили AutoCAD Architecture (прежнее название – Autodesk Architectural Desktop) – уже локализованную часть AutoCAD MEP.

### Дружная семья

Мы рассказали вам лишь о двух новых продуктах, предназначенных для самых разных отраслей проектирования. Но посмотрите – сколько у них общего, ведь они созданы по единой идеологии! Так разумно и планомерно компания Autodesk развивает свой главный торговый бренд – AutoCAD.

Повторю: AutoCAD – проверенное временем, надежное и высокоинтеллектуальное средство проектирования. Найдите свой AutoCAD, отвечающий именно вашим задачам. Хотите быть современными – работайте в своем AutoCAD!

**Алексей Ишмяков**  
**Consistent Software Distribution**  
**Тел.: (495) 642-6848**  
**E-mail: alexis@consistent.ru**

# Создание зерноочистительных машин нового поколения

с помощью Autodesk Inventor

История крупнейшего в России сельхозмашиностроительного завода "Воронежсельмаш" насчитывает уже более 75 лет. За это время предприятием освоен выпуск многих видов сельскохозяйственных машин, хорошо знакомых потребителям России и Беларуси, Украины и Казахстана, Кипра и Вьетнама... "Воронежсельмаш" – один из безусловных лидеров отрасли, но сохранение и укрепление ведущих позиций – дело непростое, требующее постоянного обновления ассортимента продукции, разработки всё более производительных и надежных машин. И, разумеется, широкого внедрения современных технологий.

**В** феврале 2004 года новое руководство ОАО "Воронежсельмаш" во главе с генеральным директором Г. В. Чуйко поставило задачу в кратчайшие сроки – за четыре месяца! – создать концепцию зерноочистительных машин нового поколения и разработать конструкторскую документацию на базовую модель семейства.

Прежде всего предстояло определить базовые требования к будущей машине, то есть провести необходимые исследования, проанализировать зарубежные образцы, изучить пожелания потребителей. Через некоторое время стали вырисовываться первые контуры замысла:

- производительность – 60 т/ч;
- полная унификация внутри семейства.

Разумеется, с самого начала конструкторы должны были учитывать и множество других условий, заданных изна-

чально: максимум надежности, хорошая эргономика, минимальные размеры и себестоимость. Энерго- и металлоемкость также предстояло свести к минимуму.

Над компоновкой ключевых сборок новой машины параллельно работали три ведущих конструктора – А. А. Агеев, С. В. Говоров и Р. С. Соколов. Оптимальный вариант был выбран на техническом совете.

Затем наступила очередь создания трехмерной модели (рис. 1-5). Этот этап потребовал привлечения современных средств трехмерного проектирования: в отсутствие таких про-



Рис. 1. Шків

грамм выполнение задачи, поставленной перед конструкторами, усложнилось бы многократно. Мощная компьютерная база предприятия, объединенная в локальную сеть, была оснащена системами AutoCAD, Autodesk Mechanical Desktop и Autodesk Inventor.

Основные работы по проекту выполнялись в программном комплексе Autodesk Inventor, позволяющем создавать оригинальные детали со сложными поверхностями, автоматически получать развертки при работе с листовыми материалами. Кроме того, Inventor обеспечивает возможность проектирования изделий с большим количеством компонентов. Чтобы понять, насколько важной для конструкторов была именно эта возможность, достаточно ознакомиться с основными техническими характеристиками базовой модели нового семейства зерноочистительных машин:

- количество компонентов — 18 278 шт.;
- количество оригинальных моделей — 594 шт.;
- общее количество подборок — 1394 шт.;
- количество оригинальных подборок — 256 шт.;
- уровни вложенности — 9.

Конструкторская документация создавалась параллельно с формированием трехмерной модели. Разумеется, в процессе работы над общей сборкой приходилось изменять многие детали и вносить в модель соответствующие коррективы, но это уже не было проблемой: при изменении детали ее конфигурация и размеры на чертеже обновляются автоматически.

От 60 до 85 процентов деталей зерноочистительных машин изготавливается из листового материала. При проектировании этих элементов конструкции оказался просто незаменим специальный модуль Autodesk Inventor, позволяющий получать

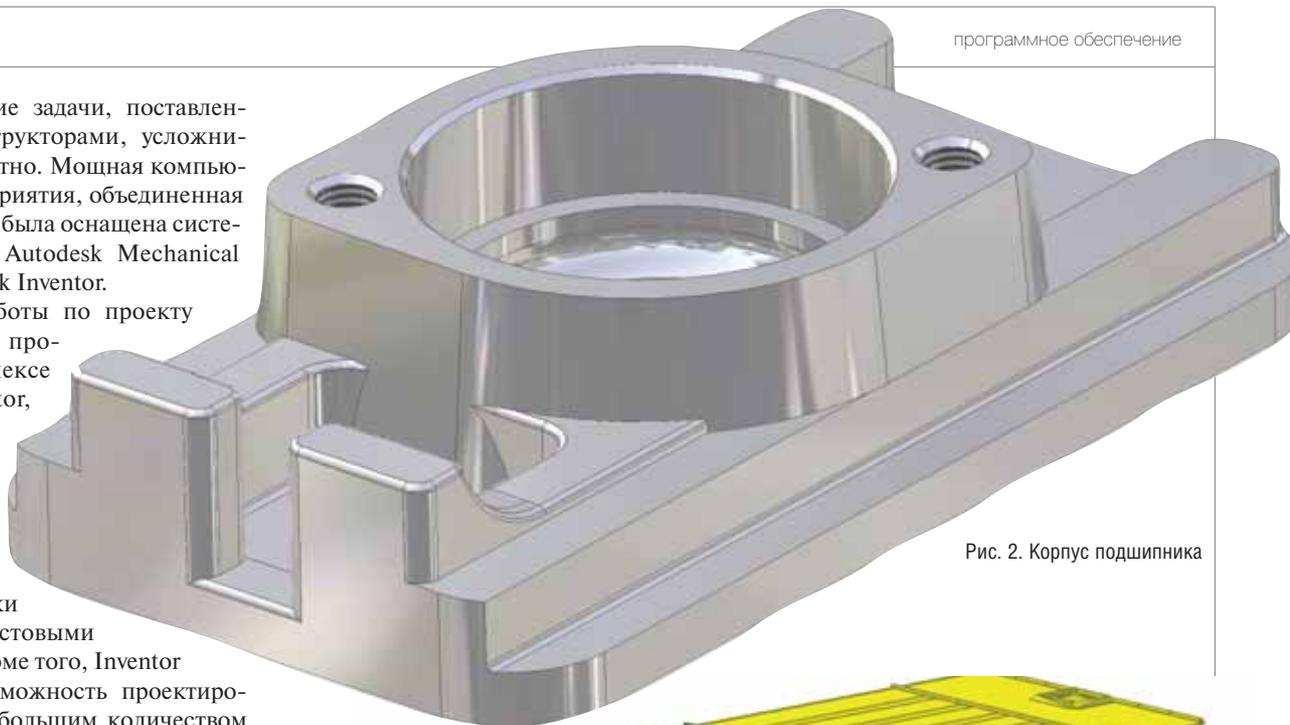


Рис. 2. Корпус подшипника

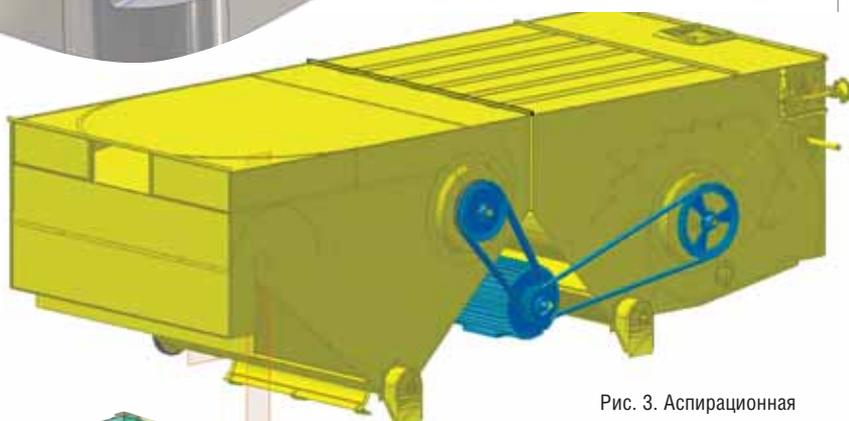


Рис. 3. Аспирационная система машины



Рис. 4. Машина УСВ-60

реальную развертку с 3D-модели. А при изготовлении опытного образца в качестве шаблонов сложных листовых деталей использовались развертки, распечатанные в масштабе 1:1 на плоттере HP DesignJet 500.

С помощью Autodesk Inventor конструкторская служба и завод в целом успешно справились со всеми сложностями: уже в октябре 2004-го базовая модель новой зерноочистительной машины, получившей название УСВ-60 (Универсальный сепаратор вороха), была представлена на Московской международной выставке сельскохозяйственного оборудования "Золотая осень". Серьезный ин-

терес, проявленный потребителями к нашей разработке, свидетельствует, что "Воронежсельмаш" по-прежнему занимает ведущие позиции на рынке зерноочистительных машин.

Выбрав магистральный курс на внедрение компьютерных технологий, предприятие не собирается останавливаться на достигнутом. На заводе внедрена система электронного документооборота, в базу данных которой вносятся и конструкторская документация. Это значительно повышает эффективность работы и обеспечивает все большую оперативность технологической цепочки "конструктор – технолог – производство".

*Яков Шкиря,  
зам. технического директора  
по подготовке производства  
ОАО "Воронежсельмаш"  
Тел.: (4732) 57-9478*

*Роман Соколов,  
к.т.н., ведущий конструктор  
ОАО "Воронежсельмаш"  
Тел.: (4732) 57-9339*

*Александр Харченко,  
технический директор  
CSoft Воронеж  
Тел.: (4732) 39-3050*

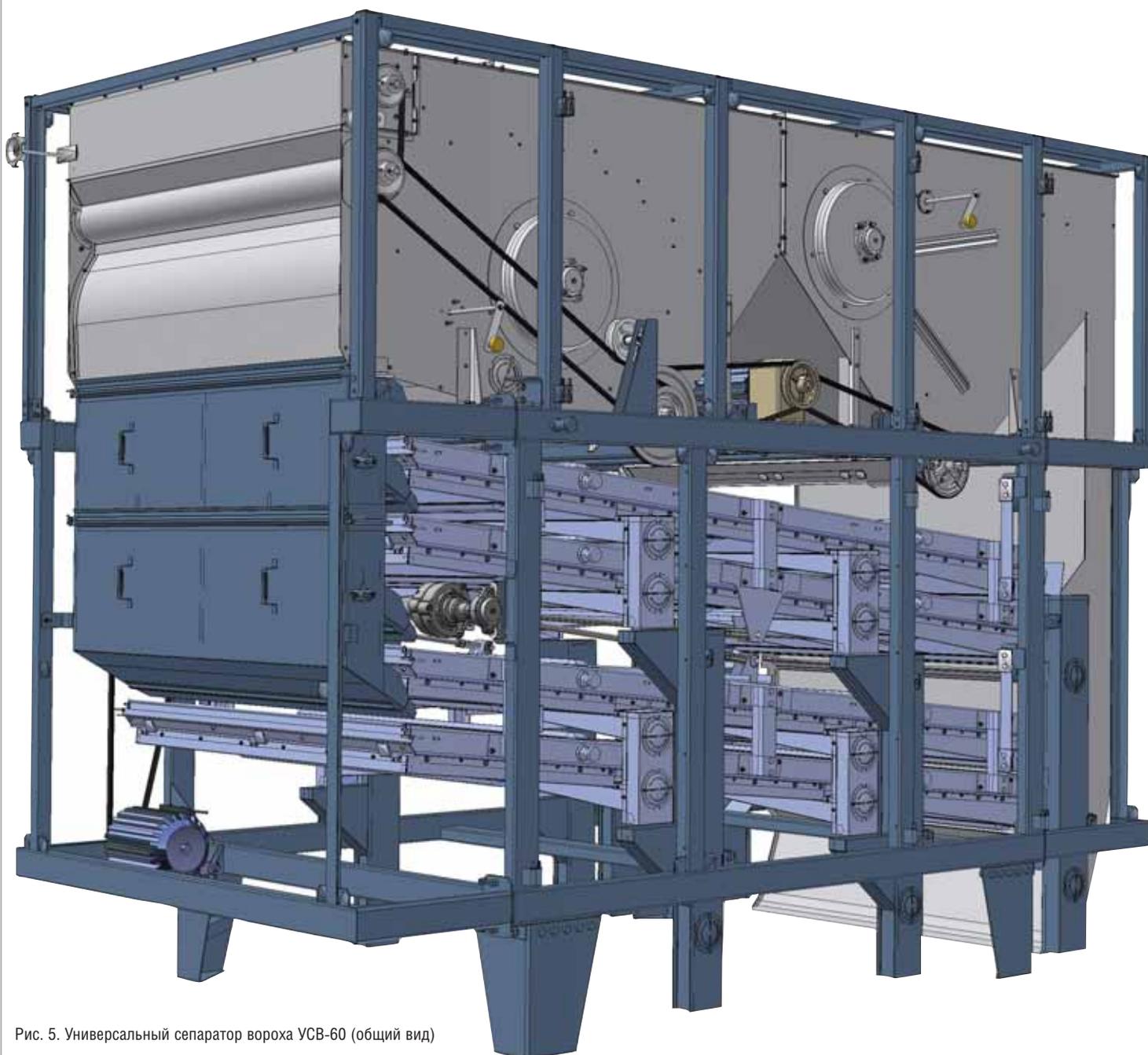


Рис. 5. Универсальный сепаратор вороха УСВ-60 (общий вид)

# Опыт применения моделей MechanіCS



в витражных конструкциях ООО "РусАлюмСтрой"

В конструкторской практике нередко встречаются изделия с развитыми внутренними связями между составляющими их элементами. Примерами таких конструкций могут служить ленточные и скребковые конвейеры, емкости химических аппаратов, блоки-заготовки штампов и прессформ, гидро- и пневмоцилиндры, модульная мебель, оконные и витражные конструкции и многие другие изделия. Технология их проектирования базируется на параметризации всей конструкции или отдельных ее составляющих. В докомпьютерные времена с этой целью разрабатывались альбомы типовых проектов, иногда даже выпускались стандарты, а сейчас, разумеется, широко применяются САПР, обладающие мощными средствами параметризации.

Для создания параметрических элементов в программном продукте Autodesk Inventor предусмотрены два инструмента: параметрические ряды деталей и *Библиотека компонентов*. В обоих случаях предполагается параметризация деталей со сходной геометрией, таких как параметрические ряды профилей из сортамента (уголки, швеллеры, двутавры и т.д.), фланцы, стандартные крепежные изделия и т.п. Создавая экземпляр детали, конструктор находит ее в *Библиотеке компонентов* и переносит в модель сборки — при этом система генерирует IPT-файл вставленной детали с конкретными заданными при вставке параметрами. Для изменения параметров существующей параметрической детали система генерирует новый IPT-файл с новыми значениями параметров.

Параметрические ряды деталей и *Библиотека компонентов* Autodesk Inventor хороши для создания библиотек геометрически подобных стандартных и унифицированных деталей. Однако на практике конструктор часто опирается не столько на подобие формы, сколько на функциональное сходство деталей в контексте узла. Геометрия деталей при этом отодвигается на второй план, а на первый выступают выполняемые деталью функции.

Для решения задачи параметризации деталей в рамках функционального подхода предназначен программный продукт MechanіCS — приложение к Autodesk Inventor, разработанное в компании Consistent Software Development.

Параметрические детали MechanіCS отличаются от своих "собратьев" в

Autodesk Inventor целым рядом уникальных свойств:

- изменение параметров в деталях MechanіCS не требует создания новых IPT-файлов;
- при изменении параметров "родительской" детали MechanіCS изменяются все зависимые параметры в цепочке деталей-потомков;
- детали MechanіCS более интеллектуальны — они обладают способностью "считывать" параметры и сборочные зависимости при вставке;
- детали MechanіCS можно компоновать в группы, вносить эти группы в базу MechanіCS и затем вставлять в сборки целые параметрические узлы.

Перечисленные свойства параметрических деталей MechanіCS открывают конструктору уникальную возможность превратить универсальную систему, какой является Autodesk Inventor, в специализированную среду для решения конкретных проектных задач.

Хорошей иллюстрацией потенциала MechanіCS при параметризации конструкций является пилотный проект фасадного витража, разработанный специалистами CSoft по заказу ООО "РусАлюмСтрой".

Чтобы принять решение о приобретении пакета Autodesk Inventor Series, руководству заказчика требовалась демонстрация возможностей параметризации Autodesk Inventor на примере "родных" заказчику конструкций. Средства параметризации, имеющихся в базовом продукте, для решения задачи оказалось недостаточно (понадобилось бы допол-

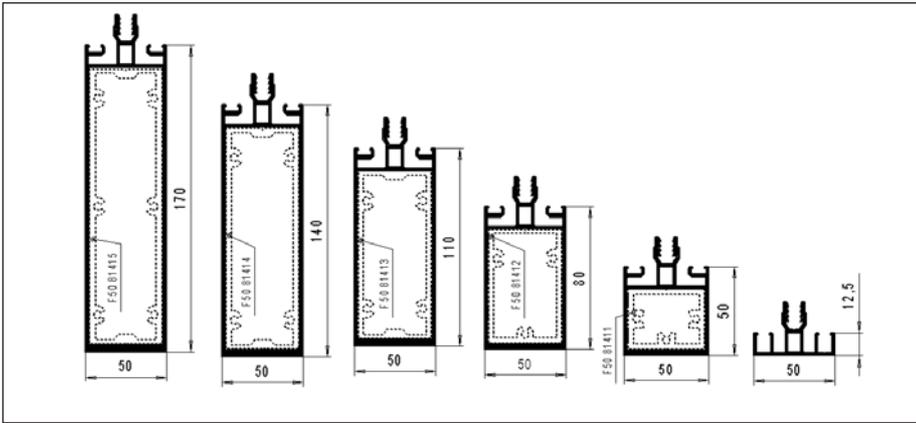


Рис. 1. Параметрический ряд стоек F50

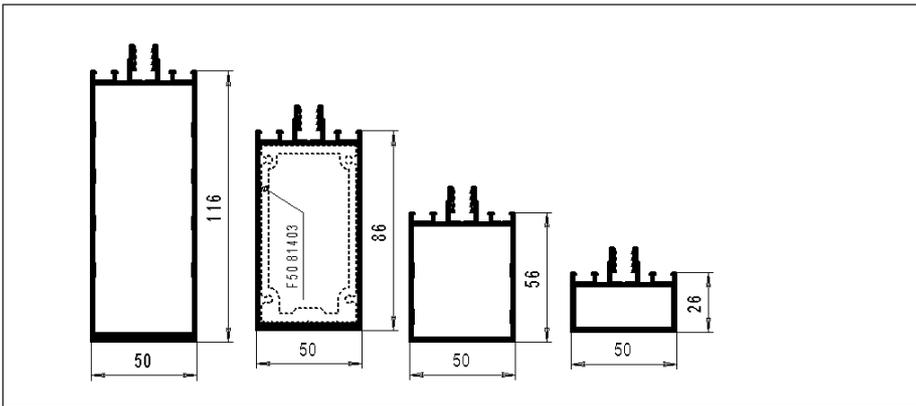


Рис. 2. Параметрический ряд ригелей F50

нительное программирование), поэтому была использована связка Autodesk Inventor + MechaniCS.

Фасадный витраж представляет собой светопрозрачную ограждающую конструкцию, состоящую из вертикальных несущих профилей – стоек (рис. 1) и как правило горизонтальных несущих

профилей – ригелей (рис. 2). Проемы между стойками и ригелями заполняются стеклом или стеклопакетами различной толщины.

При проектировании контур витража в плане (горизонтальной проекции) задается на основе замеров на реальном объекте. Он представляет собой ломаную

линию, соединяющую точки привязки всех стоек. В простейшем случае плоско-го витража его контур вырождается в прямую линию.

Комплектация на стойке зависит от угла разворота на сторону в плане и стабильна в трех диапазонах углов: не более  $7^\circ$ ,  $10 \pm 2^\circ$  и  $15 \pm 2^\circ$ . На рис. 3 показано, как при переходе из одного углового диапазона в другой меняются и взаиморасположение, и состав деталей на внешней части стойки.

Ригели, соединяющие стойки между собой (рис. 4), могут быть как горизонтальными, то есть расположенными под углом  $\beta = 90^\circ$  к стойке, так и наклонными  $\beta \neq 90^\circ$ . Угол  $\beta$  определяет и состав узла, и конфигурация деталей.

По ходу выполнения pilotного проекта была разработана библиотека параметрических компонентов витражных конструкций. Компоненты в библиотеке MechaniCS (рис. 5) представляют собой не просто параметрические детали из типоразмерного ряда – они сформированы на основе функциональных ролей деталей в составе узла.

Например, ригельный вкладыш, предназначенный для крепления ригеля к стойке, в зависимости от углов  $\alpha$  и  $\beta$  может принимать различную конфигурацию (рис. 6). В рассматриваемой задаче наклон ригеля задавался не углом  $\beta$ , а высотами правого Н1 и левого Н2 концов ригеля относительно базовой горизонтальной плоскости витража. Из рис. 4 и 6 видно, что как только ригель становится наклонным ( $H1 \neq H2$  и  $\beta \neq 90^\circ$ ), геометрия вкладышей на концах ригеля тотчас изменяется с П- на С-образную, что находит отражение в спецификации

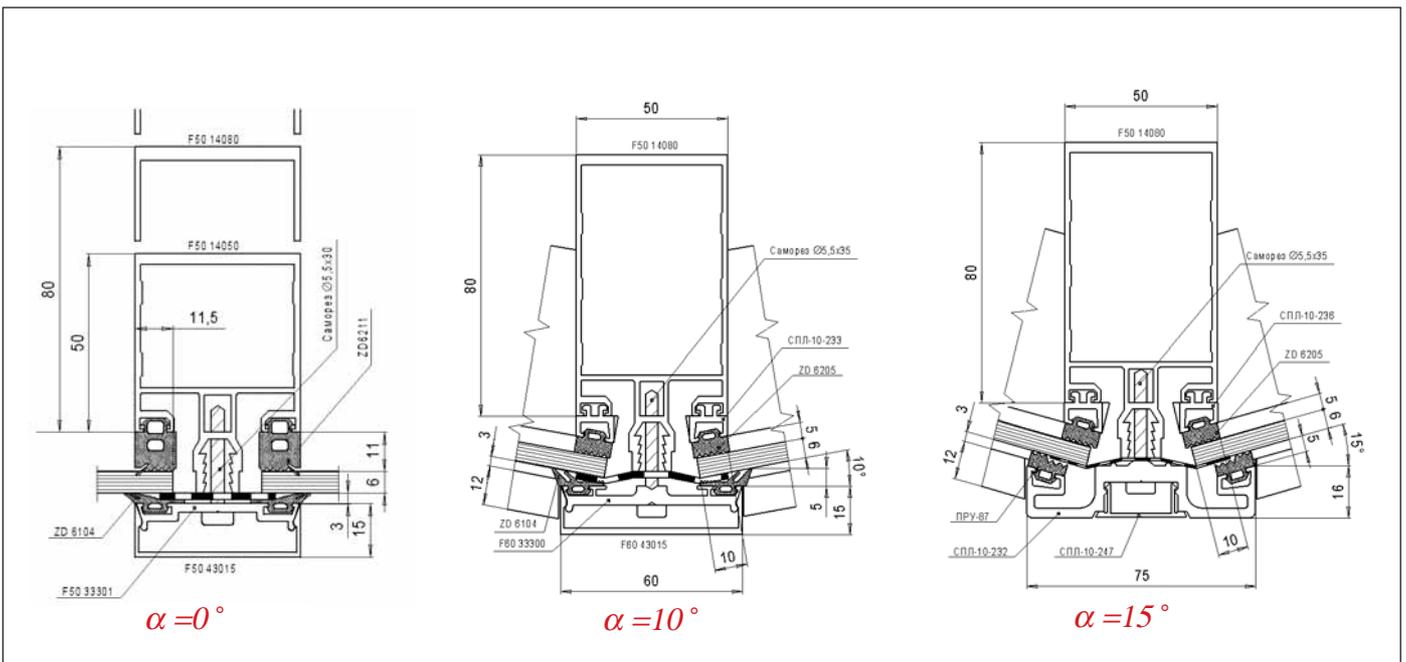


Рис. 3

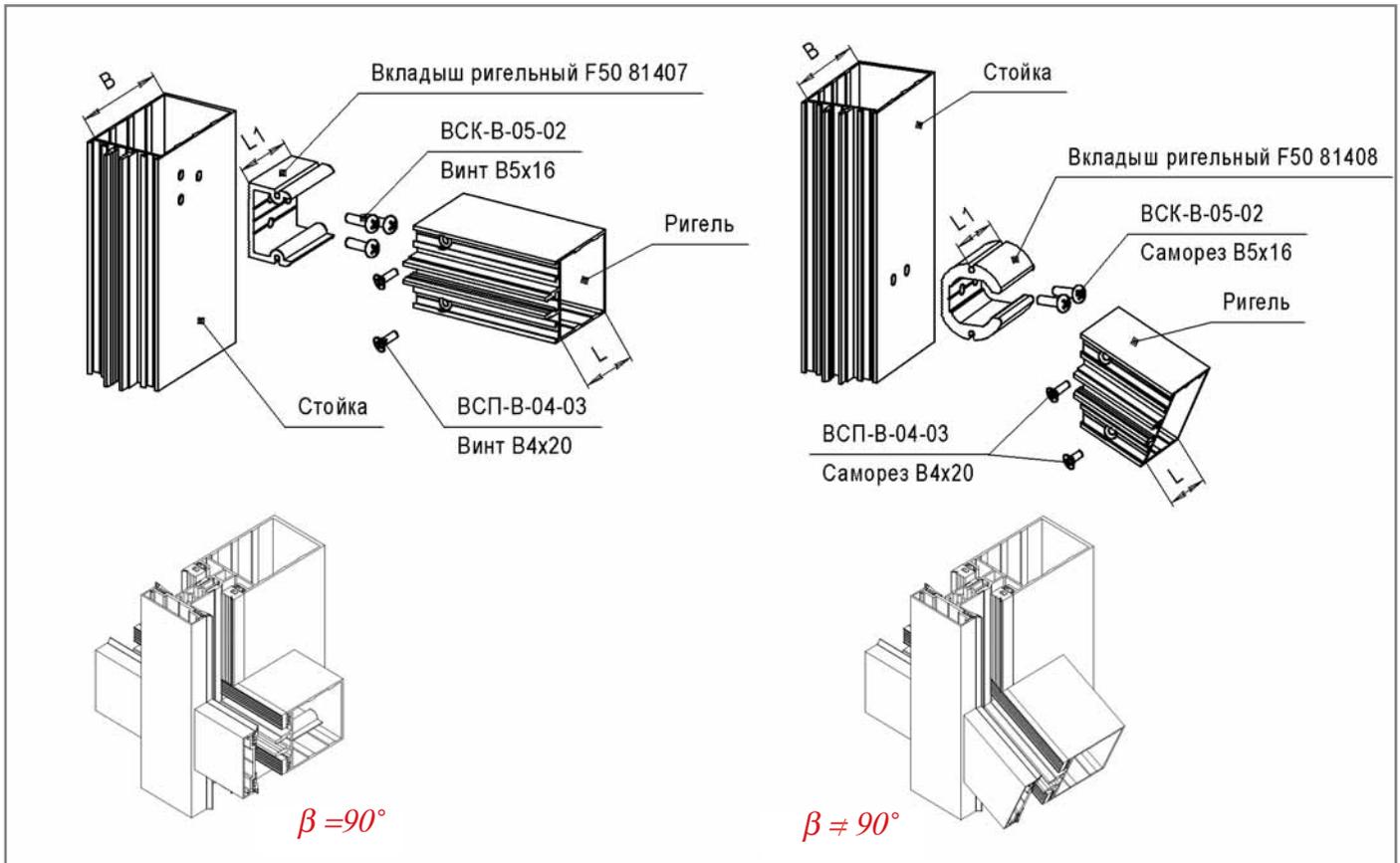


Рис. 4

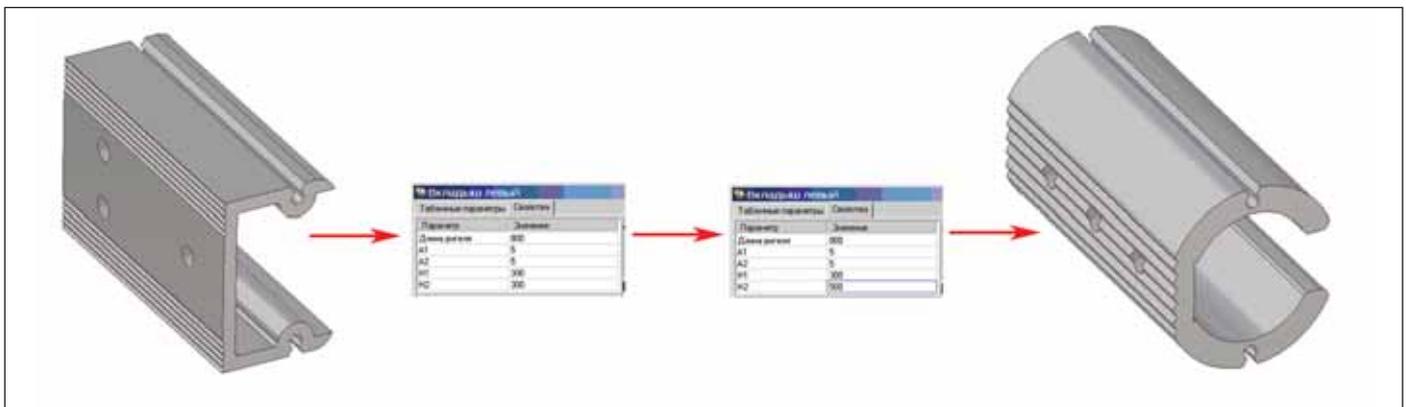


Рис. 6

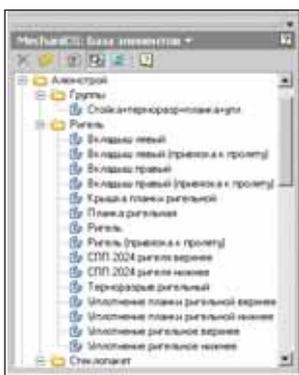


Рис. 5

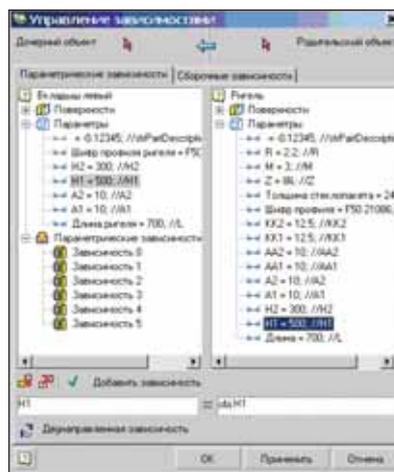


Рис. 7

сборки. Отметим, что файл детали остается тем же.

Уникальная способность деталей MechaniCS видоизменять свою геометрию без генерации новых IPT-файлов открывает дополнительные возможности создания параметрических сборок.

Например, с помощью инструмента MechaniCS *Управление зависимостями* оказывается возможным поставить параметры дочерней детали в зависимость от изменения параметров родительской детали.

Как видно из рис. 7, выбираются один родительский (деталь) и один дочерний (деталь) объект, после чего между ними накладываются зависимости — причем как зависимости параметров, так и сборочные. Эти зависимости могут



Рис. 8

быть как однонаправленными (от родительского объекта к дочернему), так и двунаправленными. В последнем случае изменения параметров будут инициироваться в обоих направлениях. Кроме того, зависимости могут быть предустановленными или назначаться уже в контексте сборки самим конструктором.

Рис. 8 иллюстрирует упомянутые свойства моделей MechaniCS в применении к витражным конструкциям. Имеется узел, состоящий из стойки 1, терморазрыва 2, стоечной планки 4а с установленными на ней резиновыми уплотнениями 3а. Показанное сочетание планки 4 и уплотнений 3 характерно для плоских витражей, в которых угол разворота плоскости остекления на стойке равен нулю. При увеличении угла излома витража на стойке до  $\alpha=15^\circ$  на сторону геометрия всего узла меняется в соответствии с настройками зависимостями: геометрия стоечной планки меняется с 4а на 4б, а уплотнения меняют не только свое расположение в узле, но и геометрию (с 3а на 3б).

Уникальное свойство деталей MechaniCS, позволяющее им наследовать параметры от родительского объекта к дочернему, проявляется не только при редактировании узла, что было показано выше, но и при первой его сборке, то есть при вставке деталей. Эта особенность в полной мере использовалась в представляемом пилотном проекте.

В качестве базовой или родительской детали была создана невидимая на чертеже деталь "Пролет" с фантомными свойствами для спецификации. Представляя собой просто эскиз одного пролета витража, она в то же время была полноценной деталью базы MechaniCS, которая выполняла функцию родительского объекта для большинства деталей пролета.

На рис. 9 показана вставка детали "Ригель". Серый цвет параметров в таблице означает, что данные параметры были "считаны" из родительской детали "Про-

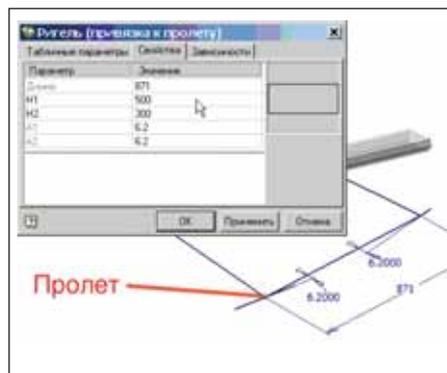


Рис. 9

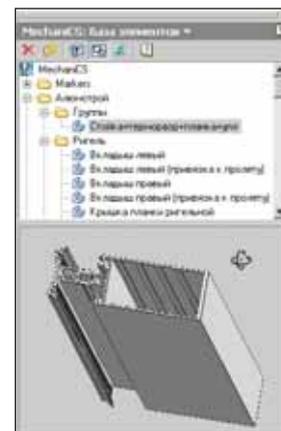


Рис. 10

лет" – эти параметры защищены от изменений. Черным цветом выделены параметры, доступные для редактирования.

Используя умение деталей MechaniCS "считывать" параметры, конструктор может быстрее собирать и редактировать узлы витражей.

Еще более мощным средством повышения производительности труда конструктора является возможность добавлять к базе элементов MechaniCS целые группы деталей (рис. 10). Группа представляет собой набор деталей MechaniCS с предустановленными внутренними параметрическими и сборочными зависимостями. Ее редактирование осуществляется двойным щелчком по родительской детали группы и вводом в нее новых параметров. После изменения параметров родительской детали все остальные детали группы перестраиваются.

Состав деталей в группах разумно задавать в соответствии с вариантами составов сборочных единиц проектируемого изделия.

Описанная технология проектирования позволяет конструктору быстро набирать общую сборку изделия из типовых параметрических узлов (групп деталей).

Прорисовка несложных витражей и подготовка рабочих чертежей "по старин-

ке" занимает 1,5-2 дня. Первый этап освоения технологии параметризации конструкций показал, что время разработки рабочих чертежей можно сократить в 1,5-2 раза при очевидном снижении вероятности ошибок в документации. В конструкциях типа окон и дверей с более высоким, чем в витражах, уровнем типизации эффект должен быть еще выше.

В заключение заметим, что параметрические компоненты MechaniCS могут послужить мощным инструментом адаптации системы Autodesk Inventor к специфическим нишам проектирования, однако залогом успешного применения представленной технологии параметризации являются тщательность и качество проработки параметрических компонентов.

**Сергей Белокопытов,**  
CSoft

директор отдела САПР  
на базе продуктов Autodesk  
Тел.: (495) 913-2222

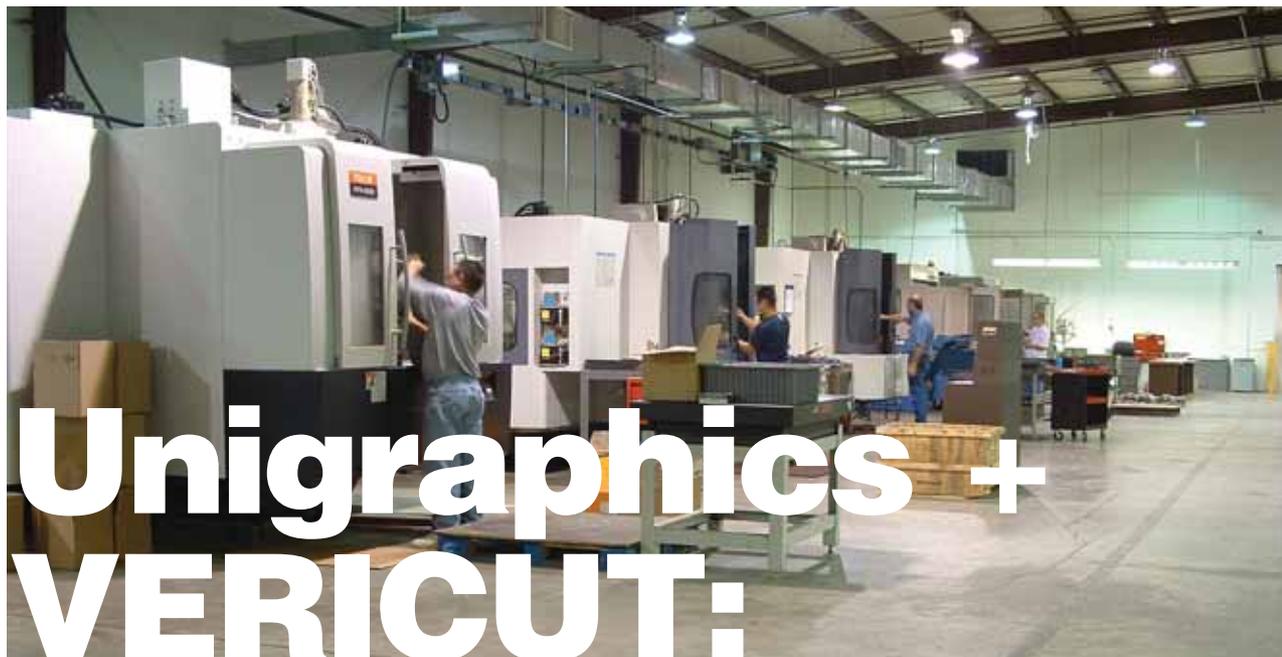
E-mail: sergbelok@csoft.ru

Владимир Апаньев,  
к.т.н., менеджер

инжинирингового центра  
ООО "РусАлюмСтрой"

Тел.: (495) 745-5990

E-mail: ananyevvn@dask.rusal.ru



# Unigraphics + VERICUT:

## оптимальная формула работы со станками Mazak

В последнее время все большее число отечественных машиностроительных предприятий приступает к перевооружению своего парка оборудования. Причина понятна: с устаревшим оборудованием почти невозможно рассчитывать на успехи в конкурентной борьбе, а современные станки и инструмент способны в десятки и сотни раз повысить производительность работы предприятия. Бывают и другие ситуации: случается, что из-за ограничений, связанных с оборудованием, предприятия (особенно серийного и мелкосерийного производства) просто-напросто неспособны выполнить собственными силами те или иные изделия. Остается либо размещать заказы на стороне, либо всерьез задуматься о приобретении оборудования, отвечающего всем требованиям сегодняшнего рынка...

**С**овременные станки — это, как правило, устройства с числовым программным управлением (ЧПУ), и ниже мы будем говорить именно о них. Но сам по себе станок, каким бы современным и дорогим он ни был, — не более чем набор механизмов, приводимых в действие соответствующими программами. Соответственно, необходимым условием нормальной работы такого оборудования является программное обеспечение, позволяющее создавать управляющие программы (УП) и осуществлять их контроль на предмет возможных ошибок. Наша компания, CSoft, располагает множеством решений для любого производства на базе оборудования любой сложности. Основой таких решений для

сложных задач и многоосевого оборудования являются два программных продукта — Unigraphics и VERICUT.

Unigraphics — система высокого уровня (CAD-CAM-CAE), предназначенная для решения всего комплекса задач, стоящих перед инженерами на всех этапах создания сложных технических изделий (предварительное проектирование, этап инженерного анализа и оптимизации конструкции, изготовление). Она широко используется в аэрокосмической промышленности, автомобилестроении, общем машиностроении, производстве бытовой техники, игрушек, медицинских инструментов. Рабочее место представляет собой набор модулей, каждый из которых отвечает за определенные функции. Это позволяет

составить оптимальный набор для решения различных задач — в том числе и технолога, то есть специалиста, отвечающего непосредственно за изготовление изделия (речь идет о CAM-модулях системы Unigraphics).

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

В предыдущих номерах нашего журнала представлены многие виды современных станков: линейка немецких многоосевых обрабатывающих центров компании CHIRON, тайваньские станки Торрег и другие. Более подробно о них можно узнать на сайте [Pride-TWL \(www.pride-twl.ru\)](http://www.pride-twl.ru) — компании, которая является поставщиком данного оборудования. Мы же расскажем о работе с многоосевыми станками другого известного производителя — японской компании Mazak.

Российская география распространения этих станков Mazak весьма обширна: от Комсомольска-на-Амуре до Москвы. За несколько лет мы накопили довольно богатый опыт "общения" с этим оборудованием, учитывающий многие специфические особенности как самих станков, так и их систем управления.

По нашим наблюдениям, в стране становятся особо популярными две ли-



Рис. 1



Рис. 2

нейки станков Mazak: токарно-фрезерные многоцелевые станки серии Integrex и многоосевые обрабатывающие центры серии Variaxis. Они представляют две различные кинематические схемы и, соответственно, призваны решать разные задачи.

На рис. 1 показан токарно-фрезерный станок Integrex 300-III. В режиме фрезерной обработки помимо движения фрезерного шпинделя по основным координатам XYZ, имеются две угловые программируемые координаты: ось В – вращение фрезерного шпинделя и ось С – вращение токарного шпинделя. В токарном режиме токарный шпиндель работает как главный привод, инструмент же может быть установлен как во фрезерный шпиндель, так и в передний суппорт. Данная схема позволяет с одного установка выполнять токарную и фрезерную (как простую, так и многоосевую) обработку довольно сложных изделий.

На рис. 2 представлен многоосевой обрабатывающий центр Variaxis 500-5x. Кинематическая схема этого станка иная. Станок выполняет только фрезерную обработку. Помимо движения фрезерного шпинделя по основным координатам, также имеются две угловые программируемые оси: ось А – поворотный стол ("люлька"), вращающаяся вокруг оси Х; на ней находится еще один поворотный стол, вращающийся вокруг оси Z (если смотреть при нулевом положении оси А). Станки с подобной кинематикой наиболее востребованы в изготовлении сложных объемных корпусных изделий, а также изделий со сложными поверхностями (например, при обработке импеллера).

Все станки оснащены собственными системами управления Mazatrol (далее мы будем использовать понятие "стойка"). Стойки имеют множество специфических особенностей, которые накладывают существенный отпечаток на работу специалиста по созданию постпроцессоров, – но об этом чуть позже. Конечно же, в стойках предусмотрены и инструменты для выполнения элементарных обработок, но использовать такого рода станки для выполнения простых операций, мягко говоря, неэффективно. Поэтому, чтобы задействовать весь функционал, все возможности станка необходимо серьезное программное обеспечение – Unigraphics и VERICUT. В подтверждение этой мысли мы приведем примеры реальной работы на предприятиях, оснащенных станками Mazak.

Ческих особенностей, которые накладывают существенный отпечаток на работу специалиста по созданию постпроцессоров, – но об этом чуть позже. Конечно же, в стойках предусмотрены и инструменты для выполнения элементарных обработок, но использовать такого рода станки для выполнения простых операций, мягко говоря, неэффективно. Поэтому, чтобы задействовать весь функционал, все возможности станка необходимо серьезное программное обеспечение – Unigraphics и VERICUT. В подтверждение этой мысли мы приведем примеры реальной работы на предприятиях, оснащенных станками Mazak.

### ЗАО "Томские трансмиссионные системы"

ЗАО "Томские трансмиссионные системы" – научно-внедренческое инновационное предприятие, основным на-

правлением деятельности которого являются опытно-конструкторские разработки передаточных механизмов. Здесь создано новое направление в области волновых механических передач, получившее название "редуктор-подшипник" (РП). Предприятие постоянно совершенствует потребительские свойства но-

вых механизмов с РП (редукторов и электроредукторов), повышая их качество, надежность, долговечность и экономичность до уровня, не уступающего показателям продукции зарубежных фирм, а во многом и превосходящим эти показатели. Более подробную информацию о компании вы найдете на ее сайте ([www.redbear.ru](http://www.redbear.ru)).

В структуре предприятия имеется мощное конструкторско-технологическое бюро, располагающее высококвалифицированными специалистами, которые и создали новое направление. Ключевой момент разработки – математические формулы рабочих поверхностей будущего РП. Забегая вперед, отмечу, что эти поверхности очень сложны и нетривиальны даже с математической точки зрения (рис. 3), однако и полностью математически определенная концепция – это еще не конечный результат, не изделие. А предприятие стремилось довести разработку именно до конечных изделий.

Производственной бизнес-единицей ЗАО "ТТС" является Центр точной механообработки. Это предприятие не только выпускает продукцию для "Томских трансмиссионных систем", но и изготавливает детали любой сложности для сторонних заказчиков (технологические возможности ЗАО "ЦТМ", а также дополнительная информация представлены на сайте [www.ctm.tomsk.ru](http://www.ctm.tomsk.ru)).

Для решения этих задач предприятие приобрело станок Mazak Integrex – 100III. Но сам по себе станок – лишь половина дела: требовалось получить траектории изготовления изделий. Любая САМ-система предполагает работу с

**Сложность проблемы была очевидна уже из технического задания: предстояло создать математическую модель, обеспечивающую корректную обработку очень необычного изделия**



Рис. 3



Рис. 4

твердотельной математической моделью, а значит первой задачей стало построение таких моделей. Вскоре выяснилось, что так называемые САД-системы среднего уровня с построением необходимой математической модели не справляются (напомним, что разработанная математика довольно сложна). После нескольких попыток найти решение во взаимодействии с другими организациями специалисты ЗАО "ТТС" обратились в отдел САПР и инженерного анализа компании CSoft.

Сложность проблемы была очевидна уже из технического задания: предстояло создать математическую модель, обеспечивающую корректную обработку очень необычного изделия. В свою очередь это порождало не менее сложную задачу – создание постпроцессора для станка. Добавим, что к сложной основной поверхности РП предъявлялись довольно высокие требования, касающиеся точности изготовления.

Решение такой задачи под силу только высокоуровневой системе Unigraphics.

В течение недели были выработаны принципы построения сложных поверхностей с использованием инструмента Unigraphics, позволяющего строить поверхности по математическим формулам, а также обширного инструментария для редактирования сложных поверхностей. К концу второй недели мы располагали уже и окончательной математической моделью, и операциями обработки изделия в САМ-модуле Unigraphics. Далее был создан базовый вариант постпроцессора для станка Mazak и для трехосевого фрезерного станка HAAS (часть операций выполнялась на нем), а опытный участок ЗАО "Томские трансмиссионные системы" произвел обработку тестового изделия. Естественно, при высоких требованиях к качеству и точности поверхностей изделия обнаружились некоторые недочеты, но все они носили сугубо технологический характер (вплоть до того, что следовало учитывать даже возникающий во время обработки отжим инструмента). Изделие, полученное после внесения необходимых коррективов, уже полностью отвечало всем требованиям (рис. 4).

Вот как прокомментировал сотрудничество и его результаты менеджер проектов ЗАО "ТТС" **Антон Геннадьевич Петракович**:

*До начала использования системы Unigraphics от нас требовался титанический труд по, буквально говоря, ручному составлению УП для изготовления наших деталей. Такой процесс занимал колоссальное время, на неэффективное расходование которого приходилось закрывать глаза. Долго так продолжаться не могло, и мы приступили к поискам системы, способной решить нашу нетривиальную задачу. Вот несколько основных условий, которые мы предъявляли к будущему инструменту:*

- первое и самое важное – принципиальная возможность создания корректных математических моделей поверхностей, проектируемых специалистами нашей компании;
- возможность параметризации моделей, упрощающей последующее создание типоразмеров деталей;
- интеграция САД- и САМ-модулей в едином продукте, исключающая возникновение погрешностей при экспорте/импорте в другие форматы;
- способность программировать токарную и многоосевую непрерывную фрезерную обработку;
- наличие профессиональной технической поддержки.

*Кроме того требовалось, чтобы служба технической поддержки могла разрабо-*

тать и отладить постпроцессоры для оборудования Mazak.

Выбор был сделан в пользу системы Unigraphics: специалисты компании CSoft быстро и весьма аргументированно доказали, что эта система в полной мере отвечает всем нашим пожеланиям.

Чтобы приступить к работе, оказалось достаточно пройти недельный курс обучения, а дальше все вопросы решались уже в режиме online.

С помощью Unigraphics мы в несколько раз сократили трудоемкость процесса создания управляющих программ, но главное даже не в этом. Учитывая специфику работы над созданием разрабатываемых нами механизмов, а именно наш научно-экспериментальный подход к проектированию, наибольшее снижение трудоемкости мы получили при внесении изменений в уже готовые программы. Теперь это занимает считанные минуты, а раньше каждую программу приходилось начинать с нуля.

Система способна обеспечить идеальное построение требуемой математической модели, и мы наконец-то смогли полностью задействовать возможности координатно-измерительной техники при измерении готовой детали методом ее сравнения с CAD-моделью. Таким образом, возможности Unigraphics помогли отладить весь процесс изготовления детали, строго соответствующей требованиям документации, — начиная с процесса проектирования и заканчивая контролем качества.

Хочу отметить очень высокий уровень профессионализма специалистов CSoft, благодаря которому ни одна из возникающих проблем не остается нерешенной. На все наши вопросы — а возникали они достаточно часто — мы получали ответы в кратчайший срок, и очень за это признательны.

Мы не случайно упомянули, что был создан именно базовый вариант постпроцессора для станка Mazak. Дело в том, что, несмотря на всю сложность самого изделия, с точки зрения обработки оно не требовало привлечения всех обширных возможностей станка. За некоторым исключением вся обработка была трехосевой, и базовый вариант постпроцессора решил эти задачи. Но, помимо данных типов изделий, предприятие планировало также изготавливать детали, требующие многоосевой обработки — как непрерывной, так и фиксированной. А это требовало более сложного подхода к работе со станком и постпроцессором. Постепенно становились понятны специфические моменты как управления станком, так и создания постпроцессора — моменты, которые отличают работу именно со станками Mazak и системой управления Mazatrol. Речь идет о режиме работы станка с использованием контроля кон-

чика инструмента (RTCP) при непрерывной пятиосевой обработке (команда G43.4), о команде пересчета и переноса системы координат при фиксированной пятиосевой обработке (команда G68.5), о взаимодействии этих команд с другими стандартными командами.

Все это и многое другое было выявлено, учтено и реализовано уже в окончательном варианте постпроцессора для станка Mazak Integrex-100III, приобретенного ЗАО "Томские трансмиссионные системы". Однако работа над постпроцессором велась не только для этого предприятия. Дело в том, что почти одновременно с "Томскими трансмиссионными системами" к нам обратились специалисты другого предприятия — московского КБТочмаш имени А.Э. Нудельмана.

### ФГУП "КБТочмаш имени А.Э. Нудельмана" (Москва)

Это предприятие оборонного комплекса выпускает высокотехнологичные изделия для современного отечественного вооружения. К примеру, на 6-й Международной выставке вооружений и военной техники "Айдекс-2003" оно впервые представило переносной лазерный оптико-электронный прибор, предназначенный для обнаружения замаскированных объектов и ослепления оптических прицелов танков и БМП.

Понятно, что детали, из которых состоят конечные изделия бюро, также являются сложными изделиями как с точки зрения конструирования, так и в плане изготовления. Производство новых образцов вооружения потребовало самых современных станков, одним из которых стал токарно-фрезерный станок Mazak Integrex-200III. К уже сказанному об этой линейке добавим лишь, что нумерация после слова "Integrex" в основном отражает габариты станка: чем больше номер, тем больших размеров изделия можно на нем изготавливать. Все остальное, включая стойки, за некоторым исключением одинаково для всей линейки станков. Поэтому, хотя станки, приобретенные ЗАО "Томские трансмиссионные системы" и КБТочмаш, несколько отличаются друг от друга, с точки зрения программиста и разработчика постпроцессоров они идентичны.

Как и томскому предприятию, специалистам КБТочмаш при реализации новых направлений потребовалось программное решение для широкого круга задач — моделирования изделий, прочностных расчетов, получения обработок для станков с ЧПУ.

После обстоятельных консультаций (в том числе со специалистами отдела САПР и инженерного анализа компании CSoft), обзоров и тестовых проектов ру-

ководство КБТочмаш имени А.Э. Нудельмана выбрало систему Unigraphics. Главным аргументом в пользу такого решения оказалась возможность создать единую среду для всего комплекса задач предприятия. Это единство достигается благодаря модульной структуре Unigraphics, причем в данном случае используются все основные составляющие системы: CAD — для решения конструкторских задач, CAM — для решения задач технолога, CAE — для решения задач инженера-прочника.

На территории КБТочмаш шла практически вся работа над постпроцессором для станка Mazak, проверка и отработка тех специфических моментов, о которых мы рассказали выше.

Несколько слов нужно сказать о партнерстве с поставщиком станка — ООО "Инженерная фирма АБ Универсал". Казалось бы, программирование не связано с основной деятельностью этой компании, но тем приятнее было видеть готовность к взаимодействию, заинтересованность в том, чтобы поставленное оборудование работало без сбоев и критических ситуаций — в том числе связанных с ошибками программирования. Работа над глубоким освоением станка, над созданием постпроцессора стала действительно совместной — и мы искренне благодарны сотрудникам ООО "Инженерная фирма АБ Универсал" за серьезную помощь. Особую признательность хотелось бы выразить ведущему специалисту компании А.Ю. Борисенко.

Мы не случайно заостряем внимание на важности такого сотрудничества. В процессе внедрения ПО на предприятиях нам довольно часто приходится контактировать с компаниями-поставщиками станков, официальными представителями компаний-производителей и представительствами компаний-изготовителей систем управления. К примеру, налажено сотрудничество с представительствами мировых лидеров в производстве систем управления станками: Siemens, Fanuc, Heidenhain и другими. Лишь в очень редких случаях и очень немногие компании не оказывали нашим специалистам должного внимания, ссылаясь на то, что вопросы и пожелания должны исходить от клиента, но никак не от сторонней организации (в данном случае — от нашей компании). Такой подход трудно признать разумным: оборудование должно работать эффективно и безопасно, причем вне зависимости от того, каким образом создаются программы и кто именно способствовал достижению эффективности и безопасности. А для этого просто необходимы контакт и взаимопомощь софтверных компаний и компаний-поставщиков оборудования.

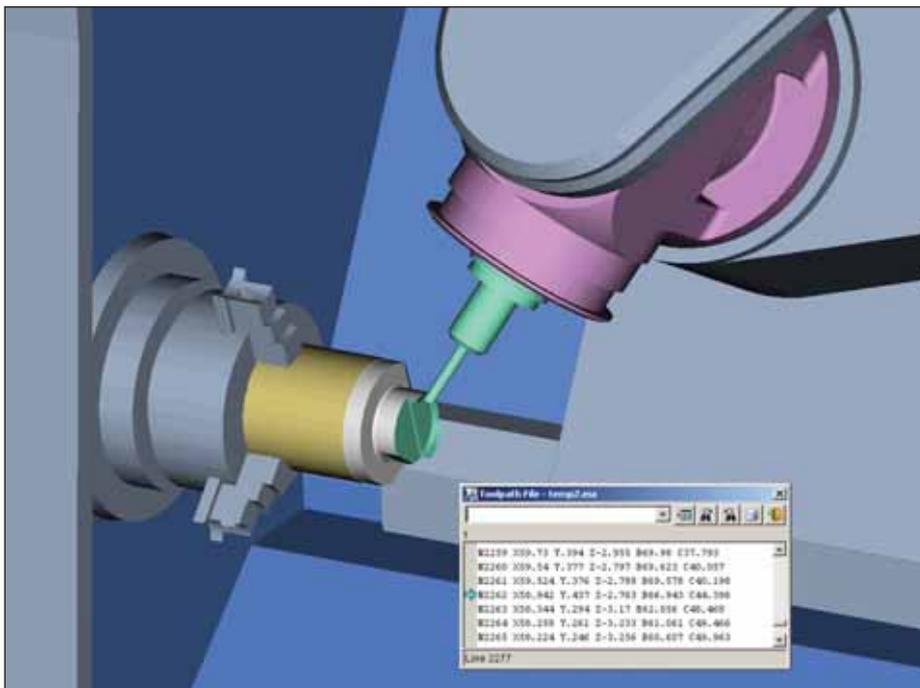


Рис. 5



Рис. 6

К тому же в процессе такого сотрудничества стороны узнают много нового и полезного.

Рассказывает **Алексей Юрьевич Борисенко**:

*Для нас это была первая поставка оборудования такого класса и такой сложности. Когда потребовалось отладить процесс написания УП именно под станок Mazak, мы приступили к совместному со специалистами CSoft детальному изучению станка и реализации его возможностей в постпроцессоре. Наиболее трудоемким для нас оказалось освоение пятикоординатной обработки и многооперационной обработки с перехватом деталей, но представители компании-партнера уже имели немалый опыт создания и отладки сложных пятиосевых постпроцессоров.*

*Со многими нюансами станка я познакомился именно в процессе этой работы — особенно это касается программирования в режиме контроля кончика инструмента при пятиосевой обработке и использования специальных макропеременных в стойке.*

*Некоторые моменты программирования осваивались нами впервые, поэтому материалы, изложенные в документации на станок, оказалось недостаточно, и мы воспользовались возможностью прямых контактов с компанией-производителем. Итогом нашей работы стали отработанная тестовая деталь и готовый постпроцессор.*

*Со своей стороны хочется отметить профессионализм сотрудников CSoft, их мобильность в решении сложных технических вопросов. Надеюсь на дальнейшее расширение сотрудничества и укрепление*

*партнерских отношений между нашими компаниями.*

Отметим, что в работе по освоению расширенных возможностей станка нами использовался программный продукт для верификации и контроля управляющих программ VERICUT. Знакомство даже с теми немногими специфическими моментами, о которых мы упомянули выше, позволяет понять, что при смешанной многоосевой и плоской обработке, а также при многооперационных обработках возможны критические ситуации. В первую очередь это относится к обработке, требующей поворота шпинделя на разные углы от операции к операции. Самое тяжелое для станка — столкновение подвижных частей станка на ускоренном перемещении. Вывести станок из строя способен и удар шпиндельного узла (сюда же можно отнести и патрон инструмента) о заготовку или приспособление: дорогостоящий шпиндельный узел может получить серьезные повреждения. Менее опасен, но все равно неприятен удар инструмента о заготовку или приспособление — он может закончиться поломкой инструмента. В любом случае все эти ситуации серьезно сказываются на характеристиках станка — например, на точности хода узлов. Исключить подобное и призвана система VERICUT. Фактически это модель станка на компьютере — с тем же, что у реального станка, функционалом стойки. И куда как лучше "бить" такой станок, чем реальное оборудование...

Можно возразить: а разве в задачи постпроцессора не входит выдача "безопасных" программ? Однозначного ответа нет. Во-первых, ни один постпроцессор к любой САМ-системе не способен защитить от ошибок, допущенных технологом в самой системе при создании траекторий. Но подобные случаи редки, поскольку в большинстве случаев такие ошибки выявляются встроенным в САМ-систему визуализатором обработки. Во-вторых, когда речь заходит о многоосевых операциях, то самым слабым и непредсказуемым моментом оказываются переходы от операции к операции. Встроенный визуализатор САМ-системы в большинстве случаев отобразит этот момент некорректно, поскольку подобные визуализаторы не учитывают реальную кинематику станка. В таких ситуациях система VERICUT просто незаменима. Все рисунки, представляющие в этой статье модель станка, воспроизводятся с рабочего поля системы VERICUT.

Возвращаясь к сотрудничеству с КБТочмаш, скажем, что с помощью программ, полученных в Unigraphics и проверенных в системе VERICUT, на станке

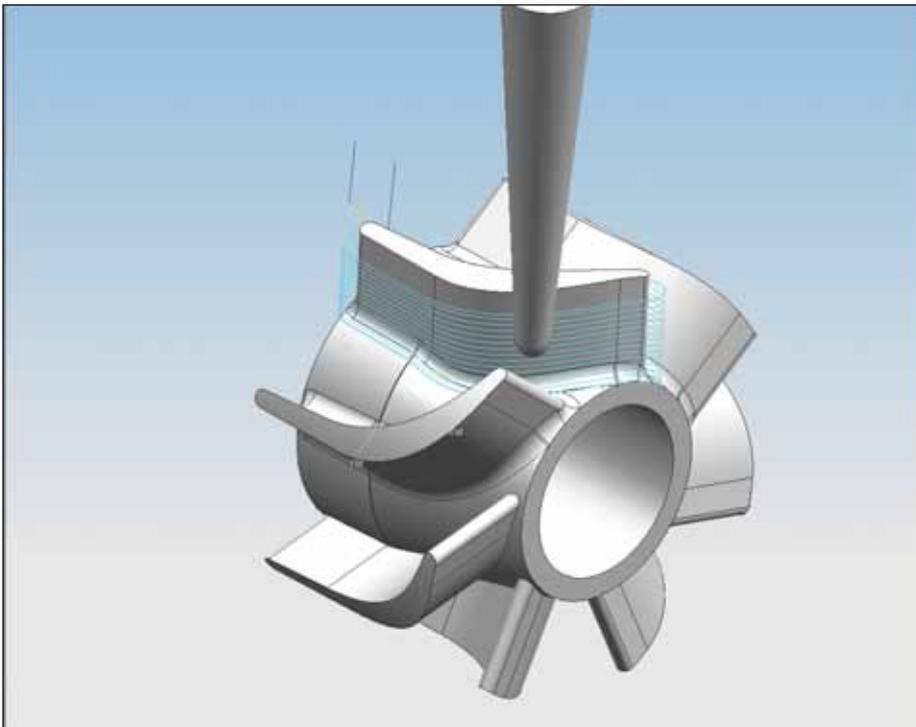


Рис. 7

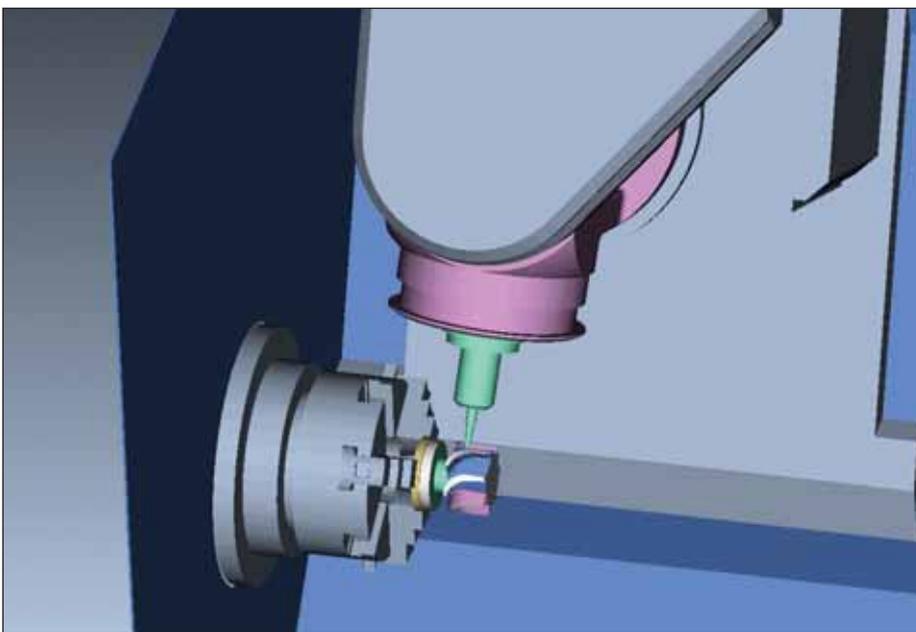


Рис. 8

Mazak было обработано множество изделий. Эти изделия имели сложные поверхности, требующие пятиосевой обработки, — то есть задачи как раз соответствовали и станку, и программному обеспечению. По понятным причинам (специфика производства...) далеко не все изделия можно показывать в печати, поэтому для примера мы выбрали выполненное на станке тестовое изделие. Рис. 5 представляет эпизод пятиосевой непрерывной обработки этого изделия.

Деталь была выбрана так, чтобы она включала в себя токарные, плоские фрезерные, пятиосевые фиксированные и

непрерывные виды обработок. На рис. 6 вы можете видеть фото данного изделия, выполненного в металле, причем ракурс фотографии позволяет рассмотреть самый сложный элемент тестовой детали — сложную криволинейную поверхность, для обработки которой требуется непрерывная пятиосевая стратегия.

Мнением о станке, программном обеспечении и совместной работе со специалистами CSoft делится главный технолог ФГУП "КБТочмаш имени А.Э. Нудельмана" **Сергей Михайлович Кожеченко**:

*Для начала несколько слов хотелось бы сказать о самом станке Mazak Integrex-*

*200III. На первых порах, до освоения системы Unigraphics, нам требовалось изготавливать изделия невысокой сложности, потому мы работали с заложенным в стойку программным обеспечением Mazatrol, хорошо подходящим для решения простых задач и фрезерной обработки, и особенно токарной. Для изготовления же сложных деталей не обойтись без более серьезных САМ-систем — из их числа мы выбрали систему Unigraphics.*

*Сам станок оставляет хорошее впечатление, поставленные перед нашим отделом задачи он решает. Если говорить о связке станка с программным обеспечением, то при подготовке управляющих программ для станка Mazak система Unigraphics предоставляет все необходимое.*

*С первых дней сотрудничества компания CSoft оказывает нам серьезную помощь. Это обучение системе как конструкторов, так и технологов, огромная работа по освоению станка, освоению пятиосевой обработки, поддержка и консультации. Специалисты отдела САПР и инженерного анализа продемонстрировали высокий профессионализм и глубокие знания в области конструирования изделий и механообработки.*

**ОАО "Ремонтный завод Синарский" (г. Каменск-Уральский Свердловской области)**

И наконец еще один проект, реализованный в ОАО "Ремонтный Завод Синарский". РЗС — это предприятие, занимающееся ремонтом двигателей, коробок передач, а также топливной аппаратуры двигателей тракторов и грузовых машин. Для решения этих производственных задач, а также для выполнения сложных изделий предприятие приобрело сразу два станка компании Mazak: токарно-фрезерный Integrex-400III и многоосевой обрабатывающий центр Variaxis-730.

К этому моменту мы имели уже большой опыт работы со станками обеих линеек и могли предложить постпроцессоры, способные задействовать весь их функционал.

На предприятии нам было предложено выполнить пилотный проект: изготовить деталь, представляющую собой крыльчатку насоса (рис. 7).

Хотя стенки лопаток этой детали прямые и их можно было бы обработать обычными фрезами в пятиосевом фиксированном режиме, мы предпочли обработку конической фрезой, что требовало уже пятиосевой непрерывной обработки. Решение диктовалось технологическими соображениями: максимальный диаметр цилиндрической фрезы определяло бы наименьшее расстояние между лопатками, а оно не достигает и 4 мм. Понятно, что при таком диаметре и довольно боль-

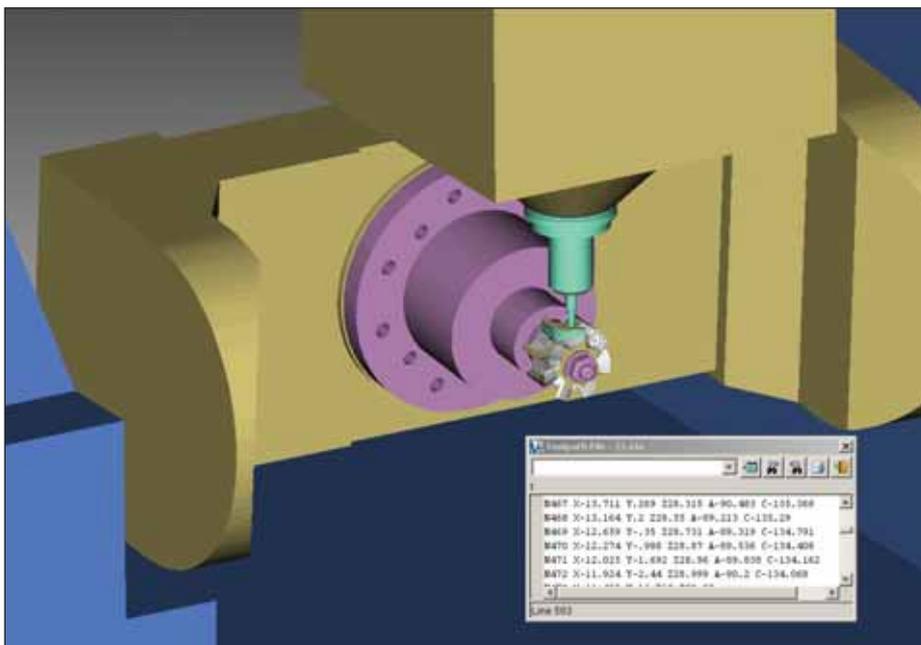


Рис. 9

шой высоте стенок лопатки мы получили бы сильный отжим инструмента, поэтому обработка стенок целесообразнее более жесткой конической фрезой.

Основная обработка крыльчатки мо-

венно, что выходы на станок мы предварительно проверкой всех программ в системе VERICUT.

На рис. 8 и 9 показаны эпизоды обработки: выполнение получистовой операции конической фрезой. Рис. 8 представляет обработку на станке Integrex, а рис. 9 – на станке



Рис. 10

жет выполняться на обоих видах станков (исключение составляет токарная обработка – для нее необходим Integrex), поэтому нам была поставлена задача изготовить эту деталь на обоих станках. В качестве исходных данных предприятие предоставило чертежи изделия.

В течение четырех дней по этим чертежам была сформирована модель изделия в CAD-модуле системы Unigraphics (рис. 7), а также выполнена обработка в САМ-модуле. Трех дней потребовало изготовление деталей на станках. Есте-

ственно, что выходы на станок мы предварительно проверкой всех программ в системе VERICUT.

Ну и наконец – готовая крыльчатка на рис. 10.

О результатах работы рассказывает заместитель генерального директора по

производству ОАО "Ремонтный завод Синарский" **Владимир Валентинович Ким:**

*Со специалистами компании CSoft мы впервые встретились в Нижнем Тагиле на международной выставке вооружений "Оборона-2005". Со временем завязались и производственные, и дружеские отношения.*

*Чтобы убедиться в профессиональном уровне наших партнеров, мы предложили им в кратчайшие сроки изготовить крыльчатку насоса на обоих станках фирмы Mazak. Н.А. Батарев, М.В. Краснов и Е.К. Родионов в течение трех дней изготовили две крыльчатки, по одной на каждом из станков, доказав и собственный высокий профессионализм, и работоспособность программы Unigraphics. А мы впервые увидели одновременную работу обоих станков в пяти осях.*

**Коротко подытожим.** Нами накоплен значительный опыт работы со станками компании Mazak в связке с программным обеспечением Unigraphics и VERICUT. Станки, по нашему мнению, достойны самых хороших слов, хотя и имеют специфические особенности в управлении. Специалисты отдела САПР и инженерного анализа компании CSoft готовы решить любые задачи, связанные с подготовкой управляющих программ любой сложности для этих станков.

А также предоставить необходимые консультации предприятиям, планирующим приобретение станков Mazak (подбор дополнительных опций системы управления станка, обеспечивающих его наиболее эффективную эксплуатацию).

Сказанное относится и к оборудованию многих других компаний-производителей, среди которых CHIRON, DMU, HERMLE, Willemin-Macodel: мы имеем не меньший опыт работы и с этими станками. Но это тема уже совсем другой статьи...

**Специалисты отдела САПР и инженерного анализа компании CSoft выражают признательность всем специалистам компаний-партнеров – за совместную работу, за теплые слова. Надеемся на продолжение и расширение нашего сотрудничества!**

**Николай Батарев**  
CSoft  
Тел.: (495) 913-2222  
E-mail: [batarev@csoft.ru](mailto:batarev@csoft.ru)

# Опыт использования программного комплекса MSC.AFEA



в КБТочмаш  
имени А.Э. Нудельмана

С 2005 года в расчетном отделе КБТочмаш для расчета напряженно-деформированного состояния и оценки прочности изделий под действием рабочих нагрузок используется комплекс MSC.AFEA. На стадии первичного знакомства с комплексом был решен ряд тестовых задач, причем результаты, по мнению специалистов КБ, оказались вполне адекватны решениям, полученным с помощью других программных средств и подтвержденным экспериментально. Затем наступила очередь задач более сложных, для решения которых комплекс собственно и приобретался. Специалисты КБТочмаш любезно согласились поделиться опытом решения одной из таких задач.

**Р**ассматривается поведение подшипника, который в процессе эксплуатации нагревается на  $60^{\circ}\text{C}$  и нагружается осевой силой в три тонны. В качестве расчетной области рассматривается  $1/4$  часть подшипника (рис. 1), выделенная по признаку симметрии (геометрической и по нагрузке).

В состав подшипника входят компоненты, изготовленные из разных материалов. Сваренные между собой верхняя плита и скоба выполнены из алюминиевого сплава, нижняя плита — из титана, а остальные компоненты — из стали. Особенность задачи заключена в предварительной затяжке деталей подшипника таким образом, что напряжение в сечении болтов составляет  $50 \text{ кгс/мм}^2$ .

На рис. 2 показаны части подшипника, скрепленные болтами, взаимодействие между которыми передается только через шарики. Соответственно болты вкручиваются во внутреннее кольцо подшипника и в нижнюю плиту

(соответственно верхняя и нижняя часть сборки).

Основной вопрос мы сформулировали так: "Не произойдет ли вследствие разного температурного расширения разнородных материалов заклинивание шариков при нагреве подшипника?"

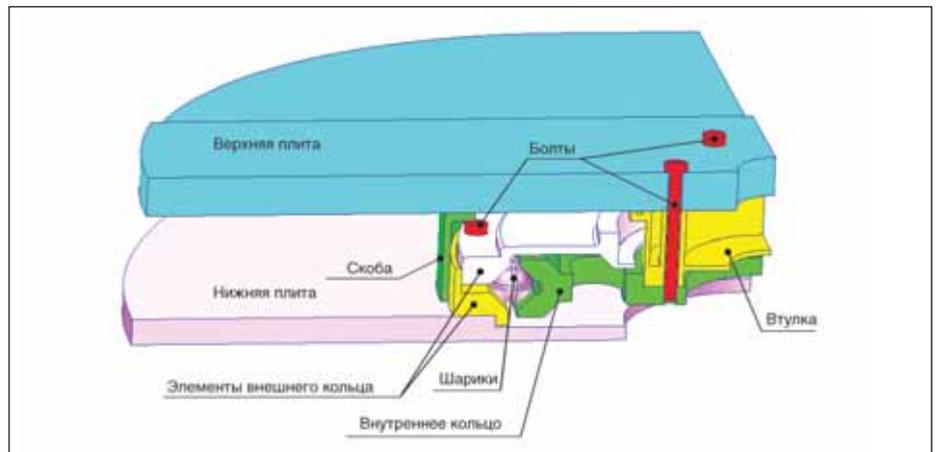


Рис. 1. Расчетная область задачи:  $1/4$  часть подшипника, выделенная по признаку симметрии (геометрической и по нагрузке)

Большое количество контактных поверхностей делает задачу существенно нелинейной и, с точки зрения инженерного анализа, действительно непростой.

Прежде всего предстояло определиться с моделированием предварительной затяжки болтов. Выбор был остановлен на следующем варианте. Рассчитывалась осевая деформация цилиндрической части болта при закрепленных торцах, вызывающая в поперечном сечении напряжение в  $50 \text{ кгс/мм}^2$  (достаточно воспользоваться элементарной формулой из сопромата), а затем в расчетной схеме задавалось условие соответствующего относительного смещения двух берегов разреза цилиндрической части болта, вызывающее такую деформацию.

Проверка и отработка этого приема проводились на небольшой тестовой задаче. Два кубика с соосными отверстиями соединяются болтом (рис. 3). Болт

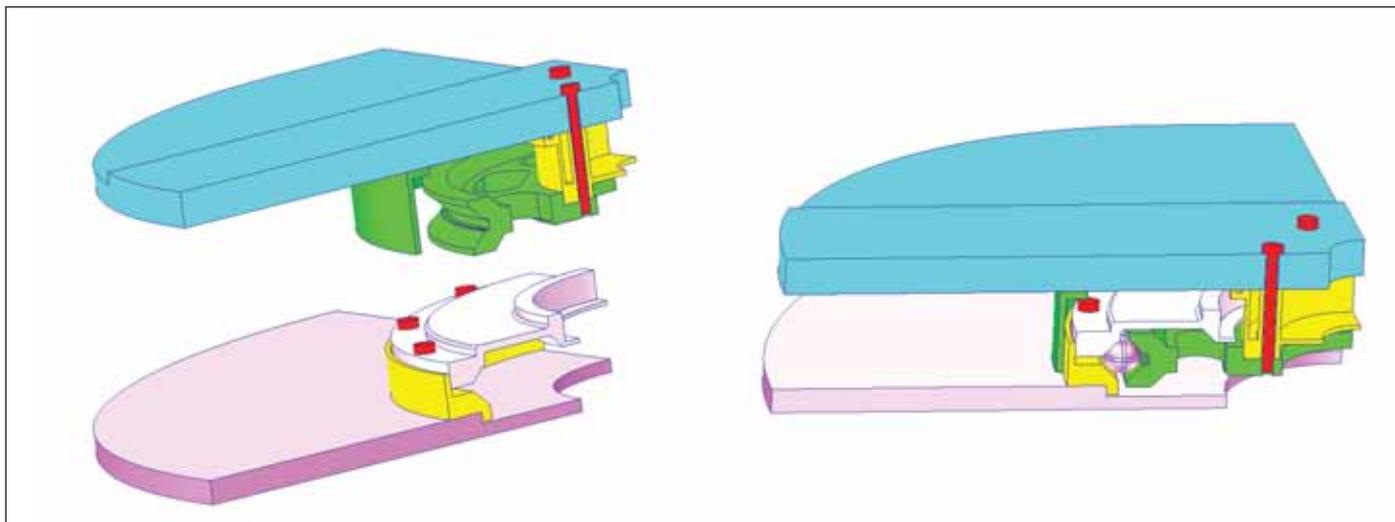


Рис. 2. Две под сборки, взаимодействующие между собой через промежуточные тела – шарики

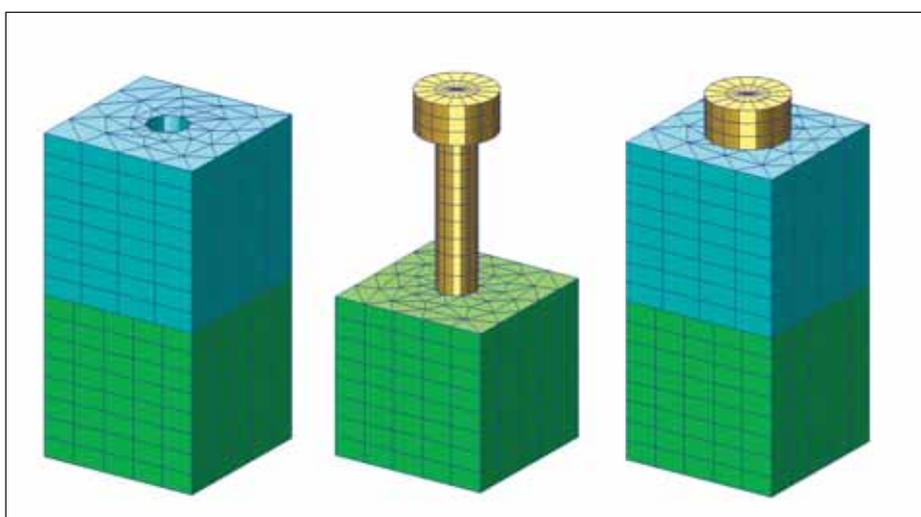


Рис. 3. Сборка для отработки приема по моделированию затяжки болтов

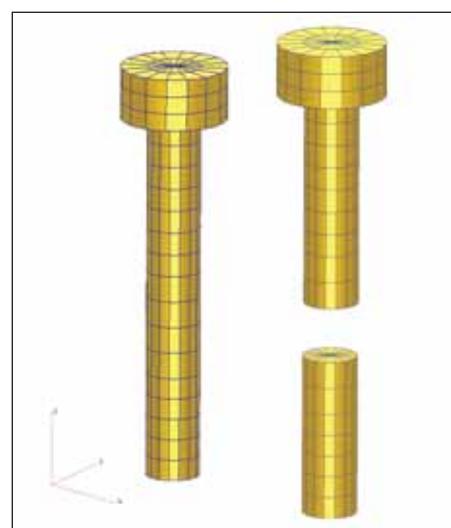


Рис. 4. Разделение болта на две части, между которыми в дальнейшем устанавливаются MPC-связи

вкручивается в нижний кубик, а его головка прижимает верхний кубик к нижнему.

Для моделирования предварительной затяжки конечно-элементная модель болта разрезается на две части (в цилиндрической части по плоскости стыка конечных элементов), при этом узлы в месте стыка дублируются (рис. 4).

Таким образом, болт представляет теперь два набора конечных элементов, не связанных между собой. На месте стыка вводятся MPC<sup>1</sup>, то есть уравнения связи между степенями свободы узлов, лежащих в плоскости разреза, в виде линейного полинома первой степени.

Чтобы обеспечить заданную предварительную затяжку, необходимо связать перемещения узлов по осям X и Y глобальной системы координат, а по оси Z (вдоль этой оси направлена ось болта) ввести следующее условие:

$U_{zn}$  (перемещение по оси Z узла, принадлежащего нижнему берегу разреза) =  $U_{zv}$  (перемещение по оси Z узла, принадлежащего верхнему берегу разреза) +  $\Delta U_z$  (перекрытие двух берегов разреза, обеспечивающее преднатяг).

Для задания ограничений проще всего воспользоваться утилитой *Explicit MPC by Distance*, которая позволяет ввести связи между двумя совокупностями узлов, связывая близлежащие пары.

Результаты расчета показаны на рис. 5.

Как видно из рисунка, решение выглядит вполне правдоподобным, в сечении свободной части болта напряжение близко к однородному и равно приблизительно  $500 \text{ Н/мм}^2$  ( $50 \text{ кгС/мм}^2$ ), к чему мы и стремились.

После этого решено было приступить к решению основной задачи.

Сборка, выполненная в системе SolidWorks, представляет собой совокупность 20 твердотельных объектов, вклю-

чая пять болтов, три шайбы и пять шариков.

Практически во всех случаях, когда для решения задачи используется конечно-элементный комплекс, одним из важнейших и самых трудоемких шагов является построение рациональной конечно-элементной сетки, которая, с одной стороны, была бы достаточно подробной, чтобы адекватно представлять модель и обеспечивать приемлемые по точности результаты, а с другой – не приводила бы к чрезмерно большой размерности системы уравнений, что в свою очередь приводит к увеличению времени счета задачи.

В нашем случае расчетчики располагали машиной Pentium IV с тактовой частотой процессора 1700 МГц и оперативной памятью 2 Гб.

Для представления трехмерных областей в MSC.Patran используется не-

<sup>1</sup>Multipoint constrains. В буквальном переводе – многоточечные ограничения.

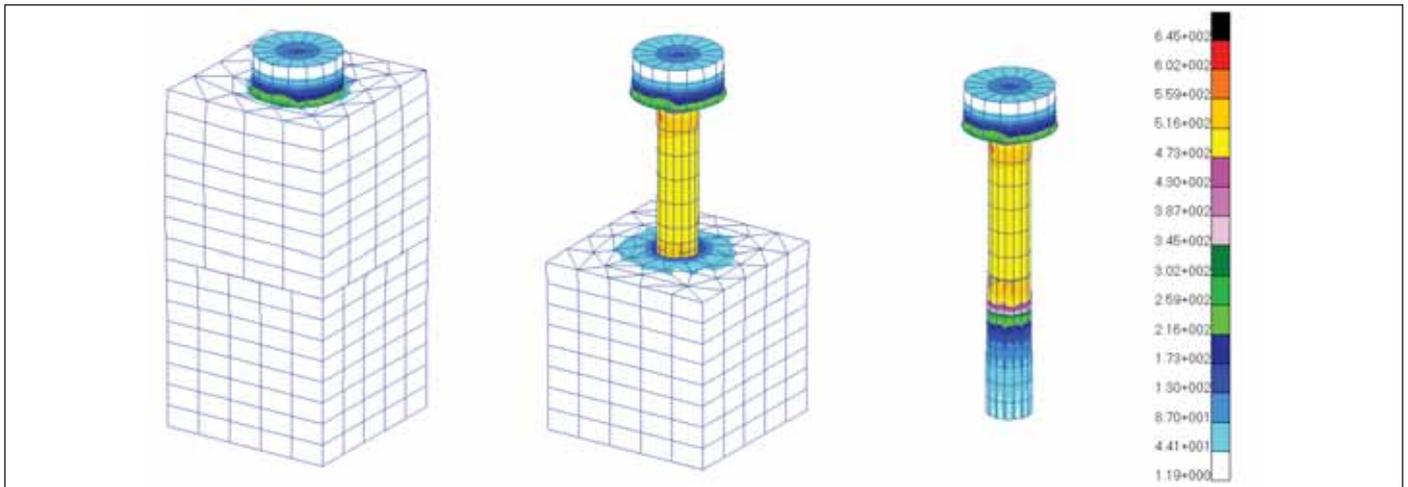


Рис. 5. Результаты расчета по моделированию предварительной затяжки болта – поля эквивалентных напряжений по Мизесу (Н/мм<sup>2</sup>)

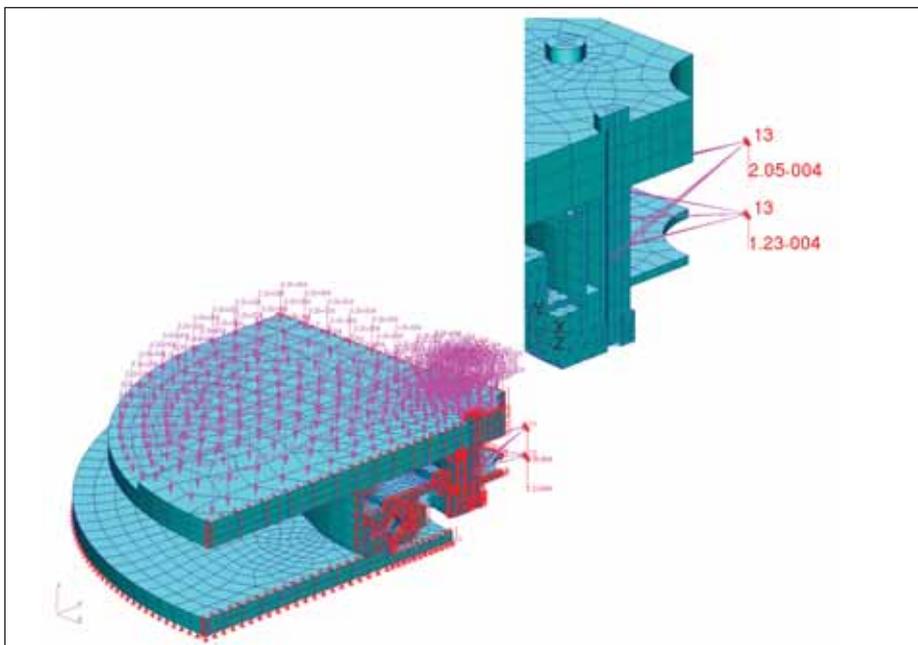


Рис. 6. Расчетная схема задачи

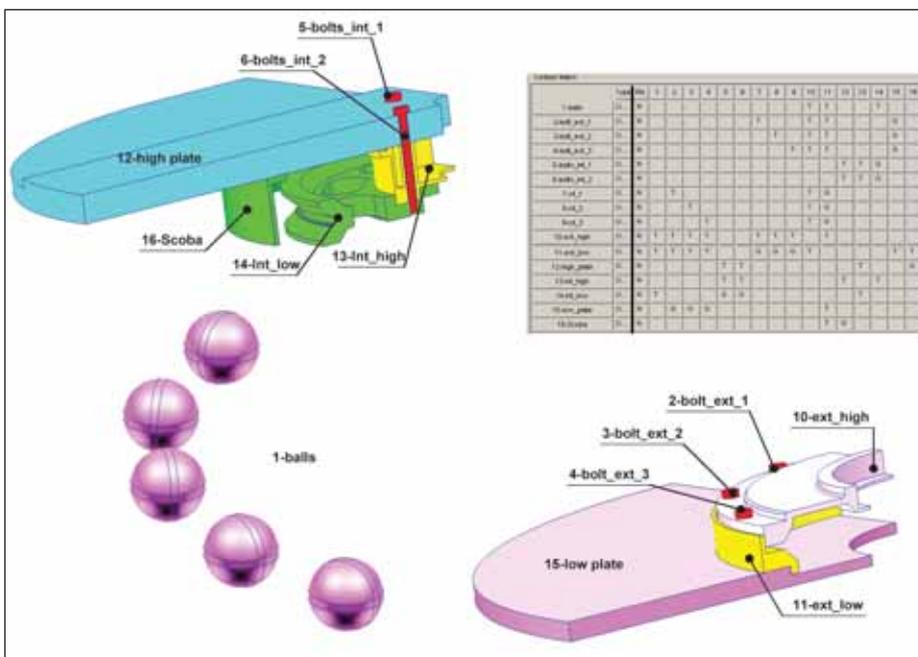


Рис. 7. Контактная таблица, определяющая взаимодействие компонентов сборки

сколько типов конечных элементов: гексаэдры (шестигранные "кирпичи"), пятигранные призмы и тетраэдры. С точки зрения точности получаемых результатов и простоты оценки предпочтение следует по возможности отдавать гексаэдрам. При меньшем их количестве в модели (по сравнению с тетраэдральными элементами) вполне реально получить более точные результаты. Впрочем, такими элементами можно представить не любую деталь, тогда как тетраэдральные элементы в этом смысле более универсальны.

Мы применили в модели все три вида конечных элементов, причем для более точной аппроксимации криволинейных границ использовались изопараметрические элементы второго порядка с квадратичными функциями формы.

По завершении построения конечно-элементной сетки были сформированы краевые условия, к числу которых также относится информация по контактным областям.

На рис. 6 представлена расчетная область с маркерами краевых условий по перемещениям и нагрузкам. По плоскостям симметрии наложены ограничения на перемещение узлов в направлении, перпендикулярном этим плоскостям (эти перемещения равны нулю). Также запрещены перемещения в вертикальном направлении узлов на невидимой поверхности нижней плиты. Предварительная затяжка болтов смоделирована с использованием MPC по аналогии с тестовым примером.

Чтобы улучшить кинематическую определенность расчетной модели и вычислительную устойчивость решения в отдельных узлах шариков и верхней части подшипника, которая имеет возможность перемещаться в вертикальном направлении, введены нуль-мерные элементы типа SPRING (пружина) с невысокой жесткостью.

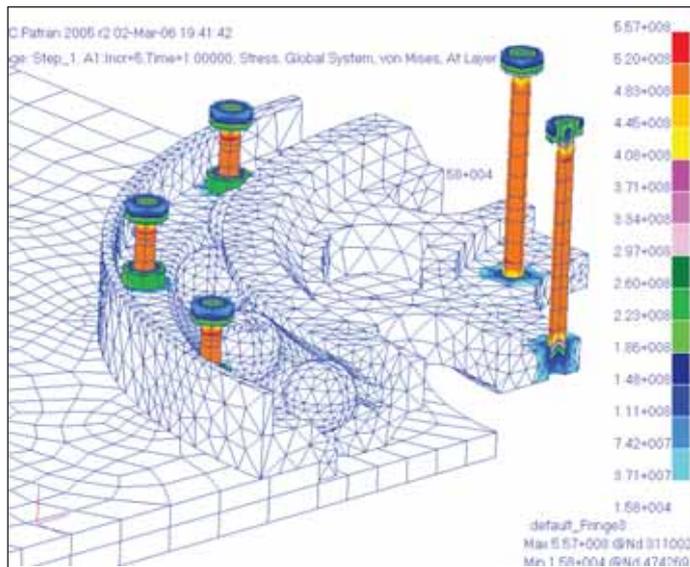


Рис. 8. Поле эквивалентных напряжений по Мизесу (Н/м²) в элементах подшипника на момент полной затяжки болтов

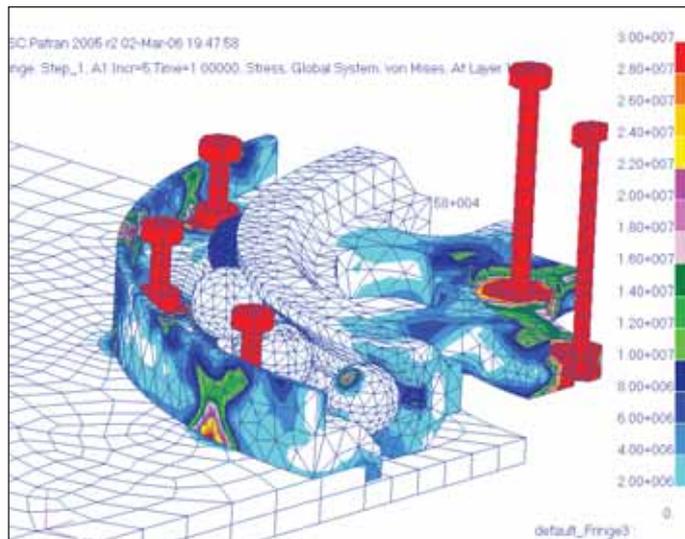


Рис. 9. Поле эквивалентных напряжений по Мизесу (Н/м²) в элементах подшипника на момент полной затяжки болтов (изменен диапазон цветовой шкалы)

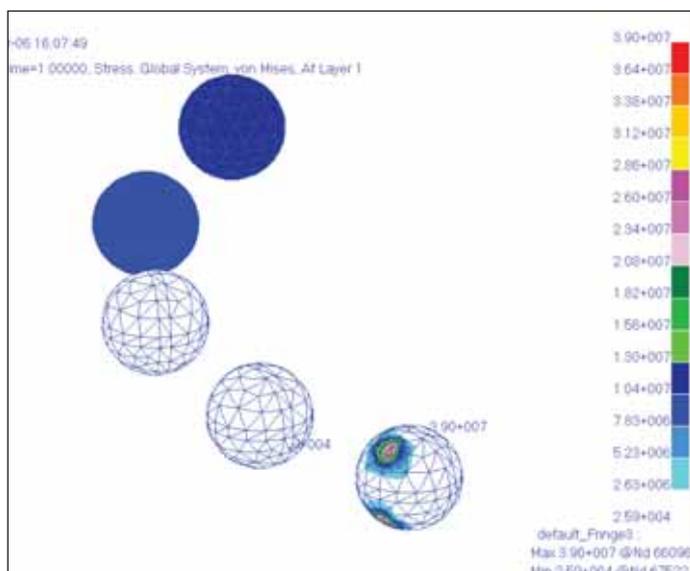


Рис. 10. Поле эквивалентных напряжений по Мизесу (Н/м²) в шариках на момент полной затяжки болтов

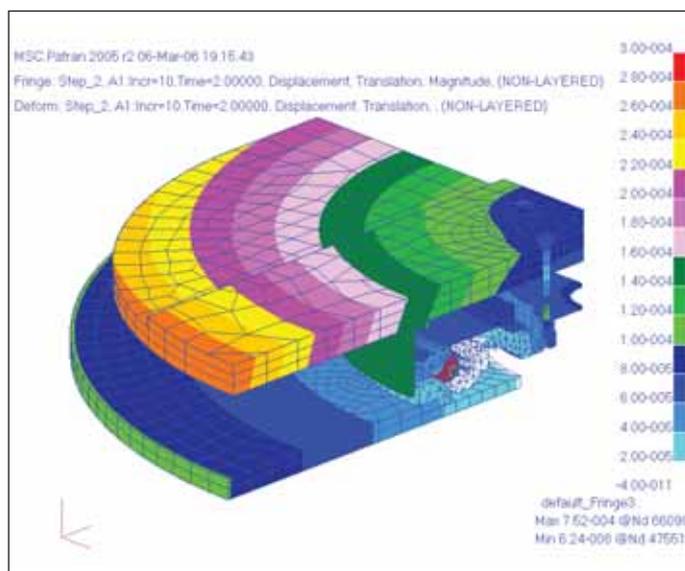


Рис. 11. Поле перемещений (м) в сборке при нагреве конструкции на 60°C от исходного состояния

Для моделирования истории нагружения конструкции сформированы три группы нагрузок (LOAD CASE). Первая соответствует предварительному затягу болтов в конструкции, вторая – нагреву элементов подшипника на 60°C, а третья – равномерной загрузке верхней плиты силой в три тонны.

Характерной особенностью контактных задач, решаемых с помощью решателя MSC.Marc (а именно он используется в программном комплексе MSC.AFEA), является задание контактных таблиц (рис. 7), где устанавливается характер взаимодействия компонентов конструкции между собой – причем для каждой пары контактных тел можно задать индивидуальные параметры, наиболее точно соответствующие особенностям взаимодействия.

На рис. 8 показаны результаты расчета – эквивалентные напряжения по Мизесу – на момент окончания затяжки болтов (до уровня осевых напряжений, равных 50 кгС/мм², размерность числовой шкалы – Н/м²).

Как видно из рисунка, наибольшие напряжения возникают непосредственно в болтах, а также в местах их контакта с другими компонентами сборки. В других частях конструкции напряжения оказываются ниже 3,7 кгС/мм². Чтобы уточнить значения напряжений в менее нагруженных компонентах сборки, меняем диапазон шкалы (рис. 9).

На рис. 10 показано поле эквивалентных напряжений в самих шариках на момент окончания затяжки болтов. Как видно, наибольшему сжатию подвергается крайний шарик, но контакт-

ные напряжения невелики (порядка 4 кгС/мм²).

На рис. 11 показано распределение перемещений при нагреве конструкции на 60°C.

Поле перемещений определяется в основном температурным расширением материалов конструкции. Коэффициент температурного расширения у алюминия примерно в 2,6 раза выше, чем у титана, поэтому примерно в той же пропорции отличаются и перемещения в точках верхней и нижней плит, равноудаленных от оси подшипника.

Что касается перемещений шариков, то максимальные значения соответствуют вращению вокруг центра тяжести шарика. Максимальные перемещения при этом также примерно равны 1 мм (рис. 12). Уровни напряжений в шариках

после второй стадии нагружения не вызывают опасений (рис. 13). Максимальные напряжения по Мизесу – порядка  $0,2 \text{ кгС/мм}^2$ .

Можно с уверенностью утверждать, что нагревание подшипника на  $60^\circ\text{C}$  от исходного состояния не повлияет на его функциональность и заклинивания не произойдет.

Нагружение подшипника равномерно распределенной силой в три тонны – третий этап расчета – также не вызывает опасных напряжений (рис. 14). Напряжения не превышают  $7\text{--}8 \text{ кгС/мм}^2$  в массивных элементах и  $60 \text{ кгС/мм}^2$  в болтах.

Таким образом, расчет подтвердил правильность конструкторского решения. В то же время следует отметить, что мощный функционал решателя MSC.Marc безусловно требует высокой квалификации пользователя. В нашем КБ еще только нарабатывается практика решения сложных задач с использованием решателя MSC.Marc – и результаты, приведенные в этой статье, были получены не сразу. Пришлось изрядно потрудиться над настройкой параметров решателя, поработать с разными вариантами расчетной модели, понадобились и консультации специалистов московского

офиса MSC, за которые мы очень признательны. Но очередной этап преодолен, накоплен опыт, и мы с оптимизмом смотрим в будущее.

*Алексей Корнеев,*  
начальник отдела КБТочмаш  
*Сергей Моргулец,*  
начальник сектора КБТочмаш  
*Максим Климов,*  
инженер КБТочмаш  
*Сергей Девятков,*  
ведущий специалист компании CSoft  
Тел.: (495) 913-2222  
E-mail: devyatov@csoft.ru

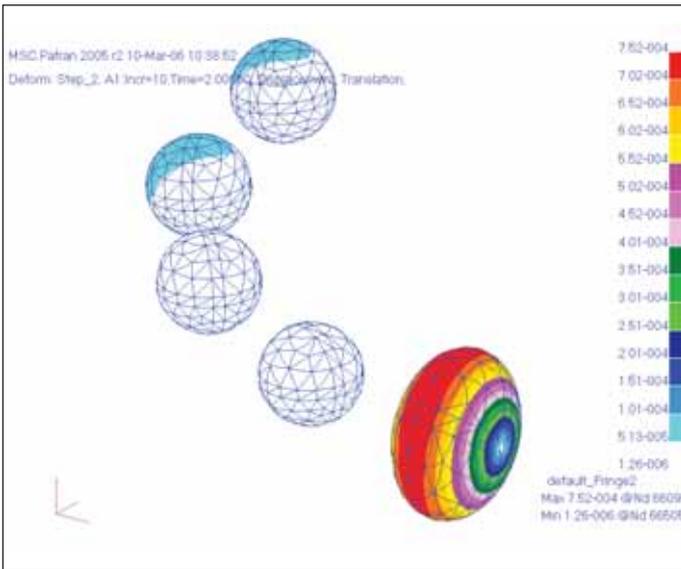


Рис. 12. Поле перемещений (м) в шариках при нагреве конструкции на  $60^\circ\text{C}$  от исходного состояния

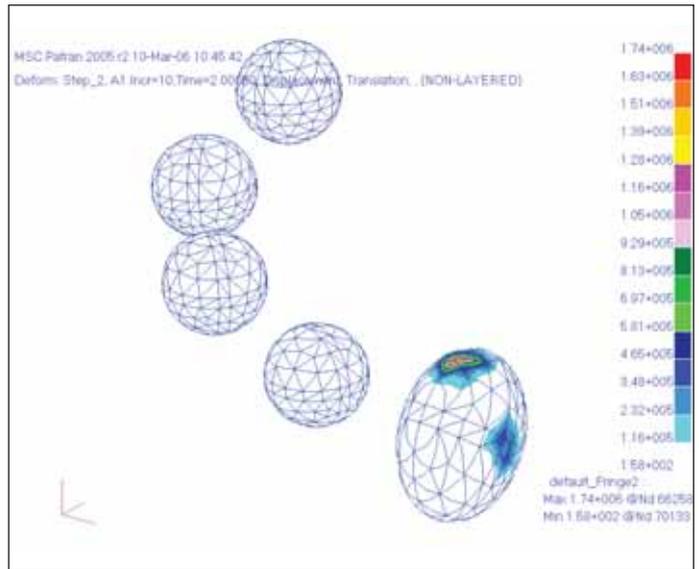


Рис. 13. Напряжения в шариках ( $\text{Н/мм}^2$ ) при нагреве конструкции на  $60^\circ\text{C}$  от исходного состояния

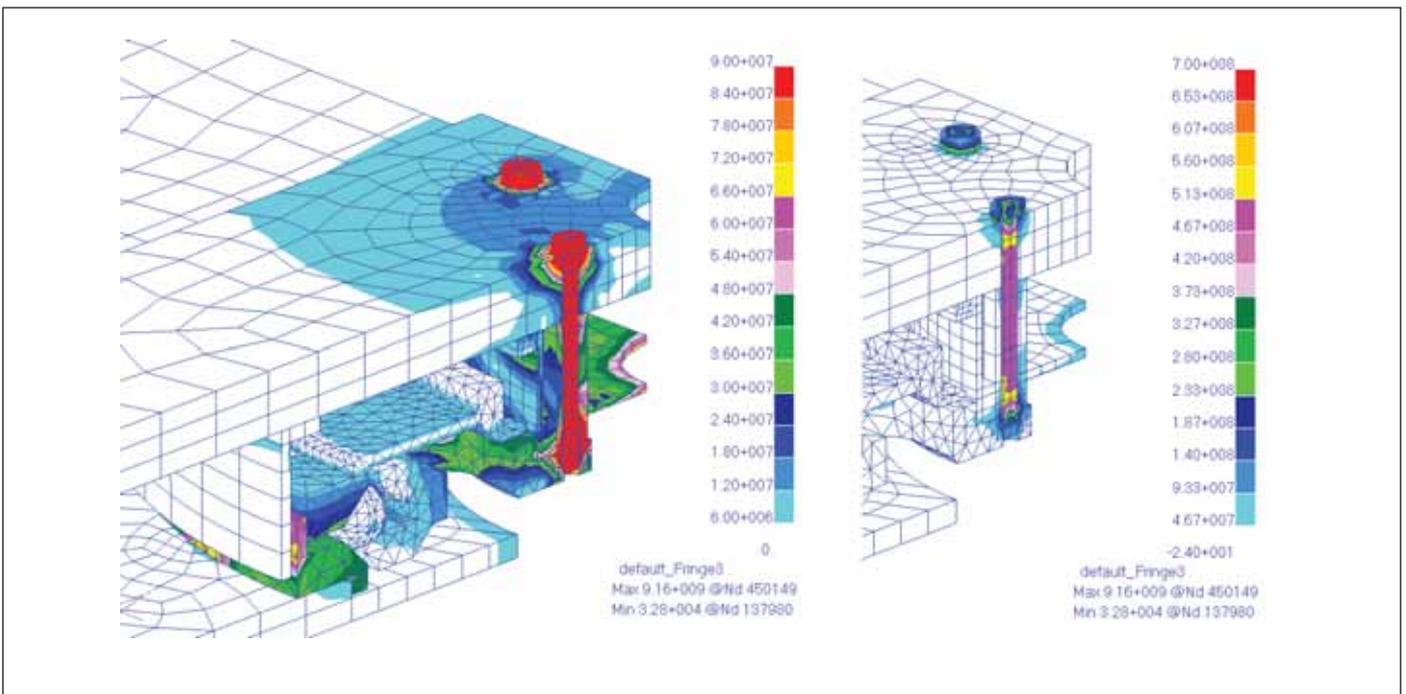


Рис. 14. Распределение эквивалентных напряжений по Мизесу ( $\text{Н/мм}^2$ ) после нагружения подшипника силой в три тонны

# Электронный документооборот в TechnologiCS



## РЕЗУЛЬТАТЫ ВНЕДРЕНИЯ НА КРУПНОМ ПРЕДПРИЯТИИ

### Введение

Журнал CADmaster не раз рассказывал о внедрении системы TechnologiCS на промышленных предприятиях нашей страны и других стран СНГ. Рассматривались различные пути и методы внедрения, способы применения TechnologiCS и полученные результаты. Сегодня мы расскажем о возможностях этого программного продукта при использовании его в качестве системы электронного документооборота технической документации в ОАО "Новосибирский завод химконцентратов".

Хотя процессы конструкторско-технологической подготовки производства (далее КТПП) ОАО НЗХК можно считать типовыми для предприятий машиностроительной отрасли, они имеют одну существенную особенность, связанную с высокими требованиями к обеспечению безопасности выпускаемой продукции. ОАО НЗХК – один из крупнейших производителей топлива для атомных станций, поэтому все конструкторские и технологические документы здесь проходят постоянный и жесткий контроль со стороны внутренних контролирующих служб предприятия, потребителей и государственных органов контроля. В таких условиях все стадии жизненного цикла технического документа должны быть четко прослеживаемы, а качество документа управляемо.

Кроме того, важнейшей задачей при внедрении системы TechnologiCS являлась возможность использования информации КТПП в процессах оперативного планирования и управления производством. Эту задачу удалось успешно решить, обеспечив средствами TechnologiCS ин-

формационное соответствие между бумажным подлинником технического документа и электронным объектом системы (электронной спецификацией, электронным техпроцессом), который и является основой при программном формировании соответствующего комплекта бумажной документации.

С учетом вышеприведенных задач и условий был разработан и осуществлен план процессно-ориентированного внедрения автоматизированной системы конструкторско-технологической подготовки производства на базе программного обеспечения TechnologiCS. В этой статье мы ограничимся описанием результатов одной из стадий проекта – этапа реализации, который предусматривал выполнение соответствующих настроек TechnologiCS, тестирование реализованных в системе процессов и подготовку документации, описывающей эти процессы и работу пользователей.

### Настройка TechnologiCS для реализации процессов КТПП

Система TechnologiCS обладает широкими возможностями настройки электронного технического документооборота для промышленного предприятия: индивидуально настраиваются виды используемых документов; их атрибуты; маршруты проверки/согласования в подразделениях; статусы, которые приобретают документы в процессе маршрутизации, и доступные действия над документами в этих статусах; виды связей документов между собой; виды подписей, роли пользователей в рабочих группах и соответствующий доступ в зависимости от роли и т.д. Кроме того, TechnologiCS

### О НЗХК



ОАО "Новосибирский завод химконцентратов" – одно из крупнейших предприятий российского ядерного топливного цикла по выпуску ядерного топлива для энергетических и исследовательских реакторов, производству лития и его соединений, основанное 25 сентября 1948 года.

НЗХК сегодня – это предприятие с гармонично развитой инфраструктурой, выпускающее продукцию мирового уровня, разрабатывающее технологии завтрашнего дня.

позволяет создавать пользовательские функции (скрипты), расширяющие возможности системы, гибко подстраивая ее под возможные варианты применения, когда использовать стандартный интерфейс не очень удобно. Например, можно формировать собственные конфигурации (формы) для разных пользователей, автоматически заполнять некоторые поля создаваемой записи, немедленно проверять вводимую информацию на соответствие оговоренным шаблонам для данного режима, автоматически создавать связи между объектами и т.п. Созданные связи обеспечивают быстрый поиск и удобный доступ к необходимой информации из различных режимов, а проверки уменьшают количество ошибочных записей.

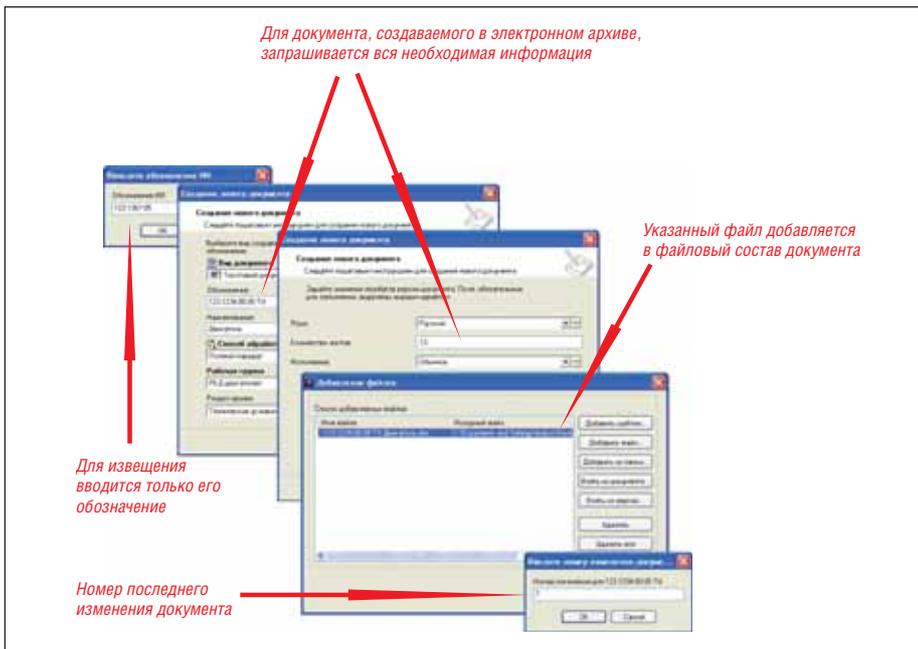


Рис. 1. Помещение в электронный архив существующего документа и извещения, по которому внесено последнее изменение

### Управление информацией в электронном архиве TechnologiCS

Документы электронного архива условно можно разделить на основные и управляющие. В основных документах хранится техническая информация (чертежи, спецификации, техпроцессы, технологические инструкции) и они имеют версии (изменение 1, изменение 2 и т.д.). Управляющие документы (извещения<sup>1)</sup> содержат информацию о характере изменений в основных технических документах, условия и период действия данных изменений. Таким образом, извещение выступает в роли документа, управляющего состоянием связанных с ним объектов, которыми могут являться как версии основных технических документов, так и версии объектов базы данных (электронные спецификации и электронные техпроцессы) или то и другое одновременно. В нашем проекте методику работы пользователей с электронным архивом было решено построить таким образом, чтобы любое создание/изменение любого технического документа сопровождалось выпуском извещения и созданием соответствующей версии, вводимой в действие данным извещением. В электронном архиве системы TechnologiCS документы можно связывать различными типами связей, которые в дальнейшем используются для автоматизации выполнения различных функций, а также для оперативного доступа пользователей к связанным документам. Каждому типу связи может соответствовать своя логика выполнения автоматических действий над связанными

документами при каком-либо событии. Например, после утверждения ИИ необходимо сменить статус всех связанных с ним версий технических документов. Виды соответствующих связей определяют, какие документы аннулировать, а какие ввести в действие.

Для организации единого подхода при работе с документами на стадиях проверки и согласования было предложено использовать специальный вид документа — "Извещение 0" (далее И0). Этот так называемый виртуальный документ, не имеющий аналогов в существующей практике бумажного документооборота и существующий только в электронном архиве системы TechnologiCS, представляет собой просто запись без содержания (т.е. без файлов в файловом составе) и без атрибутов. Он необходим для управления связанной с ним версией основного технического документа, соответствующей подлиннику. В этом контексте "Извещение 0" можно понимать как извещение о создании документа. В общем случае такое извещение связывается, с одной стороны, с версиями технических документов, созданных по этому извещению, а с другой — с соответствующими версиями электронных спецификаций и/или техпроцессов.

Электронный документооборот основан на работе пользователей с извещениями (И0, ИИ и ПИ) и связанными с ними техническими документами. После подготовки изменений в документах разработчик ставит на соответствующее извещение подпись вида "Разработал". Затем проверяющим приходит уведомление (сообщение с И0, ИИ или ПИ) о необходимости

проверки извещения и связанных с ним документов. При отсутствии замечаний соответствующие извещения подписываются. Отметим, что в случае согласия с первой версией документа (с оригиналом без изменений) подписывается соответствующее "Извещение 0". Таким образом, в данном случае И0 можно рассматривать как электронный аналог листа согласования, который в процессе традиционного бумажного документооборота сопровождает новый документ. При утверждении версий документов, которые соответствуют конкретным изменениям, ИИ или ПИ подписываются аналогично традиционной практике бумажного документооборота технической документации.

### Разработка документов в электронном архиве TechnologiCS

Как указывалось ранее, некоторые функции для работы с электронными документами были реализованы в виде скриптов. Рассмотрим подробнее назначение каждого скрипта и данные, которые создаются в системе после успешного завершения его работы (на примере разработки документов рабочей конструкторской документации, далее РКД).

До внедрения электронного архива на предприятии, конечно, уже существовало множество документов, многие из которых были неоднократно изменены. Поэтому прежде всего требовалось корректно разместить их в электронном архиве, т.е. создать текущие образы документов и соответствующие извещения с организацией связей между ними. При этом размещать абсолютно все извещения и версии документов не было необходимо (тем более что в традиционной практике, когда изменения вносятся прямо в бумажный подлинник, версий у документов просто не существует). Следовало включить в электронный архив только действующие и актуальные на текущий момент образы документов и соответствующие им извещения. Для этого был разработан скрипт "Создание документа РКД по ИИ": система запрашивает обозначение извещения, информацию о техническом документе и номер последнего изменения, осуществленного по этому извещению (рис. 1), а затем автоматически создает извещение об изменении и связанный с ним технический документ (рис. 2). Разработанные ранее файлы документа пользователь добавляет в версию основного документа, а файл с извещением — в электронный документ вида "Извещение об изменении". Файлы могут содержать как оригиналы документов (если они существуют), так и их электронные образы, т.е. сканированные изображения.

<sup>1</sup>Имеются в виду извещения об изменении (далее ИИ) и предварительные извещения об изменении (далее ПИ).

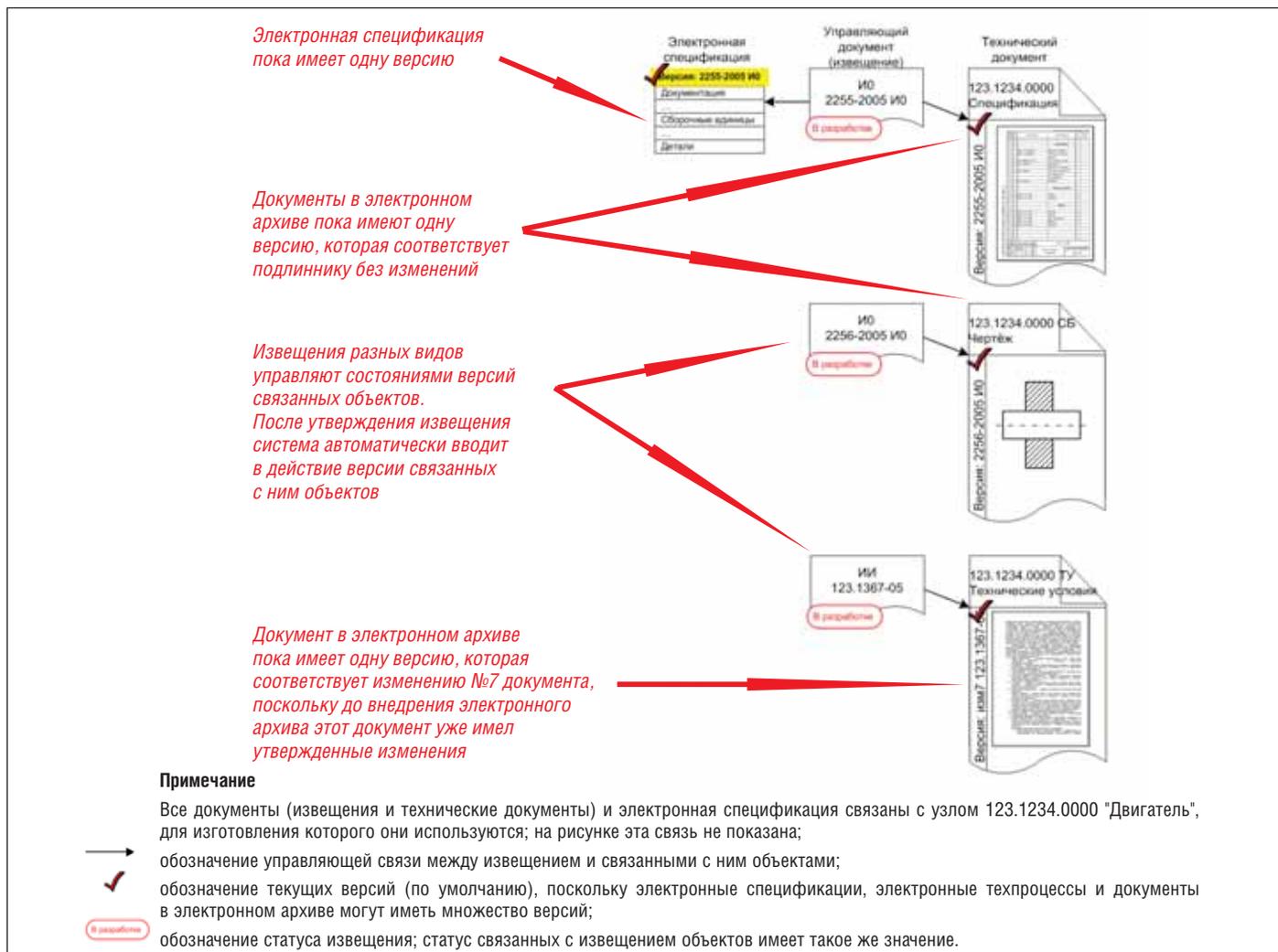


Рис. 2. Связи между документами и объектами БД

Для всех новых документов, помещаемых в электронный архив со своей первой версии (соответствующей подлиннику без изменений), разработчики используют скрипт «Создание документа РКД "с нуля"». При этом система ав-

томатически создает и помещает в нужный раздел архива документ вида "Извещение 0". Обозначения для таких извещений генерируются системой автоматически. Затем создается технический документ, автоматически именуется его

версия (в соответствии с оговоренным шаблоном), которая связывается с извещением. Оба документа связываются с деталью или сборочной единицей, к которой они относятся (рис. 2). Файл документа добавляется в версию основного документа или разрабатывается непосредственно в электронном архиве.

### Внесение изменений в документы в электронном архиве TechnologiCS

При необходимости внесения в документы изменений используется скрипт "Создание ИИ РКД" (для изменения документов по извещению об изменении) или скрипт "Создание ПИ РКД" (для проведения предварительных изменений в документах).

Разработчик запускает скрипт (рис. 3), в котором система запрашивает обозначение извещения, список меняющихся по этому извещению документов и список документов, аннулируемых извещением (рис. 4). Пока извещение находится в разработке, эти списки можно изменять. Затем создается собственно извещение и новые версии технических документов с учетом внесенных изме-

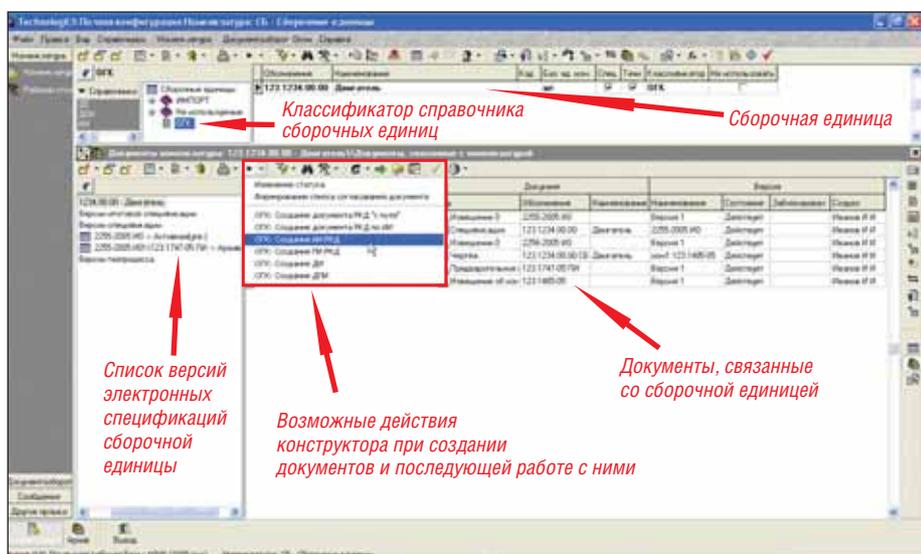


Рис. 3. Электронные документы, связанные со сборочной единицей, и возможные действия конструктора при работе с ними

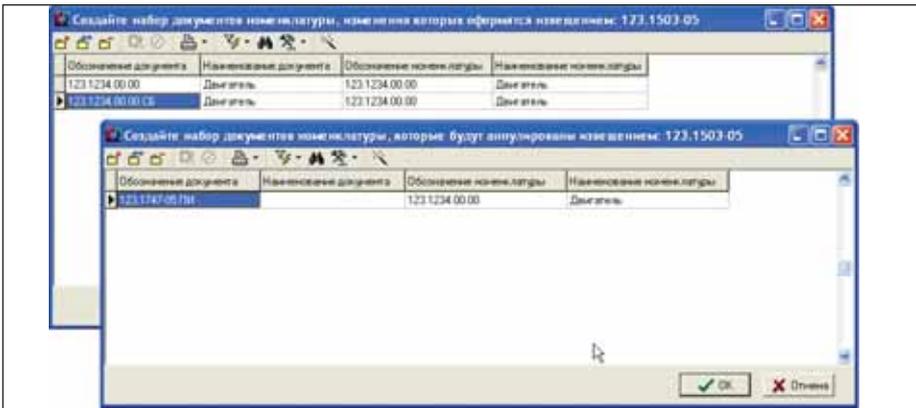


Рис. 4. Список документов, которые изменяются и аннулируются после утверждения и введения в действие извещения

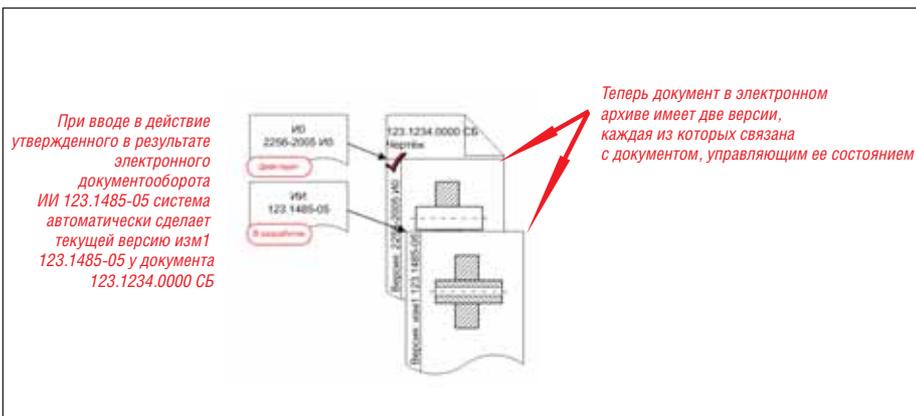


Рис. 5. Связь между объектами после создания ИИ при изменении одного документа

нений. Извещение связывается с соответствующими версиями технических документов управляющей связью, а с документами, которые аннулируются при введении в действие данного извещения, – аннулирующей связью (рис. 5, 6).

### Документооборот в архиве TechnologicS

Если до сих пор мы говорили о разных способах размещения информации в электронном архиве в зависимости от условий и задач, стоящих перед разработчиком документа, то теперь остановимся на описании самого процесса документооборота. После создания проекта документа следует собрать все необходимые подписи. Сразу отметим, что вариантов различных сочетаний видов подписей на документах множество. Среди них, конечно, есть стандартный набор ("Разработал", "Проверил", "Н.контроль", "Утвердил"), без которого не обходится ни один технический документ и который лучше по умолчанию добавить в шаблон маршрута документа. Однако существуют и специфические виды подписей, причем даже в рамках одной группы документов проекта и даже для документов одного вида набор таких подписей может существенно различаться. И неудивительно, поскольку содержимое этого набора напря-

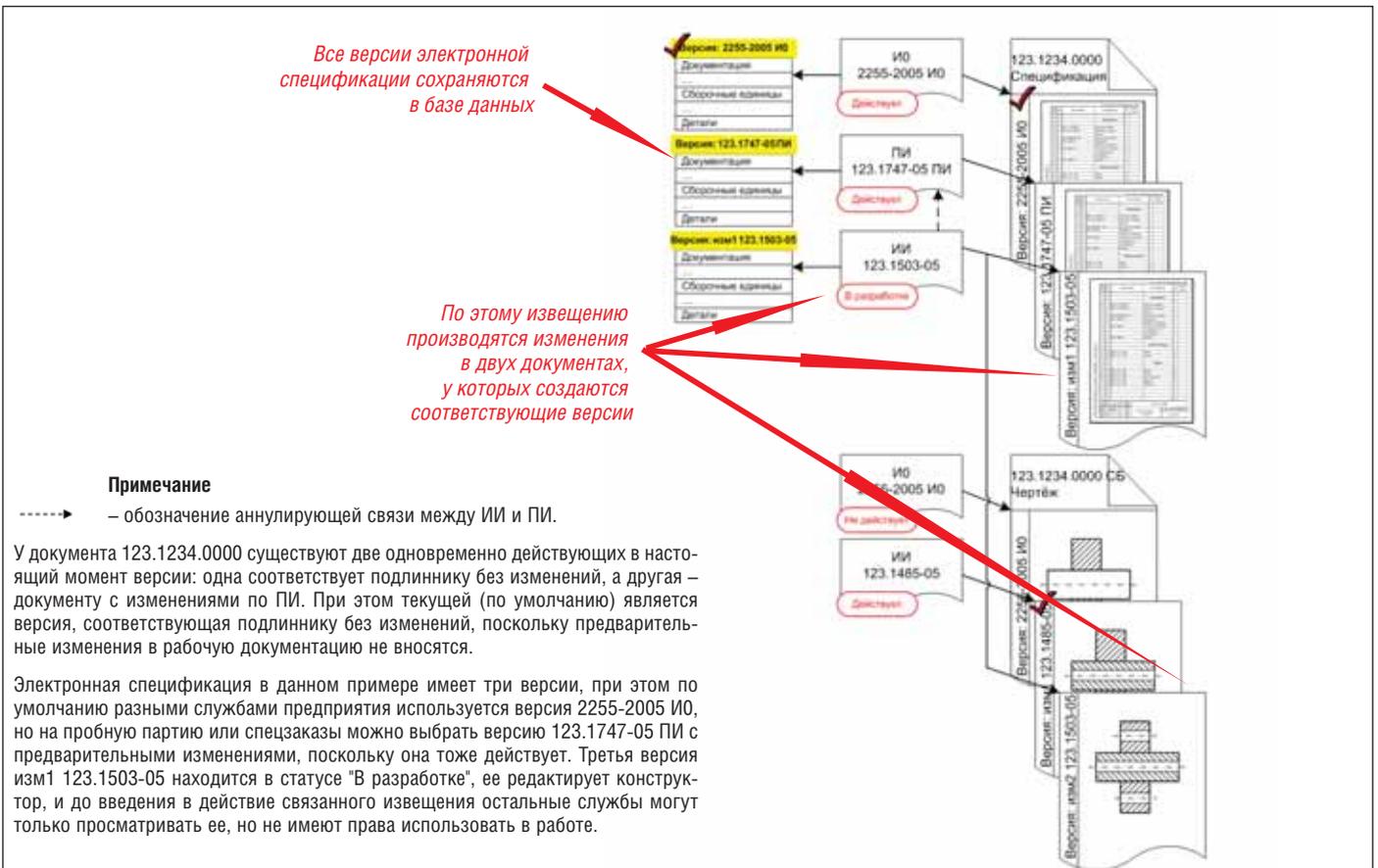
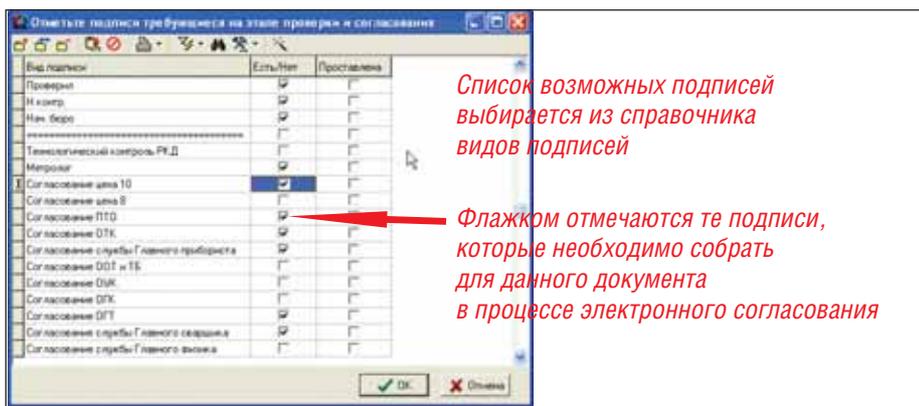


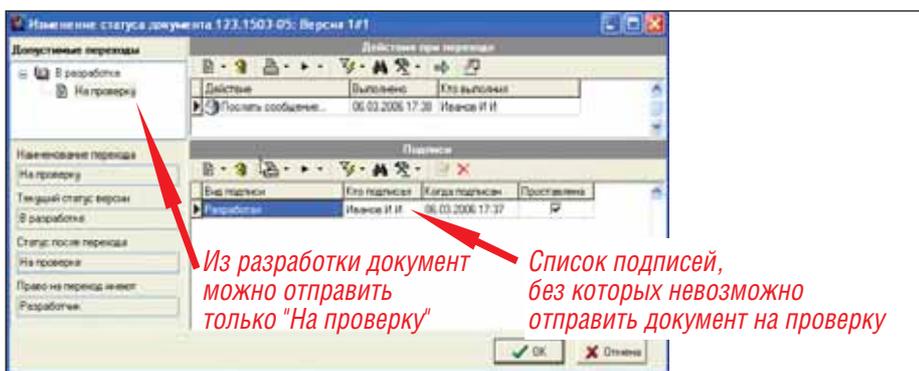
Рис. 6. Связь между объектами после создания ИИ при изменении нескольких документов и аннулирования ПИ



*Список возможных подписей выбирается из справочника видов подписей*

*Флажком отмечаются те подписи, которые необходимо собрать для данного документа в процессе электронного согласования*

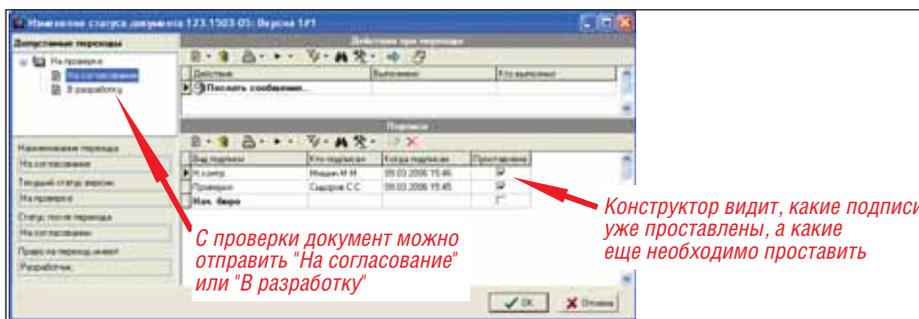
Рис. 7. Формирование списка подписей, которые необходимо собрать в процессе электронного документооборота



*Из разработки документ можно отправить только "На проверку"*

*Список подписей, без которых невозможно отправить документ на проверку*

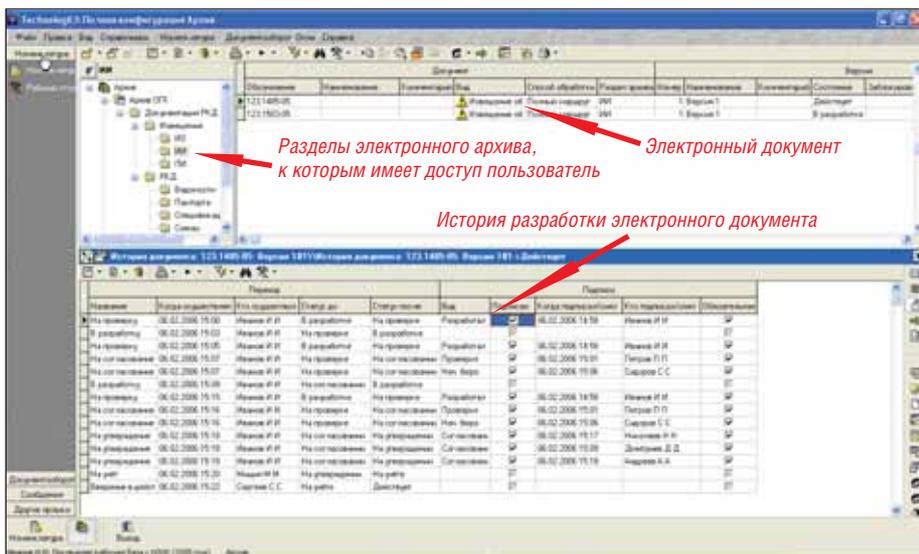
Рис. 8. Маршрутизация документа в электронном архиве



*С проверки документ можно отправить "На согласование" или "В разработку"*

*Конструктор видит, какие подписи уже проставлены, а какие еще необходимо проставить*

Рис. 9. Маршрутизация документа в электронном архиве



*Разделы электронного архива, к которым имеет доступ пользователь*

*Электронный документ*

*История разработки электронного документа*

Рис. 10. История разработки извещения

мую зависит от информации, представленной в документе. Например, чертеж сборочной единицы содержит сварочные швы, а значит, утверждение документа невозможно без согласования со службой Главного сварщика и мастером сварочного участка в цехе. Следовательно, решение о том, нужна или не нужна определенная подпись на документе, принимается человеком. Но налагать на разработчика дополнительные не свойственные ему функции редактирования маршрута документа, как показала практика, непродуктивно. Впрочем, как и на любого другого пользователя, поскольку это дополнительно усложняет процесс. При реализации проекта было найдено простое решение проблемы: разработчик при помощи скрипта "Формирование списка согласования документа" просто выбирает, какие подписи необходимо собрать для данного документа, и система после завершения каждого этапа автоматически определяет маршрут (рис. 7).

После определения списка подписей разработчик отправляет документ на проверку (рис. 8).

Пользователям, подписи которых требуются на документе, направляется уведомление о необходимости проверки, т.е. сопроводительное письмо с вложением управляющего документа (извещения). После просмотра извещения и связанных с ним версий технических документов, электронных спецификаций и техпроцессов пользователь в случае своего согласия ставит подпись. Подписи могут собираться последовательно, параллельно либо параллельно-последовательно в зависимости от маршрута, который автоматически формируется системой в соответствии с утвержденным списком.

Если хоть один из проверяющих не согласен с документом, он направляет разработчику письмо с указанием выявленных ошибок, предложений и замечаний, на основе которых производится доработка документа. При этом документ возвращается разработчиком в статус "В разработке", поскольку в любом другом статусе он будет доступен только на чтение. Информация о том, кто и когда изменил статус, сохраняется в базе данных (рис. 10).

Когда документ прошел все проверки и согласования, утвержден, зарегистрирован и введен в действие, перевести его в статус "В разработке" уже невозможно. Для внесения в действующие документы изменений следует создавать новые версии и согласовывать соответствующие ИИ.

Использование электронного документооборота на этапах проверок и согласований существенно ускоряет процесс разработки документа по сравне-

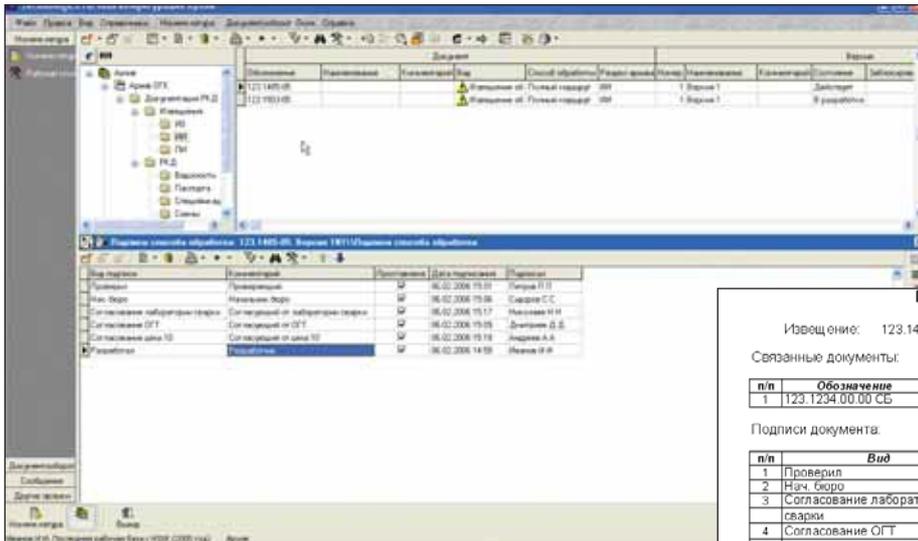


Рис. 12. Электронные подписи извещения, собранные в процессе электронного документооборота

нию с традиционным бумажным документооборотом:

- разработчик избавлен от необходимости лично обходить подразделения предприятия, которые территориально могут находиться далеко друг от друга;
- не требуется создавать лишние копии для рассылки проекта документа в подразделения, хотя при необходимости каждый пользователь может распечатать документ;
- общение между разработчиком и проверяющими может осуществляться в режиме реального времени посредством почтового сервиса системы TechnologiCS или любых других средств связи;
- правка и обсуждение нового проекта документа может осуществляться непосредственно после поступления замечаний.

### Нормоконтроль и электронный документооборот

Если преимущества использования электронного документооборота по сравнению с бумажным на этапах проверки/согласования очевидны, то на этапах утверждения и нормоконтроля, как показывает практика, они никак не проявляются. Во-первых, работа с документом здесь ведется в строгой последовательности в соответствии с ЕСКД. Во-вторых, подписи нормоконтролера и утверждающего имеют юридическую силу лишь на бумажном подлиннике, поэтому проставлять их сначала на электронном документе в базе данных, а затем на соответствующем бумажном носителе (или наоборот) — это значит дублировать одни и те же действия и дополнительно загружать персонал. Поэтому при внедрении электронного документооборота в ОАО

НЗХК было принято компромиссное решение, которое предусматривало не полное замещение традиционного бумажного документооборота электронным, а их совместное использование.

Рассмотрим значение каждой подписи, поставленной на документ в процессе согласования, и определим, чем отличаются подписи проверяющих и согласующих от подписей нормоконтролера и утверждающего.

Ставя свою подпись, подписант берет на себя долю ответственности разработчика, касающуюся предметной части документа, которая так или иначе относится к определенному подразделению. Причем совершенно неважно, на каком носителе выполнен документ и в каком виде (электронном либо традиционном) проставлена подпись — она обозначает согласие с содержащейся в документе информацией. Однако подпись нормоконтролера выполняет более сложную функцию.

В соответствии с ГОСТ 2.111-68 (Изм. № 3), одной из задач нормоконтроля является соблюдение в конструкторской документации норм, требований и правил, установленных в стандартах ЕСКД и в других нормативных документах. Таким образом, при проведении нормоконтроля проверяется не только содержание, но и оформление документа. Осуществление нормоконтроля электронного оригинала документа вызывает определенные трудности.

Во-первых, электронный образ документа, воспроизводимый на экране монитора разработчика, может не соответствовать электронному образу на экране монитора нормоконтролера из-за:

- настройки разрешения и цветовой палитры экрана;

- версии используемого программного обеспечения и совместимости форматов хранения информации;
- личных настроек программного обеспечения;
- использования нестандартных стилей и шрифтов;
- настройки данного рабочего места на конкретное печатающее устройство.

**Протокол электронного согласования**

Извещение: 123.1485-05

Связанные документы:

| п/п | Обозначение       | Наименование | Наименование версии | Вид связи         |
|-----|-------------------|--------------|---------------------|-------------------|
| 1   | 123.1234.00.00.СБ | Двигатель    | изм1 123.1485-05    | Вводит в действие |

Подписи документа:

| п/п | Вид                      | Кто           | Когда      |
|-----|--------------------------|---------------|------------|
| 1   | Проверил                 | Петров П.П.   | 06.02.2006 |
| 2   | Нач. бюро                | Сидоров С.С.  | 06.02.2006 |
| 3   | Согласование лаборатории | Николаев Н.Н. | 06.02.2006 |
|     | сварки                   |               |            |
| 4   | Согласование ОГТ         | Дмитриев Д.Д. | 06.02.2006 |
| 5   | Согласование цеха 10     | Андреев А.А.  | 06.02.2006 |
| 6   | Разработал               | Иванов И.И.   | 06.02.2006 |

Рис. 11. Протокол электронного согласования, полученный в форме отчета из базы данных

Во-вторых, оформление электронного оригинала может соответствовать необходимым нормам, а полученный с него отпечаток — нет из-за:

- версии программного обеспечения;
- установленных драйверов и шрифтов печатающего устройства;
- технических возможностей печатающего устройства;
- настроенного текущего масштаба печатающего устройства.

Таким образом, электронная подпись нормоконтролера не может заменить подлинную, а следовательно, ее не имеет смысла проставлять в процессе электронного документооборота.

Именно на бумажном носителе следует ставить и подпись утверждающего, поскольку она завершает процесс разработки и придает бумаге юридическую силу.

Итак, сбор всех проверяющих/согласующих подписей документа осуществляется на его электронном оригинале с помощью электронного документооборота. Затем разработчик на своем рабочем месте распечатывает файл из электронного архива и несет его нормоконтролеру, который осуществляет нормоконтроль уже ставшего подлинником бумажного документа и именно его визирует.

В соответствии с ГОСТ 2.111-68 (Изм. № 3) нормоконтроль конструкторских документов рекомендуется проводить в подлинниках при наличии всех подписей лиц, ответственных за их содержание и выполнение, кроме утверждающей подписи руководителя организации или предприятия. При этом "документацию, утверждаемую руководителем организации или предприятия, нормоконтролер визирует до передачи на утверждение и подписывает в установленном месте после утверждения".

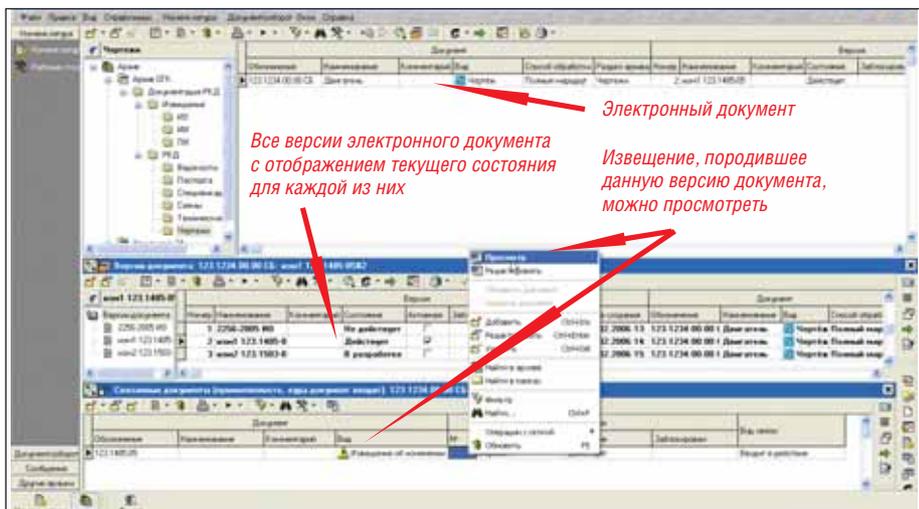


Рис. 13. Версии документа и извещение, связанное с одной из них

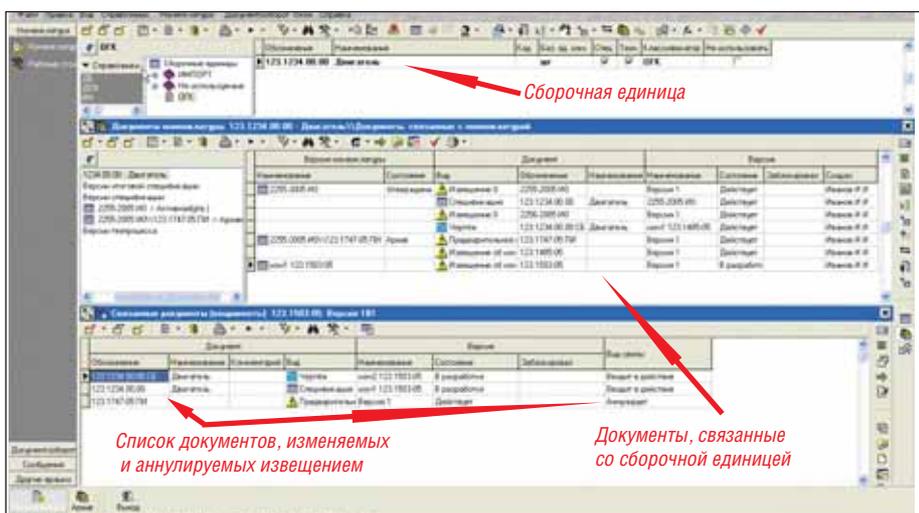


Рис. 14. Документы, связанные с извещением

Внедрение электронного документооборота — довольно сложный и растянутый во времени процесс. Невозможно в одночасье заменить традиционный документооборот во всех подразделениях предприятия. Какой-то период времени должны сосуществовать оба подхода. В это время возникает необходимость в переносе на бумажный документ всех подлинных подписей на основе отчета "Протокол электронного согласования..." из базы данных (рис. 11). Просмотреть список подписей и историю разработки документа пользователь (проверяющий) может в электронном архиве TechnologiCS (рис. 12). В дальнейшем, после внедрения электронного документооборота на стадиях проверки/согласования, можно будет отказаться от формального сбора подписей проверяющих и согласующих документ лиц и в подлиннике собирать только необходимые, предусмотренные стандартами, контрактами и прочими нормативными документами подписи, избегая дублирования и ускоряя процесс разработки документа.

Таким образом, к моменту простановки подписи утверждающего на бумажный

подлинник существует два информационных объекта: документ в электронном архиве с электронными подписями проверяющих/согласующих и документ на бумажном носителе с тем же составом подлинных подписей и визой нормоконтролера. Затем в соответствии с ЕСКД подлинник, подписанный утверждающим и нормоконтролером, сдается в архив, а соответствующий электронный документ нормоконтролер переводит в статус "На учете". Так обеспечивается одинаковое состояние электронных и бумажных носителей идентичной информации.

### Преимущества TechnologiCS при использовании в качестве системы электронного документооборота

На сегодняшний день ни у кого не вызывают сомнений преимущества использования данных из централизованных хранилищ электронных документов, обеспечивающие:

- постоянный доступ пользователей к актуализированной информации;
- простой контроль доступа и вносимых изменений;

- возможность при необходимости распечатать необходимое количество копий;
- эффективное аннулирование устаревших документов.

Перед **пользователями** электронного архива TechnologiCS дополнительно открываются следующие возможности:

- быстрый поиск необходимых документов;
- эффективный доступ к документам и соответствующим извещениям (рис. 13);
- возможность доступа ко всем документам, изменяемым и аннулируемым данным извещением (рис. 14);
- возможность доступа к объектам (деталям и сборочным единицам) через документы и, наоборот, через объекты к документам электронного архива.

Для **разработчиков**:

- отслеживание всех изменений, внесенных в любой документ с момента его появления в электронном архиве;
- доступ к электронным спецификациям и техпроцессам деталей и сборочных единиц для получения соответствующих документов путем генерации отчета из базы данных;
- отслеживание и оперативное управление состоянием разрабатываемого документа при проверке и согласовании.

Для **руководителей проектов**:

- возможность оперативного получения информации о состоянии каждого документа проекта без необходимости обращения к исполнителям или сторонним согласующим лицам.

Для **предприятия** как юридического лица:

- накопление интеллектуального капитала предприятия;
- централизованное защищенное хранение информации и управление доступом к ней;
- поддержка актуальности информации с сохранением истории ее разработки;
- прослеживаемость изменений документов от версии к версии;
- организация параллельной работы с документами.

Таким образом, внедрение электронного архива TechnologiCS в ОАО НЗХК позволит упорядочить большой объем технической информации, организовать эффективное выполнение процессов КТПП и управление ими, что приведет к значительному повышению эффективности работы предприятия в целом.

**Петр Бобов**  
**CSoft**  
 Тел.: (495) 913-2222  
 E-mail: bobov@csoft.ru

# LVMFlow

## НА ОСКОЛЬСКОМ ЗАВОДЕ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ

### Опыт внедрения программного комплекса

#### Оскольский завод металлургического машиностроения

Оскольский завод металлургического машиностроения (ОЗММ) основан в 1979 году как предприятие по ремонту горного и обогатительного оборудования. С 1990 г. – завод металлургического машиностроения. Многопрофильное предприятие, специализирующееся на изготовлении узлов и запасных частей для горного и карьерного оборудования, дробильно-размольного оборудования обогатительных фабрик, горно-транспортного и металлургического оборудования, автотранспорта, землеройной техники и т.д.

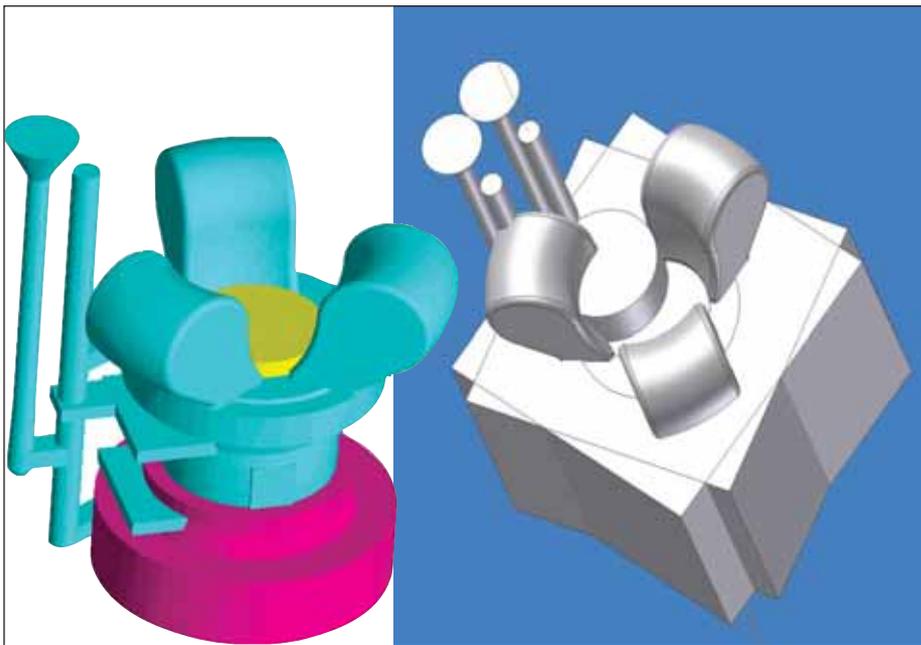
Завод сотрудничает более чем со 150 предприятиями России и СНГ, экспортирует свою продукцию в Германию, Италию, Болгарию, Монголию, Турцию, Китай и другие страны.



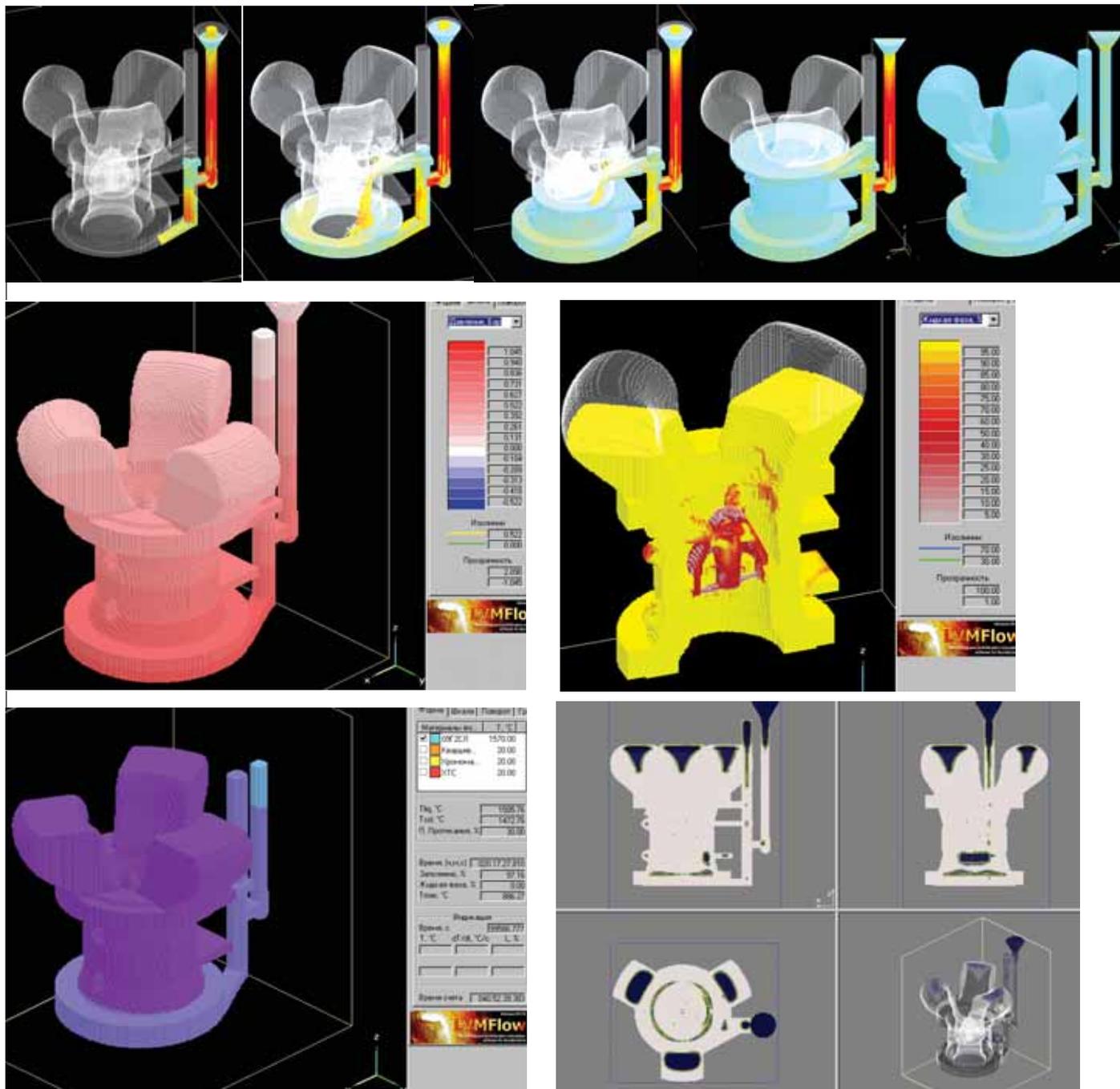
#### Новое время – новые подходы

Для Оскольского завода металлургического машиностроения (ОЗММ) переход к самым современным вычислительным и программным средствам моделирования литейных процессов стал необходимостью в конце 90-х, с увеличением числа отечественных и зарубежных заказчиков. Отказ от традиционных натуральных экспериментов и освоение вирту-

ального моделирования позволял существенно сократить и удешевить этап отработки литейной технологии. Убедить в этом никого не пришлось: на предприятии всегда внимательно относились к качеству выпускаемой продукции и сокращению сроков проектирования. Оставалось выбрать необходимое программное обеспечение...



Корпус



Отработка технологии получения отливки корпуса: первый вариант литниково-питательной системы

### На этапе выбора

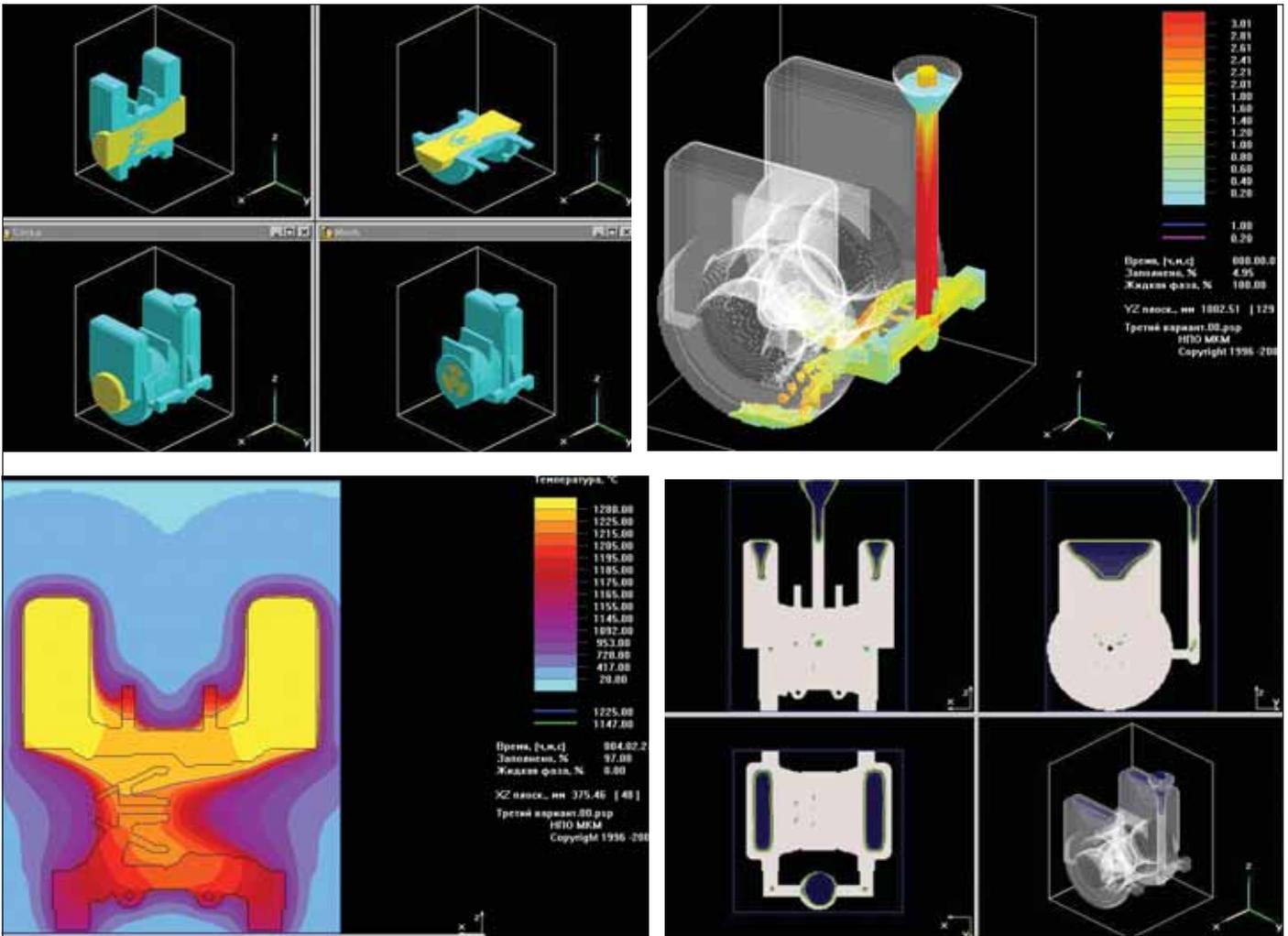
Прежде чем приступать к рассмотрению вариантов, специалисты предприятия определились с базовыми требованиями к искомой системе. Программный комплекс должен был решать несколько основных задач:

- выявление литейных дефектов (усадка, распределение шлаков, эрозия, поверхностные дефекты и т.д.) с целью последующей оптимизации литниковой системы;
- получение (для любого момента времени) параметров, характеризующих процессы заполнения формы и затвердевания отливок: распределение

- температур, давлений, скоростей потока, пористости, соотношение фаз;
- визуализация процессов заполнения формы металлом и затвердевания отливок;
- работа с моделями, подготовленными в популярных системах твердотельного моделирования (AutoCAD, Autodesk Mechanical Desktop, Autodesk Inventor);
- работа с базой данных по материалам, возможность модифицировать и пополнять эту базу.

После детального сопоставления нескольких программных комплексов остались два варианта: немецкая програм-

ма "Magma" и российская LVMFlow (разработчик — НПО МКМ, поставщик — CSoft Воронеж). Из них и предстояло сделать окончательный выбор. В качестве тестового задания был выбран корпус, смоделированный в Autodesk Inventor вместе с литниковой системой и стержнями. Здесь следует отметить, что для создания трехмерной модели деталей и сборок, а также сопутствующей оснастки можно использовать разные системы твердотельного моделирования (AutoCAD, Autodesk Mechanical Desktop, Autodesk Inventor, SolidWorks, Solid Edge, Unigraphics и др.) — главное, чтобы выходные файлы имели формат STL.



Усовершенствованная технология (второй вариант литниково-питательной системы) позволяет получить лучшее качество отливки

Через формат STL модель корпуса была успешно передана в LVMFlow и конвертирована во внутренний формат системы. Следующим шагом стало построение конечно-разностной сетки (степень подробности дискретной модели зависит от мощности рабочей станции), после чего были назначены из базы соответствующие материалы, определены начальные и граничные условия (начальные температуры компонентов, условия на границах и литниках), вид литья. В обширную и открытую для пополнения базу материалов LVMFlow, помимо металлов (углеродистые и легированные стали, чугуны, никелевые сплавы и т.д.), включены различные формовочные, изоляционные и огнеупорные материалы. При вводе нового материала пользователь указывает его теплофизические свойства, а для сплавов кроме того и их химический состав. Информация, характеризующая процесс моделирования, сохраняется в паспорте отливки. Она снимается или в явно указанные моменты времени, или при наступлении определенного события (например, при определенных значениях доли заполнения формы).

Далее проводилось непосредственное моделирование заполнения формы и кристаллизации металла. При этом на мониторе можно было наблюдать в двумерном или трехмерном представлении процессы заполнения формы и затвердевания отливки – с цветовой индикацией параметров процесса (температуры, жидкой фазы, скоростей, усадки и т.д.).

LVMFlow позволяет проводить моделирование с разной степенью точности. Возможные варианты:

- форма заполняется металлом мгновенно (начальная температура металла в форме равна температуре заливки), после чего моделируются кристаллизация и охлаждение;
- моделируется гидродинамика заполнения формы металлом без учета теплообмена с окружающей средой;
- полная задача: рассматривается заполнение формы металлом с учетом теплообмена с окружающей средой и последующая кристаллизация.

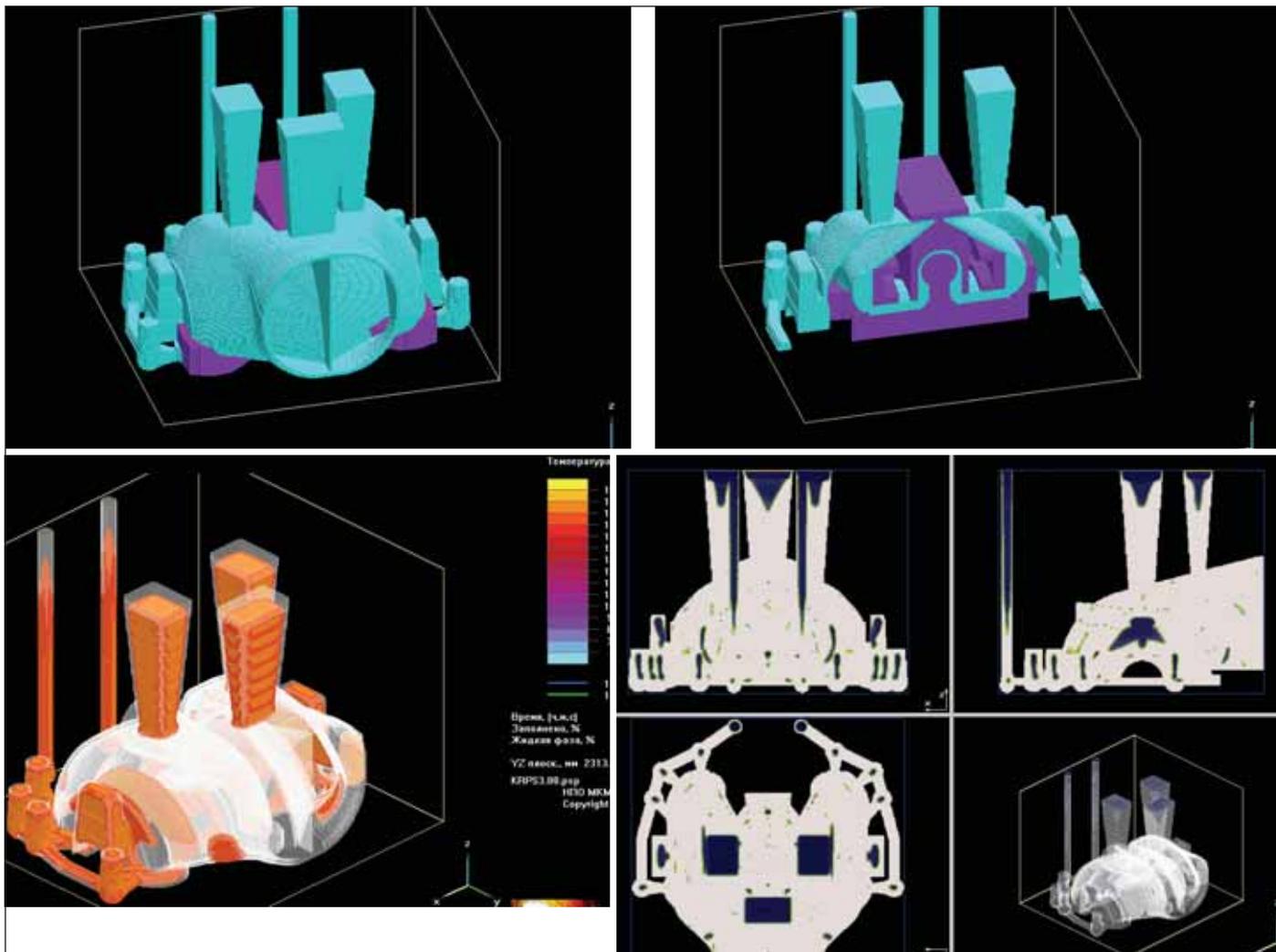
Выбор того или иного способа моделирования осуществляет технолог-литейщик.

На основе полученных данных были выявлены горячие зоны, дефекты усачного происхождения, и предложены способы оптимизации литниковой системы в целом.

Результаты расчета в LVMFlow полностью совпали с теми, что были получены на практике. "Magma" обеспечила сходные результаты, так что с точки зрения точности решения задачи и соответствия практическим результатам программы оказались равноценными. При этом у LVMFlow были очевидные преимущества:

- интерфейс и описание на русском языке;
- подготовка данных занимает намного меньше времени;
- стоимость пакета в несколько раз меньше стоимости набора модулей "Magma", обеспечивающих тот же функционал.

Для окончательного выбора в пользу той или иной системы была поставлена более серьезная задача – смоделировать процесс литья сложной тонкостенной корпусной детали. Твёрдотельную модель и описание технологии специалис-



Моделирование процессов литья тонкостенной корпусной детали

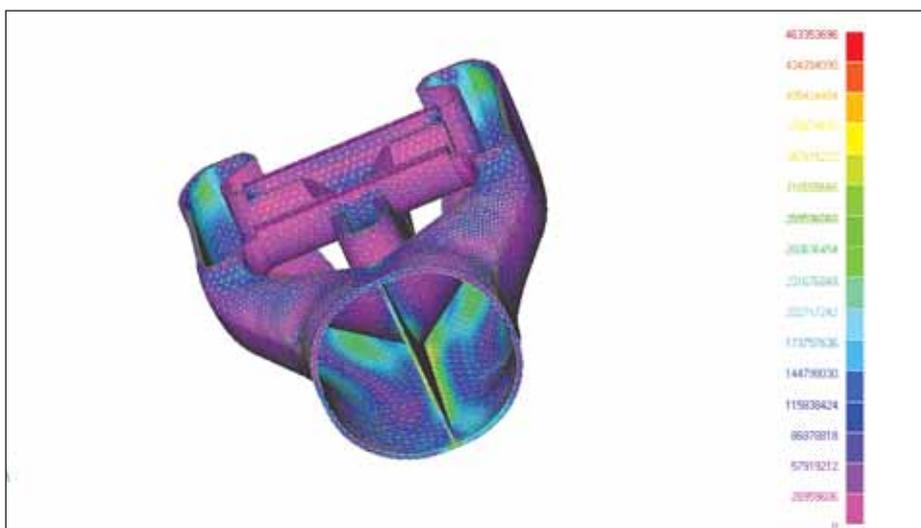
ты ЗАО "Диал Инжиниринг" – дистрибьютора ПО "Магма" на российском рынке – получили с форой в несколько дней. Тем не менее, фирма CSoft Воронеж первой представила результаты, которые получили высокую оценку литейщиков ОЗММ.

### Выбор сделан

Оскольский завод выбрал LVMFlow. Сегодня программа уже прочно вошла в практику предприятия: специалисты ОЗММ прошли обучение и используют LVMFlow для решения повседневных задач.

Некоторое время спустя ОЗММ обратился в CSoft Воронеж с просьбой рассчитать на прочность конструкцию корпуса, что и было сделано с использованием программного комплекса Nastran. Впрочем, это уже совсем другая история...

*Николай Бедри,*  
 технический директор ОЗММ  
*Андрей Кадацкий*  
 CSoft Воронеж  
*Сергей Девятов*  
 CSoft  
 Тел.: (495) 913-2222



Распределение напряжений в тонкостенной корпусной детали под действием внутреннего давления

Авторы благодарят генерального директора ОЗММ *Анатолия Аркадьевича Семенова*, главного металлурга *Юрия Ивановича Казанцева*, заместителя главного металлурга *Вячеслава Геннадьевича Кузнецова* и главного специалиста ОГМ *Александра Александровича Никулина* за консультации при работе над проектами и помощь при внедрении.

# Электронная информационная модель

## ИЗДЕЛИЙ СУДОСТРОЕНИЯ НА РАЗЛИЧНЫХ СТАДИЯХ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА

### О чем пойдет речь

В предлагаемой вашему вниманию статье рассмотрены принципы построения ЭИМК — электронной информационной модели корабля, отображающей его информационную структуру и использование этой структуры на различных этапах его жизненного цикла. Модель выполнена с использованием системы TDMS (разработчик — компания Consistent Software Development) и ряда средств автоматизированного проектирования.

Рассматриваются пути реализации процесса внедрения CALS (ИПИ)-технологий как основы повышения качества и конкурентоспособности наукоемкой продукции на предприятиях судостроительной отрасли (работающих как на российском, так и на внешнем рынке), подходы к специфическим задачам различных этапов жизненного цикла, приводятся примеры их решения. Одной из таких задач является внедрение элементов интегрированной логистической поддержки.

В качестве примера приведены две стадии жизненного цикла корабля: строительство (модернизация) и эксплуатация.

Предложенная структура реализует следующие традиционные модули ЭИМК:

- "Структурная схема корабля";
- "Логистическая поддержка";
- "Интерактивные руководства";
- "3D-модель".

### Модуль "Структурная схема корабля"

Очевидные различия в структуре корабля на различных этапах его жизненного цикла определяются спецификой работы проектных, судостроительных, судоремонтных, эксплуатирующих организаций. Например, основными элементами иерархической структуры корабля на стадии строительства являются строительный район, блок, секция, подсекция, помещения, оборудование, системы, а для эксплуатирующей организации важны такие основные элементы иерархической модели, как корпус, отсек, надстройка, ярус надстройки, палуба, помещения.

В то же время для строительной и эксплуатационной структур корабля существует ряд "общих" иерархических объектов (палуба, ярус, помещение, система, оборудование); представляет интерес положение этих объектов по шпангоутам.

Суммируя сказанное, иерархическую модель корабля на этапах строительства и эксплуатации можно представить в виде схемы (рис. 1).

Для отображения других стадий жизненного цикла (проектирование, ремонт, модернизация, утилизация) схема может быть дополнена соответствующим иерархическим представлением структуры на этих стадиях.

Пример структуры эксплуатационной модели показан на рис. 2. Основные элементы иерархии — отсеки, помещения, документация по системам, систе-

мы в помещениях, документация по живучести, аварийно-спасательное имущество, трехмерные модели помещений и ряд других. Следует отметить, что помимо отсеков, надстроек, палуб, настилов, ярусов и платформ, все элементы иерархии являются "общими" для строительной и эксплуатационной моделей (системы, помещения, оборудование, документация ИЭТР и т.д.). Эти элементы иерархии добавлены в эксплуатационную модель ссылками на справочники элементов иерархии, "общих" для строительной и эксплуатационной моделей.

Пример строительной модели корабля представлен на рис. 3. Основными элементами иерархической структуры являются строительные районы, блоки, секции и подсекции. В иерархию строительной модели входят и "общие" для эксплуатационной и строительной моделей элементы: помещения, системы, оборудование, документация, ИЭТР — они добавлены в иерархическую структуру с помощью ссылок на справочники "общих" элементов.

Разделы-справочники ЭИМК, "общие" для строительной и эксплуатационной моделей, содержат сведения о реальных помещениях, системах, оборудовании. Наибольший объем занимает справочник, представляющий собой два списка: всех систем корабля и список оборудования (состава систем). Записи списка систем имеют соответствующие поля (атрибуты формы ввода), обеспечена возможность записи чертежей и любых

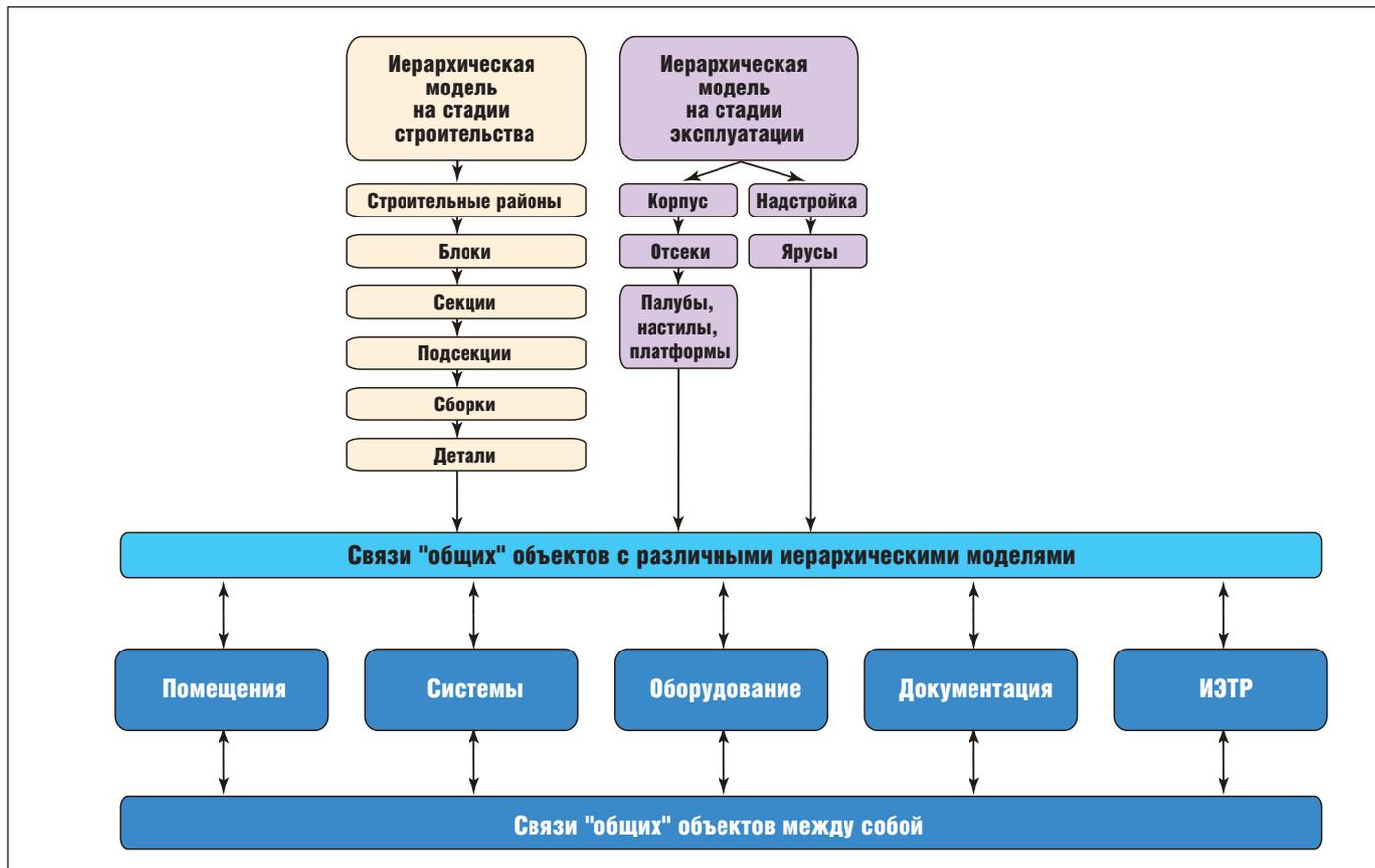


Рис. 1. Основные элементы иерархии информационной модели корабля на стадиях строительства и эксплуатации

других документов. Любая из записей списка систем имеет ссылки на записи списка элементов систем.

Для каждой единицы оборудования систем имеется соответствующая форма с атрибутами – полями регистрации и поиска в базе; предусмотрена возможность записи файлов чертежей и иных документов в электронном виде. Все системы и единицы оборудования системы связаны с записями справочника ЗИП

(на этом мы подробнее остановимся ниже – в разделе "Модуль "Логистическая поддержка"). Все справочники связаны по соответствующим полям, реализован механизм детализации оборудования по системам и разбиения общекорабельных систем по помещениям (включая оборудование соответствующих систем в помещениях).

Каждая атрибутивная карточка объекта иерархии имеет вкладку Связи, ото-

бражающую следующую информацию: состав объекта иерархии (что в него входит), в состав чего именно входит данный объект иерархии (входимость), где данный объект иерархии используется (применяемость). Кроме того, каждый объект, отображаемый на вкладке Связи любого элемента иерархии, может быть "раскрыт", что предполагает получение его карточки, анализ состава, входимости и применяемости. Таким образом, этот метод отображает состав, входимость и применяемость не только объекта иерархических структур, но и связанных с ним объектов. Метод не накладывает ограничений по степени вложенности, благодаря чему один из важнейших документов судостроения, так называемый "кирпич", формируется автоматически.

Кроме того, в ЭИМК создан раздел документации, включающий разделы технического проекта, рабочего проекта и эксплуатационной документации с подразделами. Каждый элемент справочника имеет атрибуты для регистрации и поиска в базе, а также обеспечивает возможность записи файлов чертежей, нормативных, справочных, юридических, административных и прочих документов.

Помимо справочников, "общих" для строительной и эксплуатационной модели, в ЭИМК разработаны иерархичес-

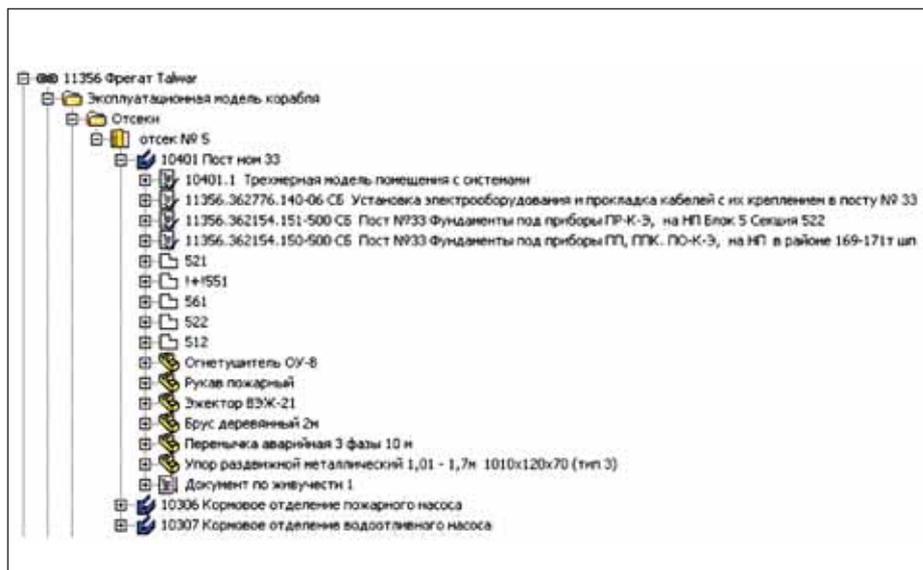


Рис. 2. Основные элементы иерархии эксплуатационной модели

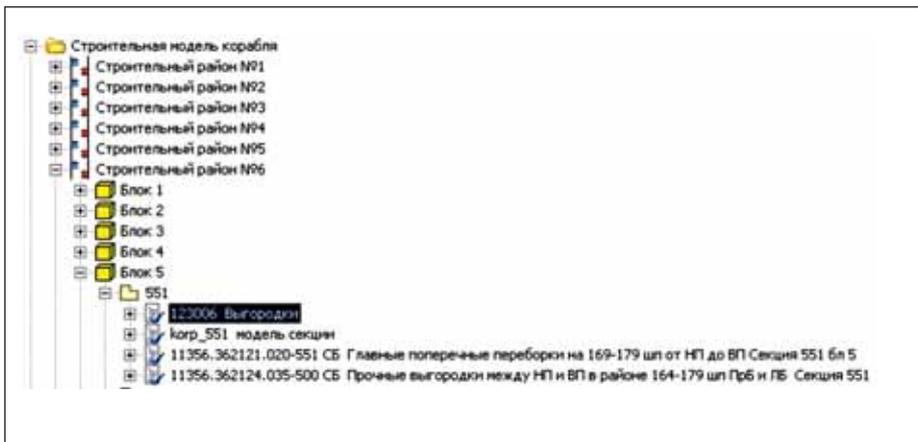


Рис. 3. Основные элементы иерархии строительной модели

кие структуры, соответствующие стадиям строительства и эксплуатации.

Предложен механизм отображения связей строительной и эксплуатационной структур с элементами, "общими" для этих структур. В частности, системы и оборудование связывались как с соответствующими элементами иерархической модели эксплуатационной структуры (отсеками, помещениями, палубами), так и с соответствующими элементами иерархической структуры строительной модели (строительными районами, блоками, секциями).

### Модуль "Логистическая поддержка"

Одной из важнейших и наиболее востребованных подсистем ЭИМК является подсистема создания электронных каталогов предметов снабжения (ЭКПС): оборудования и ЗИП, необходимого при эксплуатации и ремонте изделия. ЭКПС обеспечивает интегрированную логистическую поддержку (ИЛП) изделия на этапе эксплуатации, поддерживает механизм формирования заявок на пополнение ЗИП (запасные части, инструмент, принадлежности).

В модуле логистической поддержки реализованы инструменты, позволяющие планировать наличие на складе организации-поставщика тех или иных предметов снабжения, необходимых для плановых регламентных работ.

Наряду с инструментом поддержки плановых регламентных работ, создан механизм сбора информации о внеплановых заказах предметов снабжения. Причины внепланового заказа могут быть самыми различными: отказ оборудования или выход его из строя по вине эксплуатирующей организации, аварийные ситуации; к этой же группе относится заказ ресурсных предметов снабжения, выработка ресурса которых не поддается планированию. Данная информация накапливается в системе и подвергается статистическому анализу с

использованием методов математической статистики. Это позволяет прогнозировать внеплановые заказы тех или иных предметов снабжения и обеспечивать их заблаговременную поставку на склад комплектующей организации, анализировать степень надежности поставщиков.

Суть работы механизма сводится к следующему: представитель эксплуатирующей организации имеет возможность, используя как "обычный", так и "тонкий" клиент (web-браузер), обратиться к базе ЭИМК и выбрать необходимый для пополнения ЗИП. После формирования заявки на пополнение ЗИП она отправляется по системе встроенной в ЭИМК электронной почты на адрес соответствующей организации.

В электронной информационной модели корабля осуществляется разграничение прав доступа к разделам информации: например, эксплуатирующая организация имеет доступ лишь к разделам эксплуатационной документации, эксплуатационной структуре, электронному каталогу предметов снабжения, системе формирования и подачи заявок на пополнение ЗИП.

В дальнейшем станет возможным создание интерфейсов между соответствующими складскими и прочими системами учета, а также модулями ERP/MRP-систем конкретного предприятия. С одной стороны, это позволит решить проблемы создания функционала, обеспечивающего ИЛП со стороны обслуживающей организации, а с другой — исключит дублирование информации о состоянии складов и заказов в организациях-субподрядчиках.

ЭИМК имеет ряд механизмов, позволяющих в перспективе синхронизировать справочники вышеперечисленных систем и справочники ЗИП, созданные в ЭИМК. Для этих целей осуществляются следующие операции:

- периодическое обновление справочников ЭИМК (автоматический экс-

порт и импорт информации в соответствующие справочники);

- синхронизация справочников ЭИМК со справочниками всех действующих в общем процессе систем в режиме реального времени.

Особенности использования механизмов, рассмотренных нами выше, зависят от ряда факторов: применяемых на предприятии систем автоматизации складского учета, ERP/MRP-систем и т.д. Для их реализации в модуле "Логистическая поддержка" необходима детализация задачи на конкретном предприятии.

### Модуль "3D-модель"

Создание этого модуля требует уточнения ряда вопросов. К примеру, достаточно важен принятый на предприятии тип системы трехмерного моделирования. ЭИМК может загружать структуры изделия из следующих систем: CATIA, Unigraphics, Pro Engineer, Autodesk Inventor, Solid Edge, SolidWorks. Разработана технология взаимодействия со специализированными системами, применяемыми в судостроении: TRIBON и FORAN. При необходимости возможно создание интерфейсов с другими системами трехмерного моделирования. Кроме того, ЭИМК взаимодействует с системами AutoCAD и КОМПАС.

При создании ЭИМК разработана технология, позволяющая, обращаясь к тому или иному компоненту 3D-модели, который создан в одной из перечисленных систем 3D-моделирования, получать необходимую информацию о выбранном компоненте в иерархических структурах строительной и эксплуатационной моделей. Используется формат публикации двумерных и трехмерных графических документов DWF (разработчик — компания Autodesk). Этот формат обеспечивает защищенную передачу графических данных, исключает внесение в эти данные каких бы то ни было изменений и сводит к минимуму объем информации, передаваемой по каналам. Вьюер, обеспечивающий просмотр документов, свободно распространяется через Internet.

Пользователь ЭИМК инициализирует соответствующую опцию вьюера 3D-модели, после чего происходит автоматический переход к карточке выбранного элемента модели в дереве объектов ЭИМК (рис. 4). Доступна вся информация о связях данного элемента с другими объектами структуры ЭИМК, можно получить их формы, атрибуты, файлы и т.д. При этом пользователь получает информацию о связанных элементах иерархии и их характеристиках, может перенести элемент на рабочий стол.



Рис. 4. Переход от 3D-модели к карте выбранного элемента

- платформа – СУБД Microsoft SQL Server 2000 и Oracle 9.2;
- удобный интерфейс, отвечающий стандартам Windows.

Для описания и настройки всех иерархических структур и связей между ними применялись встроенные механизмы системы.

При создании модели также использовались СУБД Oracle и MS SQL Server (базы TDMS создаются в этих СУБД).

В качестве приложений для работы с файлами чертежей использовался встроенный в систему TDMS вьюер (CS Viewer, также разработанный компанией Consistent Software Development) и внешние подключаемые приложения, предназначенные для работы с соответствующими форматами файлов: AutoCAD, КОМПАС 2D.

Работу с перечисленными выше системами трехмерного моделирования обеспечивает интерфейс между ними и TDMS – система "Навигатор".

В процессе создания ЭИМК реализованы механизмы импорта-экспорта информации между базами TDMS и базами систем учета, а также складских систем.

Разработана технология взаимодействия с 3D-моделями и соответствующими объектами иерархической структуры (с целью получения различного рода информации о той или иной части 3D-модели).

Важной особенностью системы TDMS является ее российское происхождение, открытость и подтвержденный опытом сравнительно небольшой срок внедрения. Например, при модернизации платформы Hutton по проекту "Приразломная" на ФГУП "ПО Севмаш" требовалось создать электронную информационную модель платформы, организации хранения и управления информацией (порядка 200 тысяч чертежей и иных документов) в иерархической структуре, описывающей платформу. При создании электронной информационной модели были учтены и отображены классификация объектов иерархической структуры и классификация документации согласно принципам компании-производителя.

Все работы по внедрению выполнялись силами специалистов ФГУП "ПО Севмаш" при технической поддержке CSoft Санкт-Петербург (Бюро ESG). Срок внедрения составил около двух месяцев.

*Ольга Галкина,  
Алексей Рындин,  
к.т.н. Леонид Рябенский,  
к.т.н. Александр Тучков,  
Игорь Фертман  
Тел.: (812) 496-6929  
E-mail: aryndin@csoft.spb.ru*

## Модуль "Интерактивные руководства"

Как уже сказано, в систему включено дерево документации, каждый узел которого (чертеж, ссылочный документ, спецификация, нормативный документ и т.д.) связывается с соответствующими объектами эксплуатационной и/или строительной структуры. Все элементы дерева документации имеют форму с полями для регистрации и поиска в базе, а также непосредственно файлы документов.

Одна из ветвей дерева содержит интерактивные руководства. Они доступны как непосредственно из дерева документации, так и из дерева эксплуатационной и/или строительной модели корабля, поскольку каждое интерактивное руководство не только размещено в соответствующей ветви дерева документации, но и с помощью ссылок включено в эксплуатационное и/или строительное дерево корабля. К настоящему времени реализован механизм перехода из интерактивного руководства в дерево иерархических структур ЭИМК. Переход осуществляется автоматически по щелчку на соответствующем объекте руководства.

## Практическая реализация электронной информационной модели корабля

Ядром решения при реализации ЭИМК стала российская система TDMS (разработчик – компания Consistent Software Development).

Основные характеристики системы:

- практически неограниченная масштабируемость;
- надежная защита данных;
- возможность хранения документов внутри базы данных, на файл-серверах и в файловой системе;
- поддержка версий объектов и документов;
- возможность просмотра истории разработки любого объекта;
- ведение журнала доступа пользователей;

**Важной особенностью системы TDMS является ее российское происхождение, открытость и подтвержденный опытом сравнительно небольшой срок внедрения**

- встроенный модуль просмотра файлов графических форматов;
- интеграция с внешними приложениями для редактирования и просмотра файлов документов, а также для произвольной обработки данных системы;
- импорт данных в систему из любой структуры;
- экспорт данных из системы в любую структуру;
- встроенные языки программирования VB Script и Java Script;

# ФГУП ЦМКБ "Алмаз":

## ПЕРЕХОД К 3D-МОДЕЛИРОВАНИЮ



ФГУП ЦМКБ "Алмаз" является одним из лидеров в области проектирования водоизмещающих кораблей и судов, а также скоростных кораблей и катеров с динамическими принципами поддержания (на "воздушной подушке", с использованием интерцепторов и т.п.).

**П**роцесс перехода к автоматизированному проектированию на предприятии начался в 1993-96 годах, с проявлением нового для того времени программного продукта – AutoCAD ([www.autocad.ru](http://www.autocad.ru)). Созданной в среде этой САПР библиотекой оборудования, включающей более тысячи 2D-объектов (главные двигатели, насосы, различная арматура и т.д.), до сих пор используются при разработке новых и корректировке старых проектов.

Однако прогресс не стоит на месте. С появлением более мощных компьютеров появилась возможность создавать трехмерные модели оборудования.

Первой ласточкой в деле освоения новой технологии стал заказ 20380 "Корвет", проектирование которого началось в 2001 году. При выполнении этого заказа применялись элементы трехмерного моделирования в системе AutoCAD. Параллельно создавалась база элементов оборудования с применением гибридной технологии каркасно-твердотельного моделирования. На основе 3D-моделей помещений главной энергетической установки был налажен выпуск рабочей конструкторской документации. Не были забыты и двумерные инструменты, с помощью которых осуществлялось проектирование малотоннажных судов и кораблей по другим заказам.

Со временем количество САПР, используемых на нашем предприятии, возросло. Их внедрение было вызвано необходимостью максимально расширить возможности проектировщиков. Так, ис-

пользование специализированной судостроительной САПР Tribon позволяет решить целый ряд специфических задач, таких как:

- создание и передача на верфь 3D-моделей корпусов судов для изготовления плазово-технологической документации;
- разработка и создание структурированной базы данных оборудования и арматуры;
- разработка электронных 3D-моделей корабля в целом (судовые системы, прокладка кабеля, вентиляции и пр.) и передача их на верфь для технологической подготовки производства.

Система Tribon позволяет осуществлять трехмерное проектирование, производить необходимые расчеты, разрабатывать проектно-конструкторскую и технологическую документацию на различных стадиях проектирования, постройки и модернизации корабля. При этом проектирование и постройка корабля осуществляются параллельно. Несомненные преимущества системы очевидны. Есть, правда, и свои недостатки: поскольку Tribon является судостроительной системой, она не предназначена для разработки изделий МСЧ (машиностроительной части). Чтобы решить эту узкоспециальную задачу, требовалось найти САПР, обеспечивающую:

- создание трехмерных объектов с возможностями детализации, позволяющими выпускать документацию различных уровней и сложности;

- наличие отечественного каталога по материалам и изделиям;
- конвертацию трехмерных объектов из одной системы в другую с сохранением их структуры;
- простоту и скорость освоения, не требующего специального обучения.

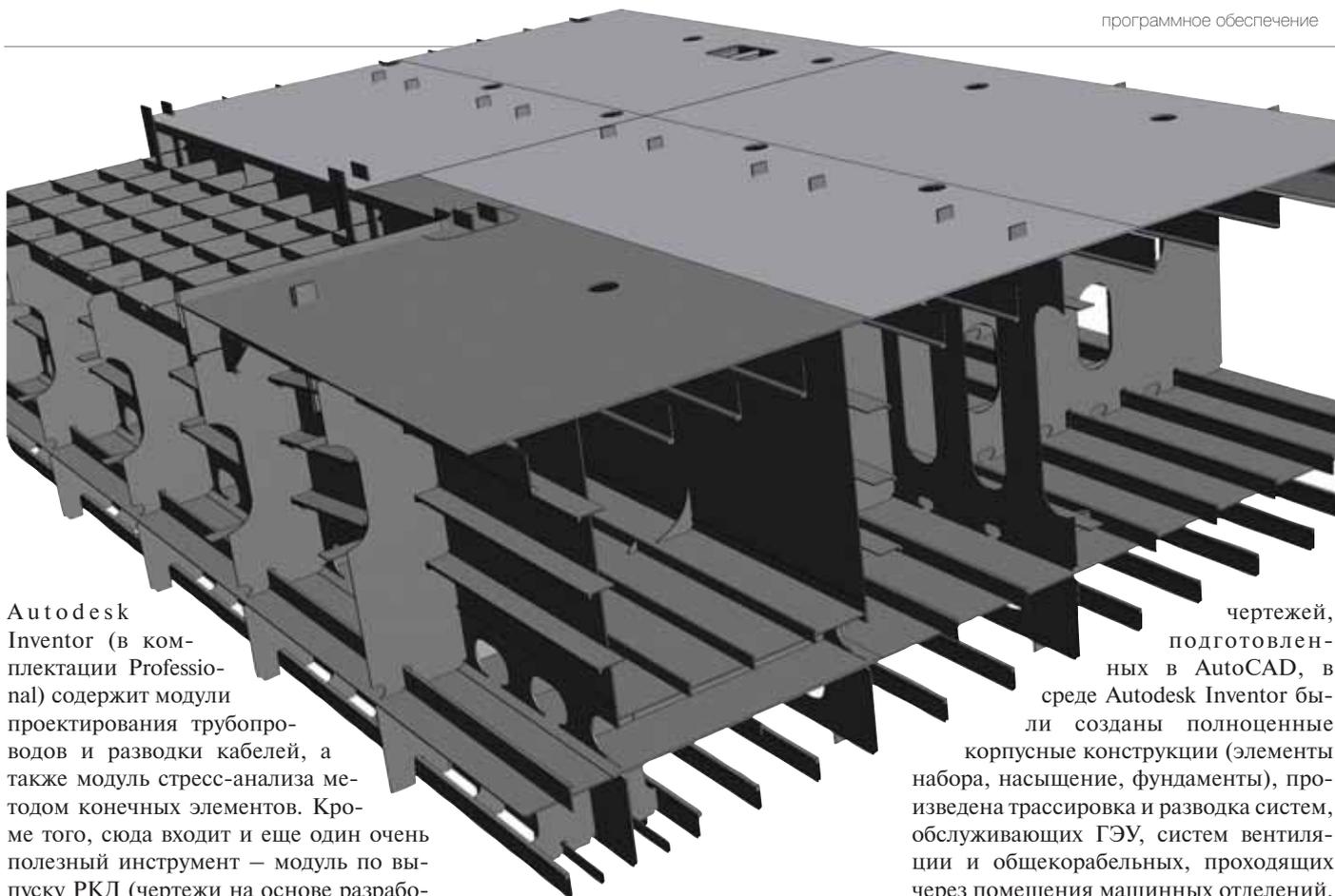
После тщательного анализа рынка наиболее соответствующим этим требованиям был признан Autodesk Inventor ([www.inventor.ru](http://www.inventor.ru)), программный продукт компании Autodesk.

Презентацию этой САПР организовал системный центр Autodesk в Санкт-Петербурге – CSoft Санкт-Петербург (Бюро ESG). Эта же компания обеспечила техническую поддержку и провела вводный курс обучения на базе 31 отдела (Отдел проектирования ГЭУ (главная энергетическая установка) и систем, обслуживающих ГЭУ). Выбор компании для внедрения Autodesk Inventor был не случайным – ее сотрудничество с ФГУП ЦМКБ "Алмаз" имеет давнюю историю. В 2001 году компания CSoft Санкт-Петербург (Бюро ESG) наладила процесс выпуска печатной документации на оборудовании компании Océ Technologies ([www.oce.ru](http://www.oce.ru)) и произвела поставку плоттера Océ 9300, а в 2003 году – Océ TDS400.

Основные преимущества Autodesk Inventor основаны на том, что этот программный продукт фактически включает несколько САПР:

- Autodesk Inventor;
- Autodesk Mechanical Desktop;
- AutoCAD.

Autodesk Inventor содержит справочную систему и интерактивное электронное техническое руководство на русском языке, которые позволяют пользователям, знакомым с системой AutoCAD, в кратчайшие сроки начать работу по созданию 3D-моделей. Расширенный



Autodesk Inventor (в комплектации Professional) содержит модули проектирования трубопроводов и разводки кабелей, а также модуль стресс-анализа методом конечных элементов. Кроме того, сюда входит и еще один очень полезный инструмент — модуль по выпуску РКД (чертежи на основе разработанных 3D-моделей и их спецификации), который поддерживает оформление документации по ЕСКД и ее передачу в формате DWG/DXF в другие САПР, объединенные единой базой данных.

В настоящее время мы используем одну из новейших версий Autodesk Inventor Professional, позволяющую эффективно решать целый ряд задач, среди которых:

- создание базы твердотельных 3D-моделей оборудования и механизмов, входящих в состав ГЭУ и систем, ее обслуживающих;
- электронное макетирование общего расположения машин и механизмов в машинных отделениях, трассировка систем, обслуживающих ГЭУ, и прокладка транзитных систем общесудового назначения, проходящих через помещения машинных отделений;
- разработка РКД и оформление чертежей, полученных на основе 3D-моделей общего расположения;
- отработка процедур обмена данными между двумя используемыми САПР — Autodesk Inventor и Tribon.

Последний пункт исключительно важен, поскольку вопрос обмена данными между этими САПР, различающимися идеологией построения и идентификации 3D-моделей, давно являлся головной болью программистов. И только с появлением транслятора, разработанного компанией AVEVA Group plc., проблема была решена: он позволяет экс-

Рис. 1. Результаты трансляции части 3D-модели корпуса из САПР Tribon в Autodesk Inventor

портировать созданные в Tribon 3D-модели в Autodesk Inventor с сохранением сборочных зависимостей и исходных наименований.

Специалисты компании CSoft Санкт-Петербург (Бюро ESG) помогли нам транслировать из Tribon в Autodesk Inventor часть корпусной конструкции, состоящую из 800 элементов (рис. 1), а также структуру и наименования, принятые в Tribon. Что особенно важно — при этом была сохранена система отсчета координат и привязок по проекту. За двадцать минут, которые заняла трансляция, мы получили полноценную и качественную сборку объектов корпусных конструкций для дальнейшей работы с ними в среде Autodesk.

Импорт созданных в среде Autodesk Inventor 3D-моделей в Tribon осуществляется при помощи утилиты, обеспечивающей чтение SAT-формата. Без такого импорта не обойтись, когда 3D-модели имеют очень сложную форму и трудны для создания в Tribon.

Autodesk Inventor позволяет создавать реалистичные и очень точные с геометрической точки зрения 3D-модели. В рамках разработки электронных макетов энергетической установки была проведена огромная работа по формированию моделей оборудования, размещенного в машинных отделениях. На основе

чертежей, подготовленных в AutoCAD, в среде Autodesk Inventor были созданы полноценные корпусные конструкции (элементы набора, насыщение, фундаменты), произведена трассировка и разводка систем, обслуживающих ГЭУ, систем вентиляции и общекорабельных, проходящих через помещения машинных отделений.

На рис. 2.1 и 2.2 представлены 3D-модели дизель-генераторов, которые с помощью Autodesk Inventor в кратчайшие сроки были созданы для электронного макетирования текущих проектов.

Модель дизель-генератора MTU 16V4000 была конвертирована из модели, сформированной в SolidWorks и любезно предоставленной нам немецкой компанией MTU. Модель же судового дизель-генератора АДГ-630НК полностью создана средствами Autodesk Inventor.

На рис. 3.1 и 3.2 приведены спроектированные при помощи инструментов Autodesk Inventor элементы трубопроводов систем, находящихся в помещениях машинных отделений. Средствами программы в процессе моделирования был осуществлен анализ пересечения элементов трубопроводов и исправлены выявленные коллизии, что значительно ускорило согласование и выпуск РКД по этим системам.

В процессе отладки механизма выпуска рабочей документации с использованием инструментов Autodesk Inventor чертежи общего расположения создаются на основе макета и транслируются в AutoCAD для дальнейшего оформления.

Наряду с расширением и упорядочением существующей базы 3D-моделей, которая будет использоваться при новом проектировании, и дальнейшей отработкой процедур обмена данными между Autodesk Inventor и Tribon, специалисты ФГУП ЦМКБ "Алмаз" приступили к

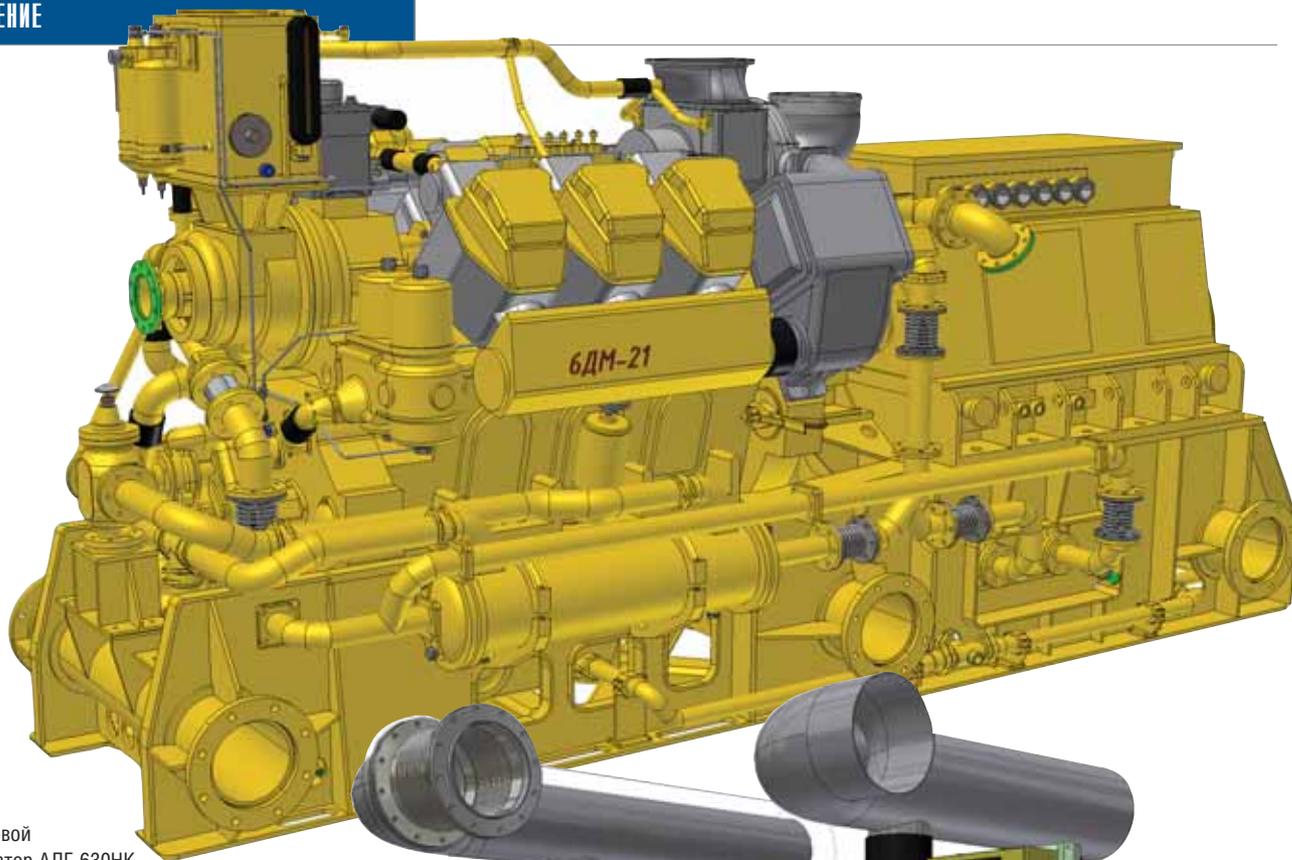


Рис. 2.1. Судовой дизель-генератор АДГ-630НК

созданию 3D-моделей машинных отделений по новым заказам для ВМФ РФ.

Таким образом, с появлением Autodesk Inventor процесс проектирования на нашем предприятии претерпел кардинальные изменения. Назовем лишь некоторые преимущества, ставшие доступными после внедрения этого программного продукта:

- уменьшение сроков выпуска и согласования РКД;
- возможность создания эксплуатационной документации верхних уровней;
- большой выбор инструментов, применимых для судостроительной отрасли;
- простое обучение пользователей AutoCAD работе в Autodesk Inventor (родственный интерфейс, мощная система интерактивной помощи и поддержки);
- широкие возможности импорта-экспорта из других САПР и многое другое.

Эти преимущества были надлежащим образом оценены руководством ФГУП ЦМКБ "Алмаз", которое намерено продолжить плодотворное сотрудничество с компанией CSoft Санкт-Петербург (Бюро ESG). Было принято решение заменить временные лицензии на постоянные, заключен договор на обучение пользователей и техническую поддержку на всех этапах работ.

В заключение хочется подчеркнуть, что внедрение Autodesk Inventor и реа-

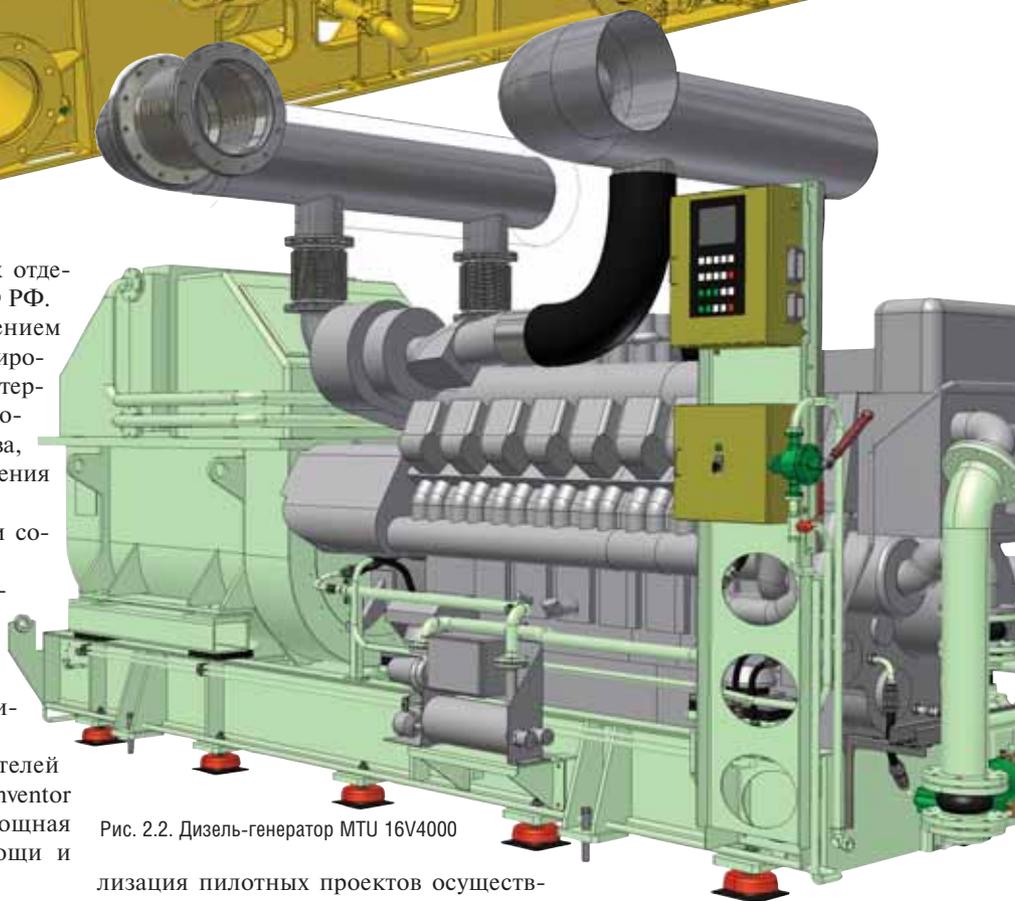


Рис. 2.2. Дизель-генератор MTU 16V4000

лизация пилотных проектов осуществлялись совместными усилиями специалистов CSoft Санкт-Петербург (Бюро ESG) и предприятия ФГУП ЦМКБ "Алмаз":

- от ФГУП ЦМКБ "Алмаз"
  - заместитель Генерального директора — Генерального конструктора *Марк Давыдович Бройдо*;
  - начальник 31-го отдела (отдел ГЭУ и систем, обслуживающих ГЭУ) *Константин Геннадьевич Голубев*;
  - начальник 22-го отдела (отдел внедрения САПР Tribon) *Алексей Анатольевич Карпов*;
  - инженер-конструктор I категории

(31-й отдел) *Евгений Владимирович Маков*;

- инженер-конструктор II категории (31-й отдел) *Александр Александрович Нортков*,
- от CSoft Санкт-Петербург (Бюро ESG)
- руководитель отдела САПР *Игорь Вячеславович Шентунов*.

*Евгений Маков,*  
*Александр Нортков*  
**ФГУП ЦМКБ "Алмаз"**  
*Игорь Шентунов*  
**CSoft Санкт-Петербург (Бюро ESG)**  
 Тел.: (812) 496-6929

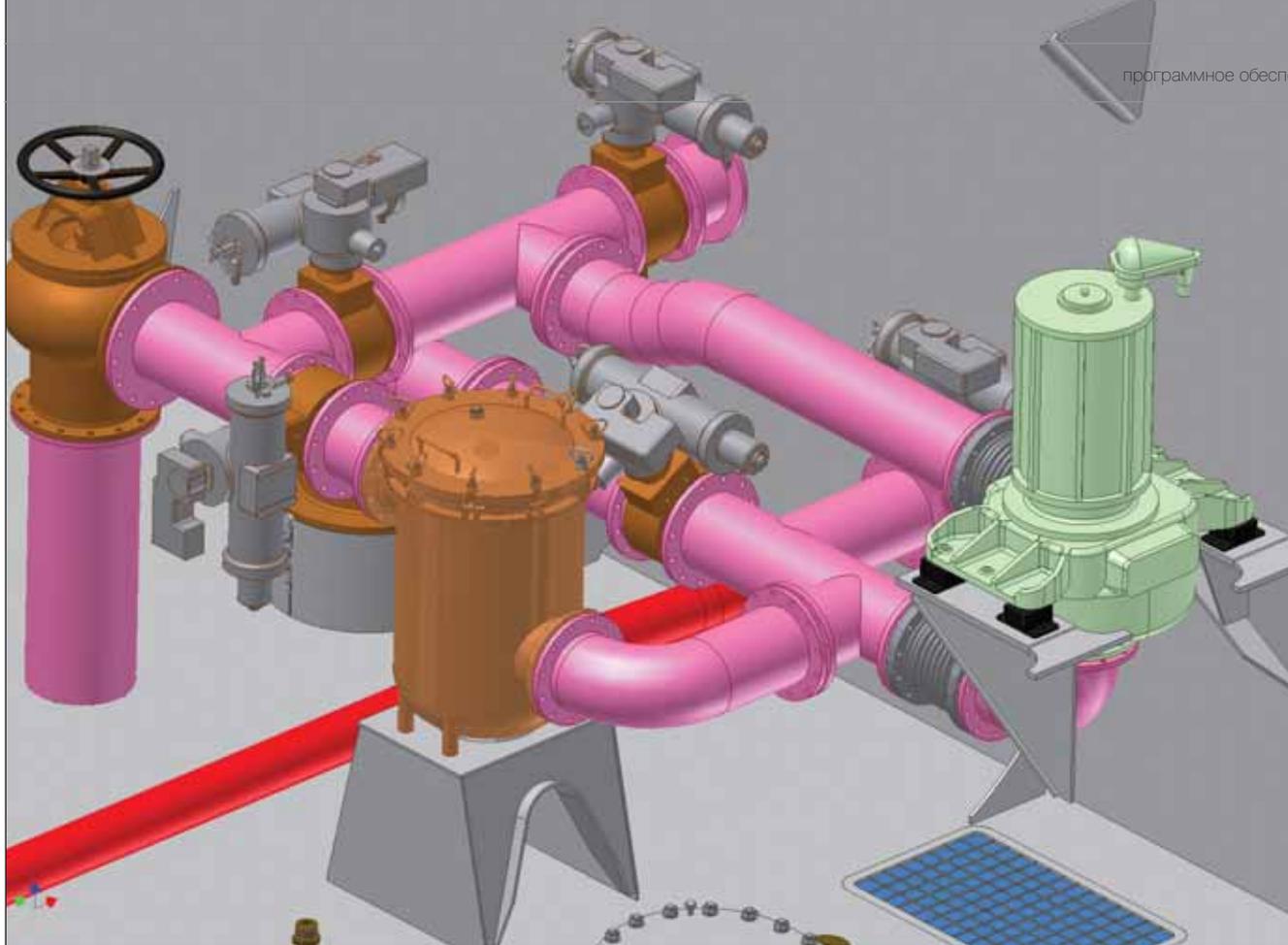


Рис. 3.1. Элементы водоотливной системы

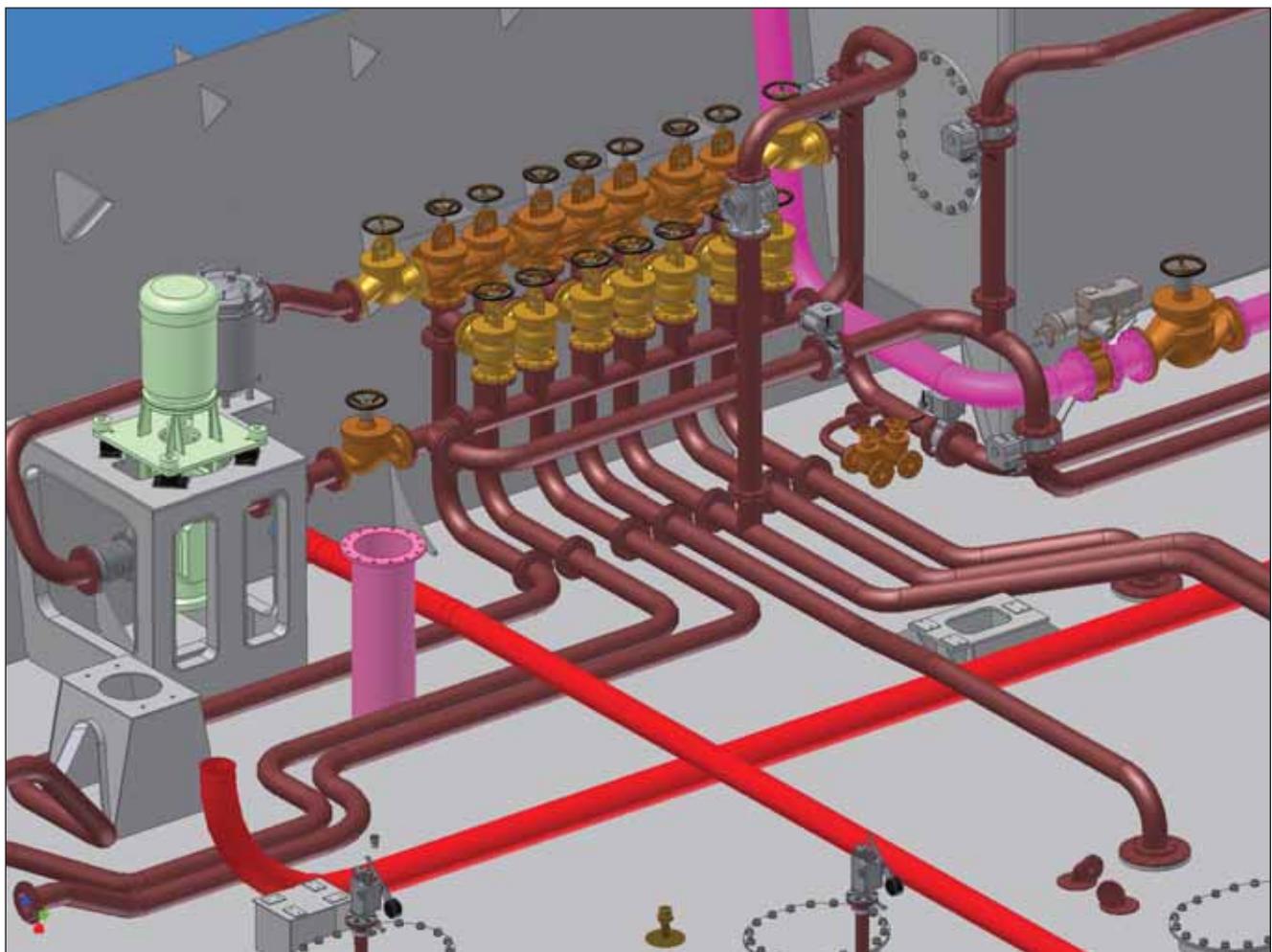


Рис. 3.2. Элементы топливоперекачивающей системы



# Technologies

ОПЫТ ВНЕДРЕНИЯ В ЗАО "ВОЛГАЭРО"

## Введение

Среди множества неотложных задач, которые стоят перед нашей страной, не последнее место принадлежит возрождению отечественной авиационной промышленности. И хотя российская школа авиастроения обладает огромным потенциалом, в наше время без кооперации с зарубежными компаниями не обойтись. Наиболее ярким примером такой международной кооперации стал проект созда-

ния семейства региональных самолетов RRJ (SuperJet100) (Russian Regional Jet). Задачу разработки, производства и послепродажного обслуживания двигателя для этих самолетов совместно решают две крупные авиадвигателестроительные компании – российское НПО "Сатурн" и французская Snecma.

В рамках этого проекта было создано совместное производственное предприятие "ВолгАэро", основной задачей ко-

торого является изготовление деталей нового авиадвигателя, получившего индекс SaM-146. После капитальной реконструкции, проведенной в одном из бывших цехов НПО "Сатурн", производственный корпус "ВолгАэро" приобрел самый современный вид и "начинку" – смонтированы передовые инженерные системы (отопление, вентиляция), установлено самое современное оборудование по механообработке, лис-



товой резке, сварке, термообработке и нанесению покрытий.

В настоящее время невозможно себе представить эффективную организацию производства без корпоративной информационной системы (КИС), обеспечивающей четкое управление производственно-финансовой деятельностью предприятия. На основе составленного заказчиком технического задания (ТЗ) из представленных на рынке информационных систем было необходимо выбрать ту, которая наиболее эффективно могла бы организовать:

- процессы технологической подготовки производства;
- процессы планирования изготовления продукции;
- процессы исполнения плана производства продукции;
- процессы обеспечения качества продукции;
- процессы, связанные с обеспечением производства продукции (материально-техническое снабжение);
- процессы по управлению персоналом;
- процессы по финансовому контролю и анализу;
- процессы бухгалтерского учета на предприятии.

При составлении ТЗ были учтены и требования, специфические для отрасли. Система должна была обеспечить:

- информационную поддержку в течение всего срока жизни изделия (от заготовок до утилизации изделия по окончании эксплуатации);
- предоставление специфического набора сопроводительной документации;
- специальные процессы обеспечения контроля качества продукции.

Поскольку созданное совместное предприятие задумывалось как своеобразный полигон освоения зарубежного опыта управления производственным предприятием, французские специалисты сформулировали предъявляемые к системе требования:

- построение бизнес-процессов на предприятии в соответствии с современной мировой практикой;
- прозрачность производственного учета;
- непрерывное отражение основных показателей деятельности предприятия (французские специалисты называют это "dashboard" – "приборная доска", как в автомобиле);
- использование позаказной модели функционирования предприятия, для чего было необходимо по каждому заказу обеспечить прослеживаемость выданных в производство конкретных материалов и изготовленных из них изделий;



- ну и, конечно, документы и необходимые интерфейсы системы не только на русском, но и на английском языке.

После изучения рынка недорогих отечественных информационных систем выбор был сделан в пользу двух отечественных продуктов: для реализации системы автоматизации финансово-экономической деятельности (ФЭД) – 1С:Предприятие 8.0 Управление Производственным Предприятием, для реализации системы автоматизации технологической подготовки и планирования производства (ТПиПП) – TechnologiCS ([www.technologics.ru](http://www.technologics.ru)). И это неудивительно: развитые интерфейсы взаимодействия (API) позволяют быстро и просто осуществить интеграцию, а по критерию "цена/качество" эти продукты входят в число лидеров. Следует также отметить развитые средства настройки обоих продуктов под конкретного заказчика при наличии мощного базового функционала.

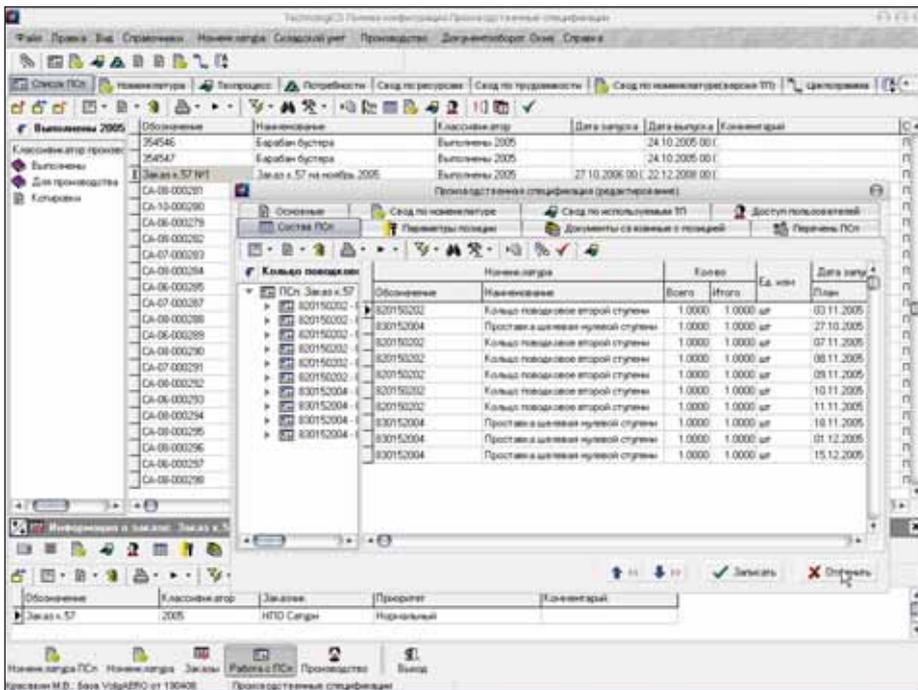
Рамки статьи не позволяют подробно остановиться на всех особенностях и преимуществах приобретенной системы. Поэтому, оставив тему внедрения системы финансово-экономической деятельности предприятия для отдельной статьи в издании соответствующего профиля, рассмотрим 1С:Предприятие 8.0 только с точки зрения интеграции с TechnologiCS.

Не рассматривая здесь базовые функции TechnologiCS, остановимся лишь на примерах решения с помощью этого продукта специфических задач, характерных для "ВолгАэро". Условно такие задачи можно разделить по следующим признакам:

- ведение заказов;
- техническая подготовка производства (ТПП);
- планирование производства;
- производственный учет;
- управление качеством продукции.

Рассмотрим каждый из этих аспектов более подробно.





**Ведение заказов**

Как мы уже говорили, на предприятии организовано позаказное производство. Следовательно, требуется обеспечить прослеживаемость заказа от его регистрации, через составление спецификации до передачи готовой продукции на склад. При этом важно сохранить всю информацию по истории изготовления изделия.

Ведением заказов в "ВолгАэро" занимается менеджер по продажам, который определяет, что, для кого, в каком количестве и в какие сроки должно быть произведено. Здесь в основном используется стандартный функционал TechnologiCS: вводятся (выбираются) реквизиты заказчика, номер заказа (договора), дата выпуска продукции и составляется спецификация заказа. Если информация о заказываемой номенклатуре отсутствует, принимается решение о проведении ТПП.

**ТПП**

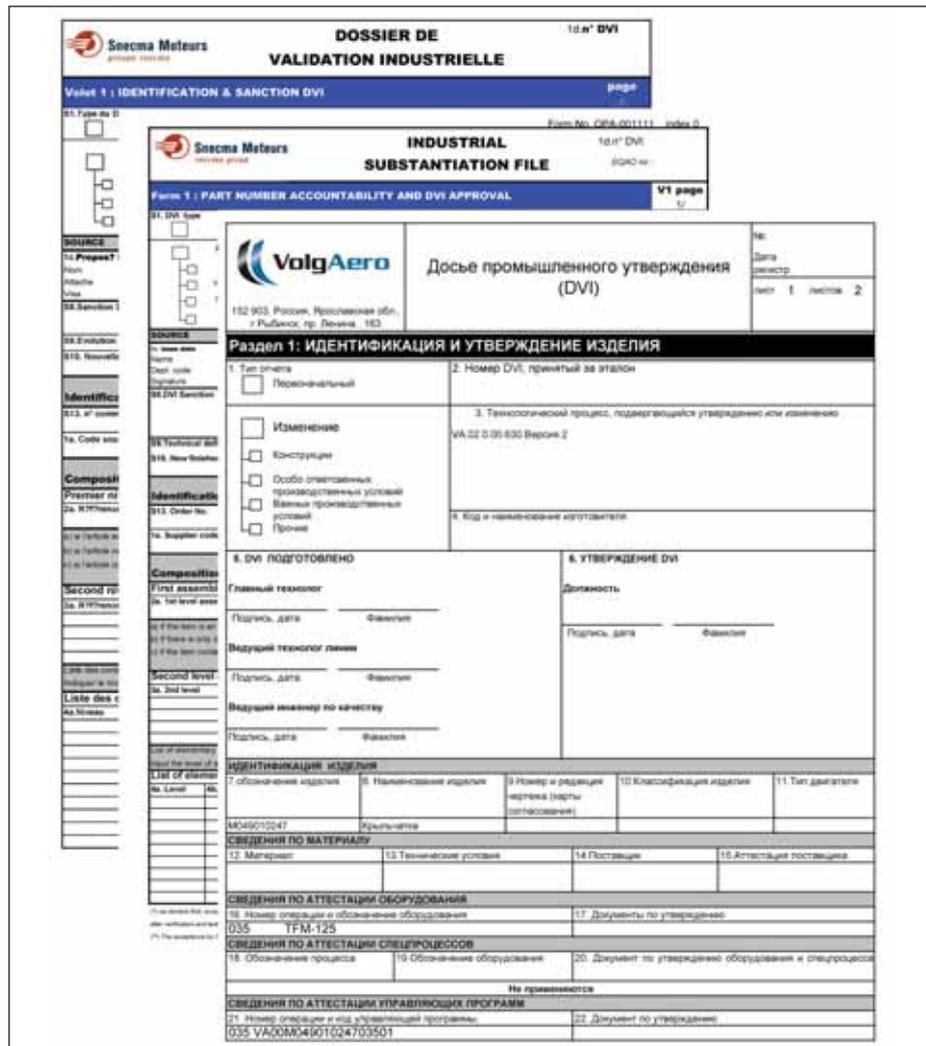
Самостоятельных конструкторских разработок "ВолгАэро" не ведет, получая всю конструкторскую документацию (КД) от компаний-заказчиков. Когда решение о проведении ТПП принято, а КД поступила, начинает создаваться технологическая документация и определяются сроки технологической подготовки производства.

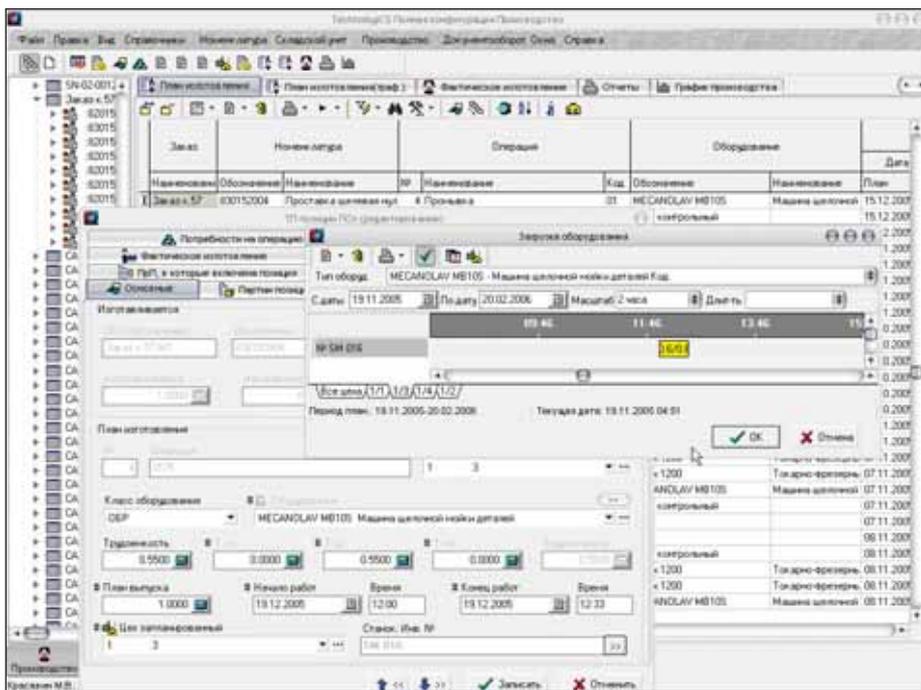
В процессе внедрения системы обнаружилось несоответствие стандартных форм ЕСТД требованиям специалистов технологического отдела, что вызвало необходимость доработки комплекта форм технологических документов и добавления необходимых расчетов параметров техпроцесса. При подготовке технологи-

ческой документации используются как 3D-модели изделий (Unigraphics/CATIA), так и чертежи или эскизы (AutoCAD), для ускорения работы с кото-

рыми и интеграции с TechnologiCS теперь можно использовать MechanicCS Эскиз.

Как уже отмечалось, одна из приоритетных задач, стоящих перед предприятием, – гарантированное качество продукции. Для обеспечения этого требования "хозяин технологического процесса" – технолог совместно с инженером по качеству утверждает разработанный технологический процесс специальным документом системы качества "Отчет о производственном утверждении" (DVI – Dossier de Validation Industrielle). Эффективность этого документа, обязательного для каждого поставщика Snecma, очень скоро была оценена по достоинству, и теперь он используется для всех изделий, изготавливаемых в "ВолгАэро". "Отчет о производственном утверждении" печатается из TechnologiCS и содержит данные по заказу, составу изделия, технологическому процессу, а также параметры, зафиксированные в процессе изготовления первого пригодного изделия. Подписываемый как изготовителем, так и заказчиком, этот документ гарантирует в дальнейшем высокое качество изготовления изделий.





## Планирование

На основании зарегистрированных заявок клиентов менеджер по планированию открывает производственные заказы, планирует даты запуска изделий в производство (исходя из требуемых сроков выпуска, а также из имеющихся производственных мощностей) и таким образом формирует производственный план.

Ключевыми параметрами этого процесса, в соответствии с методологией MRP II, используемой на предприятии для производственного планирования, являются:

- трудовые и материальные нормативы, заложенные технологами на стадии техподготовки;
- количество изделий и определенные службой продаж сроки выпуска продукции;
- доступная производственная мощность.

В случае перегрузки оборудования менеджер по планированию может выбрать альтернативный вариант технологического процесса изготовления, чтобы попытаться "расшить" узкие места. В этом ему помогает TechnologiCS, позволяющий создавать альтернативные графики производства. Если в рамках установленного времени разместить заказ невозможно, по согласованию с заказчиком может быть принято решение об изменении сроков поставки изделия.

Таким образом составляется план производства, выполнение которого зависит от соблюдения сроков поставки заготовок, отсутствия сбоев в работе станков и т.п. Чтобы минимизировать возможность появления подобных про-

блем, в производственный цикл изначально закладывается избыточный период межоперационной транспортировки. Ведь главная цель — выпустить продукцию в срок, не обмануть ожидания клиента. При этом регулярно анализируется реальный производственный цикл — для принятия мер по его оптимизации и сокращению.

На основании производственного плана и реальной загрузки оборудования плановик производственной линии производит пооперационное планирование, а в случае возникновения экстренных ситуаций — перепланирование. При этом TechnologiCS позволяет вычислять время начала и окончания операций по ТП, материальные потребности и загрузку оборудования. На основании этих данных формируются сменно-суточные задания рабочим.

## Производственный учет

Если к моменту запуска производства уже составлен пооперационный план (распределение работ по станкам и рабочим), мастеру остается составить ряд документов, необходимых для осуществления учетных операций: требование-накладную на получение материалов со склада, сменно-суточное задание, сопроводительную и контрольные карты и т.д.

В процессе производства мастер вводит в TechnologiCS пооперационную сдачу с фиксации фактического времени, затраченного на соответствующую операцию (выработанная трудоемкость, начало и окончание выполнения), конкретного станка и работника, ее проводившего. В дальнейшем это будет вы-

полнять сам работник, используя сканер штрих-кодов.

Система позволяет фиксировать появление брака с указанием его вида, причины, а также места возникновения.

Так обеспечивается прозрачность производства. Уже на самых ранних стадиях выявляется отставание от графика, что позволяет своевременно принять необходимые корректирующие действия.

Все эти данные впоследствии анализируются, выявляются проблемные участки, определяются резервы для сокращения производственного цикла и снижения затрат.

## Управление качеством продукции

В авиационной отрасли важнейшую роль играет качество изготавливаемой продукции. Именно от него зависит жизнь пассажиров самолета. Для обеспечения надлежащего качества и недопущения брака на каждом этапе производства фиксируются значения критически важных параметров будущего изделия.

Все параметры, касающиеся качества продукции, на предприятии фиксируются в TechnologiCS, что позволяет оперативно получать необходимую информацию при возникновении каких-либо проблем. Каждое выявленное несоответствие анализируется, после чего принимается решение о дальнейшей судьбе изделия.

На основе этих данных формируется набор отчетов, необходимых для управления качеством продукции.

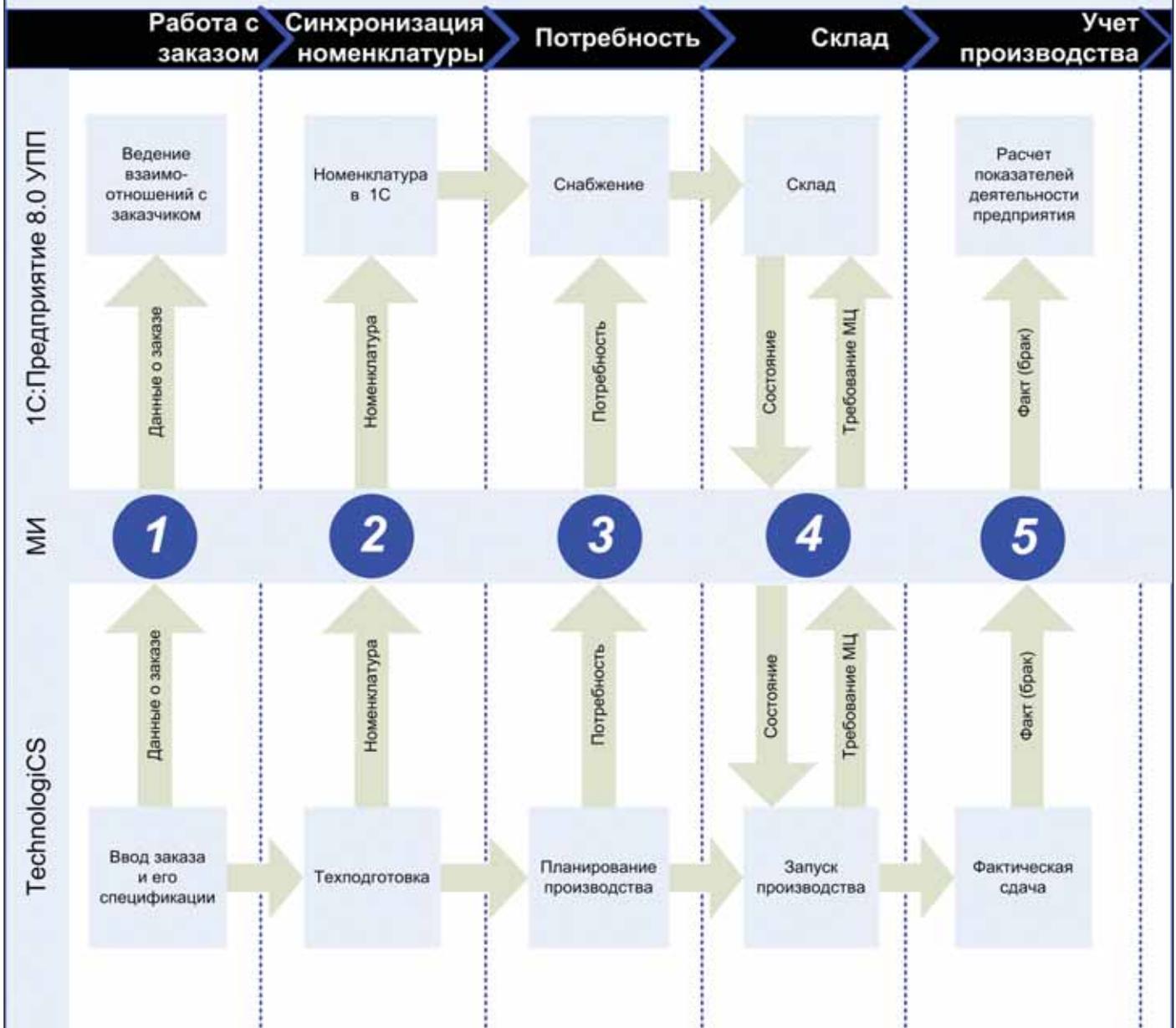
Все эти мероприятия позволяют гарантировать поставку только высококачественных изделий и фактически исключить возможность появления брака.

## Интеграция с 1С

Накопленные в TechnologiCS данные о заказе, составе изделия, материалах, инструменте, оборудовании, потребностях в материале/инструменте, о незавершенном производстве, фактической сдаче, браке и т.д. представляют несомненный интерес для финансово-экономического блока КИС. И интерес этот взаимный — для TechnologiCS необходима информация о состоянии склада, персонале, календаре работ и т.д. Безусловно, для создания целостной системы требуется интеграция двух систем — ТПП и ФЭД. Ниже представлена реализованная схема интеграции двух систем.

В точке 1 (модуль интеграции 1 — МИ-1) в обеих системах происходит синхронизация данных о поступившем заказе (договоре). В результате в них хранится нужная информация по каждому заказу:

## Интеграция 1С:Предприятие 8.0 и TechnologiCS



- в TechnologiCS – номер, заказчик, дата выпуска, спецификация с привязанными к номенклатуре КД и ТП;
- в 1С – номер, заказчик с полным набором реквизитов и историей взаимоотношений, спецификация, дата отгрузки.

В точке 2 (МИ-2) происходит синхронизация номенклатурных справочников TechnologiCS и 1С:

- основная номенклатура – детали и сборочные единицы;
- материалы – заготовки, покупные изделия, вспомогательные материалы;
- инструмент – покупной инструмент и оснастка;
- оборудование – станки, контрольно-измерительная аппаратура;
- цеха – производственные подразделения и склады.

Третий модуль интеграции передает в 1С полную (валовую) потребность по сформированному в TechnologiCS плану производства. В 1С осуществляется анализ полученной потребности, после чего службой снабжения сверяется текущий статус заказанных материалов, а при отсутствии на складе незарезервированного остатка производится закупка недостающих материалов.

Модуль интеграции складов, с одной стороны, позволяет оперативно, по мере прихода номенклатуры, синхронизировать состояние складов 1С и TechnologiCS, а с другой – позволяет производить выдачу материалов/инструмента по требованию (при запуске производства), приходить готовую продукцию, фиксировать брак в интегрированной системе.

Для отражения текущего состояния деятельности предприятия (выполнения заказов, незавершенного производства, фактически выработанной трудоемкости, показателей качества и пр.) в точке 5 происходит передача необходимых для 1С данных по фактической пооперационной сдаче продукции.

Такой подход позволил:

- создать единую нормативную базу;
- исключить двойной ввод данных;
- оперативно получать данные о текущем состоянии производства как по отдельным заказам, так и в целом, в количественном и суммовом выражении;
- обеспечить оперативное и объективное информирование руководства о текущей деятельности предприятия для принятия решений.



## Ведение проекта

Успех любого проекта зависит от тщательного планирования, четкого представления об ожидаемых результатах и учета рисков. Одним из основных факторов, который, как правило, серьезно влияет на успех внедрения любых проектов в функционирующий организм предприятия, является готовность коллектива на всех уровнях его иерархии поддержать проект и активно участвовать в его реализации. В нашем случае для обеспечения требуемого результата были созданы две организационные структуры: "Управляющий комитет" и "Проектная группа". В состав первой, осуществляющей стратегическое руководство проектом, вошли руководители предприятия и менеджеры проекта от ЗАО "ВолгАэро" и CSoft Ярославль ([www.csoft.yaroslavl.ru](http://www.csoft.yaroslavl.ru)), вторую составили ключевые пользователи заказчика по направлениям внед-

рения системы (главный технолог, менеджер по управлению производством, бухгалтер, менеджер по качеству, адми-

**Успех любого проекта зависит от тщательного планирования, четкого представления об ожидаемых результатах и учета рисков**



нистратор системы), а также консультанты и программисты исполнителя.

Для внедрения интегрированного решения проектной группе потребовалось создать набор документов, регламентирующих саму процедуру ведения проекта, а также описывающих его цели, границы и поддерживаемые процессы, набор форм отчетов, получаемых

посредством системы, алгоритмы и интерфейсы взаимодействия между двумя системами. Все работы выполнялись по утвержденному плану проекта и контролировались на основе заранее определенных контрольных точек (вех). При закрытии каждого этапа проекта проводилось тестирование системы на функциональность.

КИС "ВолгАэро" уже находится в промышленной эксплуатации, но совершенству нет предела: предприятие активно развивается, а значит должна развиваться и его информационная система. Подготовка технического задания на продолжение работ по совершенствованию КИС "ВолгАэро" ведется уже сегодня.

*Павел Бехер  
ЗАО "ВолгАэро"*

*E-mail: Pavel.Bekher@volgaoero.ru*

*Андрей Травин  
CSoft Ярославль*

*E-mail: Travin@csoft.yaroslavl.ru*

# Гибридные технологии в авиастроении

ПЕРЕХОДНЫЙ ЭТАП КОМПЬЮТЕРИЗАЦИИ КОНСТРУКТОРСКОГО ТРУДА



Улан-Удэнский авиационный завод – предприятие уникальное. Это один из немногих заводов, имеющих опыт сотрудничества практически со всеми авиационными ОКБ бывшего СССР. И единственное из российских предприятий, где одновременно производятся как самолеты, так и вертолеты.

Основой сегодняшней деятельности завода является производство вертолетов Ми-171 в транспортном, пассажирском, поисково-спасательном, противопожарном, санитарном и VIP вариантах, военно-транспортных вертолетов Ми-171Ш с управляемым и неуправляемым ракетным вооружением, самолетов Су-25УБ, Су-25УБК, Су-25УТГ, Су-39. Кроме того, завод поставляет запасные части и наземное оборудование, производит ремонт и модернизацию авиационной техники, обучает летно-технический состав.

**П**ереход к рыночной экономике принес с собой жесткую конкуренцию, потребовал динамичной реакции на конъюнктуру рынка. Предприятие, не отвечающее всем пожеланиям заказчиков, долго не протянет... Изменившееся положение дел повлекло за собой ликвидацию крупносерийного производства – каждый экземпляр воздушного судна стал конструктивно уникален. Если раньше конструктивные изменения внедрялись на серию, состоящую самое меньшее из двадцати машин, то сейчас новую конструкторскую документацию, причем в гораздо больших объемах, при-

ходится выпускать на любую машину. И при этом неустанно следить за новыми тенденциями мирового авиастроения – только так можно поддерживать изделия на соответствующем техническом уровне. Добавим, что работать приходится в условиях постоянного цейтнота и численностью как минимум вдвое меньшей, чем в доперестроечные годы: сказывается тяжелое наследие прошлого десятилетия, когда предприятие вынуждено было сокращать персонал...

Как вы понимаете, в наши дни без применения компьютеров сколько-нибудь успешная деятельность просто невозможна. И весь вопрос лишь в том, как

наиболее эффективно использовать компьютеры в условиях постоянного дефицита финансовых средств, необходимых для развития САПР.

Поскольку абсолютно все изделия авиационной техники, серийно выпускающиеся в России, производятся по бумажной конструкторской документации, наиболее трудоемкой оказывается именно корректировка этой документации. Значит, этот процесс прежде всего и требовалось автоматизировать. На начальном этапе все авиационные заводы предпочитали одно и то же решение: на компьютере, выполнявшем роль кульмана, чертежи вручную перерисовывались в AutoCAD ([www.autocad.ru](http://www.autocad.ru)), что позволяло упростить дальнейшие изменения. Где-то в большем, где-то в меньшем объеме стали формироваться архивы электронных чертежей.

Таким же путем первоначально пошли и мы. Были выработаны и включены в нормативную документацию предприятия формализованные правила для стандартизации и юридической легализации этого процесса. Сложилась специализированная программно-аппаратная инфраструктура, нацеленная именно на автоматизацию конструкторского труда: серверы, плоттеры, системы хранения и резервного копирования, техническая поддержка. Все это позволило приобщить к процессу автоматизации многих конструкторов. На сегодня в электронном архиве конструкторской документации хранится порядка 16 тысяч единиц информации (файлов). Более того, часть файлов используется в сквозных технологиях "проектирование – производство". Для небольшой номенклатуры плоских деталей (приборные доски, разворачиваемые на плоскость листовые детали) внедрена автоматизированная техноло-



первоисточниками, а производными документами). К сожалению, реализация такого варианта оказалась невозможной по финансовым соображениям... Предприятие стало развивать гибридные технологии работы, при которых сканированные подлинники редактируются с помощью специальных программных средств. Результат — бумажные подлинники, распечатанные с отредактированных электронных чертежей.

На нашем предприятии процесс внедрения гибридных технологий начался с приобретения инженерной машины формата A0 — использование широкоформатной техники позволило сканировать и печатать чертежи большого размера. Далее предстояло выбрать программные средства для обработки полученных растровых изображений. Направившись к решению векторизовать сканированный чертеж, а затем редактировать его при помощи AutoCAD — но практика показала несостоятельность такой технологии. Во-первых, процесс векторизации обычных чертежей требует довольно долгого времени. Во-вторых, графические примитивы, полученные в результате векторизации (линии, дуги, окружности), не являются цельными объектами: они состоят из множества фрагментов, порой не совпадающих друг с другом. Редактировать их в среде AutoCAD — занятие поистине мучительное.

Мы перепробовали множество вариантов и в итоге пришли к выводу, что не существует ничего лучшего, чем программы Spotlight и RasterDesk, входящие в серию продуктов Raster Arts ([www.rasterarts.ru](http://www.rasterarts.ru)). Spotlight поразила своей способностью производительно работать с насыщенными и объемными сканированными чертежами. С содроганием вспоминаю попытки редактировать те же чертежи в CorelDRAW или PhotoShop — тут нужны были крепкие нервы! Богатый инструментарий Spotlight позволяет выполнить практически любую задачу по редактированию сканированного чертежа.

Работа с бумажным архивным материалом год от года становится проблематичнее. Со временем бумажные оригиналы приходят в негодность, возрастает риск утраты уникальных наработок. Перерисовать весь архив средствами AutoCAD — дело за пределами трудоемкое да и ненужное. Поэтому был выбран альтернативный метод: сканирование оригиналов и работа с их электронными копиями. Такая технология имеет множество плюсов.

Во-первых, производительность при сканировании оригиналов на несколько порядков выше, чем при перерисовке.

Во-вторых, происходит постепенное наполнение электронного архива чертежей, а это весьма важный шаг в области информатизации предприятия, обеспечивающий доступность документации на всех участках производственного процесса. Кроме того, помещенные в электронный архив чертежи уже не придется повторно сканировать: последующие изменения и выпуск нового подлинника производятся на основе электронной копии.

В-третьих, использование инструментов Raster Arts предоставило возможность быстро и качественно устранить дефекты не только сканирования, но и самого оригинала. Высококачественные электронные документы уда-

лось получить даже на основе очень плохих оригиналов (ветхие синьки, кальки и т.д.).

В-четвертых, существенно повышаются культура и качество конструкторского труда: конструктор больше не

скоблит кальки вручную, а использует точные и удобные программные инструменты. В-пятых, гибридные технологии позволяют совмещать на одном электронном чертеже как векторную, так и растровую графику, что очень удобно в плане использования и актуализации ранее разработанных чертежей AutoCAD. Программа Spotlight применяется нами в основном для работы с техническими руководствами (эксплуатационная и ремонтная документация), которые представляют собой многотомное собрание книг формата A4. Эти документы — уникальная наработка и гордость нашего предприятия. Изложение сопровождается огромным количеством иллюстраций, которые проще всего изготавливать путем редактирования растровой графики. В стародавние времена большие тиражи этих книг заказывались в издательстве. Текст мы передавали отпечатанным на машинке, а вот о технологии создания иллюстраций стоит рассказать особо. На иллюстрациях показаны виды различных сложных авиационных конструкций, для удобства восприятия изображенные в изометрической проекции. Документация на эти конструкции представляла собой чертежи, состоящие из плоских проекций, так что иллюстрации приходилось создавать отдельно, используя эти чертежи как основу. Работа была очень трудоемкой и для ее выполнения, как правило, привлекались все конструкторы завода — на сверхурочной основе и за дополнительную плату. На изготовление одной иллюстрации уходил не один месяц, а на подготовку комплекта книг требовались годы. После того как конструктор создавал изометрическую проекцию изделия на листе ватмана форматом A1, этот чертеж фотографи-

**Мы перепробовали множество вариантов и в итоге пришли к выводу, что не существует ничего лучшего, чем программы Spotlight и RasterDesk, входящие в серию продуктов Raster Arts ([www.rasterarts.ru](http://www.rasterarts.ru))**



венные электронные документы удалось получить даже на основе очень плохих оригиналов (ветхие синьки, кальки и т.д.).

В-четвертых, существенно повышаются культура и качество конструкторского труда: конструктор больше не

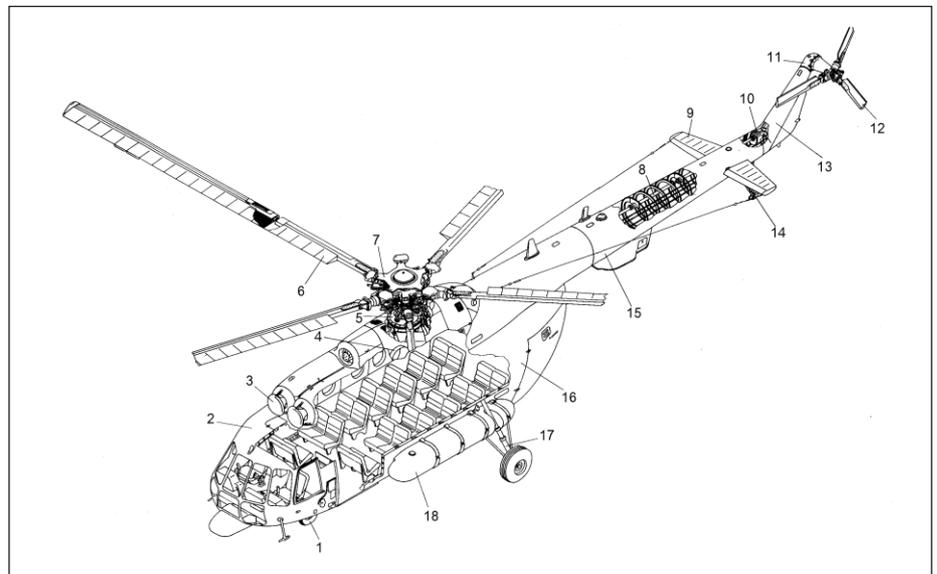


Рис. 3. Пример иллюстрации из технического руководства

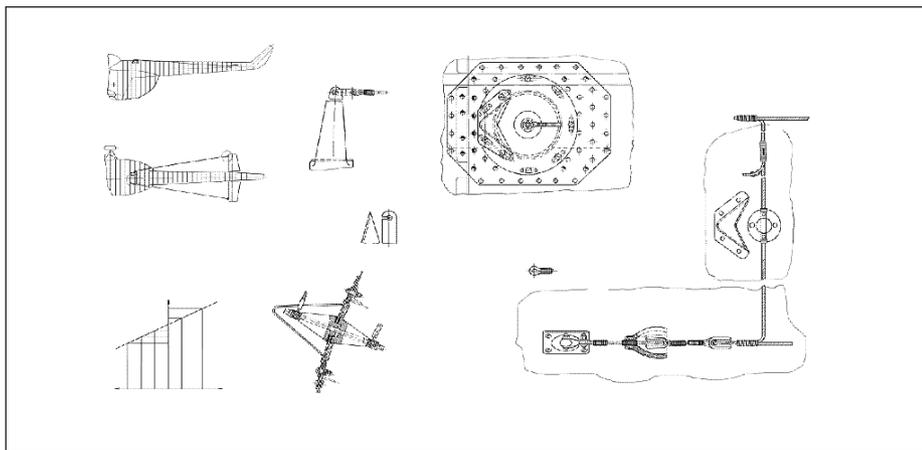


Рис. 4. Сканированный чертеж, послуживший основой для создания гибридного чертежа

ровался и фотография прикладывалась к оригинал-макету книги. Лишь после этого комплект материалов отправлялся в издательство.

В постперестроечное время серийность изготовления изделий канула в лету, что повлекло за собой большую изменчивость технической документации. Чтобы не опаздывать с выпуском этих изменений, понадобилось перевести все книги технических руководств в электронный вид. Текст был переведен в DOC-формат, а все иллюстрации отсканировали и сохранили в формате TIF. В таком виде они и редактируются сейчас с помощью Spotlight (рис. 3). К хороше-

му привыкаешь быстро: конструкторы уже и не признают теперь ничего иного, кроме этой программы.

Не менее активно используется гибридный редактор RasterDesk. Эта программа встраивается в AutoCAD, что значительно повышает эффективность работы инженера, создающего проекты на основе гибридной технологии. Привычный интерфейс AutoCAD и возможность использовать одни и те же инструменты при векторном и растровом редактировании позволили быстро освоить возможности программы. Уникальные инструменты растрового редактирования поражают своими воз-

можностями. Используя RasterDesk, конструктор может с одинаковой легкостью создавать и редактировать как растровую, так и векторную графику. Использование привязок и задание точных параметров растровых объектов делают работу с растровым изображением аналогичной редактированию векторного чертежа. Такие возможности позволяют быстро и качественно создавать новые чертежи на основе отсканированных архивных документов. Эта технология на порядок повышает производительность по сравнению с перерисовыванием чертежей в AutoCAD (рис. 4, 5). В дальнейшем модификация гибридного документа может быть продолжена с помощью частичной или полной векторизации, но для нынешнего этапа гибридная технология работы является оптимальной.

Итак, экономичные и эффективные программы Spotlight и RasterDesk заняли достойное место в программном оснащении завода: практика подтвердила полную жизнеспособность гибридных технологий в авиационной промышленности.

*Евгений Шолов,  
заместитель главного конструктора  
Улан-Удэнского авиационного завода  
Internet: www.uuaz.ru*

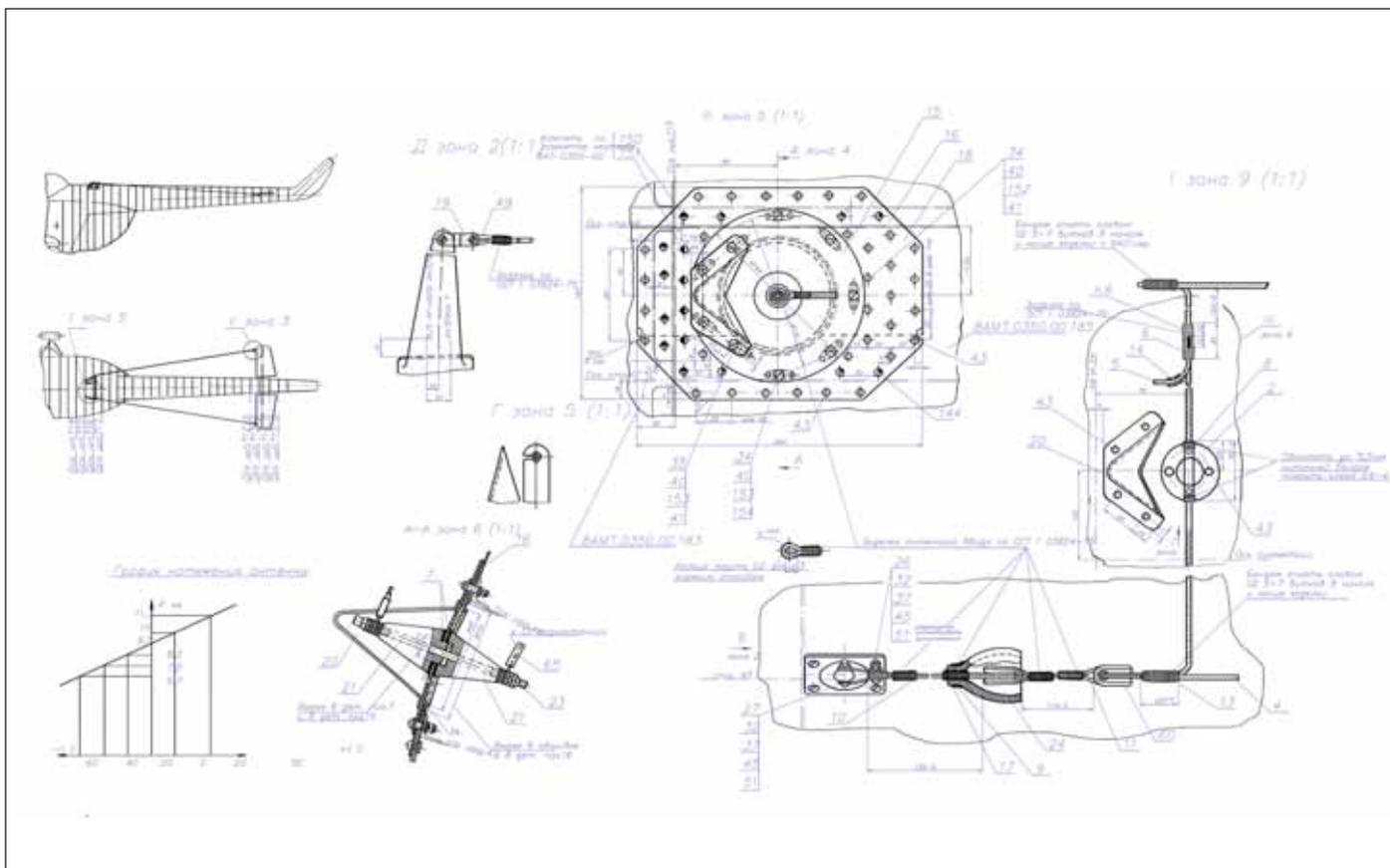


Рис. 5. Фрагмент гибридного чертежа, содержащего как векторную, так и растровую графику

# САПР ElectricS и UG/Wiring



## ТЕХНОЛОГИИ РАЗРАБОТКИ БОРТОВЫХ ЭЛЕКТРИФИЦИРОВАННЫХ СИСТЕМ В АВИАЦИОННО-КОСМИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ

Проектирование бортовых систем оборудования характеризуется жесткими требованиями, предъявляемыми к весовой составляющей, обуславливающей повышенную степень детализации проекта, и к взаимоувязке бортового оборудования в отсеках проектируемого изделия. Поэтому задача поиска технологий, позволяющих осуществить сквозное проектирование электрооборудования (от разработки принципиальных электрических схем до формирования трехмерных моделей жгутов в общей модели объекта и формирования документов технологической подготовки производства), здесь особенно актуальна.

Эта статья посвящена одной из таких технологий, построенной на основе систем проектирования ElectricS, ConnectUG, Unigraphics и модуля UG/Wiring<sup>1</sup>. Методика работы с этими программными продуктами была опробована специалистами ОАО "ОКБ Сухого" в процессе проектирования бортовых электрифицированных систем.

### Цепочка проектирования ElectricS и UG/Wiring

Укрупненная блок-схема цепочки проектирования, отображенная на рис. 1, представляет собой последовательность стадий проектирования с использованием САПР ElectricS и UG/Wiring. Формирование подобных цепочек с использованием различных САПР может реализовываться путем организации интерфейса взаимодействия – своеобразного промежуточного формата, в который преобразуются данные одной системы проектирования и который воспринимается другой системой. В нашем случае в качестве

такого интерфейса используются файлы "Перечень компонентов" и "Перечень соединений", созданные модулем ConnectUG САПР ElectricS.

Подобная организация процесса проектирования и обмена данными позволяет реализовать сквозное проектирование полного объема КД, осуществить формирование в автоматическом режиме технологических документов любого вида. Построенная система позволяет безболезненно и оперативно интегрировать новые программные модули и тем самым реализовать прогрессивные методы проектирования.

### ElectricS: базовые моменты технологии разработки схем

Система позволяет разрабатывать принципиальные электрические схемы, поддерживать базу электрических устройств, осуществлять трассировку проводов, создавать схемы соединений, настраивать и создавать формы отчетов, формировать сопроводительную документацию к схемам и исходные данные для моделирования жгутов в среде UG/Wiring.

ElectricS состоит из графического редактора схем (AutoCAD с использованием панели инструментов ElectricS), модуля логической обработки схемы, системы управления базой электрических устройств, генератора отчетов и системы управления проектами. Кроме того, в систему входит ряд сервисных утилит.

Ниже приведены основные этапы проектирования КД электрических схем с использованием САПР ElectricS.

Порядок разработки принципиальной схемы (ЭЗ):

- внесение в проект электрических устройств из базы электрических устройств (рис. 2);
- определение буквенно-позиционных обозначений электрических устройств;
- разработка принципиальной схемы с использованием редактора схем AutoCAD (рис. 3).

<sup>1</sup>Описываемые инструменты работают в версиях UG NX1, NX2, NX3.





Рис. 5

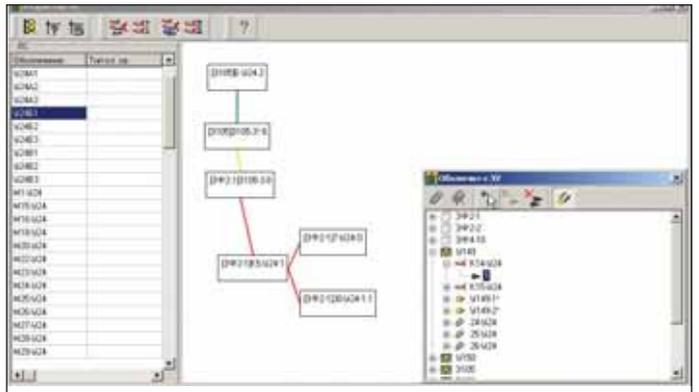


Рис. 6

ки всех линий связи проекта. При этом каждая муфта приобретает позицию по электрической схеме и привязывается к соответствующей линии связи. Тип муфт пока не определяется;

- определение жгутов проекта;
- определение марок проводов и кабелей;
- автоматическое определение типов распределенных ранее муфт сращивания на основе информации о марке и сечении подходящих проводов;
- корректировка результата определения муфт сращивания; ручная трассировка (рис. 6);
- определение типов минусовых шин и болтов; уточнение обозначений;
- определение наконечников проводов;
- оформление листов схем соединений при помощи редактора схем AutoCAD;
- оформление отчетов (таблиц проводов, спецификаций и т.д.).

### Интерфейс взаимодействия систем ElectricCS и Unigraphics

Обмен данными осуществляется при помощи утилиты ConnectUG путем создания и передачи файлов списков компонентов и соединений, которые используются при формировании трехмерной модели жгута в модуле UG/Wiring. Кроме того, ConnectUG позволяет импортировать данные по длинам проводов в ElectricCS из модуля UG/Wiring. Эти данные импортируются при приеме (файл списка соединений уточняется в модуле UG/Wiring).

База данных электрических устройств ElectricCS обеспечивает сохранение ссылок на модели электрических устройств, выполненных в Unigraphics, что позволяет разместить необходимые устройства в трехмерной модели с помощью обменного файла "Перечень компонентов".

### UG/Wiring: основные этапы процесса проектирования монтажей жгутов

Для сквозного точного проектирования 3D-моделей логических жгутов используется модуль UG/Wiring (UG/Жгуты). Под термином "логический жгут" понимается жгут, в котором имеется однозначная связь между проводами, входящими в его состав, и устройствами (соединителями), к которым эти провода подключаются.

Таким образом, в жгутах, спроектированных указанным способом, возможно:

- "проследить" каждый из входящих проводов в рамках электронного 3D-макета объекта;
- визуализировать связи между устройствами;
- получить жгут с точным, изменяющимся по трассе диаметром (габаритом);
- получить чертеж (плаз) жгута с необ-

ходимой сопроводительной документацией.

В общем случае процесс проектирования выглядит следующим образом:

- создание сборки монтажа жгута средствами модуля UG/Assemblies в рамках электронного 3D-макета объекта;
- назначение позиционных обозначений 3D-моделям устройств и соединителям с помощью блок-схемы или электрической схемы проектируемой системы с позиционными обозначениями агрегатов оборудования и электрических соединителей;
- установка элементов крепления жгута к конструкции объекта;
- установка электрических устройств;
- создание траекторий (центральных осей) будущего жгута средствами UG/Routing/Base (рис. 7);
- присвоение каждому из включенных в сборку жгута соединителю или устройству позиционного обозначения

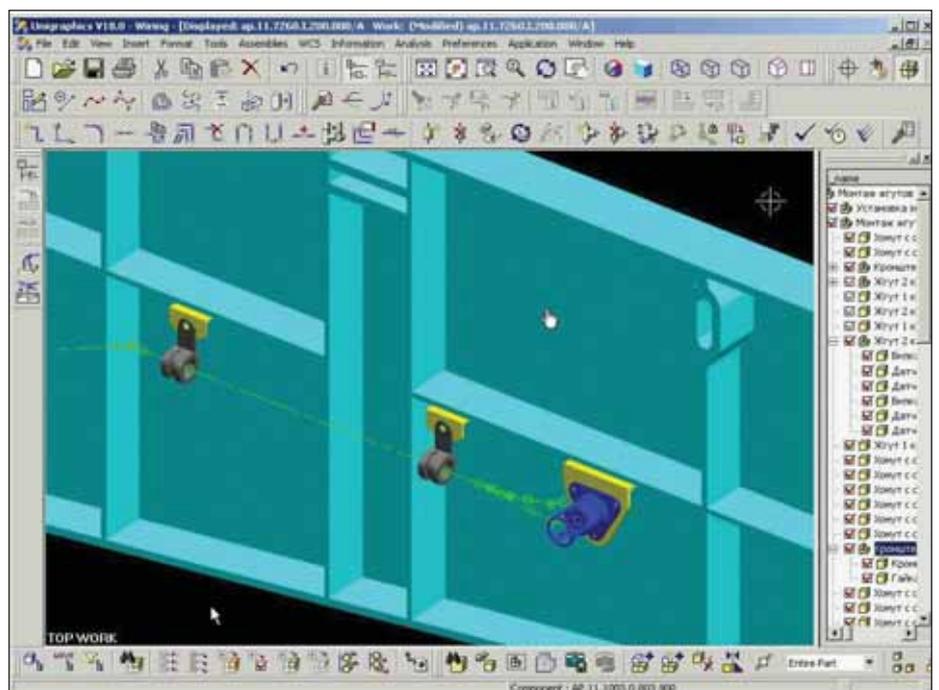


Рис. 7

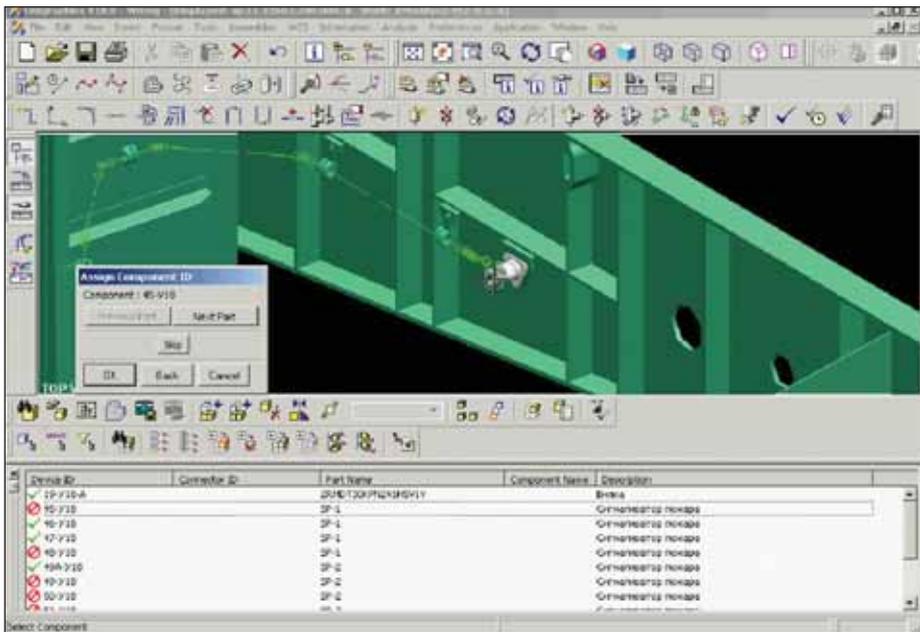


Рис. 8

по "Перечню компонентов" (полученному из САПР ElectricCS) с использованием автоматического (в случае уникальности) или ручного режима (рис. 8);

- прокладывание проводов, содержащихся в "Перечне соединений" (полученном из САПР ElectricCS), в автоматическом режиме (рис. 9);
- получение точной 3D-модели жгута с реальными диаметрами ствола, изменяющимися у ответвлений (рис. 10);
- получение реальных длин проводов в жгуте;
- экспорт данных о длинах проводов из "Перечня соединений" для дальнейшего использования при разработке электрической схемы соединений в САПР ElectricCS;
- выполнение чертежа жгута средствами модуля UG/Wiring/Fromboard в соответствии с действующей в отрасли НТД.

### Заключение

В заключение необходимо отметить, что внедрение систем проектирования с достаточно подробной детализацией разрабатываемого проекта не только позволяет осуществлять контроль за корректностью и тем самым повысить качество разрабатываемой КД, но и открывает широкий спектр дополнительных возможностей, таких как:

- осуществление более детальной технологической поддержки производства (формирование в автоматическом режиме любых форм технологических документов);
- повышение степени автоматизации производства;

- контроль качества собранных изделий;
  - диагностика неисправностей.
- Реализация этих задач, а также совершенствование технологий проектирования бортовых электрифицированных систем – одно из важнейших направлений развития информационных технологий ОАО "ОКБ Сухого".

*Андрей Талалыкин,  
начальник бригады ОАО "ОКБ Сухого"  
E-mail: sumpei@mail.ru  
Карен Кочаров,  
начальник бригады ОАО "ОКБ Сухого"  
E-mail: karka\_@mail.ru*

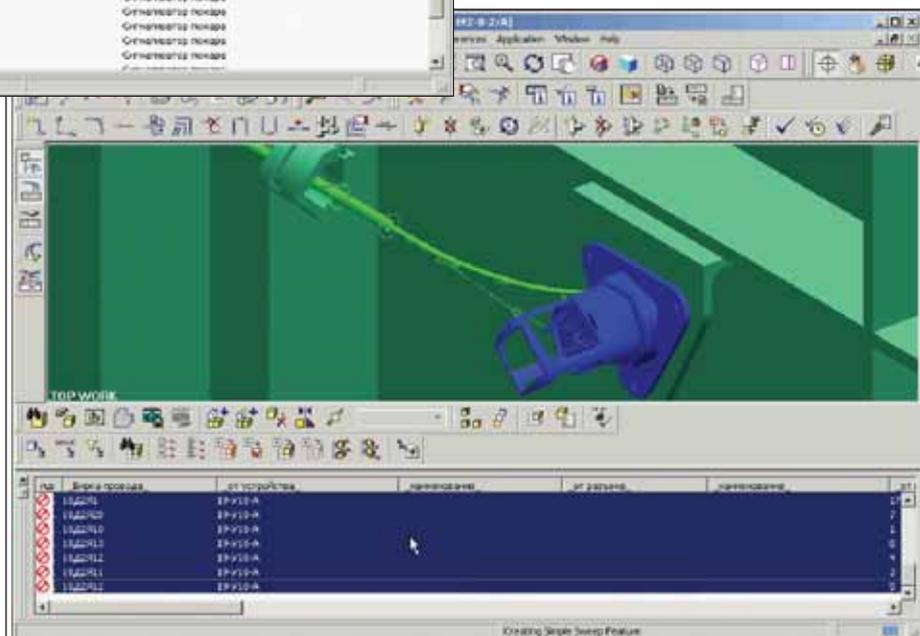


Рис. 9

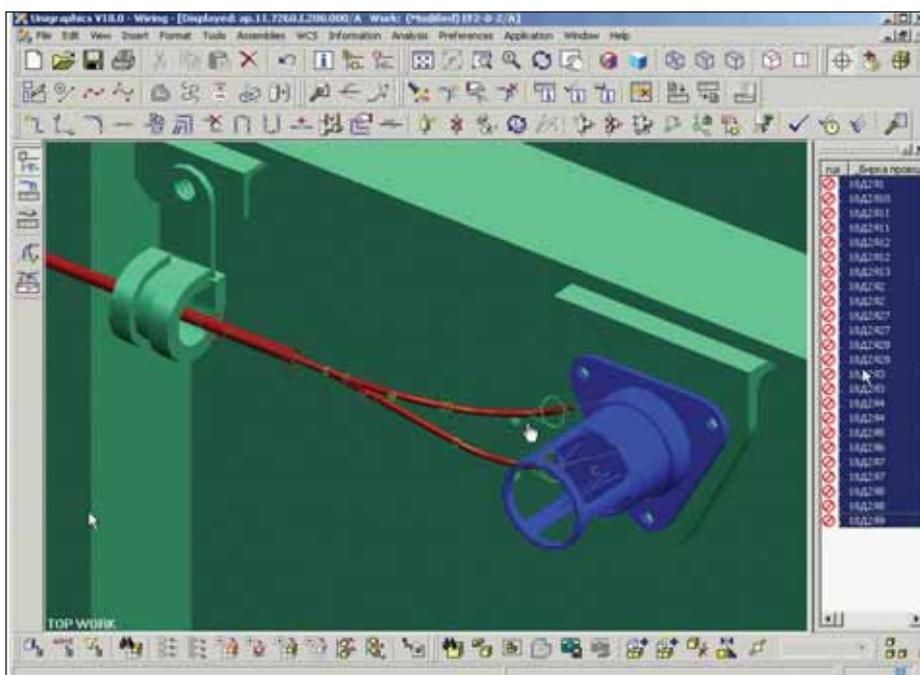


Рис. 10

# Выбор современного проектировщика



Институт "Мосэнергопроект" специализируется на разработке проектной документации для нового строительства, реконструкции, технического перевооружения и модернизации теплоэлектроцентралей и объектов тепловых сетей, закрытых и открытых электроподстанций напряжением 110 и 220 кВ, воздушных и кабельных линий электропередач, средств связи и телемеханики, а также на создании перспективных схем тепло- и электроснабжения Москвы и других регионов.

**Б**езусловно, в наше время такая многоплановая и сложная работа не может быть осуществлена старыми способами. Теперь компьютер не может гарантировать скорости и качества осуществления проектных работ, если он используется лишь в качестве электронного кульмана. Без современного программного обеспечения невозможно добиться эффективности производства.

Поэтому неудивительно, что в 2001 году было принято решение о внедрении в институте системы комплексного проектирования, которая позволила бы существенно сократить сроки разработки проектной документации и значительно уменьшить количество ошибок.

После тщательного анализа рынка такого программного обеспечения руководство приняло решение о приобретении PLANT-4D как наиболее эффективной системы трехмерного проектирования.

Однако наличие даже самого совершенного продукта еще не гарантирует успеха. Настала очередь, пожалуй, самого

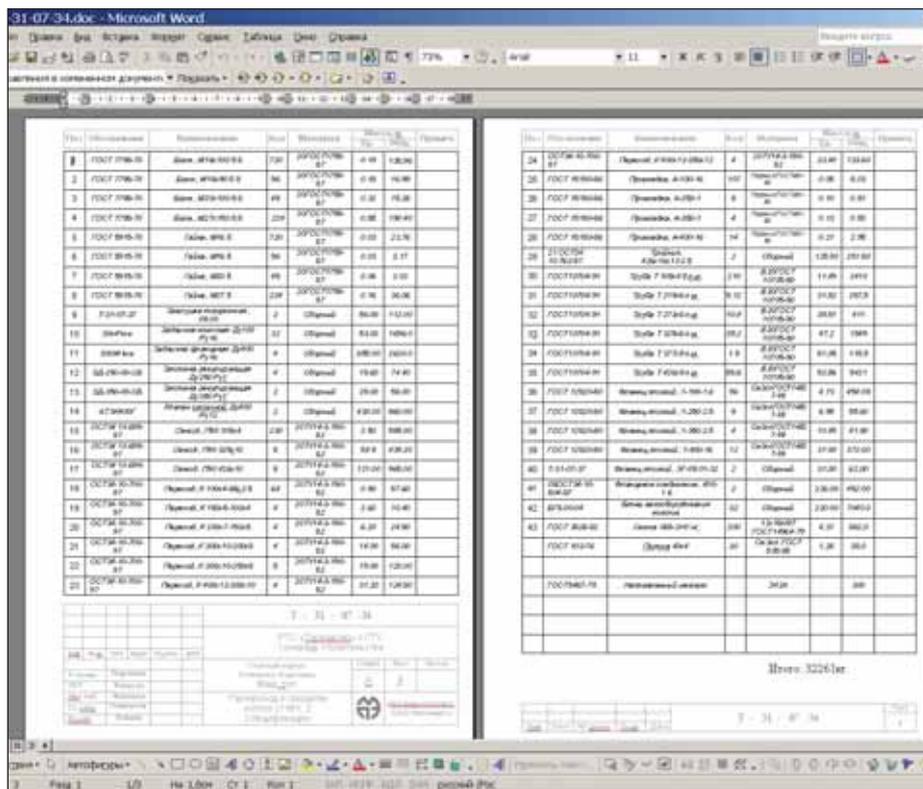
важного и ответственного этапа работы с ПО – внедрения.

Мы начали освоение системы с проектирования технологических трубопроводов небольших энергетических объектов – районных тепловых станций (РТС), поскольку они обладали невысокими рабочими параметрами и идеально подходили для приобретения навыков работы с программным продуктом.

Специалисты теплотехнического отдела были направлены на курсы обучения в компанию CSoft, где ознакомились с идеологией программы и принципами трехмерного проектирования. В результате тщательного анализа структуры сис-



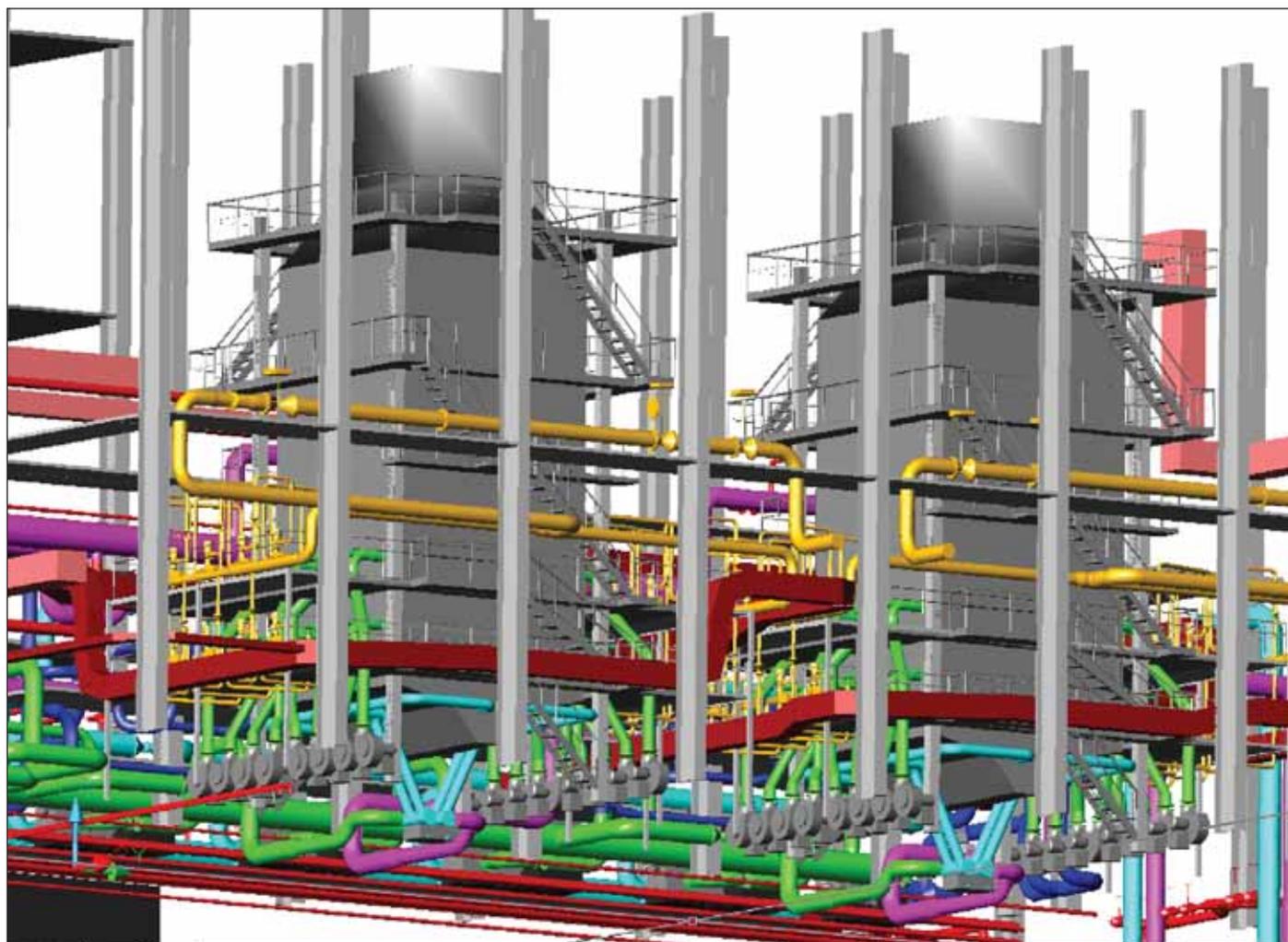
Проектирование РТС "Терешково"



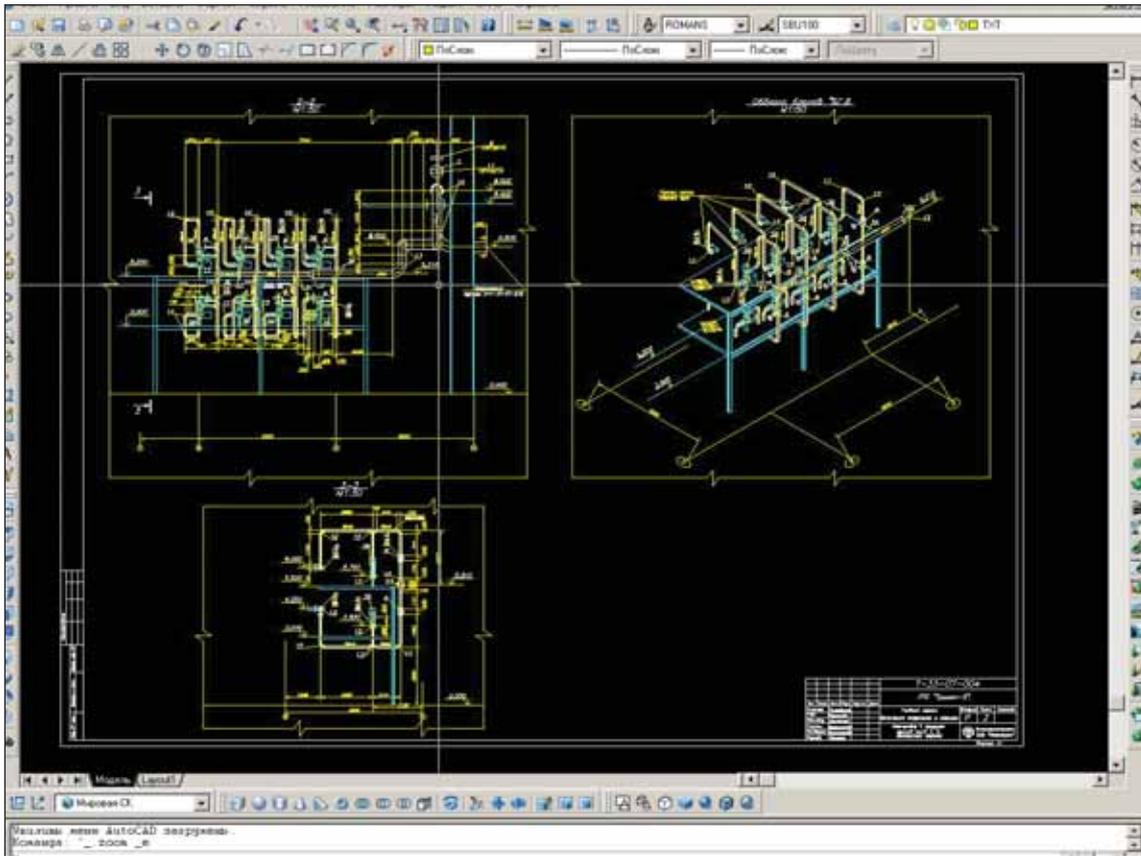
Оформление в соответствии с ЕСКД

темы и поставляемой с ней базы данных деталей трубопроводов и арматуры была выявлена необходимость создания определенного алгоритма ведения проекта для всех стадий работы над проектом – начиная с разработки принципиальных схем и заканчивая выпуском монтажных чертежей. Это, в свою очередь, потребовало более тесного взаимодействия отдельных проектировщиков, участвующих в разработке общего проекта.

Затем потребовалось существенно откорректировать базу данных элементов трубопроводов и арматуры. Стопроцентной уверенности в правильности и четкости оформления отчетов (спецификаций), выполненных в автоматическом режиме, можно было достичь, только сформировав собственный специализированный набор элементов, применяемых в институте, и в то же время максимально используя уже имеющийся в поставке. Работа по созданию базы данных элементов трубопроводов и арматуры не может быть выполнена раз и навсегда: происходит ее постоянное пополнение, связанное со сменой поставщиков оборудования (особенно в части арматуры) либо с изменениями существующих стан-



Проект "Тушино-5"



Оформление проекта "Тушино-5"



Реализация проекта "Тушино-5"



Завершение строительства "Тушино-5"

дартов на материалы, применяемые при изготовлении трубопроводов и деталей.

Параллельно велось составление новых и совершенствование имевшихся форм отчетов по проектной документации, получаемых на основе выполненных трехмерных моделей трубопроводов, что позволило добиться точного соответствия выпускаемых проектов ЕСКД.

Построение моделей трубопроводов и компоновки оборудования в трехмерном пространстве, выполненных в PLANT-4D, требует изменения прежних методов ведения проектов, более глубокого понимания персоналом возможностей проектирования с применением автоматизированных систем.

Работа с моделями трубопроводов открывает широкие возможности для более эффективного взаимодействия между смежными отделами, особенно при компоновке оборудования и выдаче заданий. Проверка коллизий даже при работе над общим проектом в рамках одной проектной группы позволяет избежать досадных ошибок.

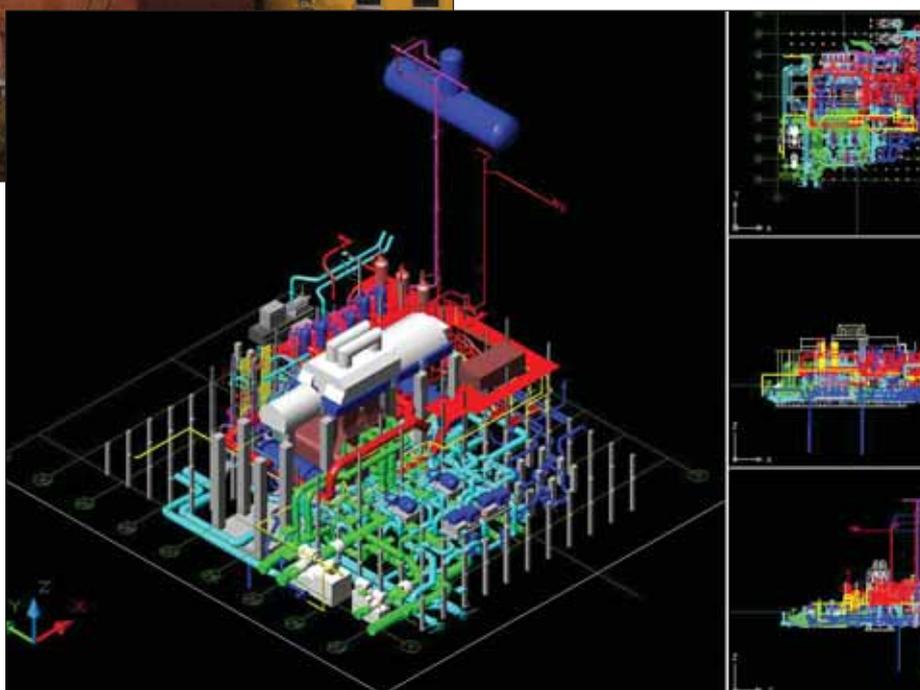
Немаловажно, что система обеспечивает возможность вносить изменения в готовые чертежи проекта и создавать различные версии одного и того же проекта.

Таким образом, проектирование в системе PLANT-4D позволяет унифицировать разработку проектов, не ограничивая проектировщика в творчестве, а также контролировать ход работ на любом этапе.

Система проста и доступна для освоения инженерами-проектировщиками, впервые столкнувшимися с необходимостью составления каких-либо баз данных и выполнения администраторских функций. Это позволяет значительно расширить число сотрудников, владеющих навыками работы в PLANT-4D.

С помощью системы спроектированы две районные тепловые станции, выполнено большое количество отдельных узлов крупных энергетических объектов, в том числе – трубопроводы высокого давления ТЭЦ АО "Мосэнерго".

*Сергей Булыгин*  
**Институт "Мосэнергопроект"**  
 Тел.: (495) 957-3528  
 E-mail: break@mail.ru



Реконструкция энергоблока ТЭЦ-21 АО "Мосэнерго"

ООО "ИРВИК":

# StruCad - проверенный рабочий инструмент!

ООО "ИРВИК" (Инженерные Решения Водоснабжения И Конструкций) – специализированное предприятие, созданное в 1992 году ведущими специалистами АО "Фирма ОРГРЭС" (СОЮЗТЕХЭНЕРГО), работающими в области эксплуатации энергетического, гидротехнического оборудования и технологических сооружений. Партнерами ООО "ИРВИК" являются многие промышленные предприятия России, государств ближнего зарубежья, Эстонии, Литвы, Италии и других стран.

Москва, тел.: (495) 360-9768  
Internet: www.irvik.ru.



Директор ООО "ИРВИК"  
**Владимир Анатольевич Калатузов**

**Н**а страницах нашего журнала мы уже знакомили вас с ООО "ИРВИК" – одним из первых опытных пользователей ПО StruCad. Как и в каких проектах используется этот продукт сегодня? Об этом мы беседуем с директором ООО "ИРВИК" **Владимиром Анатольевичем Калатузовым**.

*Владимир Анатольевич, прежде всего – несколько слов об основных направлениях деятельности вашего предприятия...*

Основные направления нашей деятельности – это обследование систем технического водоснабжения, разработка проектов реконструкции и нового строительства, реконструкция и строительство градирен вентиляторного и башенного типа из металлических и железобетонных конструкций, производство технологического оборудования градирен, разработка и патентирование собственных типов материалов и конструкций.

Этим определяется и структура предприятия: в составе ООО "ИРВИК" сегодня работают отделы обследования строительных конструкций, испытания и обследования систем технического водоснабжения, проектирования и капитального строительства. Общая численность ИТР превышает 40 человек.

*Если считать с момента основания предприятия – сколько проектов уже выпущено?*

Работы по проектированию, строительству и реконструкции выполнены в рамках уже более чем пятисот проектов различной сложности – причем как в России, так и за ее пределами (Казахстан, Украина, страны Балтии). Ежегодно мы выпускаем и реализуем около 40-45 проектов.

*Какие из недавних ваших проектов вы отметили бы как определяющие лицо предприятия или как наиболее масштабные и сложные?*

Из последнего:

- реконструкция пяти вентиляторных градирен площадью орошения 576 м<sup>2</sup> каждая на Рязанском нефтеперерабатывающем заводе (2003–2006 гг.);
- проект, монтаж и запуск башенной каркасно-обшивной градирни площадью орошения 1200 м<sup>2</sup> на Березниковской ТЭЦ-2 (2004–2005 гг.);
- реконструкция восьми градирен (железобетонных и каркасно-обшивных площадью орошения 1520 и 1600 м<sup>2</sup> соответственно) на Новолипецком металлургическом комбинате (2005–2006 гг.);
- реконструкция двух градирен площадью орошения 2400 м<sup>2</sup> и строительство градирни площадью орошения 1200 м<sup>2</sup> на Пермской ТЭЦ-9 (2004–2006 гг.).

*Теперь, наверное, нужно упомянуть о программном обеспечении, с помощью которого разрабатывались эти и другие проекты. Какое ПО используется на вашем предприятии?*

В большей степени это программы, поставляемые компанией CSoft. Для

проектирования градирен из металлических конструкций наши инженеры используют StruCad, при решении других проектных задач и оформлении документации используются AutoCAD и сертифицированное Госстроем приложение СПДС GraphiCS. Также имеются программы расчетного комплекса.

*А давно ли используется StruCad?*

Мы познакомились с этим программным продуктом в 2003-м, так что с момента знакомства прошло уже около трех с половиной лет.

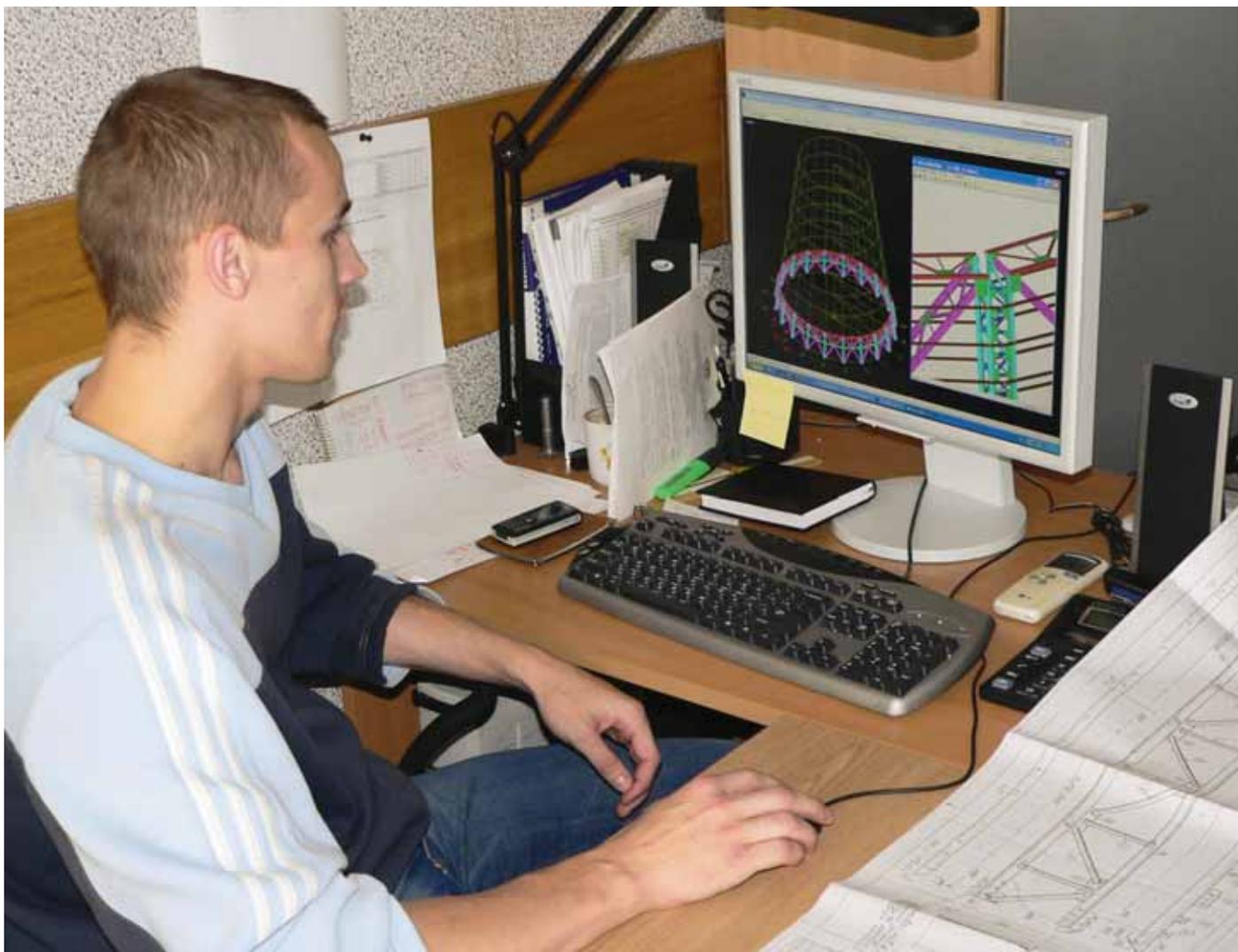
*Но всё же – почему именно это ПО?*

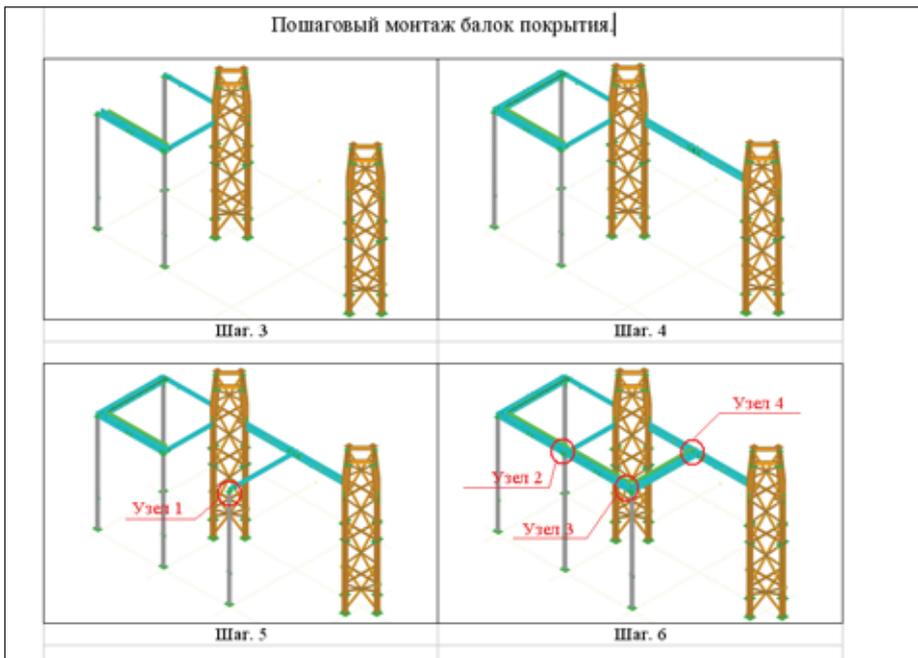
Мы стремились найти систему, которая автоматизировала бы проектирование сооружений из металлических конструкций и при этом обеспечила быстрый, но качественный выпуск чертежей КМ и КМД. Дело в том, что с определенного момента к нам стали поступать заказы, связанные с этим направлением, а необходимых программных средств на предприятии не было. К тому моменту мы уже имели некоторое представление о StruCad и осознанно остановили на

нем свой выбор. Конечно, мы анализировали рынок ПО, смотрели, сравнивали, но именно StruCad отвечал большинству наших требований. Немаловажным было и то, что все работы по внедрению и запуску системы предлагалось осуществить совместно со специалистами компании-поставщика.

*И StruCad оправдал надежды?*

Первое, что нас не просто обрадовало, но даже поразило: один квалифицированный инженер может самостоятельно выполнить работу над целым проектом и выдать всю необходимую документацию. Прежде ту же работу – и в те же сроки! – проделывали бы 2–3 специалиста, а то и больше. И еще: работа с использованием StruCad обеспечивает такой результат вне зависимости от сложности проектных задач и конструктивных решений. А это для нас очень важно, ведь мы разрабатываем разные проекты: от мини-градирен вентиляторного типа (по массе металла – 2 т) до больших башенных градирен массой металла 1000 т и более. Новые возможности позволили нам нарастить объем принимае-





мых заказов, увеличить выпуск проектов. А первые реальные результаты дали импульс развитию проектного бюро.

Имея собственное производство по выпуску металлических конструкций, мы смогли теперь не только проектировать и изготавливать конструкции, но и строить запроектированные градирни. В этом плане наше предприятие также вышло на новый уровень, связанный с реконструкцией объектов оборотного цикла промышленных предприятий и сдачей объектов "под ключ".

Так что сегодня StruCad — это наш проверенный рабочий инструмент!

*А сколько проектов выполнено вашими инженерами непосредственно в системе StruCad?*

Около двадцати пяти. Но это, впрочем, как считать...

*Что вы имеете в виду?*

Дело в том, что разновидностей градирен не так уж и много. А у нас уже есть наработки, используя которые мы можем снизить сроки выпуска проектной и рабочей документации, что в свою очередь сокращает время подготовки всего проекта. Типовые решения мы модернизируем и дорабатываем с учетом конструктивных и технологических требований заказчика. При этом, конечно, вносится много нового, но есть задел, основа. Попадаются, конечно, и новые разновидности, которые приходится начинать с нуля.

*Какие данные вы получаете в процессе подготовки проекта?*

В первую очередь это проектная и рабочая документация, то есть чертежи марок КМ, КМД, а также спецификации на металл. Перед тем как передать документацию на завод, строительную площадку или заказчику, инженеры проектного от-

**Перед тем как передать документацию на завод, строительную площадку или заказчику, инженеры проектного отдела немного ее дорабатывают, но в общем и целом документация, формируемая в программе, — очень высокого качества, что, конечно, нас более чем устраивает**

дела немного ее дорабатывают, но в общем и целом документация, формируемая в программе, — очень высокого качества, что, конечно, нас более чем устраивает.

*Если говорить о доработках документации проекта — сколько они составляют в процентном отношении?*

Процентов 15-20... Но это опять же смотря как считать. Располагая созданной 3D-моделью, мы можем повысить качество документации, то есть, помимо подготовки двумерных чертежей, имеем возможность размещать в чертежах плос-

кие трехмерные виды отправочных марок и/или всей конструкции либо ее части. Если же посчитать, сколько времени понадобилось бы на ручную отрисовку хотя бы одного несложного плоского трехмерного вида, вывод, думаю, будет очевиден...

*А для чего это используется?*

Это очень актуально, особенно в последнее время. Наряду со стремительным развитием новых материалов и технологий развиваются типы и разновидности конструкций. Напомню, что одно из направлений нашей деятельности — разработка и патенты на новые материалы. По некоторым конструкциям мы предлагаем собственные решения. А теперь представьте, что сборщик на заводе или монтажник на строительной площадке неверно понял чертеж. В результате — неправильная сборка отправочной марки, а дальше и неправильный монтаж... Допустить подобное мы не можем.

Так что возможности, о которых я только что упомянул, используются нами очень активно. Как следствие, во всей цепочке стало гораздо меньше ошибок.

*Скажите, какие еще инструменты активно используются на вашем предприятии?*

При общении с заказчиком, производством, строительной площадкой бывает просто необходим инструмент StruWalker. Его использует не только инженерный состав, но и сотрудники, отвечающие за сопровождение и представление проектов. Если, допустим, появляются какие-то разногласия по проекту, наши специалисты всегда могут наглядно прокомментировать свои доводы по спорным моментам.

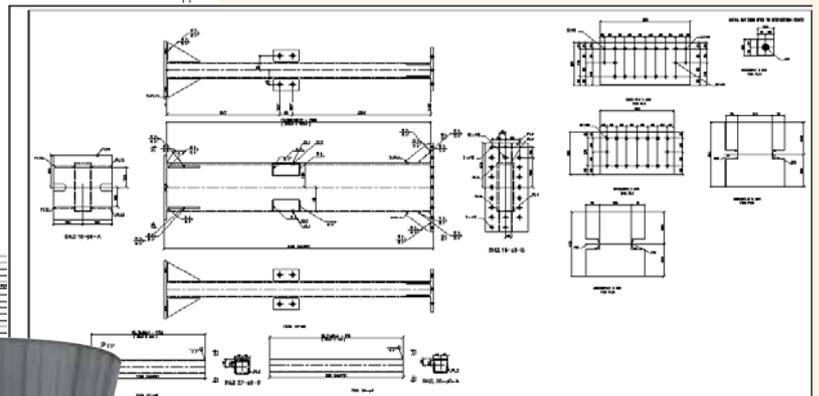
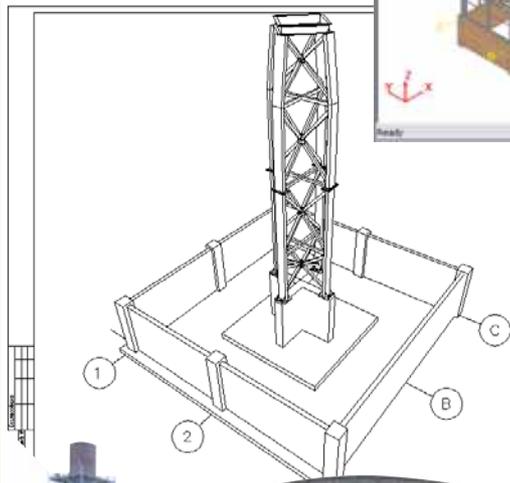
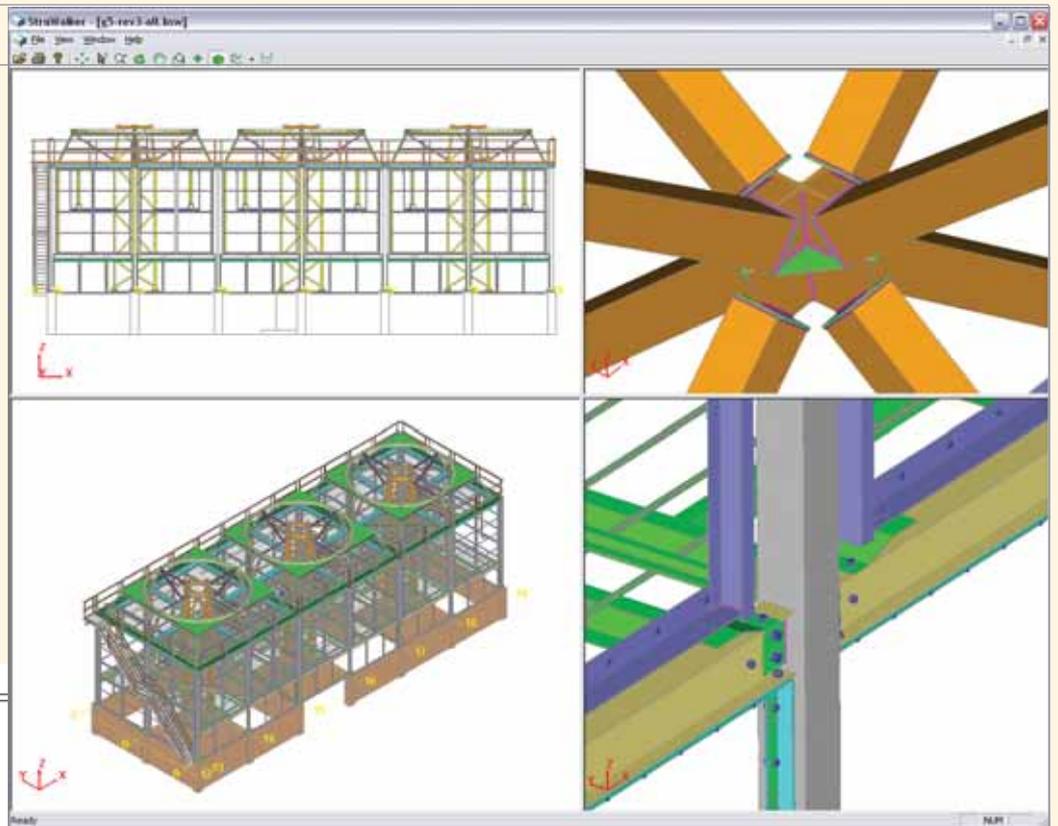
С помощью того же инструмента создается "Сопроводительно-монтажная методичка", которая включает инструкции по монтажу с наглядными иллюстрациями и пояснительными записками. Можете себе представить, насколько нужен этот документ!

*И в заключение — хотя бы коротко о дальнейших планах...*

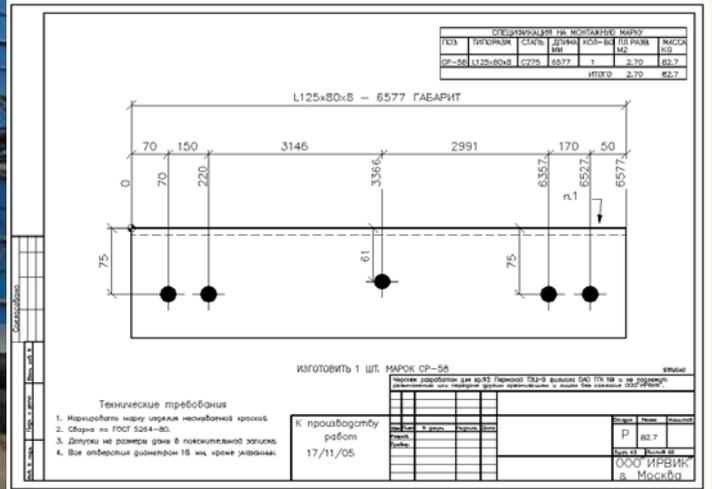
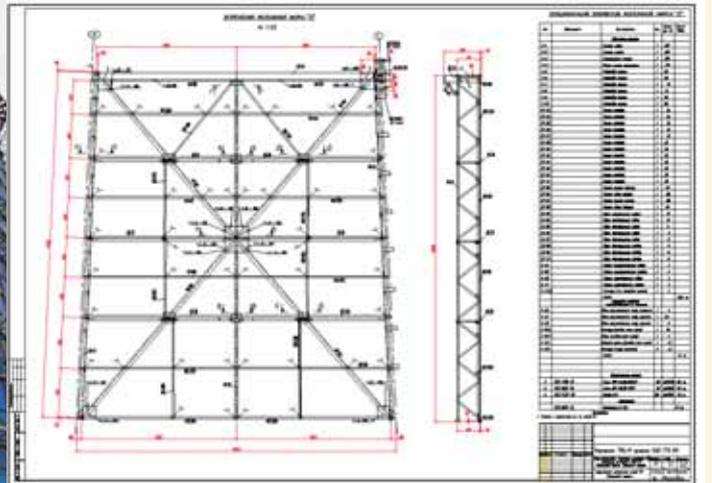
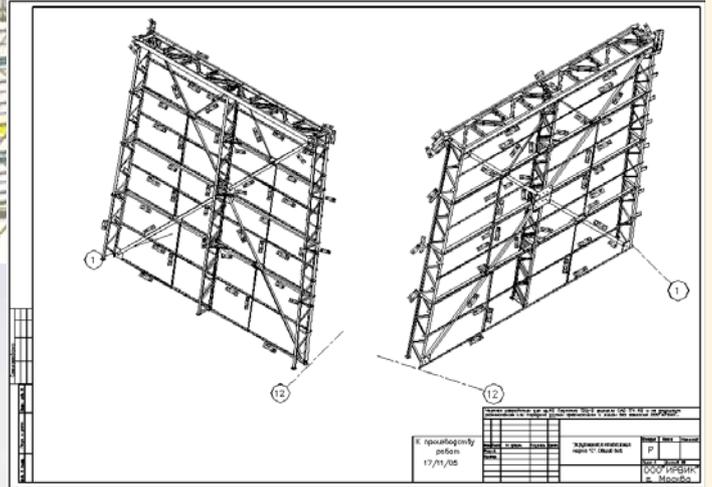
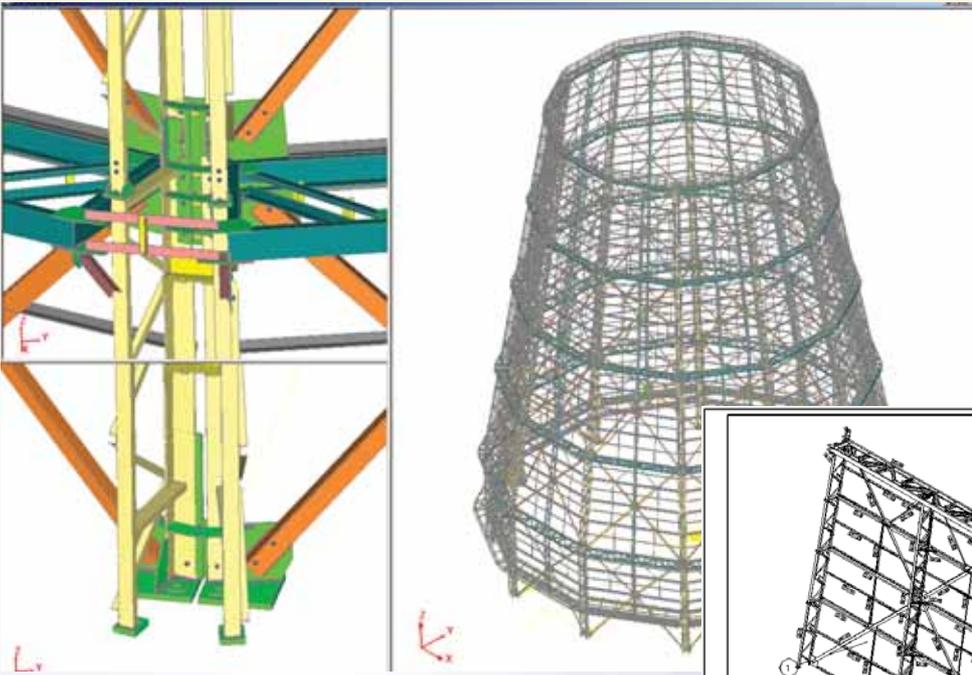
Мы не идем вслед за техническим прогрессом — мы его формируем. И конечно, не останавливаемся на достигнутом: наращиваем производственные мощности, осваиваем и внедряем новые технологии. Мы расширяем сферу деятельности нашего предприятия и приглашаем к сотрудничеству новых заказчиков.

**Интервью вел Алексей Худяков.  
Более подробная информация о StruCad —  
на специализированном сайте  
[www.strucad.ru](http://www.strucad.ru)**

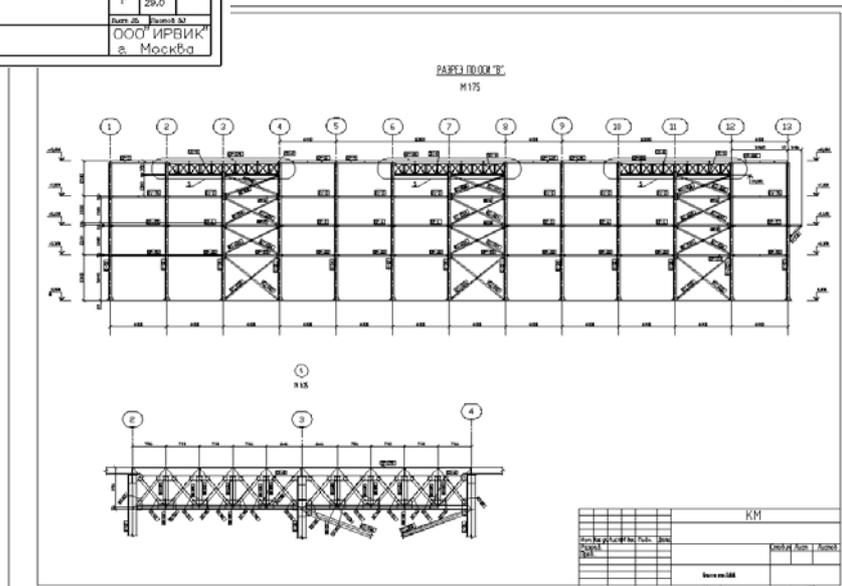
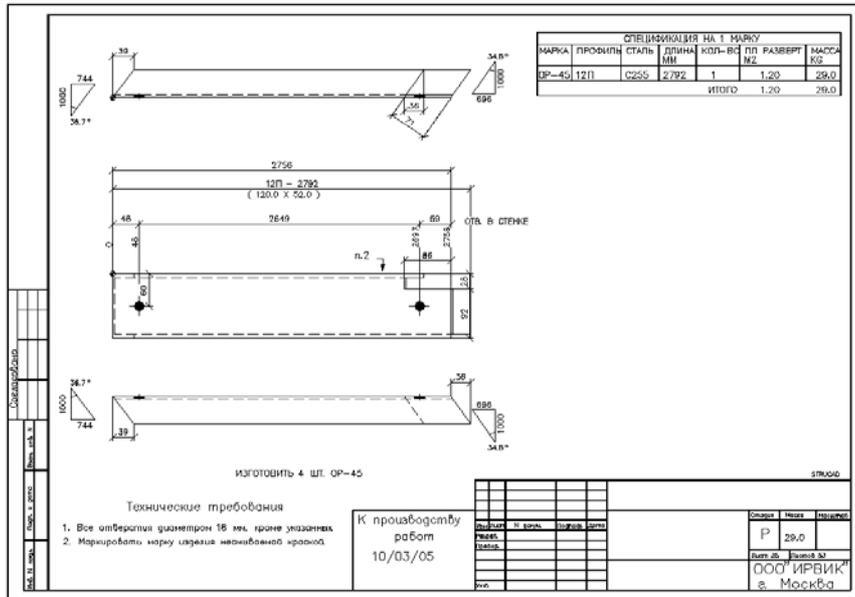
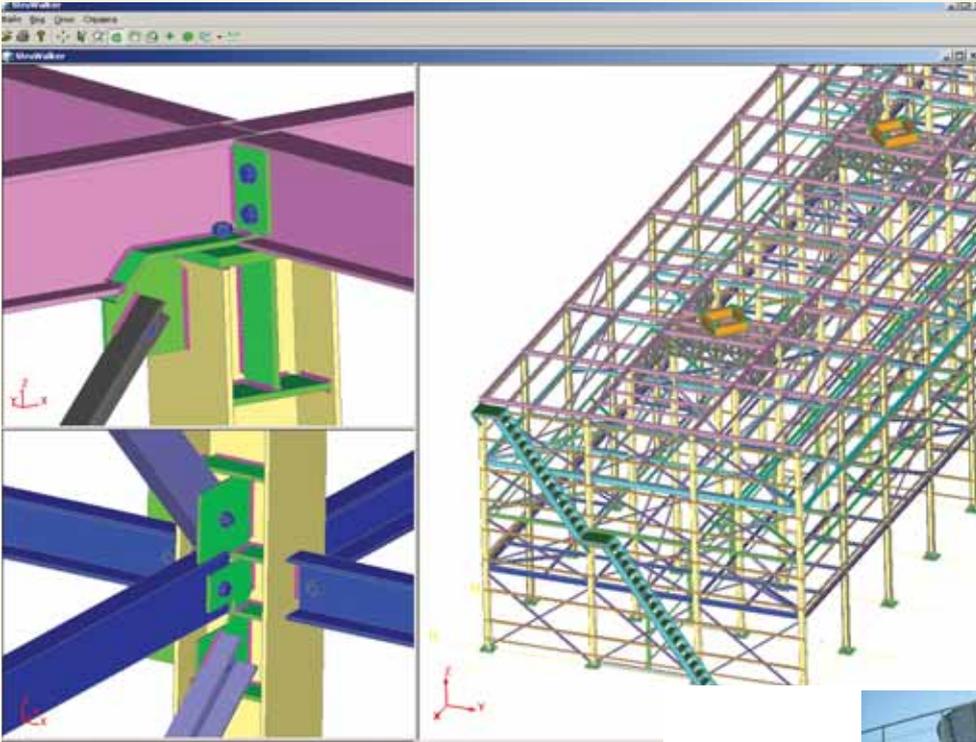
Проектирование и строительство  
вентиляторной градирни на Хакасском  
алюминиевом заводе



Проект и его воплощение: башенная градирня на Пермской ТЭЦ-9



Вентиляторная градирня на Рязанском нефтеперерабатывающем заводе



# Использование информационных технологий

## В ПРОЕКТНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ ОАО "ГИПРОВОСТОКНЕФТЬ"

В 2006 году институт "Гипровостокнефть" – комплексная научно-исследовательская и проектно-изыскательская организация, успешно решающая проблемы разработки и обустройства нефтяных и газовых месторождений, – отметил свое шестидесятилетие. По проектам института введено в разработку более 2600 нефтяных месторождений в России и за рубежом, разработано 5000 проектов технологического обустройства месторождений, построено 400 нефтегазопроводов, газоперерабатывающие заводы, компрессорные станции...

Эффективность деятельности института обеспечена высокой квалификацией более чем тысячи его сотрудников, наличием крепкой научно-исследовательской базы, современным компьютерным и телекоммуникационным оборудованием, позволяющим применять в проектировании самые передовые методики и расчеты. Договоры с ОАО "Гипровостокнефть" заключили практически все крупные нефтяные компании России, институт активно сотрудничает с ведущими зарубежными фирмами.

За последние годы в проектном производстве ОАО "Гипровостокнефть" значительно возросла роль информационных технологий. Это обусловлено стратегическими задачами института на российском рынке проектных услуг, необходимостью повышения эффективности производства и качества выпускаемой проектной документации. Новый импульс автоматизации проектных работ, развитию и применению вычислительной техники придало участие института в крупных проектах с зарубежными заказчиками.

Начальный этап участия ОАО "Гипровостокнефть" в проекте КТК (1998 год) показал, что в современных условиях абсолютно недостаточно использовать компьютеры только как электронные кульманы для автоматизации графических работ или как пишущие машинки для подготовки таблично-текстовых документов, недостаточно также купить и внедрить отдельные программы для автоматизации тех или иных расчетов или проектных операций. Заказчик хотел видеть стройную систему проектного документооборота – с прозрачной структурой сопровождения проекта, контролем за выпуском документации. Это потребовало перестройки всего проектного производства.

В 1998 году институт определился с базовой системой проектирования – выбор был сделан в пользу AutoCAD ([www.autocad.ru](http://www.autocad.ru)). С тех пор обучение работе с этой системой прошли около четырехсот сотрудников "Гипровостокнефти".

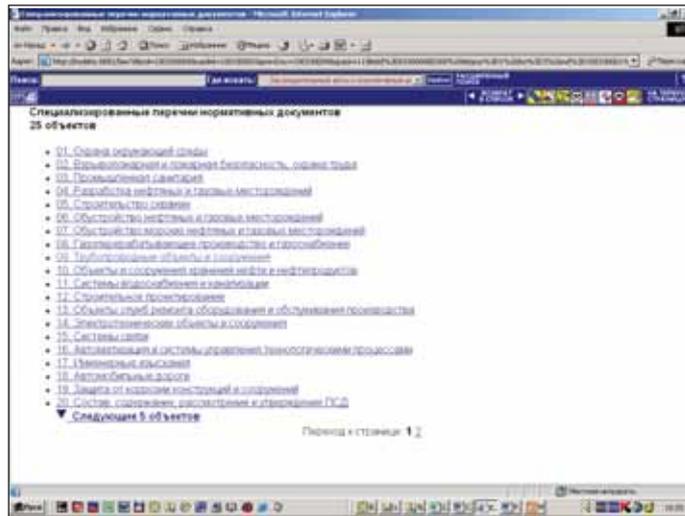
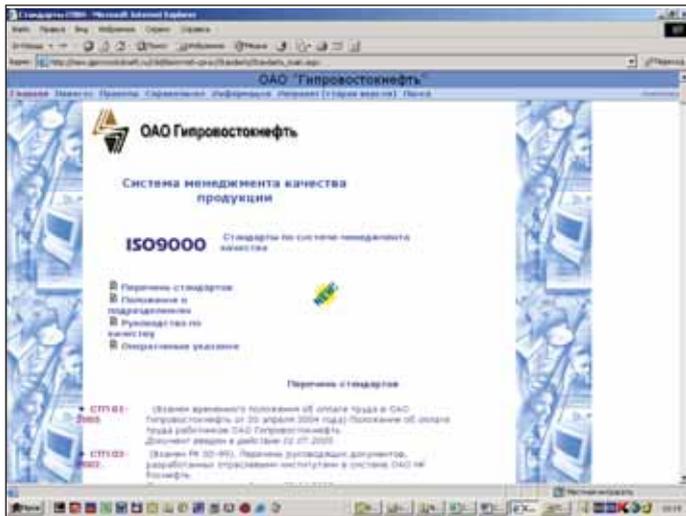
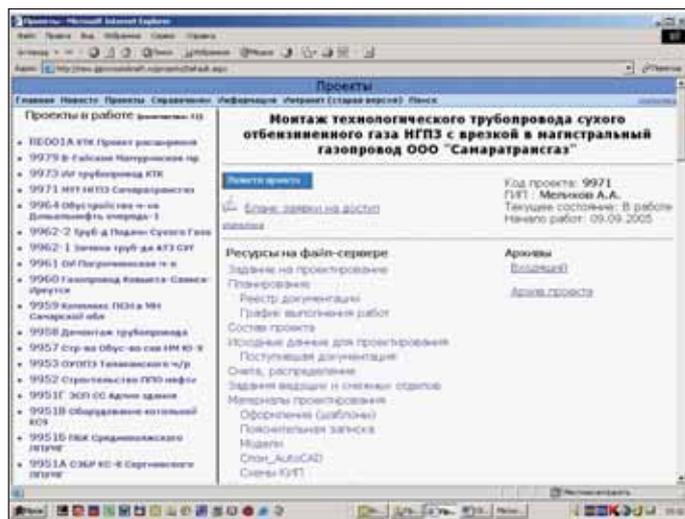
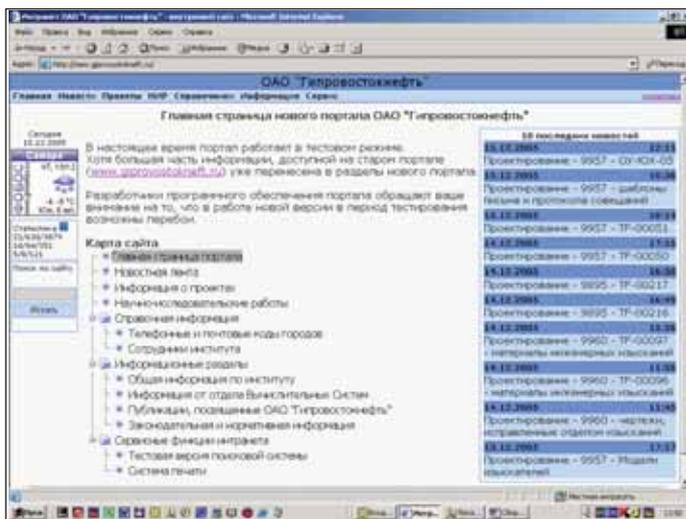
В 1999-м началось внедрение комплексной системы управления качеством. Этот документ лег в основу ныне

действующей Системы менеджмента качества продукции с учетом требований международного стандарта качества ИСО 9001:2000. В 2000 году руководство ОАО "Гипровостокнефть" приняло решение переработать в соответствии с требованиями ИСО 9001:2000 всю нормативную документацию, а в 2002-м международный сертификационный центр Buro Veritas (Великобритания) выдал институту сертификат соответствия, аккредитованный в США, Германии и Франции. Разработанные в рамках этой системы процедурные документы помогли и при постановке задач будущей системы проектного документооборота, и при упорядочении процесса оформления и движения проектных данных.

Процесс проектирования представляет собой сложную информационную систему со множеством участников и большими объемами передаваемой информации. Переходя к электронному проектированию, любая организация сталкивается с проблемами формализации и перестройки документооборота, складывавшегося на предприятии в течение многих лет. Необходимо описать связи, разработать процедуры, регламентирующие процессы обмена информацией, определить права пользователей, разместить документы (файлы) в базе данных.

Сформулируем основные требования к единому информационному пространству, которыми мы руководствовались при разработке системы управления проектным документооборотом.

- Система должна отражать *текущее положение дел* по каждому из разрабатываемых проектов: его состав, сроки, поступающие исходные данные,



принимаемые технологические решения, требования к проектно-сметной документации (ПСД), если они отличаются от стандарта предприятия, ход выпуска ПСД...

- Система обязана поддерживать *совместную работу* над проектом всех участников процесса проектирования. Смежники (изыскатели, дорожники, генпланисты, технологи, электрики и т.д.) должны участвовать в создании единой цифровой модели проекта – одновременно отслеживая работу других специалистов. При этом требуется упорядочить процесс хранения всех моделей по направлениям проектирования.
- Необходим продуманный *механизм распределения доступа* к проектным данным. Любой документ должен иметь "хозяина" – разработчика или специалиста, отвечающего за его актуальность, расположение в системе и определенную доступность. Каждый специалист получает доступ к информации в соответствии со своим статусом.
- Следует обеспечить *доступ к нормативно-справочной и технической до-*

кументации, к документации по Системе менеджмента качества на базе ISO 9001.

- Все проектные данные, размещаемые в электронном виде, должны соответствовать определенным требованиям – с тем чтобы каждый проектировщик, располагающий необходимыми правами доступа, мог открыть интересующий его документ со своего рабочего места. Для этого в стандарте института требуется определить *допустимые форматы электронных документов*. Форматы внешних обменов данными согласовываются с заказчиком при заключении договоров на проектирование.
- Коротко перечислим подготовительные мероприятия, необходимые для реализации этих задач:
  - Определение *базовых инструментальных средств* для выпуска проектно-сметной документации. В ОАО "Гипровостокнефть" принят следующий набор инструментальных средств:
    - AutoCAD – для выпуска графической документации;

- MS Office – для подготовки таблично-текстовой документации;
- MS SQL – для хранения документов, информации по оборудованию и материалам;
- Internet-технология – для организации информационной системы института.
- Создание *стандартов предприятия, процедур и электронных шаблонов*, регламентирующих процесс разработки проектно-сметной документации. В рамках Системы менеджмента качества производства были разработаны 42 руководства по качеству, 35 стандартов предприятия и более 70 электронных шаблонов проектно-сметной документации. В соответствии со стандартами предприятия вся документация выпускается в электронном виде.
- Создание и ведение *электронного архива* проектной документации. В 2001-м был разработан первый вариант электронного архива на базе MS Access, а годом позже появилась сетевая версия архива под MS SQL-server. Сегодня в электронном архиве хранится около 80 000 документов по более чем двумстам проектам.

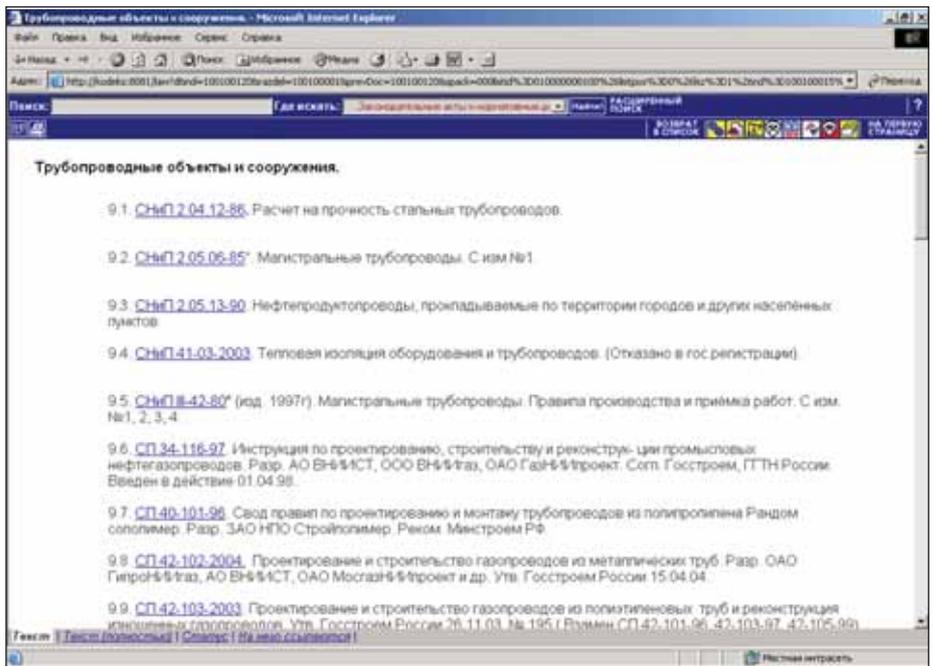
Единое информационное пространство института организовано с использованием корпоративного web-сайта, на базе которого осуществляются проектный документооборот и совместная работа специалистов над проектами. Готовые документы регистрируются в электронном архиве и при необходимости направляются заказчику в электронном виде — с автоматической комплектацией и сопроводительным письмом, где отражен состав отправки.

Справочное пространство содержит информацию об институте, его сотрудниках, текущих новостях, большой объем нормативно-справочной информации, документацию по системе менеджмента качества.

Проектное пространство в рамках этой системы является одной из составляющих частей комплексной системы автоматизации проектирования (КСАПР) и содержит практически всю информацию по проекту. Материалы проектирования регистрируются в базе данных на SQL-сервере и размещаются на файл-сервере института — начиная от задания на проектирование, состава проекта, проектных процедур, графиков выполнения работ и заканчивая документами, готовыми к отправке заказчику.

С помощью специальных запросов можно динамически формировать разнообразные отчеты по выпуску проектной документации, ходу отправки и т.д. Размещение графических моделей осуществляется на файл-сервере института, причем актуальность каждой из них строго отслеживается. Формируя чертежи и модели по своим направлениям, смежники исходят из текущего состояния этой модели — при этом применяются ссылочный механизм AutoCAD и программы, разработанные специалистами ОАО "Гипровостокнефть".

Чтобы обеспечить функционирование этой информационной системы, требуется постоянно поддерживать до-



статочно высокий уровень аппаратных средств вычислительной техники. В настоящее время система организована на базе восьми серверов, в числе которых сервер баз данных (SQL-server), файл-сервер института и web-сервер, обеспечивающие хранение и движение всей проектной информации, а также почтовый сервер, сервер резервного копирования и сервер распределения лицензий. К локальной сети подключены все проектные подразделения института, около 700 персональных компьютеров.

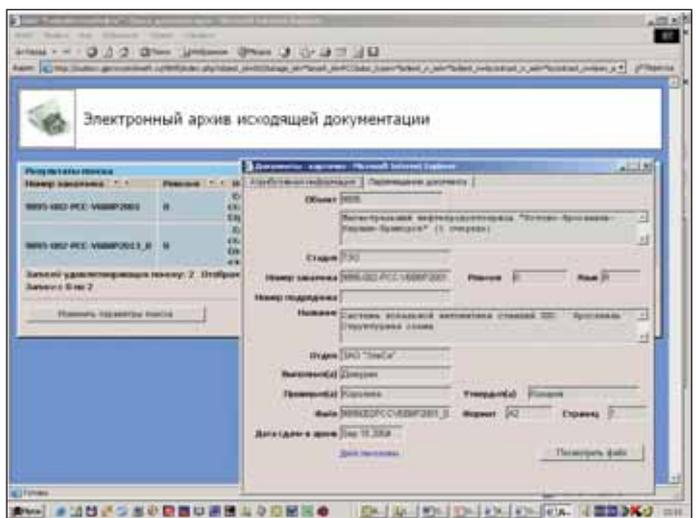
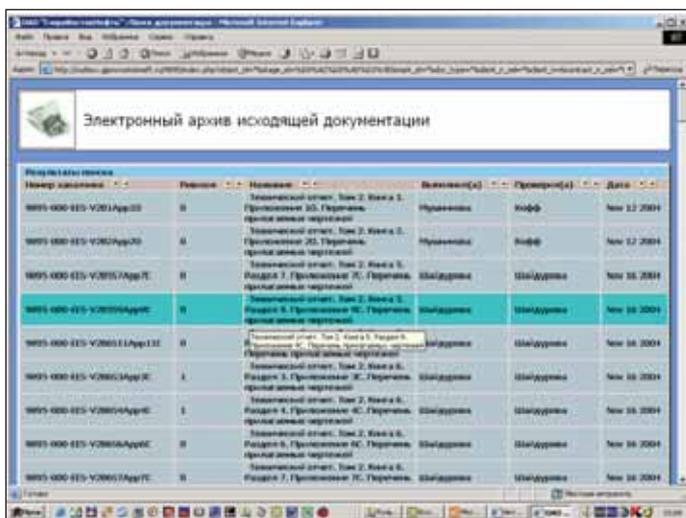
В качестве системного программного обеспечения принята продукция Microsoft: MS Windows Server 2003, MS SQL Server 2000, MS Exchange Server 2003. Внутренний корпоративный сайт реализован на Internet Information Server с применением ASP.NET-технологий.

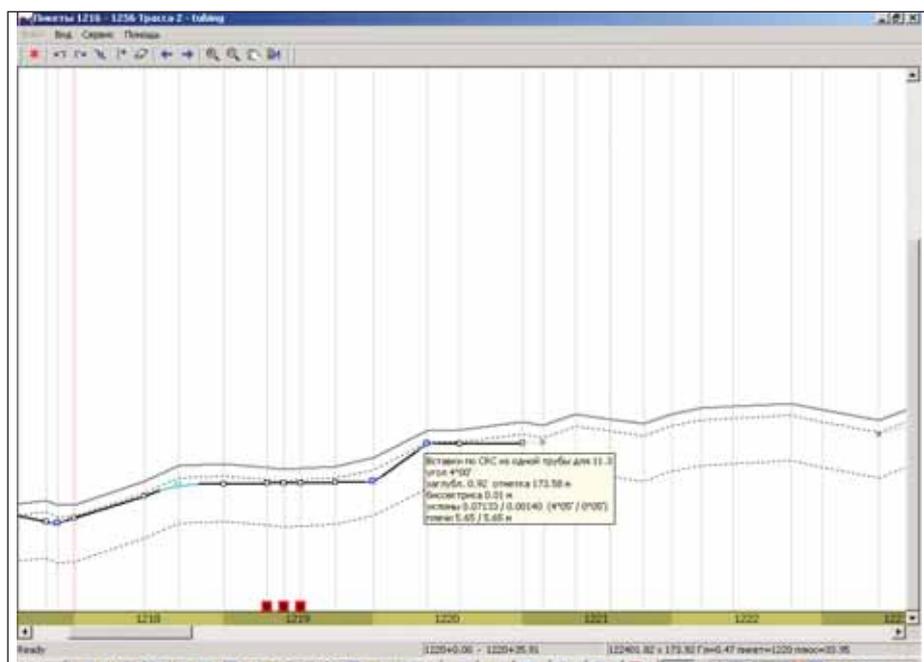
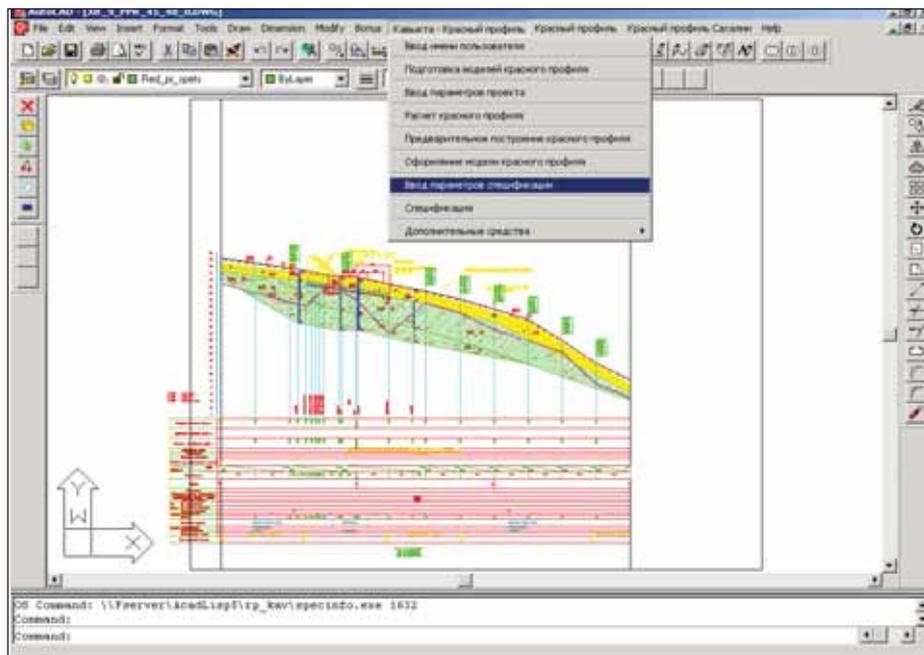
Рабочие места оснащены операционной системой MS Windows 2000/XP, для подготовки таблично-текстовой документации используются программы MS

Office, для выпуска графической документации — AutoCAD 2000/2005.

Основные показатели сегодняшнего состояния информационной системы ОАО "Гипровостокнефть":

- на техническом обслуживании отдела вычислительных систем находится более 700 ПК, 8 серверов, 120 принтеров, 5 графопостроителей, 23 сканера;
- в рамках технической поддержки ежегодно обслуживается свыше 8000 заявок, поступивших с рабочих мест пользователей;
- электронный архив содержит более 200 проектов, свыше 80 000 единиц хранения электронных документов;
- в электронный архив ежегодно поступает около 35 000 проектных документов (до 600 в день);
- каждый год в сети и в среде Intranet поддерживается более 60 проектов;
- ежегодно обрабатывается более 30 000 входящих документов по проектам (до 500 в день);





- печать графики – свыше 88 000 листов в год (500-700 в день);
- печать текста – свыше 600 000 листов в год (около 3000 в день).

Процесс формирования информационного пространства института и системы проектного документооборота был неразрывно связан с внедрением в проектное производство комплексной системы автоматизированного проектирования. В ОАО "Гипровостокнефть" эти работы шли параллельно.

С развитием информационных технологий появляются и новые задачи в области автоматизации процесса проектирования, и новые возможности их решения. На сегодня основные направления автоматизации сформулированы так:

- приобретение программных средств и систем;
- разработка собственного программного обеспечения, взаимодействующего с AutoCAD, MS Office и SQL-server, автоматизирующего расчеты и процесс выпуска проектной документации;
- адаптация приобретаемых средств автоматизации с учетом внутрикорпоративных и государственных стандартов, дополнение функционала AutoCAD и MS Office небольшими программами, автоматизирующими процесс подготовки чертежей и других проектных документов;
- приобретение крупных программных комплексов, моделирующих

проектируемые объекты и обеспечивающих возможность оформления проектной документации на базе модели;

- разработка интерфейсов, связывающих программные средства в единую технологическую цепочку (с возможностью передачи данных из одной системы в другую).

Для автоматизации процесса проектирования специалисты института используют более 150 программ. Постоянно развиваются инструментальные средства подготовки чертежей в AutoCAD, создаются библиотеки блоков и условных обозначений, унифицировано использование шрифтов, цветов, типов и толщин линий, тематических слоев AutoCAD по направлениям проектирования, разработан ряд приложений AutoCAD, упрощающих и автоматизирующих те или иные операции по подготовке чертежей.

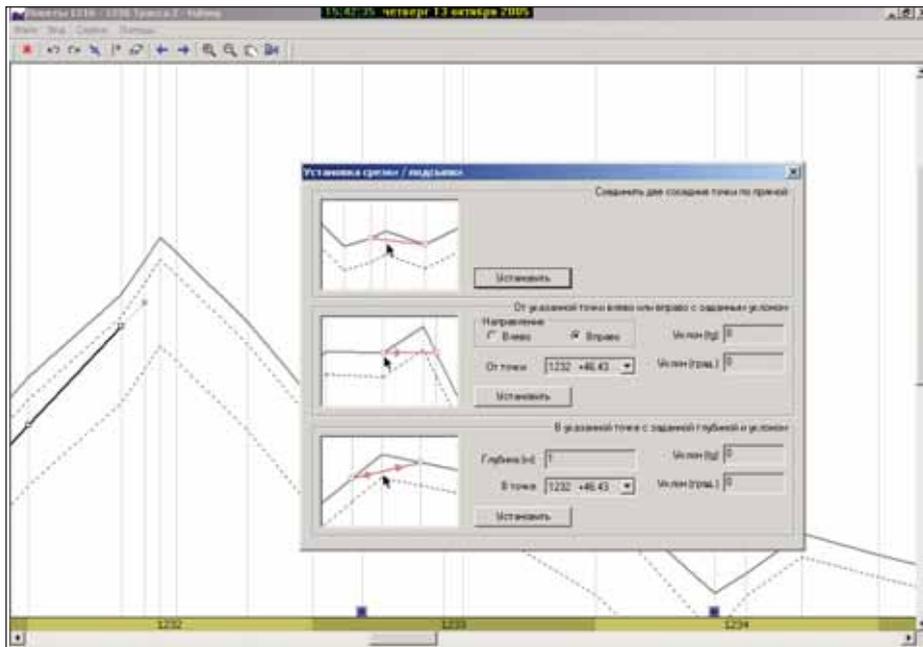
Специалисты отдела вычислительных систем разрабатывают по заявкам проектировщиков программное обеспечение для автоматизации направлений, которые по тем или иным причинам не охвачены программными средствами, представленными на рынке. Например, изучив в 2003 году состояние рынка ПО в области автоматизации проектирования магистральных продуктопроводов, мы пришли к выводу о необходимости создать собственную программу, тем более что институт приступал в это время к проектированию береговых трубопроводов "Сахалин II". В кратчайшие сроки был разработан набор инструментальных средств, позволивших проектировщикам успешно справиться с выпуском чертежей по этому достаточно большому и сложному линейному объекту. С использованием программы, получившей название "Красный профиль", выпущено более 2000 чертежей профилей, в том числе около 75% таких чертежей по проекту "Сахалин II", около 85% – по проекту "Кстово-Приморск", практически все чертежи профилей по объекту "Опытно-промышленная эксплуатация первоочередного участка газоконденсатной залежи Тарасовского месторождения". Программа используется при проектировании газопровода Ковыкта-Саянск-Иркутск. Она гибко адаптируется под конкретные требования проекта, а ее функционал наращивается благодаря появлению новых инструментальных средств.

Что касается проектирования площадных объектов, то еще в 1998 году мы впервые задумались о выборе САПР-системы для трехмерного проектирования. К этому времени у специалистов инсти-

тута был накоплен достаточно большой опыт работы с использованием средств автоматизации на базе AutoCAD, но заказчики, особенно западные, всё чаще задавали вопрос о возможности применения трехмерного проектирования. В том же году был приобретен программный комплекс AutoPLANT для трехмерного проектирования в комплекте с программой расчета и анализа трубопроводных систем AutoPIPE. Последняя была освоена очень быстро и активно используется по сей день. А вот трехмерное проектирование на базе AutoPLANT не прижилось. Дело здесь, наверное, не столько в функциональном несоответствии приобретенных программных средств задачам автоматизации, сколько в ошибках организации процесса внедрения и неготовности коллектива проектировщиков принять в тот момент новую технологию. Отношение к трехмерному проектированию стало меняться позже – помогло участие института в ряде крупных проектов, общение с иностранными проектировщиками и посещение западных компаний...

Необходимость широкого внедрения трехмерных технологий становилась все более очевидной, а значит нужно было либо повторять попытку внедрения AutoPLANT, либо выбирать другую CAD-систему. Специалисты провели анализ рынка программных средств, собрали данные о применении в России тех или иных систем, разослали запросы по используемым системам в родственные нам организации – и тщательно проанализировали полученную информацию.

При выборе учитывались не только функциональные возможности рассматриваемых решений, но и возможность построения на их базе комплексной системы автоматизации всех направлений проектирования, обеспечение сквозной технологии, открытость, возможность адаптации, применимость в условиях российских стандартов. В качестве базовой платформы CAD-системы был определен AutoCAD. Кроме того, мы понимали, что успех внедрения во многом будет зависеть от выбора поставщика САПР и его способности адаптировать приобретаемые программные продукты к потребностям предприятия. Требовалось найти системного интегратора, поставляющего комплексные решения для автоматизации проектирования. После рассмотрения всех собранных нами сведений о программах и компаниях мы остановили выбор на компании CSoft ([www.csoft.ru](http://www.csoft.ru)) и посетили одну из организаций, где силами этого системного интегратора уже была внедрена аналогичная система.



В 2003 году институт заключил с компанией CSoft первый договор на внедрение комплексной системы автоматизации проектирования. В рамках этого договора "Гипровостокнефть" приобрела систему трехмерного проектирования PLANT-4D ([www.plant4d.ru](http://www.plant4d.ru); разработка голландской компании CEA Technology) с полным комплектом модулей по технологической части (технологическая схема, оборудование, трубопроводы, проверка на предмет коллизий, конструктор компонентов, генератор чертежей, генератор миникаталогов, генератор изометрий, база данных оборудования). Были приобретены программы по электрической части и КиП (AutomatiCS, ElectriCS), строи-

тельной части (Project Studio<sup>CS</sup> Архитектура, Конструкции, Фундаменты), ряд расчетных программ, средства проектирования металлоконструкций, генплана, оформления чертежей по СПДС под AutoCAD – в общей сложности около 80 программ.

За время нашего сотрудничества прошли обучение более 200 специалистов-проектировщиков, выполнено пять пилотных проектов, в ходе которых отрабатывались технологии параллельного проектирования при формировании единой трехмерной модели объекта. В качестве пилотных выбирались реально выполняемые проекты (правда, для подстраховки параллельно выполнялось проектирование по традиционной схеме).

### Реконструкция Астраханской НПС

- технологическая и строительная часть:
  - насосная станция пожаротушения;
  - площадка фильтров-грязеуловителей.

### МНПП Кстово-Приморск

- технологическая и строительная часть:
  - магистральная насосная с масло-системой;
  - насосная станция противопожарного водоснабжения;
  - блок приема топлива.
- электротехническая часть:
  - производственное здание с бытовыми помещениями;
  - инженерные сети (освещение и молниезащита);
  - технологическое ЗРУ с КТП и НКУ;
  - система охранной сигнализации, контроля доступа и наблюдения (освещение).
- фрагмент инженерных сетей на эстакадах ППС Некоуз.

### Установка сброса пластиковой воды на Софинско-Дзержинском месторождении (технологическая часть).

### Реконструкция СУ-14 (УПСВ) (технологическая часть).

### Капитальный ремонт мазутного хозяйства "Жигулевские стройматериалы" (электротехническая часть):

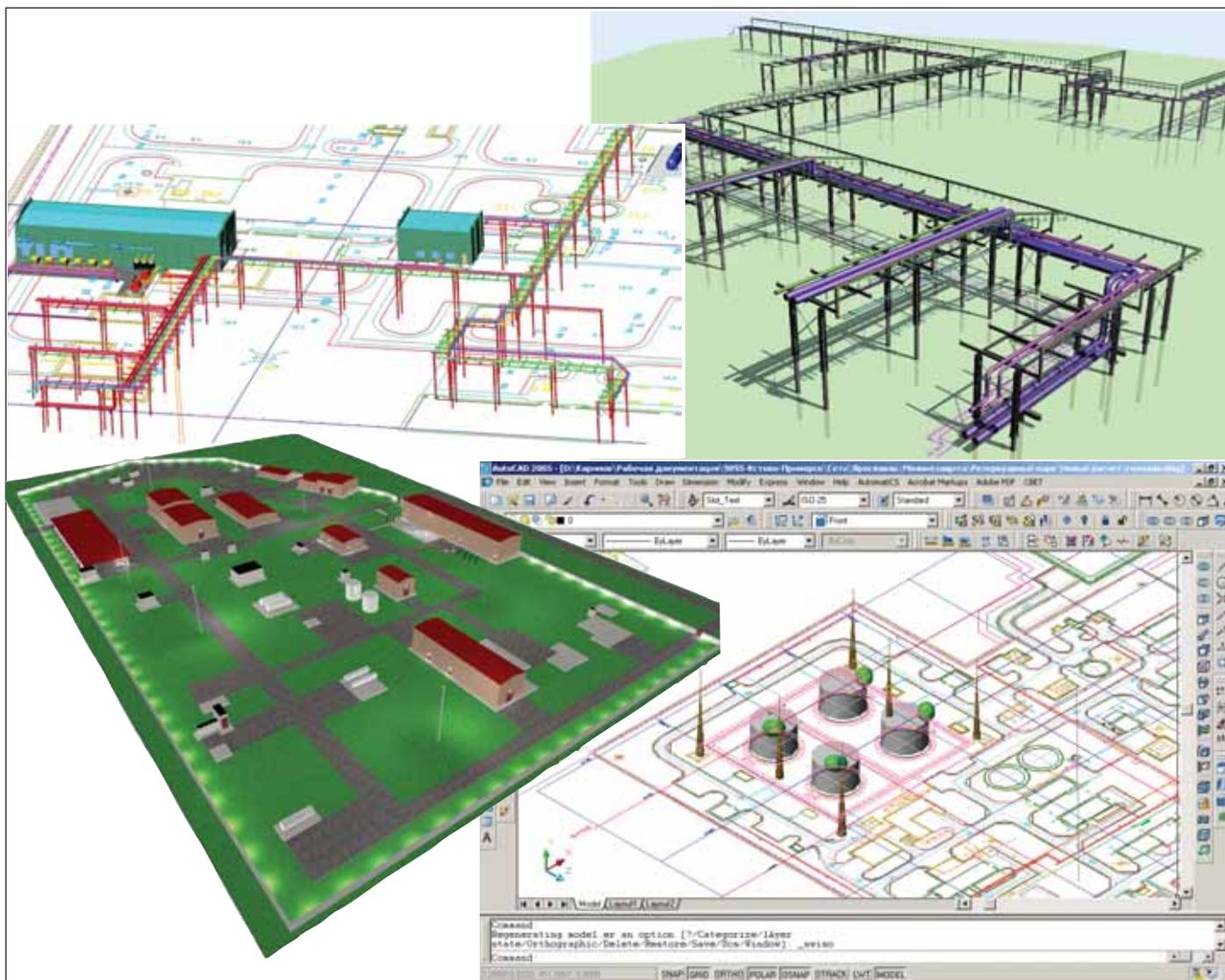
- инженерные сети (освещение и молниезащита).

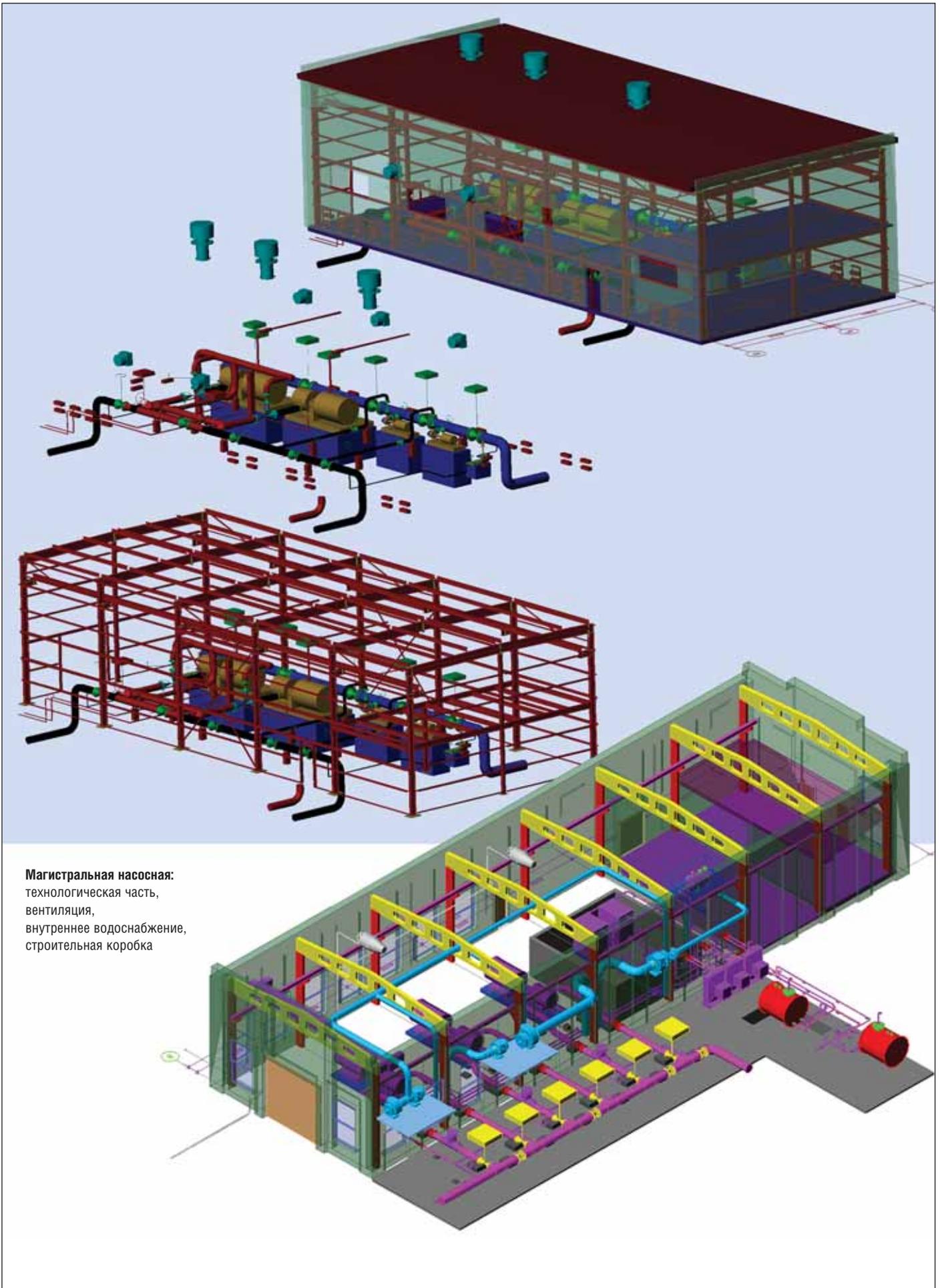
Выполнялись подоснова, генплан, архитектурно-строительная и технологическая часть, металлоконструкции, опоры, фундаменты, отопление, вентиляция, раскладка кабелей, проектирование инженерных сетей – в том числе на эстакадах. Отработаны технологии выпуска спецификаций, генерации чертежей, доводки оформления документации с использованием программы СПДС GraphiCS, создания изометрических схем, ввода нового оборудования в базу данных программного комплекса PLANT-4D.

В технологии трехмерного проектирования можно выделить следующие основные этапы:

- создание топоосновы с трехмерным рельефом;
- разработка технологической схемы;
- проработка генплана;
- построение трехмерной модели проектируемого объекта;
- генерация двумерных чертежей (планов, разрезов, сечений), спецификаций, ведомостей и т.д.;
- оформление сгенерированных чертежей средствами AutoCAD и СПДС GraphiCS.

По завершении каждого из пилотных проектов проводился тщательный анализ обрабатываемых технологий. К несомненным достоинствам PLANT-4D следует отнести возможность организации коллективной работы над проектом, наглядность, раннюю диагностику ошибок. Располагая базой оборудования, можно достаточно быстро создавать модели, удобно выполнять и корректировать обвязку трубопроводов. Благодаря тому что система хранит



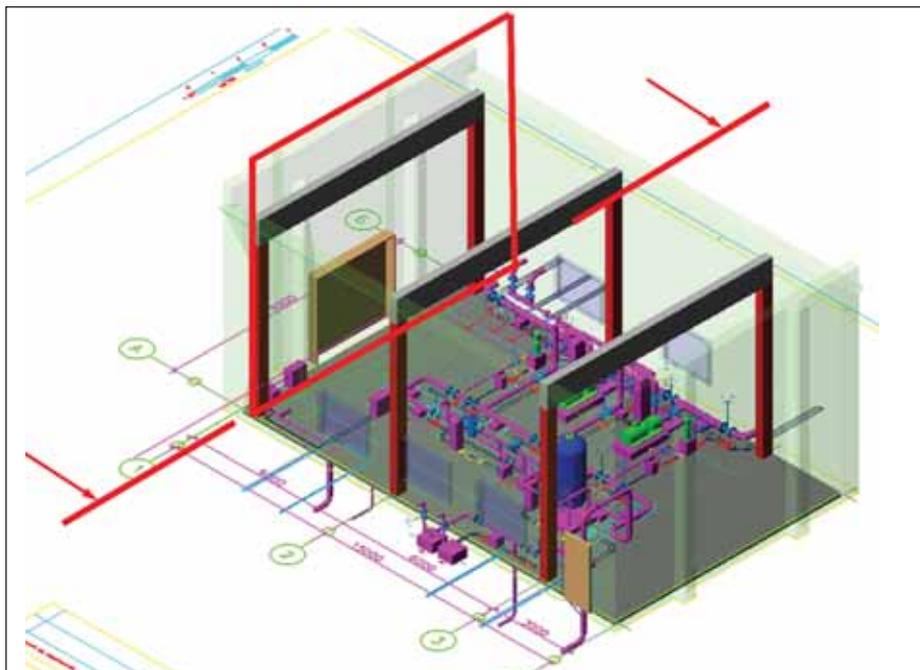


**Магистральная насосная:**  
 технологическая часть,  
 вентиляция,  
 внутреннее водоснабжение,  
 строительная коробка

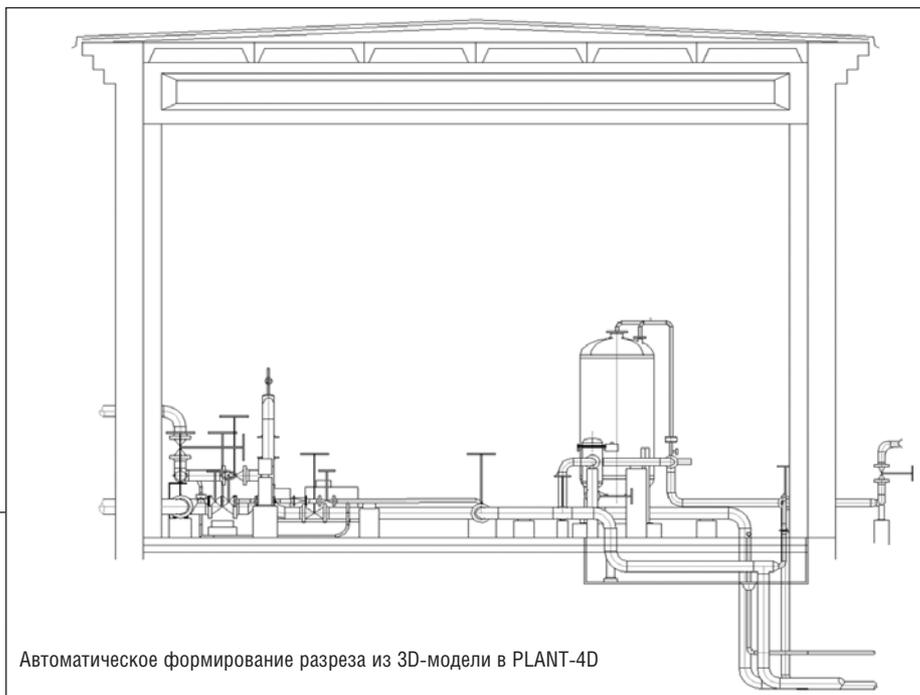
всю информацию о проектируемом объекте в виде базы данных, не возникает проблем с формированием всевозможных отчетов, ведомостей, спецификаций, причем форма спецификации легко настраивается под шаблон конкретного проекта. Система позволяет по ходу проектирования формировать задания смежникам, в том числе в виде запроса к базе PLANT-4D – с передачей, например, в программу ElectricCS 3D для раскладки кабелей. Оработана технология формирования изометрических чертежей и схем, которые также можно использовать для выдачи заданий (в частности на прочностные расчеты или электрообогрев).

Наибольшие проблемы связаны с оформлением чертежей. Конечно, проектировщик хотел бы нажатием одной кнопки сгенерировать с модели рабочий чертеж и сразу его оформить. Но, несмотря на наличие в системе PLANT-4D генератора двумерных чертежей, полностью автоматизировать процесс оформления невозможно, доводка чертежа остается за проектировщиком. Другое дело, что объем "ручной" работы необходимо сокращать (отметим здесь программу СПДС GraphiCS, которая достаточно удобно автоматизирует процесс оформления рабочих чертежей).

Технология трехмерного проектирования меняет и схему выпуска проектной документации. Сначала вся работа осуществляется на трехмерной модели, по ней же принимаются все технологические решения, производятся согласования со смежниками – а чертежи



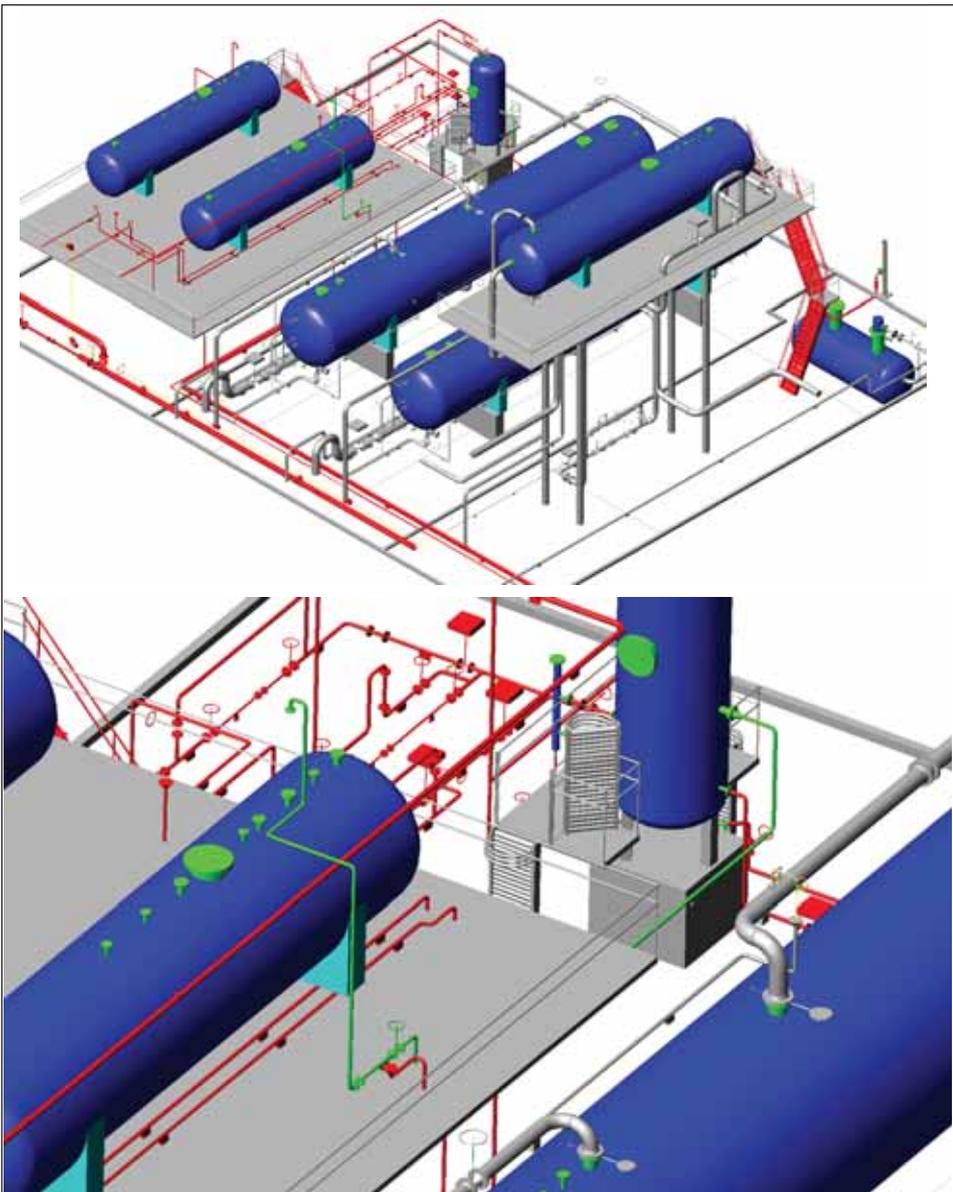
Формирование разреза



Автоматическое формирование разреза из 3D-модели в PLANT-4D



Разрез, оформленный с использованием программы СПДС GraphiCS

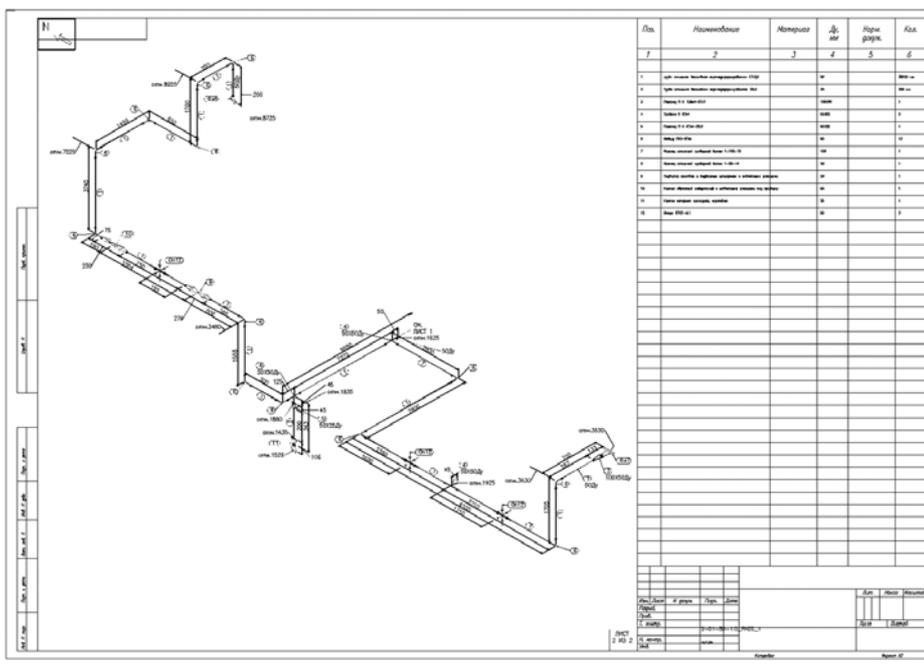


оформляются лишь на завершающем этапе. При переходе к трехмерным технологиям важно убедить руководителей и главных специалистов работать именно с электронной моделью объекта, не требуя от исполнителя всякий раз оформлять виды и разрезы, а затем представлять их в бумажном виде. Технологии трехмерного проектирования требуют постоянного обучения не только непосредственных исполнителей, но и руководителей групп, главных специалистов, которые отвечают за принятие решений.

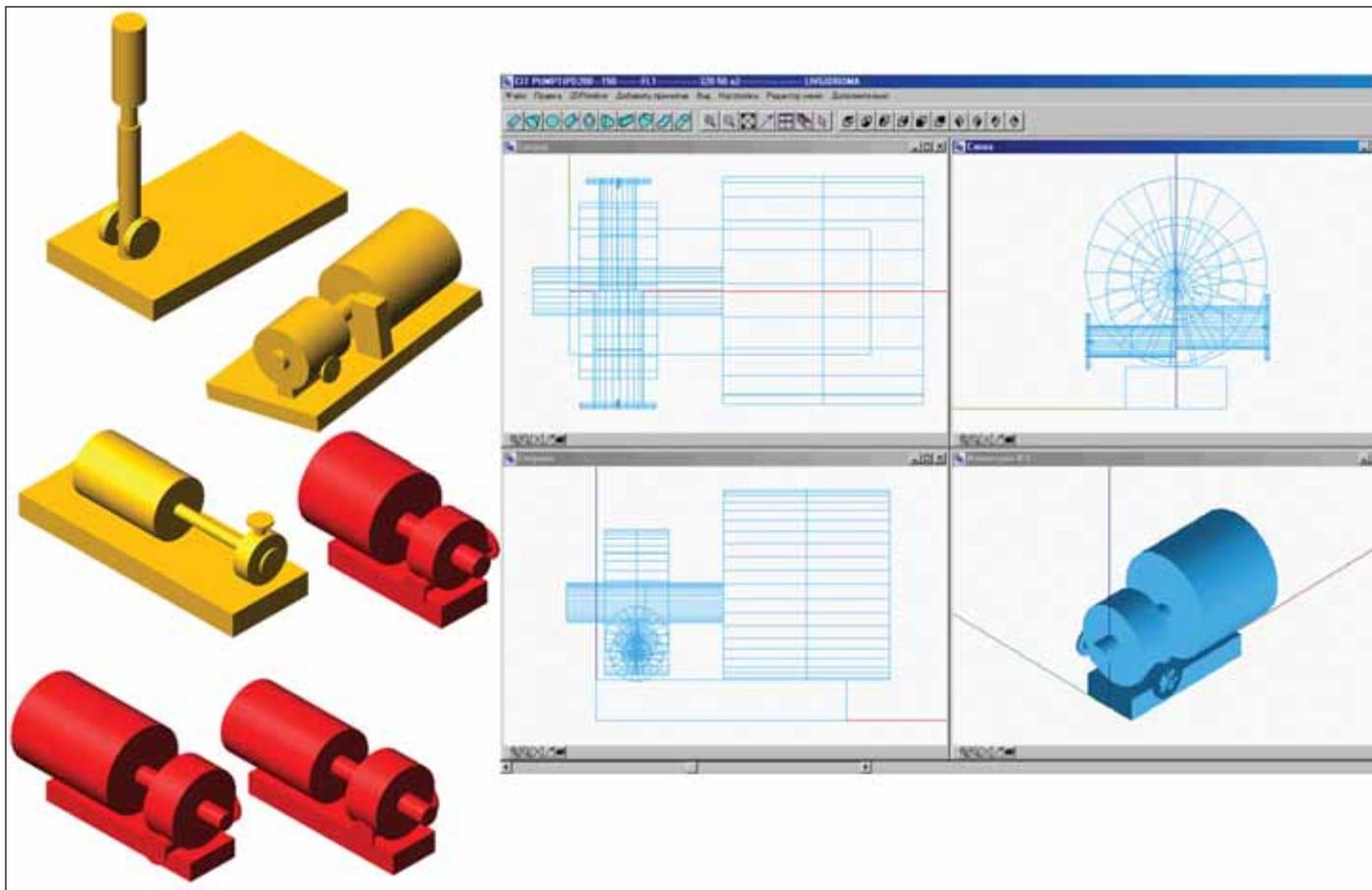
Вторая большая проблема – пополнение базы оборудования. Трехмерное проектирование даст реальную отдачу лишь когда будет опираться на достаточно полную базу оборудования, используемого в нефтегазовой отрасли. Сейчас нам уже ясно, что заниматься пополнением базы и поддерживать ее в актуальном состоянии должно специализированное подразделение и что этот процесс потребует определенного времени и трудозатрат. Мы отработали технологию ввода элементов, обучили специалистов.

На начальном этапе процесс ввода оборудования в базу и проектирование идут параллельно и не обеспечивают сокращения сроков подготовки проектов. Сейчас разрабатывается программное обеспечение, позволяющее организовать хранение документации по оборудованию (заводы-изготовители, их каталоги, техническая документация, паспорта оборудования и т.д.), которое позволит более эффективно выбирать оборудование и заносить его в базу PLANT-4D. Для поиска документации по оборудованию и ввода нового оборудования создается удобный и универсальный интерфейс на основе Intranet-технологии. Это же решение позволит просматривать содержимое базы оборудования на компьютерах, где не установлена система PLANT-4D.

Проделана большая и серьезная работа, но сказать, что освоение технологии трехмерного проектирования уже полностью состоялось, будет, пожалуй, преждевременно. Для внедрения этой технологии в практическое проектирование мало приобрести программные продукты, обучить сотрудников и отработать необходимые процедуры. Самое главное – изменить отношение к ней проектировщика, научить его мыслить в объеме, сломать психологические барьеры. Приходится убеждать и доказывать, что новая



Оформление чертежа изометрии в PLANT-4D (программный модуль Izogen)



Создание нового оборудования в Конструкторе компонентов PLANT-4D

технология значительно облегчает работу, сокращает количество ошибок, повышает эффективность труда...

Повторим: отличие технологии трехмерного проектирования от традиционного подхода состоит в том, что сначала принимаются технологические решения и создается трехмерная модель проектируемого объекта, и только потом с модели генерируются рабочие чертежи (планы, разрезы, сечения). В процессе создания модели каждый проектировщик видит работу смежника, при этом прогнозируются возможные коллизии, ошибки, ускоряется процесс принятия проектных решений. Все обсуждения и согласования ведутся на основе модели проектируемого объекта. Проектные документы (чертежи) генерируются только после ее согласования и утверждения.

Попытки объединить две технологии, старую и новую, заранее обречены. Привыкший к традиционной технологии руководитель подразделения или главный специалист требует от испол-

нителя оформленных чертежей, а исполнитель представляет ему модель. Под нажимом руководителя исполнитель генерирует чертеж, оформляет его

**Освоение трехмерного проектирования – процесс длительный, включающий в себя не только приобретение программных средств, но постоянное обучение персонала, сопровождение и поддержку всех входящих в систему программных модулей и баз данных**



(потратив на эти операции немало времени), руководитель вносит поправки и замечания, которые требуют внесения изменений в модель, а исполнитель вновь и вновь занимается оформлением чертежа. Конечно, такой гибрид техно-

логий не принесет отдачи. Трехмерное проектирование требует изменить весь процесс проектирования, а это возможно лишь при взаимодействии всех участников процесса. И еще при наличии железной воли у руководителей предприятия. Освоение трехмерного проектирования – процесс длительный, включающий в себя не только приобретение программных средств, но постоянное обучение персонала, сопровождение и поддержку всех входящих в систему программных модулей и баз данных. Но когда новые технологии начинают работать, на предприятии существенно повышаются эффективность и качество работ, становится выше уровень квалификации специалистов. В современных условиях именно эти технологии представляют собой наиболее перспективный путь к обеспечению конкурентоспособности предприятия, особенно при проектировании сложных технологических объектов.

*Любовь Зубова,  
заместитель главного инженера  
по информационным технологиям  
ОАО "Туровостокнефть"  
Тел.: (846) 278-5341  
E-mail: Lyubov.Zubova@giprovostokneft.ru*



СОЗДАНИЕ НА ОСНОВЕ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ AUTODESK

# единой трехмерной параметрической модели НПС

**Н**а сегодня в институте "Гипротрубопровод" компании "Транснефть" принята классическая последовательная технология проектирования нефтяной перекачивающей станции (НПС) с резервуарами. Все начинается с отдела изысканий, затем на основе генерального плана формируются задания для других отделов. В соответствии с этими заданиями отделы выбирают программные средства – с их точки зрения оптимальные. Так, архитекторы предпочитают исключительно ArchiCAD: идеальная для них программа позволяет быстро решить стоящую перед ними задачу. Да, ArchiCAD – это параметрическая система с обширной базой готовых архитектурных элементов, позволяющая работать в трехмерном пространстве, создавая трехмерные каркасные модели. Но в то же время она не очень-то хорошо стыкуется с системой документооборота Lotsia PDM PLUS и с AutoCAD ([www.autocad.ru](http://www.autocad.ru)), в котором работает основная часть проектировщиков. А значит единая среда проектирования уже не складывается...

Современные жесткие условия рынка требуют резко сократить сроки разработки при одновременном повышении качества проекта. Подобную задачу можно решить только с переходом проектиров-

щиков к работе с единой трехмерной моделью проектируемого объекта в сочетании с групповой (бригадной) методикой проектирования данной модели.

В этом направлении компания Autodesk предложила два решения, которые и были опробованы при проектировании НПС.

Одно из них построено на базе Autodesk Civil 3D. Новая технология Autodesk, которой всего несколько лет, позволяет создавать трехмерную динамическую модель местности. Модель содержит основные элементы геометрии, а также поддерживает интеллектуальные связи между такими объектами, как точки, поверхности, земельные участки, дороги и планировка. Таблицы, метки объектов и отображение результатов анализа определяются параметрами модели. При любом изменении какой-либо части трехмерной модели все другие связанные с ней части немедленно обновляются. Например, изменение трехмерной траектории трассы приводит к автоматическому обновлению двумерных профилей, модели дороги, пересчету объемов, проектных горизонталей, а следовательно и к изменению итоговых чертежей. Обновление графического представления является следствием изменения данных модели, приводящего к изменению всего проекта. Актуальность чертежей отслеживается на всех этапах.

Кроме того, Autodesk Civil 3D поддерживает одновременный доступ нескольких пользователей к элементам проекта, что позволяет эффективно и плодотворно работать на протяжении всего цикла проектирования.

С учетом столь явных преимуществ Autodesk Civil 3D был выбран в качестве единой среды проектирования НПС.

Все трехмерные архитектурные решения передавались в Autodesk Civil 3D из Autodesk Architectural Desktop посредством внешних ссылок, благодаря чему сохранилась связь между графическими объектами, созданными в указанных программах. При редактировании здания в Autodesk Architectural Desktop соответствующее представление в среде Civil 3D автоматически изменяется по команде обновить внешнюю ссылку.

Одним из ключевых преимуществ Autodesk Civil 3D является возможность создавать непосредственно в программе цифровую модель рельефа (ЦМР). В нашем случае ЦМР была передана из другой известной программы, Autodesk Land Desktop. На экспортированной трехмерной модели рельефа средствами Civil 3D были созданы откосы, каре, дороги и другие трехмерные элементы генерального плана НПС.

Трехмерные параметрические модели резервуаров и металлоконструкций со-

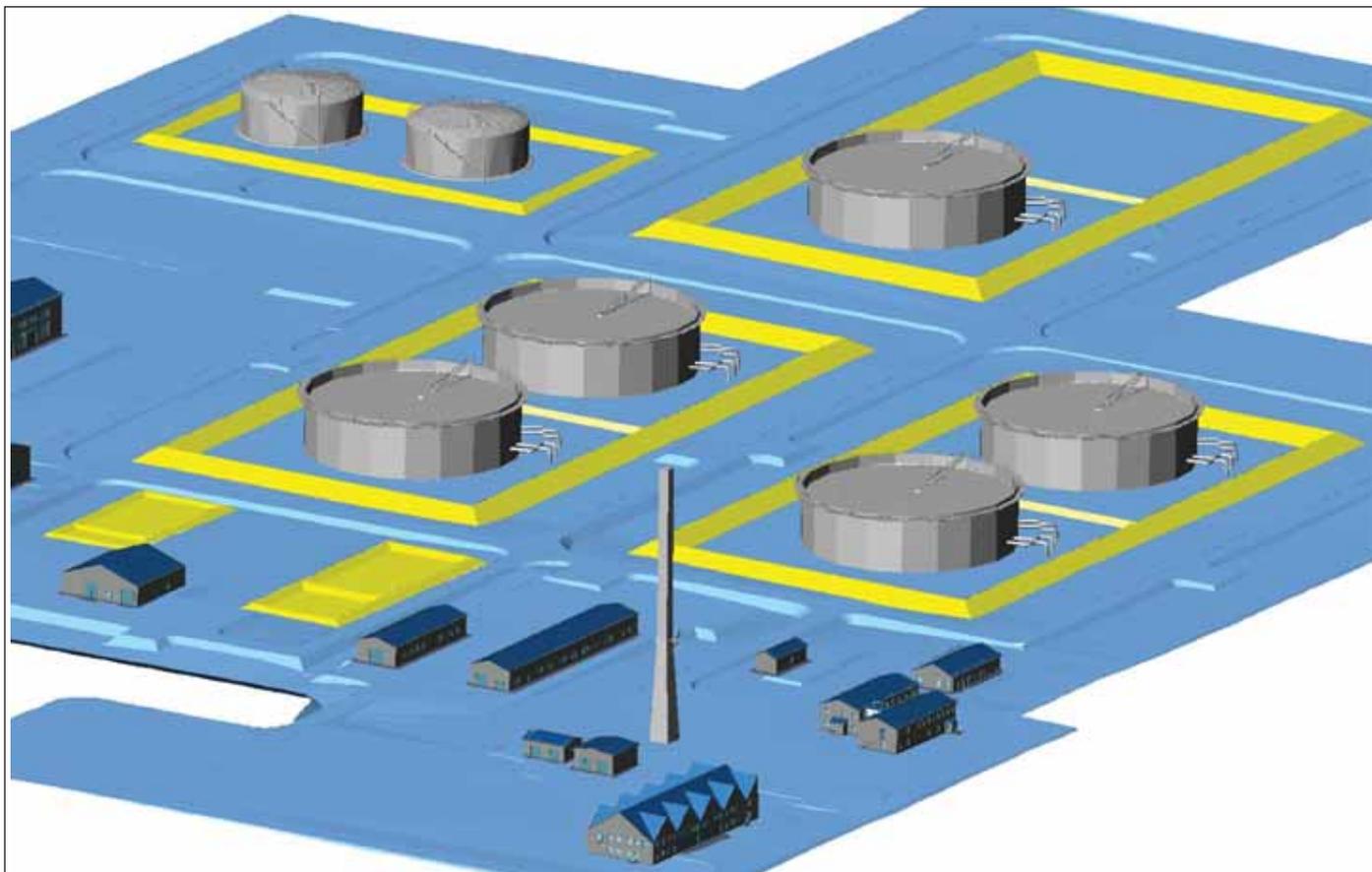


Рис. 1. Фрагмент компоновки в среде Autodesk Civil 3D головной НПС с резервуарным парком

здавались в десятой версии системы Autodesk Inventor ([www.inventor.ru](http://www.inventor.ru)) и передавались в среду Civil 3D в твердотельном формате SAT.

Трехмерные модели технологических элементов (фильтры грязеуловителей, запорная арматура и т.д.) создавались в AutoCAD и экспортировались в Autodesk Civil 3D в режиме раскрашивания. Конечно, значительно лучшего отображения графики можно было добиться в режиме тонирования, — но это статический режим без вращения в режиме реального времени. На рис. 1 показан один из вариантов компоновки НПС.

Еще одним решением от Autodesk, призванным обеспечить пользователя наилучшими условиями для проектирования в объеме, стал комплекс программ Autodesk Inventor Series:

- Autodesk Inventor для дву- и трехмерного проектирования и подготовки технической документации;
- AutoCAD Mechanical, являющийся приложением к AutoCAD и предназначенный для создания двумерных машиностроительных чертежей и детализировки. Эта программа позволяет использовать файлы в формате DWG;
- Autodesk Vault — программа централизованного управления данными проекта.

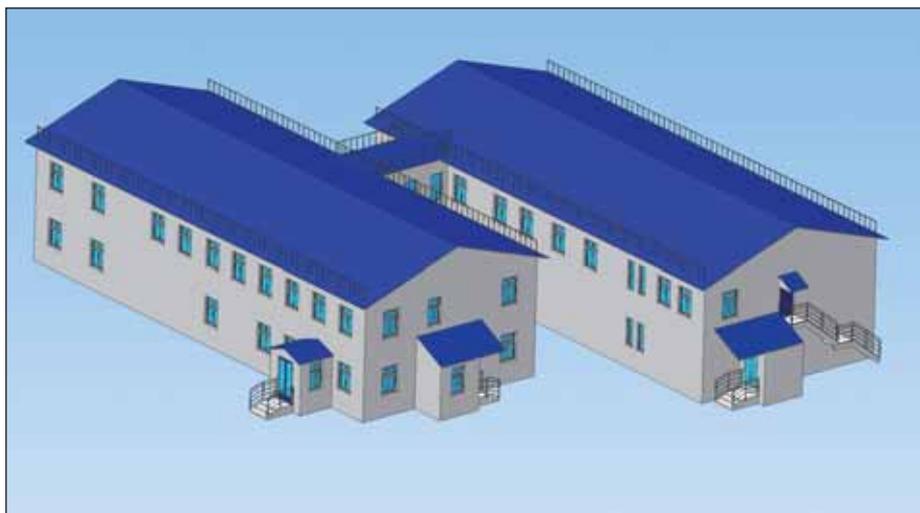


Рис. 2. Трехмерная модель служебно-бытового корпуса со столовой и узлом связи

Десятая версия Autodesk Inventor была принята за основу для построения всей компоновки площадки НПС. Моделирование осуществлялось в масштабе 1:1; чертежи генерального плана, сохраненные в формате DWG, экспортировались в Autodesk Inventor из AutoCAD. Программа автоматически преобразовывала контуры из линий и полилиний AutoCAD в параметрические двумерные графические объекты. На основе указанных контуров дорог, на и других элементов рельефа генерального плана НПС стандартными командами Выдавливание, Сдвиг и Наклонная грань был сформирован трехмерный рельеф площадки НПС.

На подготовленную площадку были расставлены все здания и сооружения, полученные из Autodesk Architectural Desktop, — также в масштабе 1:1. К сожалению, при импорте твердотельных моделей отдельные цвета граней были утеряны и их пришлось восстанавливать уже средствами Autodesk Inventor. На рис. 2 представлена трехмерная твердотельная модель служебно-бытового корпуса со столовой и узлом связи.

Все металлоконструкции (резервуары, молниеотводы, прожекторные мачты) были созданы как параметрические объекты стандартными инструментами Autodesk Inventor. На рис. 3 вы можете ви-



Рис. 3. Трехмерная параметрическая модель вертикального стального резервуара со стационарной крышей

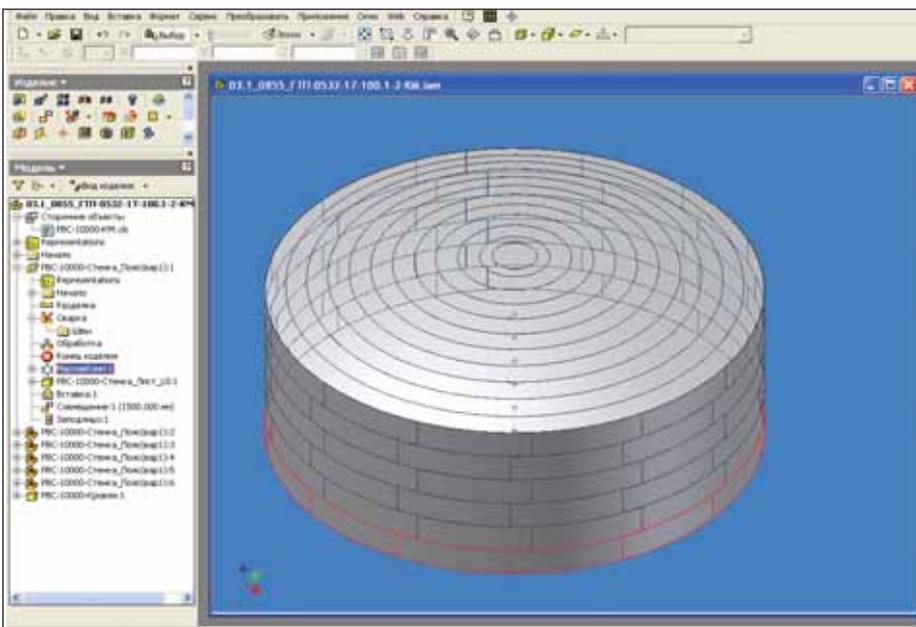


Рис. 4. Трехмерная модель "укладки" металлических листов оболочки резервуара

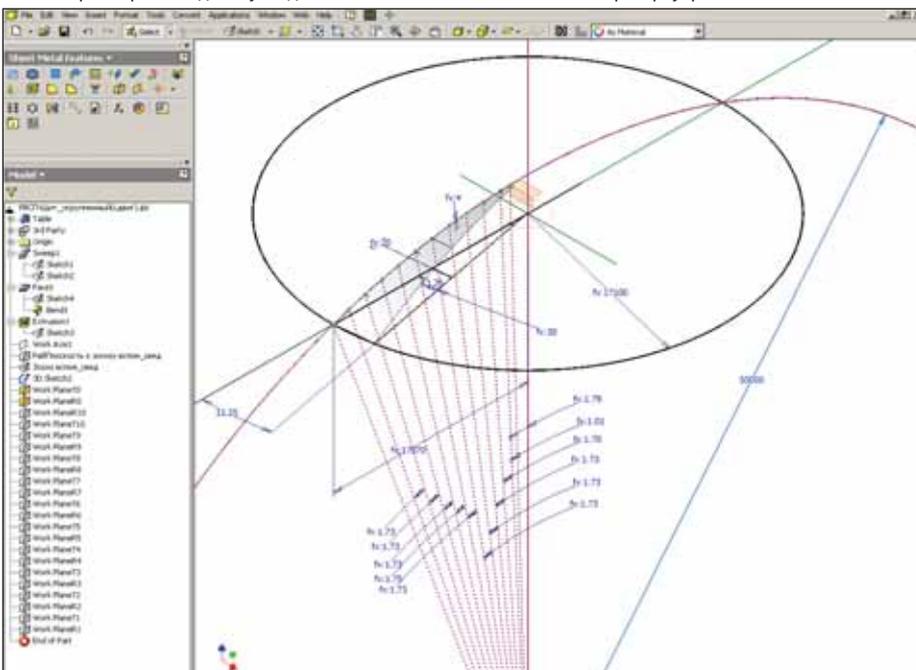


Рис. 5. Модель укрупненного щита сферической крыши резервуара с набором вспомогательных плоскостей для соединения в модуле сборки по поперечным элементам конструкции (уголки)

деть трехмерную параметрическую модель вертикального стального резервуара на 10 000 м<sup>3</sup> со стационарной крышей.

При построении параметрической модели резервуара требуется найти решение нескольких довольно непростых задач. Прежде всего необходимо создать боковую оболочку резервуара из дуговых листов разной толщины. Геометрическая модель расположения металлических листов оболочки резервуара показана на рис. 4: она создавалась в специализированном модуле Inventor, предназначенном для проектирования изделий из листового материала.

Не очень простым оказался выбор механизма создания параметрической модели крыши резервуара. На первый взгляд представлялось логичным сформировать развертку укрупненного щита в уже упомянутом модуле работы с листовым материалом, а затем использовать операции сгиба по радиусу под определенным углом и в определенном порядке. Тем не менее при таком варианте возникают сложности с подбором угловгиба по эллипсу и с последующим наложением сборочных зависимостей при совмещении с каркасом из гнутого металлопроката. Поэтому был принят другой способ построения модели (рис. 5).

Модель сборки люка центрального кольца на крыше резервуара (рис. 6) также является общей для всех люков и патрубков независимо от их местоположения – на крыше или на стенках резервуара – и различается только вариантами текущих параметров входящих деталей (рис. 7).

Когда созданы основные трехмерные объекты сооружения, определиться с рациональной компоновкой НПС не составляет большого труда. Результат одного из вариантов трехмерной компоновки головной НПС в среде Autodesk Inventor показан на рис. 8 и 9.

Оба варианта выполнялись на двухпроцессорных рабочих станциях с процессорами Intel Xeon 3,60 ГГц. На компьютерах было установлено по 4 Гб ОЗУ. Видеоадаптер – из серии "Radeon X850" с интерфейсом PCI-Express. Дисковую систему рабочей станции составляли жесткие накопители IDE ATA, объединенные в единый RAID-массив.

Реальный объем описания всей трехмерной геометрии головной НПС, включая технологические трубопроводы, заборы, эстакады и ворота, составил 300 Мб, однако при загрузке в Autodesk Inventor графической модели всей НПС объем используемой оперативной памяти превышал 2 Гб. Это стандартное ограничение для задачи в среде Windows. Специальными настройками операционной системы предельный объем опе-

ративной памяти, который может использоваться Autodesk Inventor в среде Windows XP, пришлось расширить до 3 Гб. По результатам этой операции остался еще и резерв памяти для наращивания детализации графического описания НПС; впоследствии можно будет

достроить всю внешнюю трубопроводную и кабельные сети в масштабе 1:1.

Двухпроцессорный компьютер в указанной конфигурации позволяет пользователю Autodesk Inventor свободно вращать, масштабировать и панорамировать графическую модель НПС в ре-

жиме реального времени — причем с очень высоким качеством графического отображения. Правда, для ускорения процесса обработки графики на компьютере пришлось отключить современную технологию Hyper-Threading. Последняя, благодаря встроенной математике одновременной многопоточности, превращала двухпроцессорный компьютер в программный четырехпроцессорный. Autodesk Inventor может задействовать в своих графических вычислениях только два процессора (потока), и в данном режиме был полностью загружен только один процессор, обслуживающий два потока программы. Второй же полностью простаивал. Отключение Hyper-Threading обеспечило равномерную загрузку обоих процессоров (по одному потоку на каждый) и, следовательно, на 50% увеличило производительность работы Autodesk Inventor.

Особенность рассматриваемой твердотельной модели НПС заключается в том, что каждый графический трехмерный объект (здание, резервуар, молниезащитный и т.д.) хранится на диске в отдельном именованном файле. Такая структура хранения данных Autodesk Inventor позволяет организовать коллективную работу над проектом: проектировщики получают одновременный доступ к просмотру всей модели и редактированию своих объектов НПС. Inventor поддерживает несколько вариантов коллективного проектирования. При самом простом из них все файлы модели располагаются на едином сервере и все участники проектной группы имеют к этой модели доступ. Наиболее сложен вариант групповой работы над большим по составу объектом, распределенным на множество компьютеров. Программа поддерживает и многовариантность проектирования: по умолчанию предполагается до 99 вариантов каждой детали проекта.

Адаптивная сегментная модель представления информации трехмерных объектов позволяет Autodesk Inventor легко справляться с колоссальными массивами графиче-

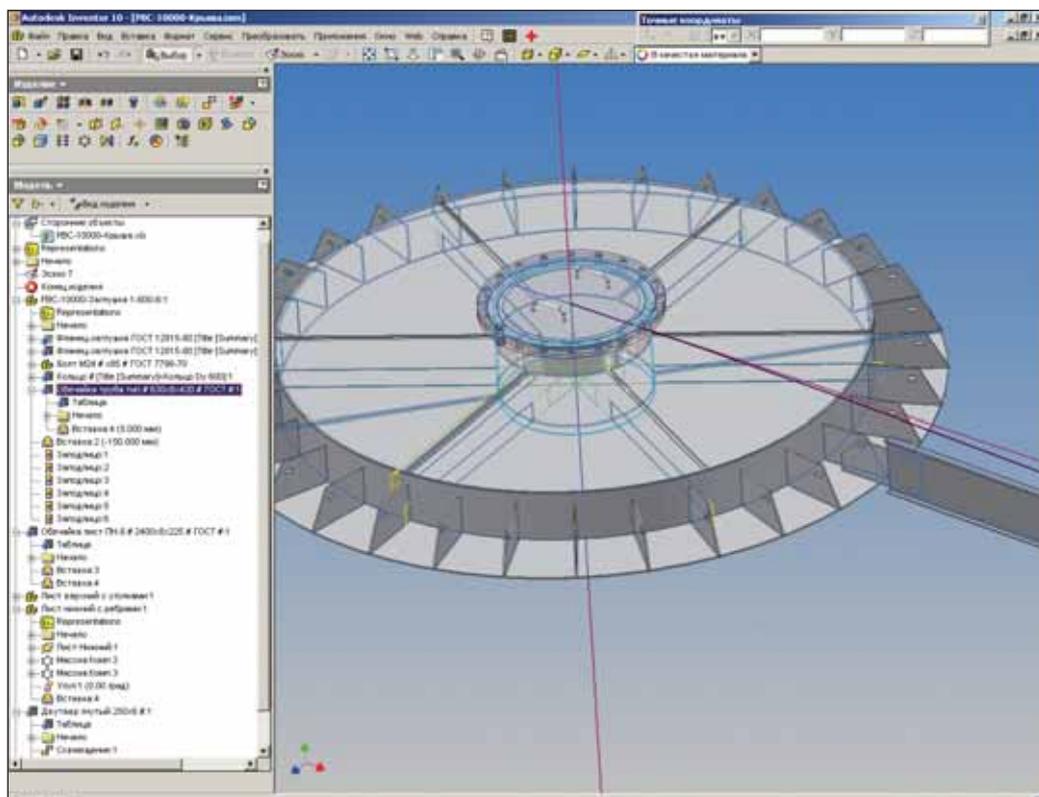


Рис. 6. Модель сборки укрупненных щитов сферической крыши резервуара

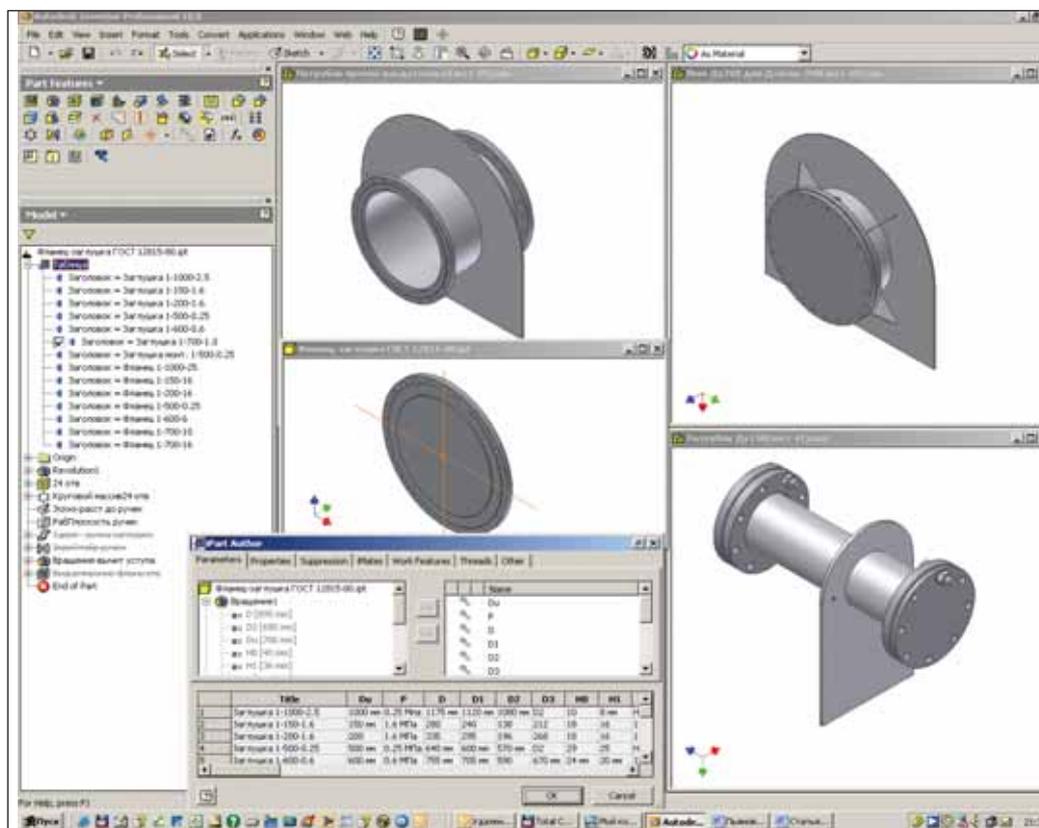


Рис. 7. Использование параметрических рядов деталей при создании сборок люков и патрубков

ческой информации. Время загрузки и регенерации всей графики НПС данной компоновки составляло 55 секунд.

Выводы очевидны: несмотря на безусловные достоинства программы

Autodesk Civil 3D, возможности Autodesk Inventor для концептуального проектирования, формирования компоновочного решения НПС – значительно выше. Причина в более мощном

твердотельном ядре основы математики Autodesk Inventor, которая идет от компании Spatial Technology. Последняя разработала ACIS – объектно-ориентированный пакет геометрического моде-

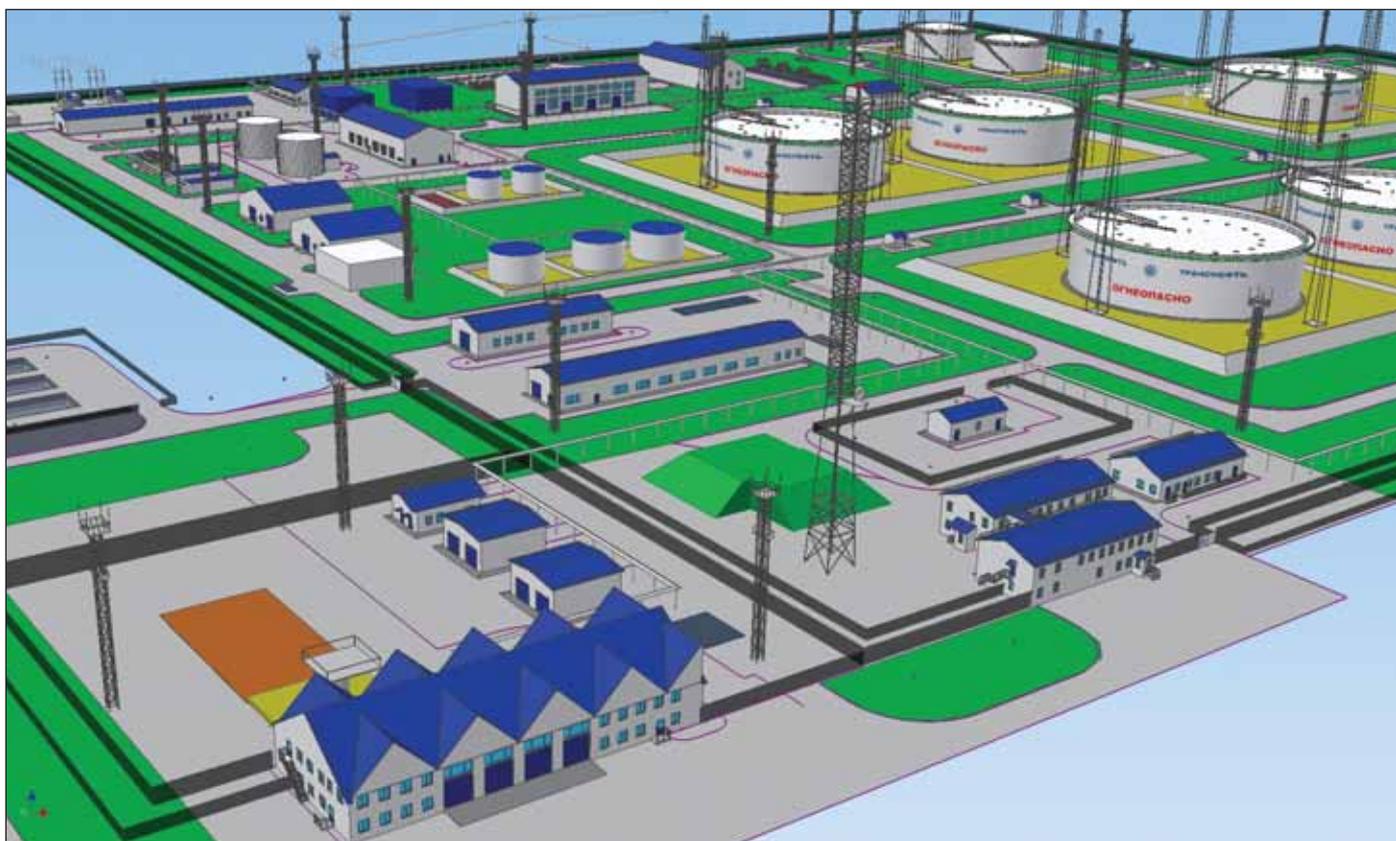


Рис. 8. Фрагмент варианта компоновки головной НПС с резервуарами в среде Autodesk Inventor (перспективная проекция)

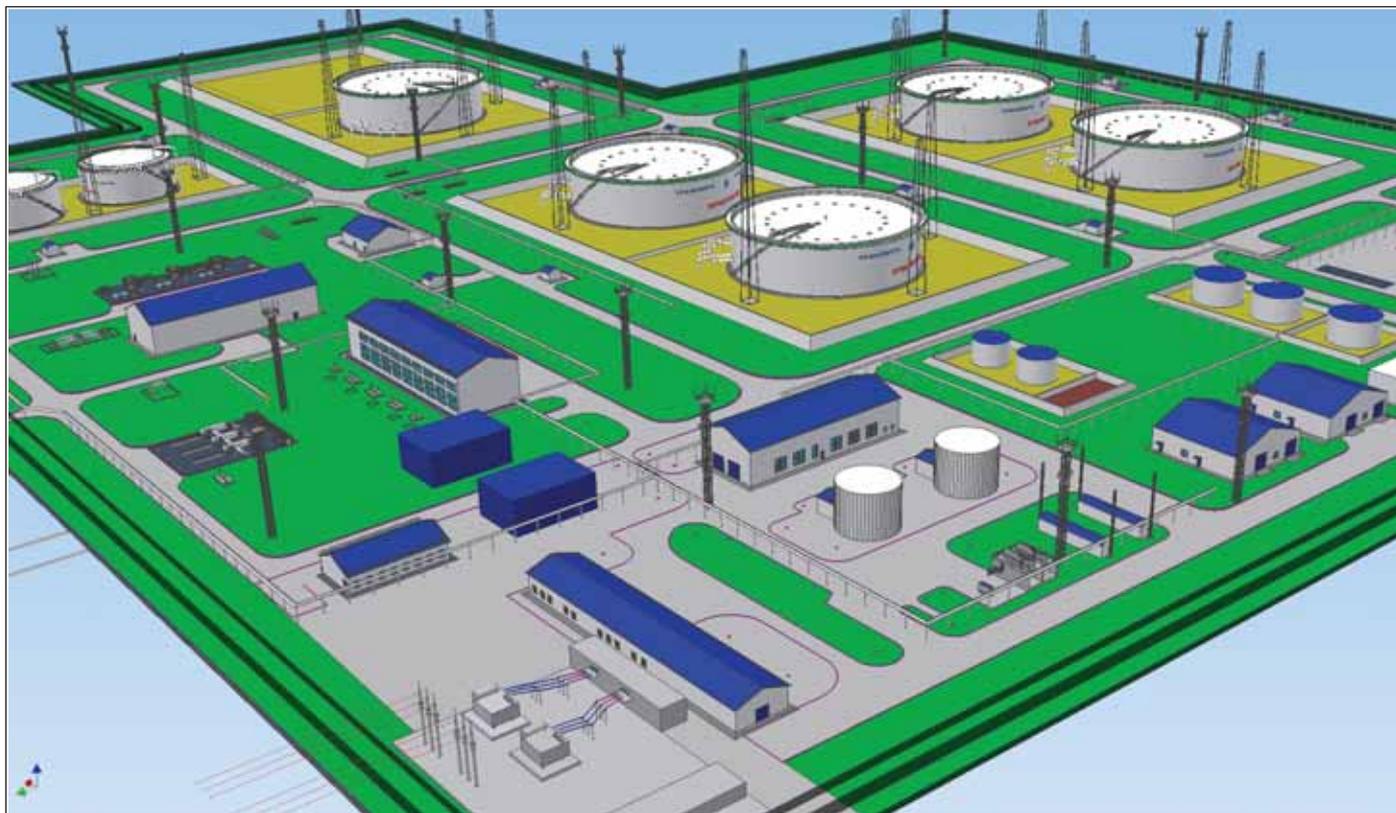


Рис. 9. Фрагмент варианта компоновки головной НПС в среде Autodesk Inventor (перспективная проекция)

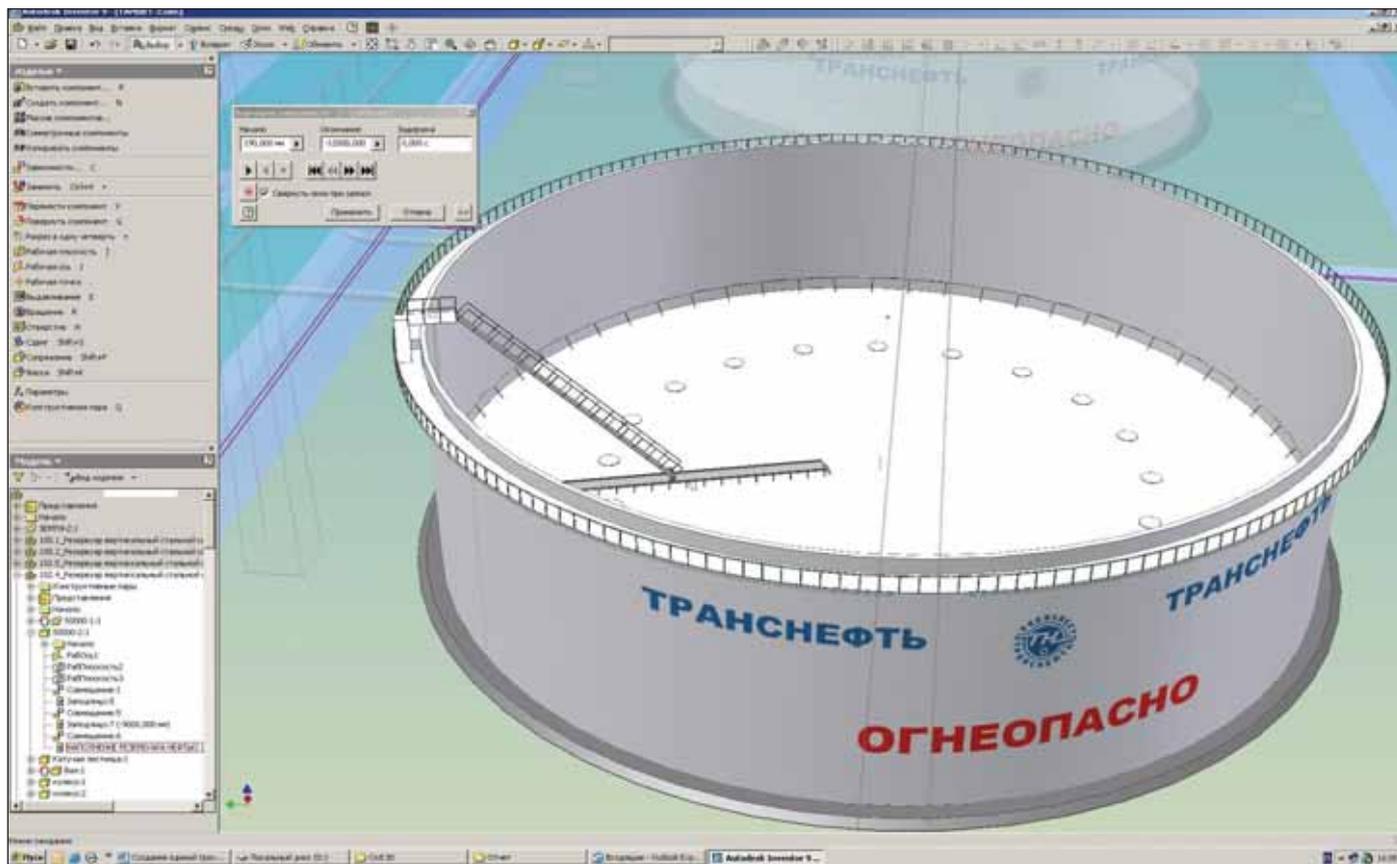


Рис. 10. Режим моделирования кинематических элементов в программе Autodesk Inventor



Рис. 11. Проекционное наложение варианта компоновки НПС с реальным рельефом местности

лирования для использования в качестве геометрической основы в приложениях для трехмерного моделирования. Продукт приобрела и усовершенствовала компания Autodesk, теперь он составляет основу графики Autodesk Inventor. Если сравнивать эту программу с автомобилем, то ACIS — это его двигатель. Качество графического "движка" обеспечивает высокое качество графической визуализации.

Программа позволяет дополнительно проверять кинематические элементы в динамике. Так, можно моделировать в

реальном режиме степень наполнения резервуара нефтью. При этом все элементы резервуара перемещаются, включая специальную перемещаемую "катушку" лестницу, установленную на плавающей крыше резервуара. Одновременно вы можете установить режим проверки пересечений: программа будет автоматически осуществлять проверку на предмет коллизий (столкновений) перемещаемых твердотельных объектов в динамическом режиме с заданными шагом движений и геометрическими переделами перемещений (рис. 10).

Возможно наложение трехмерной модели компоновки НПС на фотографию реальной местности (рис. 11).

За Autodesk Civil 3D бесспорно остаются другие сильные стороны, такие как построение трехмерных дорог по профилям, моделирование рельефа с расчетом и оптимизацией объемов земляных масс, автоматическое построение профилей по рельефу. Однако возможности параметрической твердотельной графики Autodesk Inventor делают ее всё более привлекательной для применения в не свойственной для нее области.

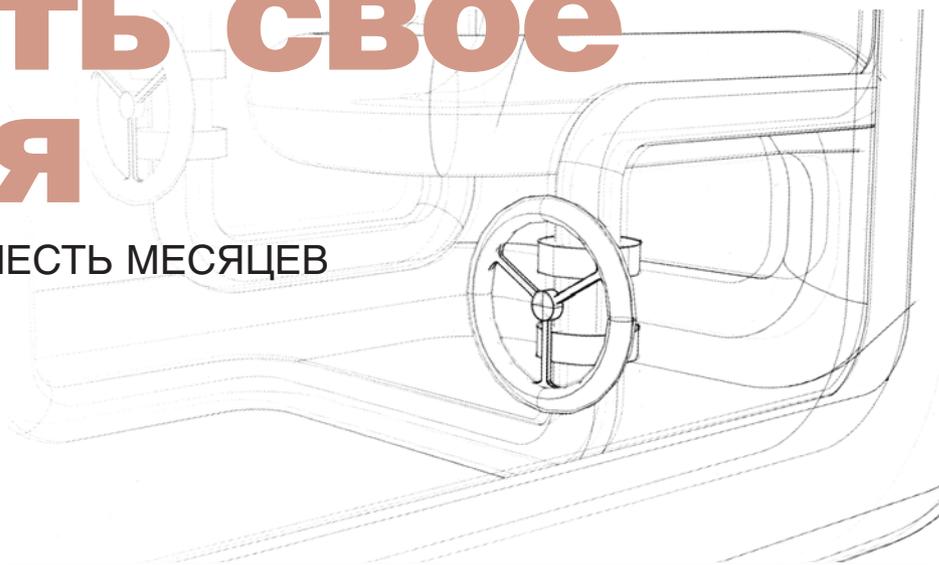
Практическая ценность такого трехмерного проекта — в "контрольной сборке", когда по двумерным рабочим чертежам полностью отстраивается трехмерная модель НПС в масштабе 1:1. Это позволит выявить проектные ошибки и свести к минимуму потери при строительстве объектов такого масштаба.



**Вадим Пьянов,**  
к.т.н., доцент,  
главный  
специалист отдела  
управления технической  
документацией  
ОАО "Турпотрубопровод"  
Тел.: (495) 950-8698  
E-mail:  
RyuanovVL@gtp.transneft.ru

# Выигрывает тот, кто умеет ценить свое время

ОТ 2D К 3D – ЗА ШЕСТЬ МЕСЯЦЕВ



Операционное управление  
"ГИПРОГАЗЦЕНТР"

ОАО "Гипрогазцентр" – одно из ведущих проектных предприятий газового комплекса России. По проектам института введено в эксплуатацию более 36 000 км газопроводов различного диаметра, более 170 компрессорных цехов, свыше 1100 газораспределительных станций и 160 газонаполнительных компрессорных станций. Запроектировано около 200 км линий электропередач, 9550 км магистральных внутризоновых линий связи, 826 км каналов связи для систем линейной телемеханики, 167 базовых станций УКВ-радиосвязи. "Гипрогазцентр" ведет проектные работы на всей территории Российской Федерации, а также в Туркмении, Болгарии, Германии, Казахстане, Польше, Румынии, Словении, Турции, Узбекистане и на Украине.

Политика руководства ОАО "Гипрогазцентр" – обеспечение выпуска продукции, безусловно конкурентоспособной на отечественном и мировом рынке. В 2000 году применяемая здесь система качества была сертифицирована на соответствие отечественному стандарту Р ИСО 9001.

О высоком качестве работы ОАО "Гипрогазцентр" говорят полученные им награды: дипломы лидера рейтинга проектных и изыскательских организаций Российской Федерации за 2001 и 2002 годы; премии "Лидер региональной экономики" и "Проектирование объектов магистральных газопроводов", присужденные Международной академией реальной экономики, диплом правительства России "За высокие достижения в социально-экономической сфере России в 2001 году"; премии "Российский Национальный Олимп"; медаль и диплом "Российское качество".

**Н**еобходимость перехода к новым технологиям на основе 3D-проектирования очевидна для огромного большинства предприятий и проектных институтов. В то же время одних настораживает негативный опыт внедрения аналогичных решений на смежном или профильном предприятии, других останавливает новизна самих решений и стоимость проектов автоматизации. Третьи не хотели бы отрывать своих специалистов от выполнения реальных проектов (даже на время обучения), но при этом называют отсутствие собственных подготовленных кадров в качестве одной из причин отказа от трехмерных технологий. Самое же главное препятствие – отсутствие уверенности, что в сколько-нибудь обозримые сроки внедрение состоится не на уровне маленькой инициативной группы, а на всем предприятии.

В 2005 году мы предложили вашему вниманию обзор первых результатов использования системы PLANT-4D в институте "Гипрогазцентр", рассказали о принципах, определивших выбор системы, и о выполнении пилотного проекта<sup>1</sup>. Сегодня, продолжая начатый тогда разговор, мы расскажем о внедрении системы в масштабах института.

## Внедрение – первые шаги

Рассмотрим организационные шаги, предпринятые в процессе внедрения 3D-технологий.

- В начале реализации проекта руководство института собралось за круглым столом с руководителями подразделений, чтобы обсудить цели, сроки и задачи внедрения, распределить ответственность за ход выполнения проекта. Начальники отделов поначалу не были уверены в успехе, но к новому для них проекту отнеслись с пониманием.
- Назначен ответственный за выполнение внедрения в институте (руководитель проекта) со всеми необходимыми полномочиями. Заметим, что на этапе внедрения целесообразно временно освободить руководителя проекта от других текущих работ.
- Согласован ответственный за внедрение со стороны системного интегратора – компании CSoft.
- Сформирована группа внедрения, в которую вошли высококвалифицированные проектировщики. Эту группу необходимо формировать не только по профессиональным качествам: желательнее, чтобы все включенные в ее состав были инициативными, целеу-

<sup>1</sup>Е. Поляков, Е. Скворцова, Е. Макаров. «Использование технологий 3D-проектирования в ОАО "Гипрогазцентр"». – CADmaster, №3/2005, с. 42-48.



Основные принципы работы в PLANT-4D

тремленными и работоспособными людьми, настроенными на новую для них и при этом очень кропотливую работу, понимающими всю степень ответственности, которая ложится на их плечи. Группа обязательно должна быть мотивирована – в том числе и быстрым карьерным ростом.

- Следующим – и очень важным! – моментом стало определение источников финансирования на этапе внедрения. Специалистам группы внедрения придется уделять меньше времени текущим проектам и, в отсутствие такого финансирования, это не лучшим образом отразилось бы на их зарплате.
- Институт был оснащен самыми современными компьютерами и операционными системами. Компьютеры и ПО, поставленные системным интегратором, многократно снизили риск сбоев при работе с приобретенным программным обеспечением.
- Выделен отдельный сервер для централизованного хранения всей информации по проекту.
- Для ведения базы данных системы PLANT-4D назначен специалист, хорошо знающий систему управления базами данных и имеющий большой опыт в программировании.
- На первом этапе все сотрудники инициативной группы работали в

одном помещении (классе), что позволило быстро и эффективно решать текущие вопросы, возникающие у сотрудников.

Эта последовательность шагов, конечно, не догма, но, думается, результат могут обеспечить только такой комплексный подход и обязательное выполнение упомянутых организационных мероприятий.

На начальном этапе применение новых технологий несколько замедляет процесс проектирования. Поскольку прежние прототипы или наработки трудноприменимы, возникает необходимость создавать новые – с нуля. Например, гораздо проще взять старый чертеж и на его основе вносить изменения или просто "исправлять" некоторые компоновочные размеры, получая на выходе готовую документацию. Сразу скажем, что к "правильному" выполнению проекта такой подход не ведет... Вторая проблема: после обучения специалисты представляют себе возможности новых программных средств, но с практической реализацией этих возможностей, случается, бывают затруднения.

Здесь не обойтись без тесного взаимодействия специалистов института и системного интегратора, способного подсказать, как решается конкретная проблема или почему вдруг не получается то, что так хорошо получалось при

обучении. Впрочем, техническая поддержка не будет лишней на любом этапе работы с системой...

Непрерывно возникнет вопрос, где следует искать в системе базы данных, которые используются в отрасли (и, соответственно, на предприятии), где отчеты и экспликации? Опыт показывает, что при грамотном подходе все это можно настроить за очень короткое время.

В середине 2005 года институт приступил к проектированию новых объектов в системе PLANT-4D. Поначалу количество лицензий было небольшим, но этого количества вполне хватило, чтобы доказать эффективность новых технологий, обкатать их на небольших рабочих проектах, в том числе и на проектах реконструкции.

Специфика проектирования в институте предполагает использование множества блочных или покупных установок. Централизованно вести общую базу установок и использовать их во всех проектах позволяет модуль Сборки. Большую помощь в решении этой задачи оказал директор по новым разработкам компании CSoft Игорь Орельяна.

После выполнения первых реальных проектов потребовалось систематизировать полученный опыт и собранную информацию. Результатом стал документ, где всё оборудование и элементы трубопроводов собраны в отдельные группы.



Взаимодействие смежных отделов

Обобщение наработок проектной группы позволило уточнить настройки системы и создать прототип проекта PLANT-4D, "заточенный" под специфику института, адаптировать программное обеспечение к особенностям предприятия. Подробности некоторых решений приведены в статье Евгения Макарова "Эффективное и качественное проектирование промышленных предприятий. PLANT-4D на пути к совершенству", опубликованной в 2006 году<sup>2</sup>.

### Промышленное внедрение

В начале 2006 года руководство института поставило задачу перейти к комплексному 3D-проектированию в рамках всего института. В связи с этим было увеличено число рабочих мест PLANT-4D — одновременно с переходом на AutoCAD 2006 и PLANT-4D Athena.

В течение месяца все новые пользователи прошли обучение, учитывавшее специфику их деятельности и уже существующие наработки института. После этого система была установлена на рабочих местах. Конечно, вновь обученным сотрудникам понадобилось какое-то время на освоение полученного материала, но особых проблем с адаптацией не было — благодаря помощи специалистов CSoft и группы внедрения.

Конечно, не обошлось и без сложностей. Технология PLANT-4D базируется на параллельном выполнении проекта, в котором задействованы специалисты разных отделов. И здесь очень важно соблюдать сроки выполнения каждого этапа, четко планировать работу различных отделов с учетом новых возможностей параллельного проектирования. В противном случае неизбежны ситуации, когда, допустим, нужно размещать здания и сооружения, а отдел генплана еще не внес свои изменения в общий проект, или строители не дали информацию по эстакаде, а на ней уже нужно размещать кабельные трассы...

Много вопросов возникало, когда в системе требовалось выбрать класс (или миникаталог), содержащий нужный тройник, переход или задвижку, либо когда обнаруживалось, что в миникаталог отсутствует сварка или крепеж. Всё это связано с организацией ведения базы элементов: по мере знакомства с базой проблемы снимались сами собой.

Когда появились вопросы об "авторстве" того или иного трубопровода, проблему решили так: при прокладке трубопроводов теперь указывается название отдела, причем, чтобы ознакомиться с этой информацией, достаточно открыть на просмотр любой компонент проекта.

При всех неизбежных сложностях внедрение новых технологий состоялось. Более того: институту и системному интегратору удалось реализовать безболезненный переход к промышленной эксплуатации систем трехмерного проектирования.

### Пример выполнения проекта

Одной из первых работ, полностью выполненных в PLANT-4D, стал проект новой компрессорной станции "Каменск-Шахтинская". В кратчайшие сроки требовалось сформировать качественную проектно-сметную документацию, отработать принципы комплексного подхода к проектированию, на практике реализовать все преимущества работы в PLANT-4D (параллельное проектирование, обнаружение коллизий, увязка со смежными отделами) и добиться большей наглядности проекта для заказчика и подрядчика.

Работы начались в марте 2006 года. Порядок взаимодействия между отделами, занятыми в этом проекте, отражен на рисунке. Результаты также представлены на иллюстрациях, к которым нам остается добавить лишь несколько слов: срок разработки составил 4 месяца, число участников — 12 человек, программные средства — PLANT-4D, GeoniCS, Autodesk Architectural Desktop, AutoCAD, REAL Steel, Triflex.

<sup>2</sup>CADmaster, №3/2006, с. 70-73.



Участники конкурса. Слева направо: Е.Н. Глобельченко, А.Е. Гаврилин, А.В. Русинов, А.В. Челгузов

### Признание мастерства

В июне прошлого года в Санкт-Петербурге проводился ежегодный кон-



Диплом конкурса

курс профессионального мастерства по информационным технологиям и компьютерному проектированию с участием ведущих проектных институтов ОАО "Газпром". На суд экспертов было представлено 28 проектов, в их числе и проект компрессорной станции "Каменск-Шахтинская". Результат — призовое третье место в номинации "Лучший проект в области компьютерного проектирования".

Особо подчеркнем, что вся работа полностью выполнена силами специалистов института. На основе 3D-модели был создан видеоролик, позволивший визуально оценить проект и уже на этапе согласования продемонстрировать его заказчику.

### Трехмерное проектирование — динамика развития

На уровне института технология трехмерного проектирования была внедрена за шесть месяцев. Вот основные этапы этого процесса:

- *осень 2005 г.* — первые "рабочие" 3D-проекты;
- *начало 2006 г.* — приобретение новых рабочих мест PLANT-4D;
- *март-апрель 2006 г.* — обучение специалистов института;

- *март-июнь 2006 г.* — выполнение реального проекта.

В планах — переход к распределенному проектированию с использованием Internet-технологий и коллективные проекты на уровне отрасли с обменом информацией между институтами. Специалистами ОАО "Гипрогазцентр" PLANT-4D признан наиболее эффективной системой трехмерного проектирования.

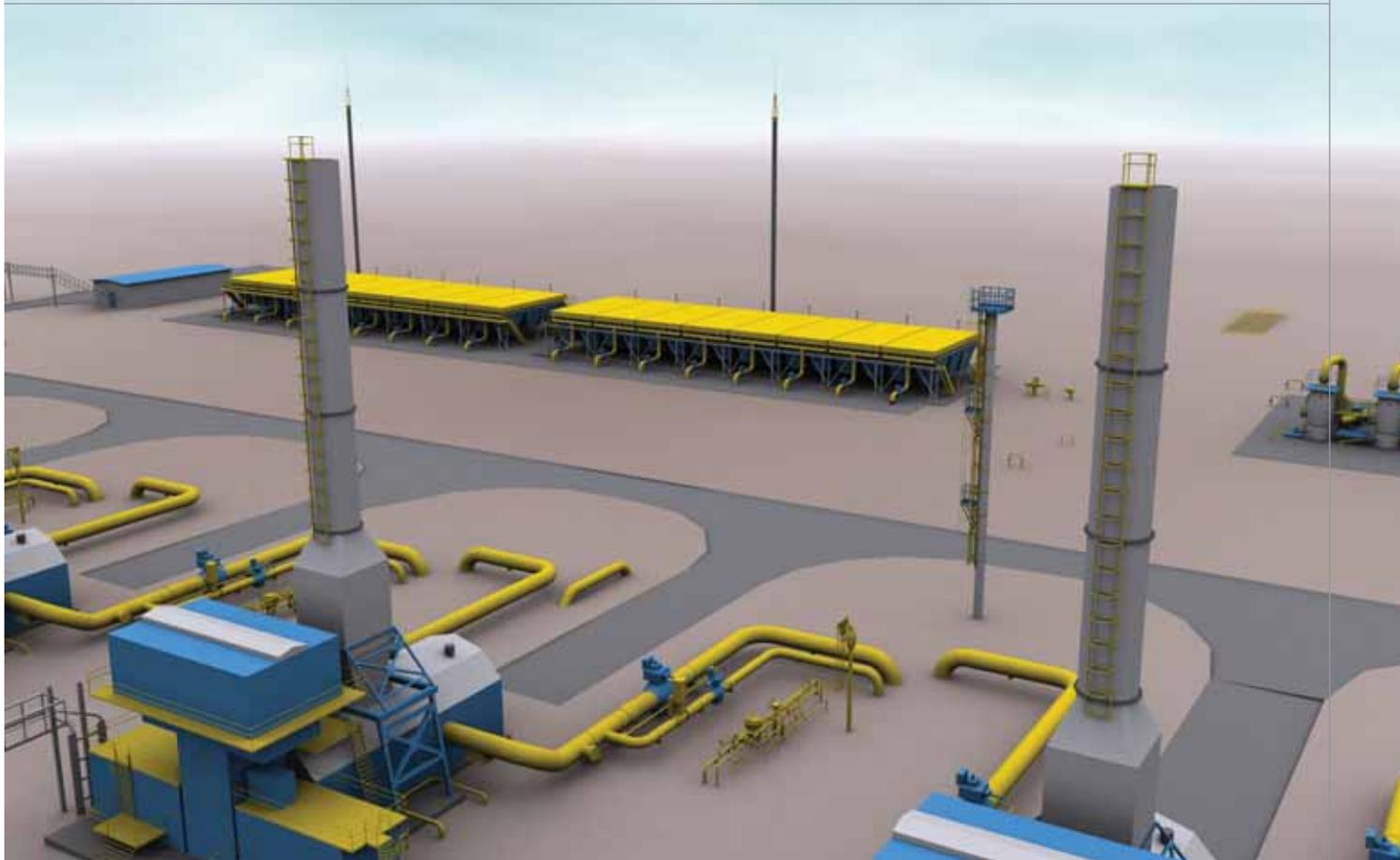
*Евгений Поляков,  
заместитель главного инженера  
ОАО "Гипрогазцентр"*

*Елена Скворцова,  
заместитель начальника центра  
информационных технологий  
проектирования  
ОАО "Гипрогазцентр"*

*Евгений Макаров,  
технический директор  
CSoft Нижний Новгород*

*Тел.: (8312) 77-7911  
E-mail: ewg@csoft.nnov.ru  
Internet: www.csoft.nnov.ru,  
www.plant4d.ru*





Пример выполнения проекта



# Обеспечение согласованной работы

## ПРОЕКТИРОВЩИКОВ СМЕЖНЫХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ



В последние годы в нашей организации (ОАО "ВНИПИгаздобыча") уделяется большое внимание развитию системы автоматизации производства. Внедренная система технического электронного документооборота затронула практически всех – от техника до главного инженера проекта, позволив упорядочить электронный архив проектной продукции и основные бизнес-процессы предприятия. Технология трехмерного проектирования для многих перестала быть экспериментом и превратилась в необходимость. Решение неизбежно возникающих проблем позволило накопить значительный опыт в области информационных технологий. В этой статье я постараюсь описать не то, как хорошо освоена та или иная технология, а некоторые из тех задач, над решением которых мы сейчас работаем.

К сожалению, сегодня не существует комплексного решения для организации всех процессов, связанных с проектированием в рамках одного программного продукта. Совершенно очевидно, что в крупных компаниях, где работают десятки различных специалистов, применяющих множество разнообразных приложений, ожидать одномоментного внедрения единой системы, которая охватила бы все информационные потоки, было бы наивно. Сегодня комплексные решения находятся в стадии становления. Они предполагают целый ряд организационно-технических мероприятий и нацелены на эволюционное внедрение, а вовсе не на революцию. Революционный подход может не только не принести ожидаемых результатов, но и парализовать текущую деятельность всего предприятия.

Обеспечить согласованную работу различных специалистов можно, лишь сконцентрировав усилия и на организации передачи непротиворечивой информации от одного специалиста к другому, и на создании механизмов, обеспечива-

ющих сохранность данных всех участников процесса. Совокупность накопленной информации должна превратиться в единую информационную модель проектируемого объекта.

Для решения поставленной задачи необходимо формализовать основные принципы работы с информацией в организации, выработать политику информационной безопасности и обеспечить контроль над соблюдением утвержденных регламентов. Очевидно, что указанные мероприятия не пользуются популярностью, так как введение любых стандартов накладывает массу ограничений и требует если не полного переобучения, то существенного переосмысления привычных методов работы. Именно поэтому при внедрении комплексных систем автоматизации огромную роль играет не только методика применения предлагаемых средств, но и методика самого внедрения.

Покажем это на следующем примере.

### Стандарт работы в среде AutoCAD

Поскольку работа с графической информацией в нашей организации осуществляется на базе AutoCAD, для обеспечения различных специалистов надежным механизмом обмена ей необходима строгая регламентация. Именно поэтому на предприятии был разработан стандарт по работе в среде AutoCAD, который описывает как общие принципы использования "электронного кульмана", так и правила для представителей каждой конкретной специальности: применение масштабов, слоев, цветов, типов и весов линий, текстовых и размерных стилей, блоков и штриховок, стилей печати, вплоть до правил именования файлов.

Очевидно, что строгого соблюдения все требования стандарта не представляется возможным даже очень опытному проектировщику. Кроме того, технолог должен думать в первую очередь о соблюдении

технологии проектируемого объекта, а не о том, "в какой руке держать ручку в процессе проектирования". Стало быть, попытка ввести стандарт как непререкаемый закон изначально обречена на неудачу.

Что же делать? Мы пошли по следующему пути. Разработали базовую версию будущего стандарта, которая была одобрена ведущими специалистами всех проектных подразделений. На этом этапе главным было утвердить основные принципы работы с графической информацией и договориться об основных ограничениях, налагаемых стандартом. Например, было решено в процессе работы над чертежом использовать только один из двух разрешенных к применению шрифтов.

После утверждения базовая версия была оставлена до лучших времен (для проектировщиков, но не для специалистов службы информационных технологий). Основное же внимание было переключено на создание если не автоматической, то, по крайней мере, автоматизированной системы поддержки выполнения стандарта. Проще говоря, настройке всех базовых приложений, основой которых является AutoCAD (Autodesk Architectural Desktop, GeoniCS, PLANT-4D, ElectricCS ADT, AutomatiCS ADT и т.д.). Кроме того, специалисты CSoft Engineering разработали специальные модули для централизованного управления конфигурациями конечных рабочих мест, что в последующем существенно упростит задачи администрирования и сопровождения.

Теперь, если проектировщику-технологу надо провести трубу, он просто выбирает ее из палитры и ведет в соответствии с необходимой технологией. При этом графический элемент автоматически попадет на отведенный ему стандартным слой и имеет все требуемые атрибуты (цвет, вес и т.д.).

Сейчас осуществляется третий этап внедрения, который предусматривает на-



Фрагмент чертежа, подготовленного проектировщиками нескольких специальностей

стройку автоматизированной системы под конкретные требования каждой специальности с параллельным внесением соответствующих изменений в текст документа самого стандарта. Это позволяет охватить всех специалистов новой технологией и утвердить окончательную версию стандарта уже по факту его работы.

Нельзя забывать и про контроль. Решения Autodesk позволяют нам обеспечить и это. За всеми действиями в процессе черчения следит система автоматического нормоконтроля, которая вовремя даст знать проектировщику, что он отклонился от стандарта, и укажет все допущенные нарушения. Но человек может и не выполнить требований системы. В этом случае должен сработать механизм отбраковки в процессе передачи графической информации через систему технического электронного документооборота нашей организации, о которой мы уже рассказывали на страницах журнала CADmaster (№3/2006). Автоматический "пакетный нормоконтроль" не позволит передать информацию, не соответствующую требованиям стандарта.

### Единая база данных оборудования и материалов

Принятие описываемого стандарта значительно упрощает взаимодействие различных специалистов в процессе проектирования. Но это еще далеко не всё. Рассмотрим следующий пример: инженер-водопроводчик проектирует насосную станцию. При этом он ставит оборудование (например, насос), способное обеспечить необходимую производительность в результирующей гидравлической системе. Однако для нормальной работы этого насоса необходи-

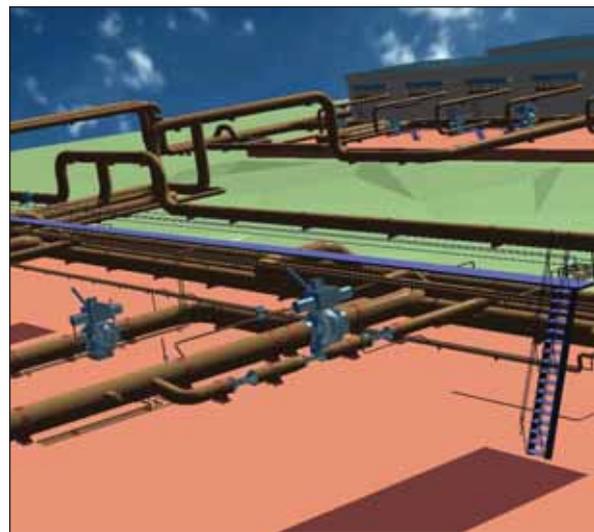
мо, чтобы и электрическая система была рассчитана на его мощность и пусковые токи. Кроме того, насос может быть оборудован системами сигнализации (например, "включено/выключено") и удаленного управления. Следовательно, инженер-водопроводчик должен дать соответствующие задания инженерам-электрикам и другим специалистам.

Но откуда возьмется и как должна быть размещена информация для работы смежников? Конечно, всю информацию по использованному оборудованию можно хранить прямо в модели в качестве атрибутов. Но тогда при регенерации очередного вида (а ведь нередко модель содержит сотни и даже тысячи различных компонентов) будет работать не человек, а кофейный автомат.

Выход нам видится в единой корпоративной базе данных оборудования и материалов. Порядок работы в таком случае будет следующим. Вместе с элементом (например, тем же насосом) в модели хранится и его идентификатор, который однозначно описывает этот элемент в централизованной базе и не меняется при передаче модели от одного специалиста к другому. Это не только существенно упрощает работу, но и позволяет в любое время получить полную информацию о составе модели.

Однако и PLANT-4D, и ElectricS ADT, и другие продукты имеют собственные базы данных. Естественно, возникает вопрос: как обеспечить их синхронизацию с центральной корпоративной базой?

Мы пошли по пути фактического отказа от собственных БД конечных средств автоматизации. Каждая из них формируется специальными интерфейсами из центральной базы в процессе



Фрагмент трехмерной модели проектируемого объекта

выбора применяемого оборудования. При этом в целевую базу попадает только та информация, которая нужна для работы конкретного специалиста.

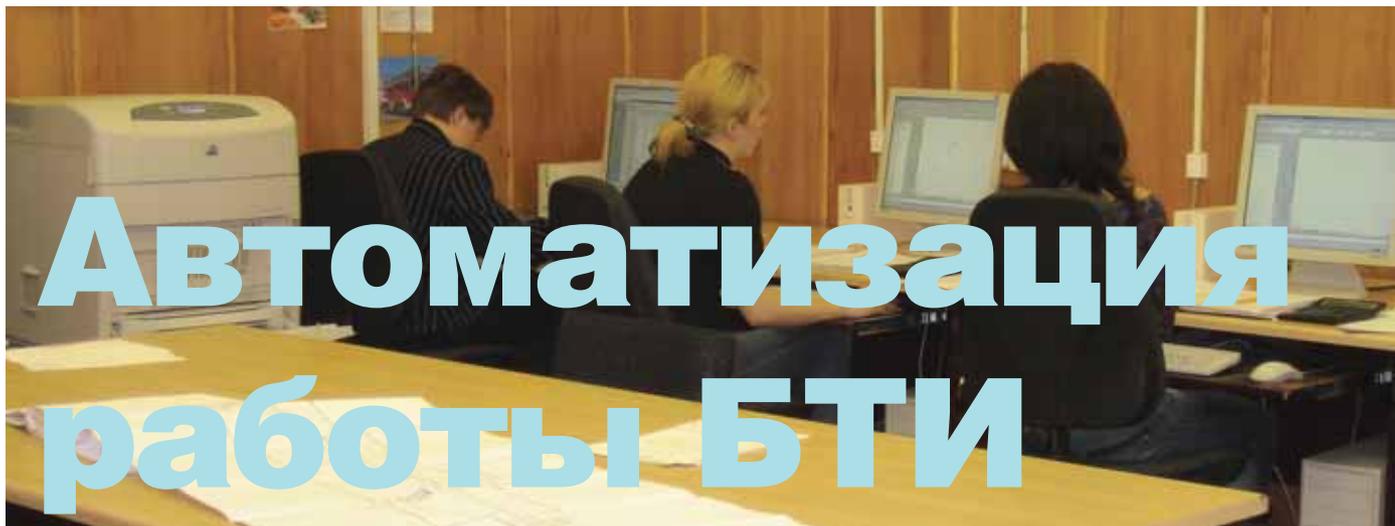
В свою очередь, в центральную базу поступают количественные и качественные характеристики полученной модели. Это позволяет централизованно и единообразно создавать спецификации оборудования, ведомости объемов работ, трубные и кабельные журналы и т.д., вплоть до исходных данных для производства смет.

В таком подходе есть еще один плюс: мы становимся фактически независимыми от конкретных средств автоматизации конкретного рабочего места. Например, сегодня для проектирования монтажно-технологической части мы применяем PLANT-4D, но вся накопленная элементная база с равным успехом может использоваться при переходе практически на любую другую среду проектирования вплоть до "чистого" AutoCAD. Для этого достаточно создать лишь соответствующий интерфейс.

### Заключение

Конечно, рамки журнальной статьи позволили нам рассказать только об одном аспекте комплекса организационно-технических мероприятий, проводимых в нашей организации. Однако читатель не может не согласиться, что и описанные нововведения, без сомнения, позволят оптимизировать работу всех смежных специальностей и повысить качество выпускаемой продукции.

*Дмитрий Кудасов,  
зав. сектором КСАПР  
ОАО "ВНИПИГаздобыча"  
г. Саратов  
Тел.: (8452) 74-3392  
E-mail: kudasovdn@vniipigaz.gazprom.ru*



## С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ TDMS и PlanTracer

### О средствах автоматизации для БТИ

Сказать, что таких средств не существует совсем, нельзя — они есть. Что они собой представляют? Чаще всего наблюдается пестрая картина из программ (надо отдать должное — порой весьма добротных) различной степени работоспособности. Доводилось видеть всякое: АРМ на Word и Excel, Access и Delphi... Очень редко встречаются серьезные решения на MS SQL Server и Oracle. Характерной чертой всех таких программ является то, что в большинстве случаев они создавались сотрудниками организаций (часто — энтузиастами в часы досуга) в целях упрощения повседневной рутинной работы при решении узкоспециальных задач, а перенести их в другое подразделение или БТИ (например, для обмена опытом) практически нельзя — возможность гибко подстраиваться либо ограничена, либо отсутствует. Самим сотрудникам вносить изменения в программу сложно по простой причине — нехватка времени, т.к. пожаловаться на отсутствие клиентов бюро технической инвентаризации сегодня не могут, а специально выделенных людей для разработки программного обеспечения нет.

Проблема создания средств автоматизации для данной предметной области усугубляется отсутствием четких стандартов работы. В Рыбинске и Краснодаре, Череповце и Ставрополе, Москве и Московской области — везде свои способы обмера, виды представления документов и справок.

У машиностроительных предприятий, например, есть жесткие стандарты: в наследство от СССР им достались ЕСКД и ЕСТД. У проектных организаций есть СПДС. А вот для БТИ почти ничего нет. Видимо, это связано с тем,

что при всеобщей государственной собственности всё было гораздо проще. С приходом рынка и частной собственности на недвижимость ситуация кардинально изменилась: количество клиентов бюро технической инвентаризации стремительно возросло, а методы работы остались прежние: бумага, в лучшем случае — AutoCAD и средства MS Office (редкие исключения, упомянутые выше, подтверждают общее правило). К чему это привело, знают все: огромные очереди при оформлении документов для приватизации, сделках с недвижимостью и т.п., затягивание сроков выдачи документов, а для руководства и сотрудников БТИ — потеря времени, а следовательно и денег.

### Немного истории

Более четырех лет назад компания Consistent Software Development начала разработку принципиально нового продукта — PlanTracer. А сейчас программой успешно пользуются уже сотни работников БТИ. Теперь, после кропотливой работы по доводке функциональных возможностей и устранению проблем (давние пользователи помнят, как это было), можно сказать, что PlanTracer — лучшее программное обеспечение для техника-инвентаризатора БТИ.

Программа изначально задумывалась как средство создания интеллектуальных графических поэтажных планов. Такой план состоит не из элементарных примитивов (линий, дуг и т.п.), а из привычных для инвентаризатора объектов — стен, окон, лестниц и др., наделенных определенным поведением и свойствами. Главная задача заключается не в том, чтобы иметь красивую картинку, а в том, чтобы получить данные для основы технического паспорта — экспликации. PlanTracer

позволяет сформировать полную экспликацию с правильно вычерченного плана автоматически.

Программа открыта для внешних приложений. Информацию с интеллектуального плана можно получить через простые программные средства — API. Это сделано намеренно: мы предполагали, что раз программ для работы с описательной информацией в БТИ уже множество, то наш продукт решит актуальную проблему с графической частью, а разработчики сторонних приложений будут использовать PlanTracer для получения столь необходимых им данных для экспликации.

Идея создания архива графической информации принадлежит нашим пользователям — Красногорскому филиалу ГУП МО "Московское Областное БТИ". Всё началось с середины 2004 г., когда бюро было оснащено программой PlanTracer. После обучения техники начали активно работать, что привело к взрывному росту количества файлов. Весной 2005 г. в архиве графических планов, представляющем собой структуру папок на сетевом сервере, насчитывалось уже более 10 000 файлов, причем рост объемов постоянно увеличивался, достигая почти 1 гигабайта в месяц!

Из создавшегося положения мы предложили эффективный выход, который заключался в создании электронного архива на базе системы управления техническими данными TDMS. К этому времени система уже проявила себя с лучшей стороны, позволяя решать задачи управления информацией и коллективной работы пользователей над проектами в ряде крупных организаций (ВНИПИ "Газдобыча", ФГУП ПО "Севмаш" и др.). Ничто не препятствовало применить TDMS в новой области, ведь гиб-

кость и надежность этой системы были уже проверены в реальной одновременной работе сотен людей.

Забегая вперед, скажу, что архив графической информации на базе TDMS был создан, и по ходу изложения я буду приводить практические примеры именно из этой настройки системы.

### Задача построения электронного архива графической и семантической информации для БТИ

В работе БТИ используется как графическая, так и семантическая (т.е. описательная) информация. Графической информацией является план инвентаризируемого объекта недвижимости или его части. Семантическая информация включает данные о размерах и площадях помещений, материале стен, принадлежности помещений квартире с определенным номером, адрес, инвентарный номер и т.п. Понятно, что графика и семантика неразрывно связаны друг с другом, описание объекта недвижимости только одним способом является неполноценным. Графический план предоставляет данные для дальнейшего описания объекта недвижимого имущества и построения экспликации. Это видно из основного документа на объект недвижимости — технического паспорта, в котором присутствует как описательная, так и графическая части.

Именно поэтому технику-инвентаризатору для повседневной работы необходимо иметь доступ к двум видам информации. Системы, предлагающие решения только в области семантики, кардинально вопрос не решают, поскольку большая часть времени уходит на кропотливый расчет площадей для экспликации, ведь при современных ценах на недвижимость ошибка может вылиться в большие расходы и судебные разбирательства.

Электронный архив в БТИ призван решить эту проблему комплексно, благодаря единому хранилищу графической и семантической информации. Естественно, такие преимущества электронного хранения, как мощный и быстрый поиск, надежность, разграничение прав доступа, должны быть также решены не в ущерб основной задаче.

### Архив БТИ сегодня (вопросы, вопросы...)

Архив бюро технической инвентаризации представлен в громадном большинстве случаев на традиционном носителе — бумаге, и состоит из папок — инвентарных дел. Проблемы бумажного архива ясны:

- качество документов со временем

ухудшается, даже если их не трогать (а их трогают!);

- при работе документ страдает (сгибание-разгибание, надрывы и т.п.);
- бумага пачкается, мокнет, желтеет, рвется, горит и т.п.;
- в бумажном архиве затруднен поиск (если дела расставлены по номерам, то сложно искать, зная только адрес, если — по адресам, то трудно найти дело по номеру);
- с бумажными документами сложно работать (вносить изменения, использовать для создания других документов).

Красногорскому БТИ с бумажным архивом повезло — он молод. Дело в том, что большая часть жилого фонда создана сравнительно недавно, а в последние годы город переживает строительный бум в связи с близостью к Москве. Благодаря этому бумажный архив находится в хорошем состоянии. Этого нельзя сказать о большинстве БТИ страны: например, в Клинском филиале того же ГУП МО "МОБТИ" есть документы 30-х годов прошлого века, а общее состояние архива явно блестящим не назовешь.

Задачу повышения надежности бумажных носителей можно решить путем сканирования документов. Но остальные проблемы остаются или даже усугубляются. Характерный пример: в Красногорском БТИ четко разработана и утверждена руководством структура папок и порядок именования файлов. Ясно, что это было сделано, чтобы соблюсти порядок, при котором можно достаточно быстро найти нужный план. Однако в архиве можно обнаружить странные файлы с именами вроде "Чердак новый" и т.п., о назначении которых не знает никто, кроме создателей, а они потом тоже забывают. В итоге получается, что информация есть (план уже сканировали и обрабатывали), но найти и воспользоваться ей невозможно. Другой пример из Тверского областного БТИ: техник случайно подвинул мышь, не отпустив кнопку, а в результате целый поселок Эммаус "пропал". Оказалось, что папка была просто перемещена в другую, а ведь это десятки домов и не один гигабайт информации! Работа отдела была парализована на полдня.

### Мифы и реальность

При общении заказчики часто возражают против внедрения в их организации системы электронного архива стороннего производителя. Два самых обычных довода звучат следующим образом:

- "Архив нам не нужен, мы всё разложим по папочкам Windows".

- "Архив нам нужен, но ни одно из предложенных решений не подходит, мы будем создавать свое".

По первому из этих доводов можно привести примеры, описанные выше. А кроме того, добавить следующее:

- как в таком случае искать? Ведь найти информацию по нескольким критериям не удастся ("Все документы Иванова, сделанные по такому-то объекту инвентаризации в мае прошлого года...");
- как хранить историю изменений?

Получается, что особого отличия такого электронного архива от бумажного нет. А если учесть легкость обращения с электронными документами (копирование, удаление, заимствование), количество файлов растет стремительно (гораздо быстрее, чем количество бумажных документов), в таком архиве проблема поиска становится всё острее; в целом полезность архива для пользователей снижается, а затраты труда и времени на поиск растут.

Для обоснования второго довода ("Мы сделаем сами") обычно следуют такие аргументы:

- "У нас есть программисты" (очень хорошо, если существуют грамотные специалисты!);
- "Мы лучше знаем, что нам надо";
- "Это будет дешевле".

При серьезном рассмотрении можно выявить несостоятельность таких аргументов. Действительно, наличие программистов еще не означает автоматического наличия работоспособной системы, способной решать конкретные проблемы предприятия. Даже если программисты организации и способны разработать такого рода систему, то произойдет это явно не скоро. Система уровня TDMS (гибкая, простая, надежная) создавалась коллективом специалистов высокой квалификации (аналитиков, программистов, тестировщиков, технических писателей) продолжительное время, ведь первая версия вышла в свет еще в 2002 году! Даже если посчитать расходы только на зарплату такого коллектива, это будет весьма значительная сумма. Специалисты нашей компании обладают многолетним опытом реализации проектов разного уровня сложности. Конечно, без помощи работников организации внедрить какую-либо систему невозможно. Практика показывает, что продуктивные внедрения — результат непрерывного взаимодействия сторон. Мы знаем, как и что делать, как избежать ошибок, а специалисты организации располагают информацией или помогают сформулировать, что именно должно получиться.



Рис. 1. Типы объектов

Теперь посмотрим, что могут предложить профессионалы в плане создания электронного архива для бюро технической инвентаризации.

### Решение проблем архива

С основами организации системы архива для БТИ можно ознакомиться в статье Ильи Лебедева "Автоматизация работы БТИ с использованием TDMS и PlanTracer", опубликованной во втором номере нашего журнала за 2003 год.

Как я уже упоминал, PlanTracer получил заслуженное признание пользователей, публикации об этом продукте выходили не раз. Кроме того, ознакомиться с ним можно, посетив сайт [www.plantracer.ru](http://www.plantracer.ru) и установив демонстрационную версию программы.

TDMS представляет собой объектно-ориентированную систему, позволяющую управлять всей документацией организации (чертежами, трехмерными моделями, письмами и т.п.) и отслеживать связи документов с объектами (проектами, заказами, системами, изделиями). Объемы информации проблем не вызывают, ведь система использует для своей работы промышленные СУБД MS SQL Server и Oracle и может подключать внешние системы хранения – роботизированные CD/DVD-библиотеки или любые другие поддерживаемые Windows устройства хранения информации. Ресурс в Internet, посвященный системе TDMS, – [www.tdms.ru](http://www.tdms.ru).

Многочисленные проблемы графического архива, реализованного в виде описанных выше папок на сервере, вызвали в Красногорском БТИ решение создать архив на базе TDMS. Были определены следующие этапы реализации проекта:

- создать электронный архив графической информации;
- реализовать связь с системой приема заказов на базе IC;
- создать электронный архив графической и семантической информации, реализовав связь с существующей базой данных.

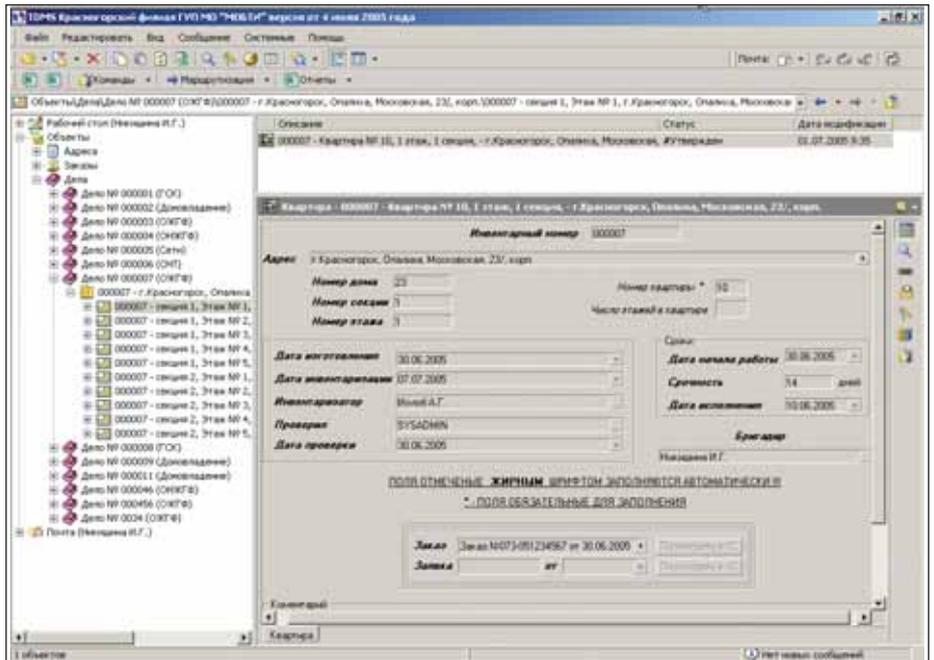


Рис. 2. Общий вид графического архива

### Архив графической информации

Прежде всего совместно с представителями Красногорского БТИ была проанализирована организация традиционного "бумажного" архива. Выяснилось, что архив упорядочен по инвентарным номерам, для поиска по адресу предназначены толстые "амбарные книги", где инвентарные номера приведены в соответствии с адресом. Существует ограниченное количество типов дел: жилой и нежилой госфонд, домовладения, садовые товарищества, гаражные кооперативы.

С первого дня работы был намечен порядок взаимодействия сторон: представители Красногорского БТИ активно приступили к работе, ставя перед специалистами CSoft<sup>1</sup> конкретные задачи и сами по мере возможности включившись в процесс. Например, иерархия типов, атрибуты и карточки сделаны ими почти полностью самостоятельно. Реализация логики на внутреннем языке программирования VBScript осталась за CSoft.

На основе полученных данных была разработана информационная модель архива. Кратко ее можно описать следующим образом: сформирована иерархия типов объектов в системе TDMS, каждый тип в которой имеет ряд атрибутов, статусов и связей с другими типами. Тип имеет свои собственные карточки для представления информации в удобном виде, а также характеризуется собственным поведением, описанным на внутреннем языке программирования. Кроме того, была разработана система разграничения полномочий на основании ролей пользователей, а также система ко-

манд, упрощающих повседневные операции (на VBScript).

Таким образом, были созданы типы объектов, представленные на рис. 1.

При этом в настройке определено, что в объект типа "Дело" могут входить только объекты типов "Объект жилого/нежилого госфонда", "СНТ", "ГСК", "Домовладение", а, например, "Объект жилого госфонда" состоит из этажей/секций, то есть, в свою очередь, из квартир и помещений. Это позволяет специалистам организации при повседневной работе оперировать привычными понятиями. Такая адаптация системы упрощает внедрение и сокращает его срок.

Внешний вид настройки представлен на рис. 2.

Вся информация в архиве состоит из связанных объектов, образующих не просто дерево, а многомерную структуру. Для удобства были реализованы три "точки зрения" на архив: через инвентарные номера, адреса и заказы. Это позволяет просматривать и искать информацию, располагая различными исходными данными. Кроме того, естественно, можно задействовать мощные средства поиска, делая произвольные запросы (подобно примеру, приведенному в разделе "Мифы и реальность": "Все документы Иванова, сделанные по такому-то объекту инвентаризации в мае прошлого года"). На рис. 3 и рис. 4 отображен поиск квартиры, приведенной на рис. 1, но только по заказам и адресам соответственно. Произвольный поиск показан на рис. 5: ту же квартиру,

<sup>1</sup>Компания CSoft распространяет и внедряет в России программные продукты Consistent Software.

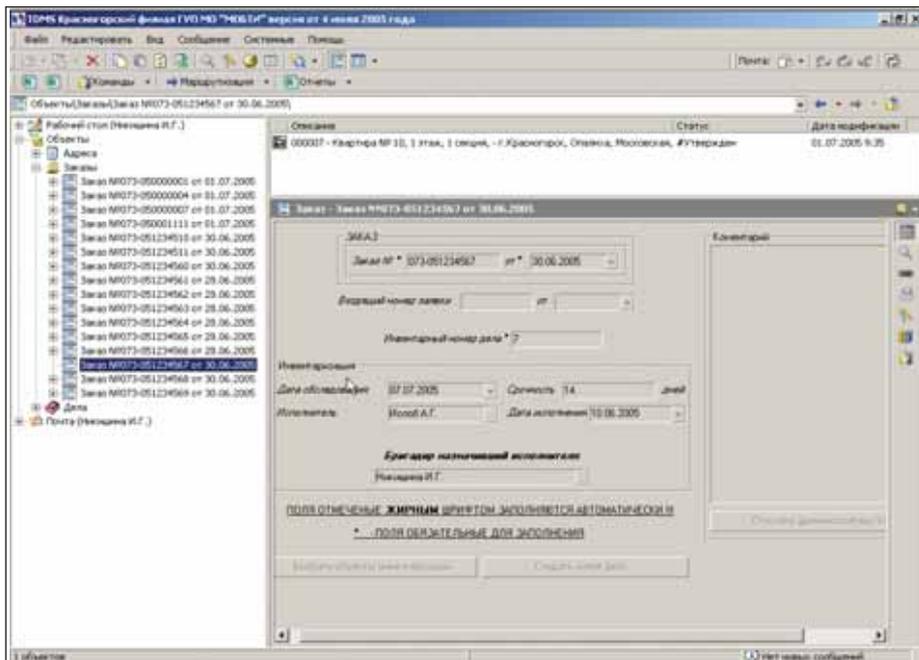


Рис. 3. Квартира найдена через заказ

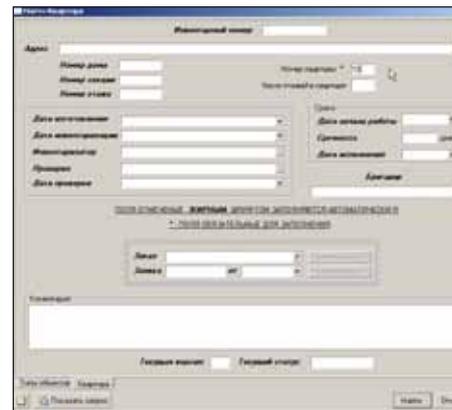


Рис. 5. Произвольный поиск квартиры

ями: например, находит квартиру, нажимает кнопку *Редактировать* в *PlanTracer<sup>2</sup>* и приступает к редактированию в открывшемся плане. По окончании работы достаточно закрыть план – и он будет сохранен в базе данных. План доступен для просмотра непосредственно из TDMS (рис. 6).

Работа с базой данных возможна и напрямую из среды AutoCAD. Для этого предусмотрены два основных средства: открывающая и сохраняющая файлы из дерева объектов (рис. 7) либо воспользовавшись дополнительным меню интерфейса *AutoCAD-TDMS* (рис. 8).

Внедрение такого архива позволяет полностью устранить проблемы, обозначенные в разделе "Архив БТИ сегодня (вопросы, вопросы...)"

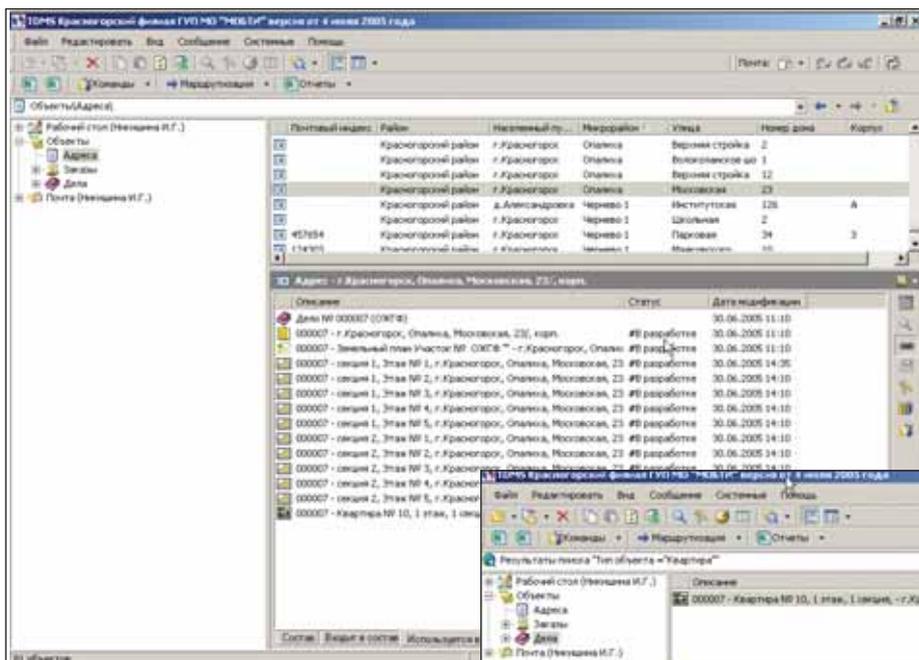


Рис. 4. Квартира найдена по адресу

например, можно найти, зная лишь ее номер.

Теперь о графике. Графический архив неразрывно связан с программой *PlanTracer*, в которой можно редактировать планы. Об именовании файлов можно теперь вовсе забыть! Дело в том, что они лежат не в папках на сервере, а в объектах базы данных. При редактировании, конечно, файлы копируются на компьютер пользователя, но это происходит совершенно прозрачно. Пользователь оперирует привычными поняти-

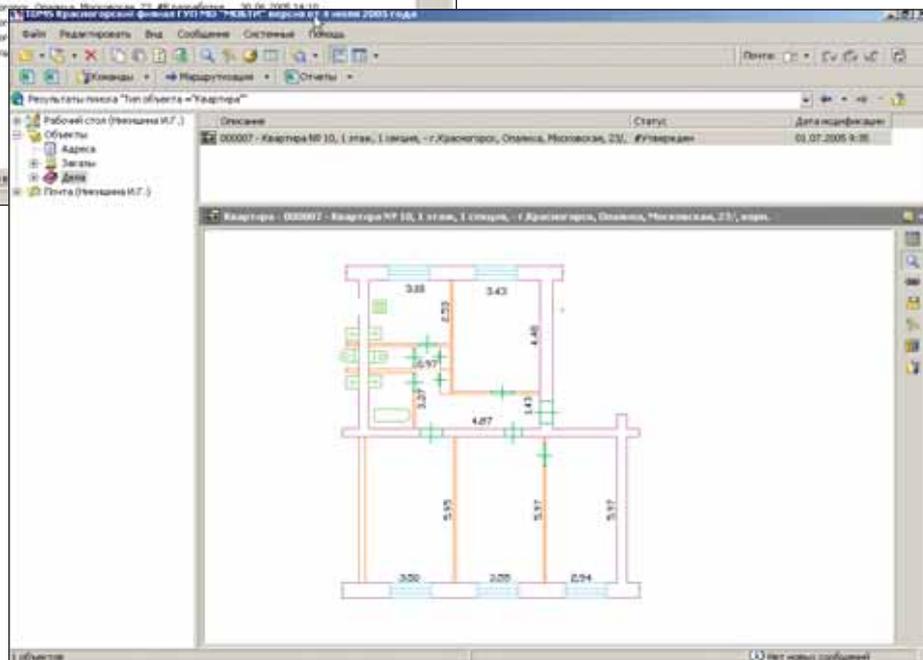


Рис. 6. Просмотр графического плана из архива

<sup>2</sup>Могут с легкостью использоваться и любые другие приложения, включая MS Office.

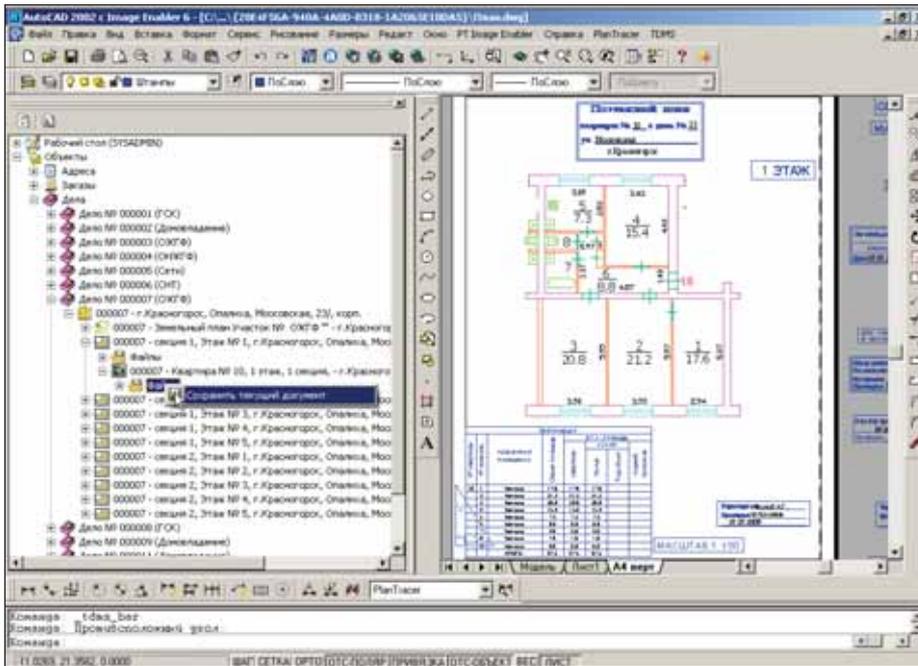


Рис. 7. Доступ к дереву объектов TDMs из среды AutoCAD

### Архив графической и семантической информации

Минимальная единица хранения в графическом архиве – графический план объекта недвижимого имущества. Дальнейшее развитие системы предполагает модернизацию объектов описательной информации. Здесь существуют два основных пути:

- расширение функциональности графического архива;
- интеграция системы графического архива с семантической базой данных сторонней разработки.

Каждый из этих вариантов имеет свои достоинства и недостатки. Первый путь привлекателен тем, что при его удачной реализации может быть получен единый продукт, удовлетворяющий всем требованиям, предъявляемым к работе с технической информацией в БТИ. К недостаткам относится сложность и большие сроки реализации, поскольку в систему графического архива следует перенести всю функциональность семантических систем.

При втором способе результат можно получить гораздо быстрее, ведь в этом случае используются уже существующие в организации семантические базы данных. Минус заключается в том, что, как уже говорилось, базы данных в каждом БТИ свои, поэтому требуют индивидуального подхода. Впрочем, ничего невозможного в такой интеграции нет.

В Красногорске был выбран второй вариант. В приведенном выше плане автоматизации есть пункт о связи с существующей системой "Архив-БТИ" разработки Информационного Центра ГУП МО "Московское областное БТИ".

### От архива до системы коллективной работы

TDMs позволяет не только хранить информацию, но и предоставлять пользователям регламентированный доступ к ней по сети. Как упоминалось выше, объекты системы наделены поведением, а команды и внутренняя почта позволяют реализовать совместную работу над заказами.

На сегодня в системе назначены три группы пользователей, различающиеся полномочиями и доступом к определенным командам. По отношению к различным объектам один и тот же пользователь может выполнять разные роли (табл. 1).

В основу идеологии системы положено понятие заказа как формального начала проведения работ на конкретном объекте недвижимости. Не оформив за-



Рис. 8. Меню интерфейса AutoCAD-TDMS

каз, клиент не может получить от БТИ какие-либо документы, а сотрудники не могут начать работу.

Заказ имеет некие жизненные состояния, в терминах TDMs – статусы. Таких статусов всего три:

- **Принят** – исполнитель еще не назначен;
- **Назначен исполнитель** – инвентаризатор назначен, но работы еще не завершены;
- **Закрит** – работы выполнены, проверены и утверждены бригадиром.

Все остальные объекты системы, моделирующие реальные объекты недвижимого имущества, имеют следующие статусы:

- **В разработке** – доступны для редактирования;
- **На согласовании** – можно либо утвердить, либо вернуть на доработку, редактирование запрещено;
- **Утвержден** – допускается только создание новой версии (а вот и формирование истории!).

В обычном состоянии в архиве никто не имеет права ничего редактировать, можно только просматривать ранее созданные документы. Создание и изменение становятся доступными только для тех объектов, на которые оформлен заказ, и только конкретному инвентаризатору, назначенному исполнителем.

Табл. 1

Роли пользователей в системе

| Роль           | Описание  | Действия  |
|----------------|---|---|
| Архивариус     | Прием и оформление заказов от клиентов                                  | Создание заказа в системе   |
| Бригадир       | Назначение инвентаризаторов на заказы, проверка работы инвентаризаторов | Назначение инвентаризатора на заказ, смена назначенного инвентаризатора, утверждение либо возврат на доработку присланных на согласование работ |
| Инвентаризатор | Выполнение работ по заказу  | Создание новых объектов недвижимости, относящихся к заказу, создание версий объектов, работа с графическими планами, отправка на утверждение    |

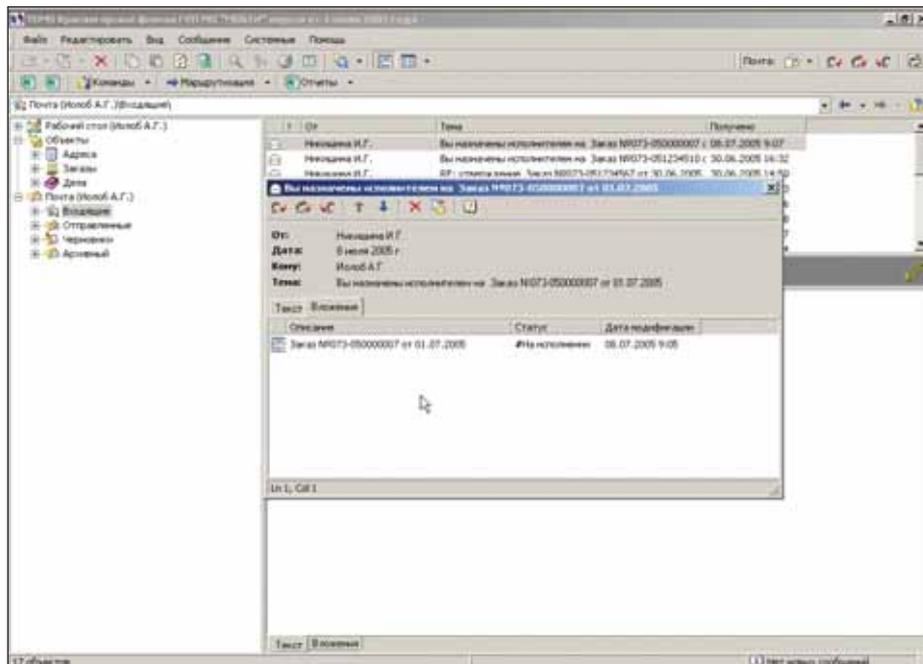


Рис. 9. Извещение о назначении исполнителя на заказ

Алгоритм работы следующий.

1. При обращении клиента в архив оформляется заказ, которому в TDMS соответствует объект типа "Заказ". Этому объекту присваивается статус *Принят*.
2. Бригадир либо диспетчер вкладывает в состав объекта-заказа конкретные объекты (дома, квартиры, участки), с которыми требуется провести работу. Эти объекты соответствуют подбору реальных инвентарных дел из бумажного архива.
3. Бригадир назначает исполнителя заказа, который получает право на редактирование только реально необходимых ему для выполнения работ объектов электронного архива. Заказ приобретает статус *На исполнении*, а исполнитель получает письмо с извещением о назначении (рис. 9).
4. Инвентаризатор оформляет графические планы, при необходимости создавая новые объекты или их версии. Эти объекты имеют статус *В разработке*.
5. По окончании работ инвентаризатор дает команду *Отправить на согласование*. Объекты, с которыми он работал, приобретают статус *На согласовании*, и инвентаризатор лишается права их редактировать. Бригадиру направляется соответствующее уведомление.
6. Бригадир проверяет выполненную работу и, в зависимости от результа-

та, дает либо команду *Утвердить*, либо команду *Вернуть на доработку*. В первом случае работа считается выполненной и редактирование запрещается (объекты получают статус *Утвержден*), во втором – инвентаризатору возвращается право на редактирование (объекты получают статус *В разработке*). О принятом решении инвентаризатор уведомляется по почте.

**Тесное взаимодействие этих программных продуктов друг с другом (PlanTracer и TDMS) позволяет достигнуть единства графики и базы данных, сократив общие расходы на автоматизацию**

Таким образом, заказ "движется" в БТИ по определенному маршруту, изменяя состояния, означающие определенную стадию работ, вплоть до выдачи документации заказчику и отправки выполненных заказов в архив.

#### Итоги

Мы рассмотрели реальную ситуацию и выяснили, какие преимущества может предоставить профессиональный под-

ход к автоматизации в бюро технической инвентаризации.

1. Внедрение программных продуктов PlanTracer и TDMS обеспечивает постепенный переход от бумажного к электронному архиву.
2. PlanTracer позволяет подготовить графический интеллектуальный план, содержащий данные для составления экспликации.
3. Архив графической информации на базе TDMS устраняет все проблемы, связанные с хранением, разделением прав доступа (изменять данные могут только определенные люди в определенные моменты времени) и поиском (который осуществляется различными способами, вплоть до составления произвольных запросов).
4. Система коллективной работы на базе TDMS позволяет усовершенствовать процессы взаимодействия сотрудников организации благодаря возможности быстрого поиска необходимых документов, повышения контрольных функций и снижения количества ошибок.

На базе программных продуктов PlanTracer и TDMS представляется вполне возможным реализовать архив графической информации, что подтверждено опытом Красногорского филиала ГУП МО "Московское областное БТИ". Тесное взаимодействие этих программных продуктов друг с другом позволяет достигнуть единства графики и базы данных, сократив общие расходы на автоматизацию.

Совместный архив графики и семантики также не имеет принципиальных преград на пути воплощения в жизнь как на базе тех же программных продуктов, так и с помощью интеграции с любыми другими описательными базами данных.

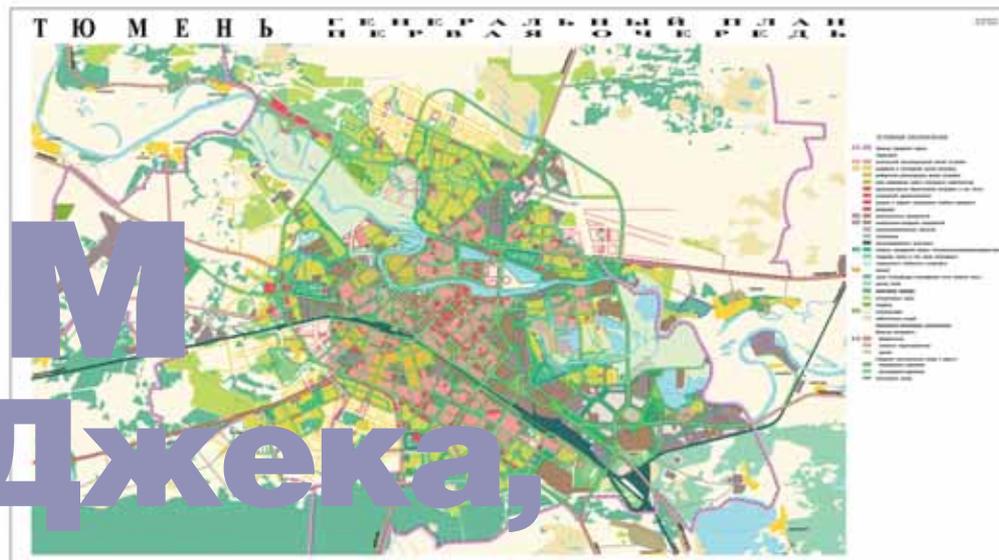
В целом комплексный подход, описанный в этой статье, позволяет улучшить качество обслуживания клиентов и увеличить прибыль всей организации.

*В заключение хочу искренне поблагодарить директора Красногорского филиала ГУП МО "Московское областное БТИ" Наталью Ивановну Сатурову за огромную помощь в работе, Виталия Александровича Туманова и Владимира Анатольевича Кудряшова за каждодневный труд при внедрении программного комплекса, всех работников БТИ за помощь в совершенствовании продуктов компании Consistent Software Development.*

**Алексей Войткевич**  
CSoft  
Тел.: (495) 913-2222  
E-mail: voyt@csoft.ru

# Дом для Джека,

## или Как создается ИСОГД Тюменской области



**И**нформационная система обеспечения градостроительной деятельности становится все более привычным понятием. Появилась и удобочитаемая аббревиатура – ИСОГД, потеснившая термин "градостроительный кадастр". Впрочем, вещи это все-таки разные: ИСОГД – не только свод документированных сведений о градостроительной деятельности территорий, но и система, обеспечивающая планирование и анализ территориального развития.

А вот акцент в деле создания и поддержания информационной системы новый. Градостроительный кодекс перенес на органы местного самоуправления, к чему они сегодня не готовы. Причин множество: и экономия на штатах архитектурных отделов, и отсутствие специалистов информационного направления, и устаревшая либо отсутствующая картографическая основа ведения дежурного плана, и просто непонимание – зачем муниципальному образованию вообще нужна ИСОГД...

Но о каком развитии и каком планировании может идти речь без комплексного анализа состояния территории на базе собранных в информационную систему сведений?..

Итак, с 1 июля 2006 года, согласно Градостроительному кодексу (ст. 56, 57) и закону, который ввел его в действие, заботы об информационных системах обеспечения градостроительной деятельности возложены на местное самоуправление. Этот процесс регламентируется вышедшим 9 июня 2006 года постановлением Правительства РФ № 363 "Об информационном обеспечении градостроительной деятельности". В связи с

изменениями в Градостроительном кодексе (ФЗ 232-ФЗ от 08.12.06) "Российская Федерация передает органам государственной власти субъектов Российской Федерации осуществление полномочий в области контроля за соблюдением органами местного самоуправления законодательства о градостроительной деятельности".

В этих условиях основной задачей субъектов Федерации становится максимальное содействие органам местного самоуправления в создании и развертывании служб, способных вести ИСОГД. В Тюменской области этой непростой задачей с 2005 года занимается Главное управление строительства и, в частности, его структурное подразделение – Управление градостроительной политики. В соответствии с целевыми программами "Электронная Тюменская область" и "Основные направления градостроительной политики и жилищного строительства в Тюменской области" на конец 2006-го автоматизированные системы ИСОГД были развернуты в Тюмени, Ишиме, Тобольске, Ялуторовске, Заводоуковске и в Уватском районе.

Создание системы начиналось как пилотный проект в городе Ишим, а реализации этого проекта предшествовал пятилетний этап, включавший анализ внедрения подобных решений и отработку модельных программных систем ведения градостроительного кадастра Ишима и Викуловского района.

Для автоматизированного ведения строящихся и существующих объектов недвижимости, формирования сводного отчета по заданному периоду и мониторинга объектов строительства предназначена автоматизированная база данных

(АБД) "Реестр объектов градостроительной деятельности" (рис. 1). Эта программа, разработанная и внедренная в Ишиме с помощью наших специалистов, неоднократно демонстрировалась как пример передового опыта создания и ведения муниципальных градостроительных систем в Тюменской области.

С администрацией Ишима в 2003 году было заключено соглашение о проведении совместных работ в этом направлении. На базе АБД создана и развернута система автоматизированной подготовки градостроительных паспортов по всем муниципальным образованиям на базе ГУП ТО "АГЦ".

Были разработаны программные модели представления данных ТКС в разрезе территорий области, получившие название "ГРАДИС". Одной из целей этой работы была демонстрация основных возможностей применения методов территориального анализа и представления данных территориального планирования на базе слоев ТКС области (рис. 2).

Понимая сложность формирования градостроительного банка данных региона, мы подробно ознакомились с историей создания и внедрения систем такого уровня в России. В 2005 году к участию в пилотном проекте нами был приглашен разработчик, имеющий опыт создания современных мощных картографических систем в области градостроительства. В том же году компания CSoft разработала проект информационной градостроительной системы, и на основе градостроительных данных, накопленных в Ишиме, была продемонстрирована действующая программная модель муниципального градостроительного кадастра.

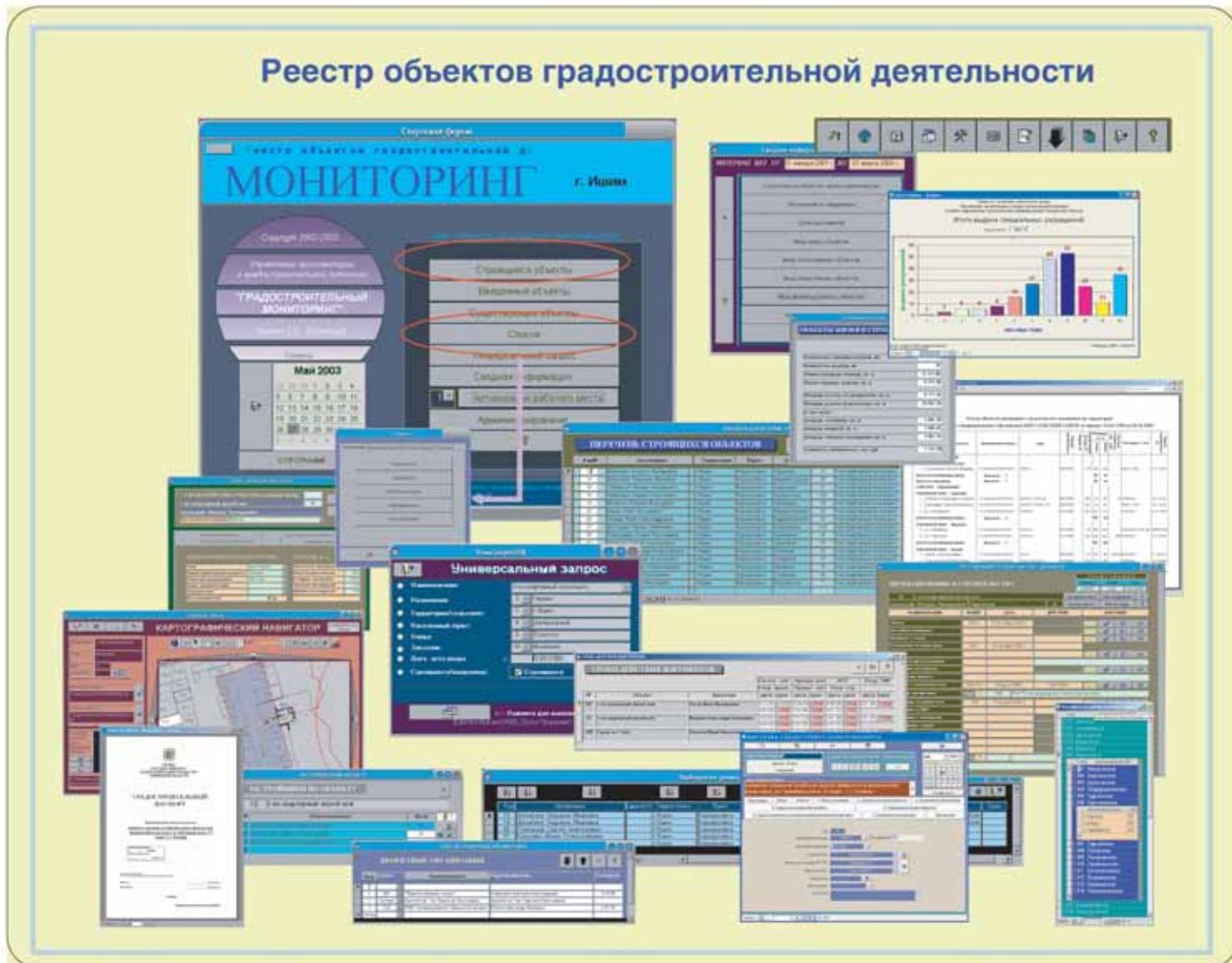


Рис. 1

Со второго полугодия 2006 года муниципальные образования приступили к работам по созданию базы данных об объектах капитального строительства. Поскольку отдельные попытки формирования информационных систем на территории Тюменской области уже предпринимались, а наиболее ценная в содержательном плане информация накапливалась в формате MapInfo, самым разумным оказалось действовать по принципу "Не навреди". Были разработаны правила и технические условия, позволившие с минимальными потерями, вызванными отсутствием системы справочников, регламентированного классификатора объектов и т.д., преобразовать накопленные данные в структуру данных внедряемой ИСОГД. Для этого специалисты отдела информационного обеспечения и градостроительного кадастра Управления градостроительной политики разработали структуру основных показателей объектов капитального строительства для формиро-

вания временных массивов данных с их последующим преобразованием, обеспечивающим доступ из специализированного программного обеспечения для ведения ИСОГД.

Поэтапный характер процесса обусловлен разным уровнем подготовки персонала территориальных органов архитектуры и различиями в их технической и технологической обеспеченности. Не все муниципальные районы справились с задачей сразу – одной из проблем оказалось отсутствие топографической основы для ведения дежурного плана. На 2007 год запланированы создание и обновление топографической основы всех центров муниципальных районов, а также разработка схем их территориального планирования (рис. 3).

Таким образом, к концу года мы планируем сформировать основы градостроительного банка данных Тюменской области, что позволит:

- согласованно обновлять дежурные карты и планы;

- согласовывать схемы территориального планирования;
- контролировать выполнение градостроительных регламентов и схем территориального планирования;
- принимать обоснованные решения по размещению объектов капитального строительства местного, регионального и федерального значения;
- вести мониторинг использования территорий.

Что касается нормативного обеспечения, то сейчас на уровне российского правительства предпринимаются попытки представить роль ИСОГД в российской инфраструктуре пространственных данных – с учетом смежных кадастров и федеральных ведомственных систем (без данных земельного кадастра, адресного реестра и сведений БТИ информационная система не может быть полной). А ведь сведения ИСОГД являются формирующим звеном кадастра недвижимости. Что мы ожидаем от правительства в этом году? Прежде всего



Рис. 2

восстановления роли субъекта Федерации в системе формирования ИСОГД, а также определения единой структуры адресного реестра в РФ с однозначным определением его формирования в структуре ИСОГД. Необходимо также определить межведомственные стандарты совместимости информационных систем и межведомственные классификаторы.

Итак, для правильного функционирования информационной системы требуется актуальная топооснова, которую нужно получать с необходимыми обновлениями от соответствующих служб, на которой находятся земельные участки, которые находятся в ведении Роснедвижимости, на которых стоят строения, информация о которых находится в органах Ростехинвентаризации, к которым подходят инженерные коммуникации, которые... Это сильно напоминает детский стишок, где все сводится к "дому, который построил Джек", правда?

Только вот из каких кирпичей строить дом Джеку? Другими словами, какие

технологии следует использовать для создания ИСОГД? Десятилетний опыт создания кадастров в России определил ряд главных технологических ориентиров. Это **масштабируемость** (принципиальный состав решения не должен меняться при лавинообразном росте числа пользователей), **открытость** (возможность использования накопленной информации в форматах распространенных программных средств), **надежность** (разработка производится на основе постоянно совершенствуемого базового программного обеспечения от всемирно известных компаний) и **расширяемость** (возможность написания собственных приложений на распространенных языках программирования).

По результатам проведенных в 2005 и 2006 годах конкурсов право разработки систем ИСОГД Тюменской области предоставлено компании CSofT. В эти же годы шло активное пилотное внедрение ИСОГД в Ишиме. При непосредственном участии специалистов комитета по

архитектуре и градостроительству и активной поддержке администрации города был отработан основной функционал ИСОГД на базе данных градостроительного кадастра города Ишима, конвертированных в систему ведения ИСОГД – UrbaniCS.

Пользовательское программное обеспечение было установлено на 12 стационарных рабочих местах, а также на двух переносных компьютерах, с использованием репликаций с сервера – это обеспечило мобильное использование системы на выездных совещаниях.

**Задачи и функции:**

- элементы документооборота с отслеживанием письма-заявки;
- многопользовательская работа в режиме реального времени с разграничением полномочий;
- мониторинг и паспортизация объектов;
- ведение реестров: адресного, объектов капитального строительства и градостроительных документов;



Рис. 3

- ведение единой картографической основы, включающей адресный и дежурный план, схемы территориального планирования, планировки, зонирования, регламентов, тематические карты, предназначенные для многопользовательского доступа;
- подготовка справочной, статистической, аналитической информации;
- ведение широкого спектра отраслевых (ведомственных) справочников;
- подготовка и печать градостроительных документов.

На 2007 год запланирована установка типового программного обеспечения ИСОГД, предложенного компанией CSoft, в остальных двадцати муниципальных районах Тюменской области.

Финансирование организации и ведения ИСОГД на территории муниципальных образований заложено в бюджете Тюменской области на текущий год в виде субвенций, передаваемых муниципальным образованиям. Для сельских муниципальных образований эта сумма составляет 438 тыс. рублей, для городских округов — 1440 тыс. рублей.

Начиная со второго квартала этого года муниципальные ИСОГД начнут оснащаться программно-аппаратными комплексами и каналами связи с областным центром в счет финансирования мероприятий областной целевой программы "Электронная Тюменская область". Таким образом будет создаваться технологическая база единой системы

ИСОГД в масштабе всей области. Накопление сведений информационной системы ведется с опорой на автоматизированную систему учета документов, что позволяет отследить судьбу каждого документа в увязке с ограничениями, обусловленными осуществлением градостроительной деятельности на территории города. Многопользовательский доступ к базе данных и применяемая система справочников позволили повысить темпы внесения информации и

**ИСОГД – это основа будущей муниципальной информационной системы**

снизили вероятность ошибки оператора при вводе данных с рабочих мест. Простота пользования программным продуктом сводит к минимуму время обучения операторов и внешних пользователей.

В развитие ИСОГД предложены разработки для ГИС инженерных коммуникаций, которые основаны на тех же системно-технических решениях. Предварительно мы проанализировали опыт внедрения этих систем в Калининграде и Калининградской области, а также в Мытищинском районе Московской области.

Суть связи ГИС инженерных коммуникаций и ИС обеспечения градостроительной деятельности заключена в орга-

низации обмена информацией между эксплуатирующими организациями и органами архитектуры и градостроительства. В результате такого обмена, реализуемого по единой отработанной технологии и производимого на основе цифрового дежурного плана, стороны на взаимовыгодной основе получают оперативные данные по состоянию инженерных сетей и паспортизации объектов инженерного обеспечения. На данный момент пилотное внедрение таких комплексных решений проведено в городах Тюмени и Ишиме.

ГИС-решение CSoft, внедряемое в Тюменской области, — это программный комплекс UtilityGuide для управления инженерными коммуникациями города и предприятий, включающий самостоятельные программные приложения для сетей тепло-, электро-, газо- и водоснабжения.

В области методического и правового обеспечения наших проектов ведутся переговоры со специалистами Института территориального планирования "ГРАД". По результатам этих переговоров мы надеемся получить модель системы правового регулирования на основе ИСОГД градостроительных и земельно-имущественных отношений в муниципальных образованиях Тюменской области.

В компании "Совзонд" нами были заказаны космические снимки высокого разрешения, выполняемые спутником QuickBird и охватывающие территорию Тюмени (322 кв. км). Такие материалы (рис. 4) необходимы для оперативного отслеживания изменений градостроительной деятельности и обновления топографических карт в целях планирования и мониторинга городской территории. Специалистами фирмы CSoft эти снимки были подключены в виде подложки к дежурному плану Тюмени. Применение ДДЗ в ИСОГД позволяет вести дежурные планы территорий в отсутствие векторных карт, осуществлять градостроительный мониторинг и планирование. Съемка периодичностью два раза в год, весной и осенью, обеспечит нас картографической базой градостроительных изменений в наиболее перспективных территориях и возможностью отслеживать (на базе архивных данных) изменения в городской застройке. Муниципальные органы, работая над планированием городской инфраструктуры, получают возможность выбрать наиболее экономичный и безопасный для окружающей среды способ использования природных ресурсов.

ИСОГД — это основа будущей муниципальной информационной системы. Прежде всего — для муниципальных районов.

Внедрение ИС позволит:

- создать эффективную систему учета объектов градостроительной деятельности, градостроительных изменений объектов недвижимости, усовершенствовать информационное обеспечение процессов выдачи разрешительной документации;
  - сократить время поиска и предварительной обработки информации об объектах градостроительной деятельности;
  - обеспечить оперативное предоставление общедоступной информации широкому кругу пользователей в соответствии с законодательством и регламентами;
  - повысить эффективность использования градостроительных информационных ресурсов;
  - устранить трудоемкий процесс составления отчетов;
  - обеспечить функции оперативного градостроительного мониторинга, осуществляемого на основе документов территориального планирования.
- Оснащение субъектов ИСОГД базовым и прикладным ПО, обеспечивающим функционирование информационной системы (Тюмень, Тобольск, Ишим, Ялуторовск, Заводоуковск, Уватский район).
  - Пилотное внедрение систем "Инженерные коммуникации" в Тюмени и Ишиме, организация взаимодействия с МИСОГД.
  - Обучение специалистов, ведущих ИСОГД, работе с программным обеспечением.
  - Формирование системы сбора градостроительных данных МИСОГД в градостроительный банк ТО.

**2007-2008**

- Комплексное оснащение органов архитектуры и градостроительства муниципальных образований оборудованием с установленным базовым и прикладным ПО, обеспечивающим ведение ИСОГД.
- Внедрение программного модуля "Адресный реестр" на территориях муниципальных образований юга Тюменской области.
- Внедрение систем "Инженерные коммуникации" на территориях муниципальных образований юга Тюменской области.

- Внедрение сервисных (отчетных, аналитических) модулей муниципальных информационных систем обеспечения градостроительной деятельности на территориях муниципальных образований юга Тюменской области.
- Внедрение систем обмена информацией с другими ИС.
- Обучение специалистов, ведущих ИСОГД, работе с программным обеспечением.

**2009-2010**

- Внедрение программных модулей систем открытого доступа к общедоступной градостроительной информации для обеспечения оперативного предоставления такой информации широкому кругу пользователей в соответствии с законодательством и регламентами.

*Сергей Гудович,  
начальник отдела информационного обеспечения  
и градостроительного кадастра  
управления градостроительной политики  
Главного управления строительства  
Тюменской области  
Тел.: (3452) 49-0276, 49-0284  
E-mail: kadastr-to@mail.ru*

**Этапы развертывания ИСОГД в Тюменской области:**

**2005-2006**

- Создание проекта информационной системы обеспечения градостроительной деятельности.

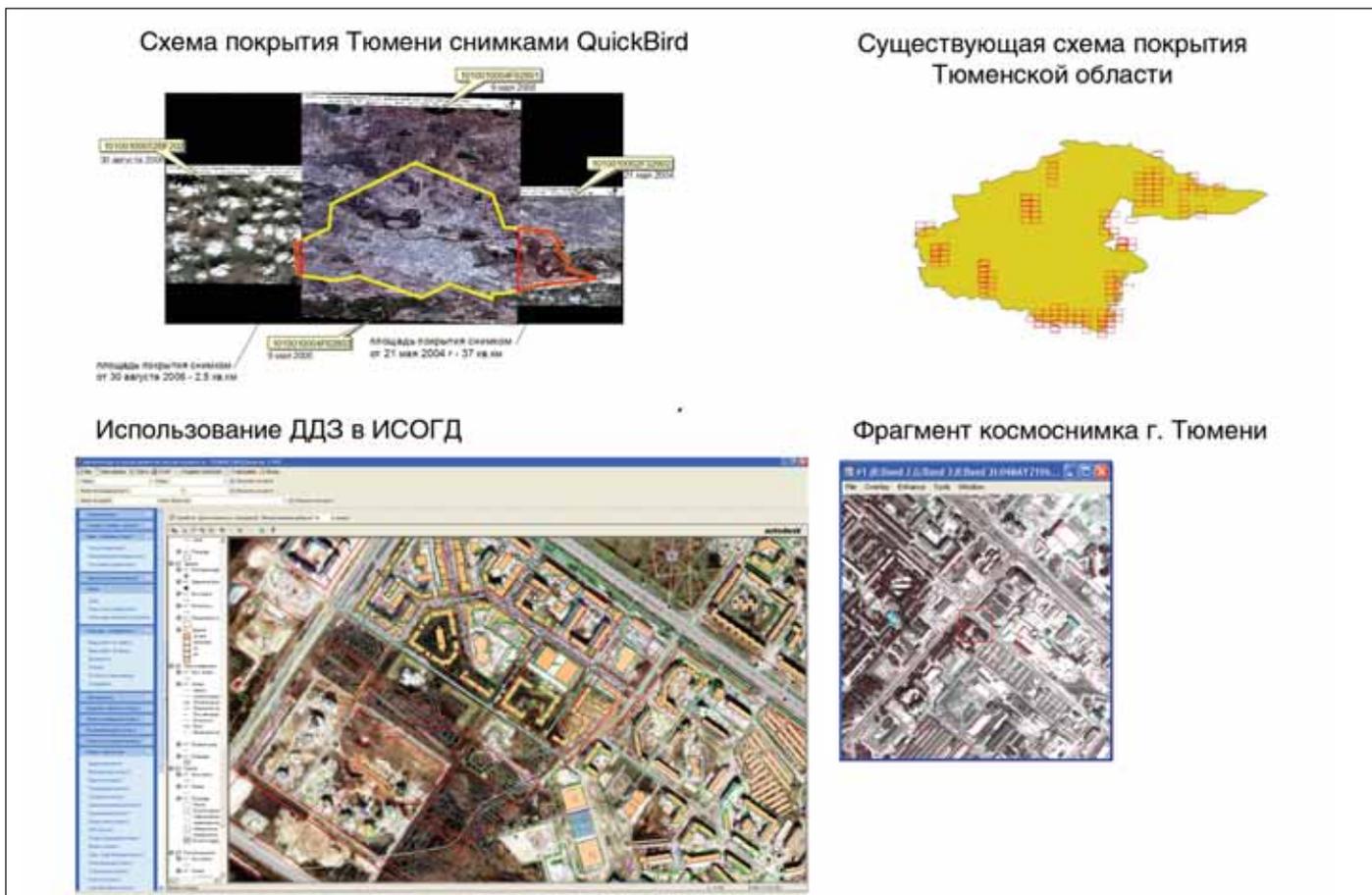


Рис. 4

# ГИС для городской энергетики

## ПРИМЕР УСПЕШНОГО ВНЕДРЕНИЯ

Эта статья представляет собой своеобразный отчет об успешном решении задачи мониторинга кабельных сетей высокого напряжения на основе ГИС-технологий в городе Калининграде. Впрочем, мы изначально подходили к решению возникших задач с самой общей точки зрения, а опыт успешной эксплуатации системы и поступившие заказы на адаптацию описанного ниже решения для сетей тепло- и водоснабжения только подтвердили нашу уверенность в возможности "тиражирования" выработанного подхода для всех потенциальных клиентов.

### О себе

Группа компаний CSoft хорошо известна как на российском, так и на зарубежном рынке. За годы своего существования она превратилась в мощного системного интегратора, являясь стратегическим партнером таких компаний, как Autodesk, Intergraph, Oracle, и одновременно продвигая собственные программные решения.

Вот о таком "интегральном" проекте в области ГИС и пойдет речь...

### Общие принципы

При формировании интегрального решения мы исходим из принципа его оптимальности, которая определяется по степени соответствия нескольким общим критериям, сложившимся у нас за годы развития.

**Масштабируемость.** Поставляемое решение не должно быть дорогим на начальном, пилотном этапе внедрения ГИС, но при этом не должно бояться резкого увеличения объема обрабатываемой информации или количества одновременно работающих пользователей. При изменении этих показателей клиент лишь увеличивает вычислительную мощность сервера и приобретает дополнительные лицензии на базовое программное обеспечение.

**Открытость.** Обеспечение возможности использования любых имеющихся у заказчика информационных ресурсов, в каком бы формате они ни хранились.

**Надежность.** Если в качестве основы формирования ГИС-решения берутся программные средства таких всемирно известных компаний, как Oracle, Autodesk, Intergraph, ГИС-проект будет нормально развиваться в условиях калейдоскопической смены операционных систем и аппаратных средств. А если все упомянутые программные средства используются не как догма, но как основа для разработки пользовательских приложений с учетом и отраслевой, и общероссийской специфики, можно быть уверенным как в разумности итоговой цены, так и в кратчайших сроках внедрения.

### Почему это нужно заказчикам

Многие организации, занимающиеся обслуживанием и эксплуатацией инженерных сетей, оказываются в ситуации, когда их технические архивы становятся малоуправляемыми. Бумажная документация в количестве нескольких тысяч томов содержит разнородную, часто противоречивую информацию даже по тем сетям, за эксплуатацию которых отвечает компания, не говоря уже о прочих инженерных сетях, что практически

исключает возможность оперативного поиска и анализа информации.

К тому же различные подразделения одной компании (бухгалтерия, диспетчерская, эксплуатационная служба) зачастую параллельно используют несогласованные между собой архивы документов.

Перевод архивов технической документации в электронный вид, помимо явного повышения удобства пользования, позволяет в перспективе перейти к моделированию последствий аварийных ситуаций и оптимизации действий по переключениям в обход поврежденных участков сети. Необходимость оцифровки архивов ясна и очевидна, но эффективность решения этой задачи зависит от "системности" подхода в рамках не только самой организации, но и города в целом.

### Состав архивов

Как правило, технические архивы состоят из паспортов кабельных линий, где собрана информация по всем ремонтным врезкам, соединительным муфтам, воронкам на входе в трансформаторные подстанции, а также номера подстанций, от которых отходит и к которым приходит кабельная линия.

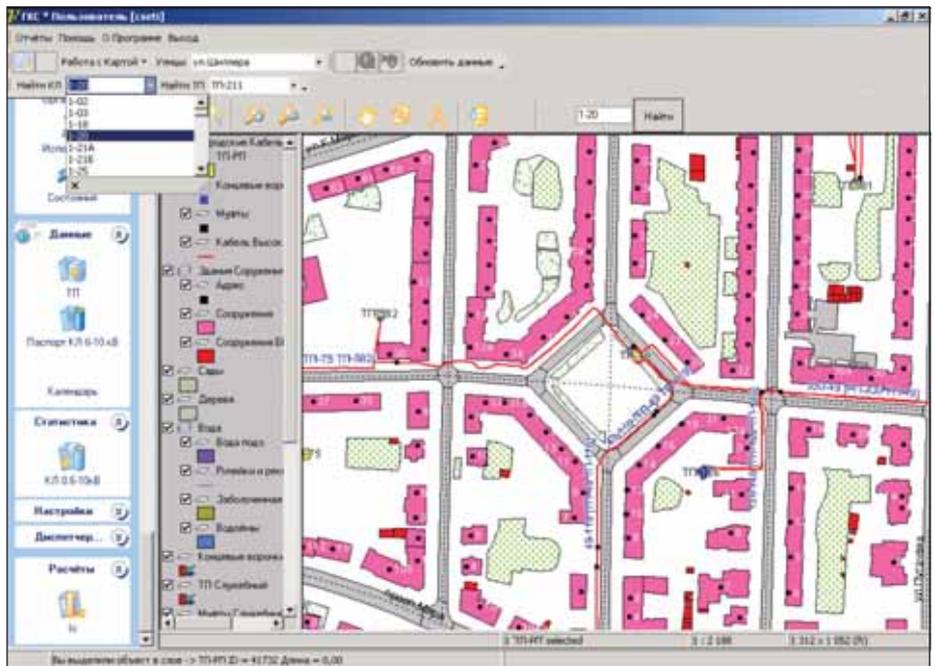
Такие паспорта обычно включают в себя так называемые исполнительные съемки, то есть "калечные" документы, достигающие нескольких метров в длину и содержащие видимые ориентиры и отметки. Геодезист отмечает на кальке объект, безусловно определяемый на городском — то есть хранящемся в архиве мэрии города — картографическом плане (угол дома по адресу, край проезжей части), и указывает расстояния ("засечки") от таких ориентиров, по которым можно точно определить местонахождение объекта. Следует отметить, что многие выстраиваемые по "за-

сечкам" объекты (например, ремонтные муфты) на городских картографических планшетах не могут быть найдены никоим образом – просто потому, что по существующему с советских времен стандарту они на этих планшетах и не должны отображаться.

В любом случае эффективной обработке технических архивов любого "...энерго" должно предшествовать создание так называемого адресного плана. Под адресным планом понимается совокупность строений в виде полигонов, улиц в виде осевых линий и полигонов, отображающих края проезжей части. Этот адресный план становится основой, "скелетом", по которому производится обработка сканированных исполнительных съемок.

### Организационная основа создания системы

Потребность в решении таких задач безусловно существует во всех городских предприятиях, так или иначе связанных с эксплуатацией инженерных коммуникаций. И у каждой такой организации неминуемо возникает необходимость в адресном плане для точной привязки своих сетей и в информации о сетях "смежников". Ведь если в процессе раскопок по случаю аварии газовой сети рвется электрический кабель, затраты ложатся на "роющего". А он бы и рад быть аккуратнее, только информации у него нет, вот и приходится полагаться на опыт и... везение. Потребность в адресном плане неминуемо приводит к необходимости координировать действия различных организаций, работающих в городе. В частности, за адресный план (его называют и электронным подосновой, и топоосновой, и дежурным планом), как правило, отвечает муниципалитет. А источником создания этого плана является муниципальный архив планшетов масштаба 1:500, обычно находящийся в ведении главного архитектора. Обработка этого архива включает в себя сканирование, для чего нужен широкоформатный сканер с возможностью сканирования "толстых" оригиналов (помимо кальки и лавсановой пленки, планшеты могут существовать и в виде фанерной или алюминиевой основы). После сканирования необходимо провести калибровку, то есть нелинейную трансформацию сканированных карт по опорным координатным точкам: их на планшете может быть до 36 штук. Далее производится выборочная оцифровка упомянутых выше объектов – и в распоряжении муниципалитета оказывается "гибридная" топооснова, содержащая калиброванные растровые изображения (точность которых очень высока и позволяет проводить любые измерения) и набор перечисленных векторных объектов.



На этом этапе активно и успешно использовался программный продукт Spotlight (серия Raster Arts). С его помощью производились улучшение качества исходных растровых изображений, калибровка по регулярной сетке и интеллектуальная оцифровка.

Один щелчок внутри обозначенного на растре строения или земельного участка, и оператор получает топологически корректный полигон; наличие знакомых надписей типа 2КЖ на качестве распознавания никак не сказывается. Возможность автоматического "выгрызания" оцифрованного объекта из растра облегчает последующее распознавание других объектов. "Умная" трассировка длинных полилиний с автоматическим панорамированием изображения, удивляющий даже нас векторный выбор растровых объектов вместо утомительного "попиксельного" редактирования растра – и вам становится понятно, почему оцифровку со Spotlight мы называем интеллектуальной...

Векторный адресный план может и должен использоваться муниципалитетом как некая "информационная валюта", точность которой тем более высока, чем чаще и своевременнее муниципалитет производит ее обновление.

Далее муниципалитет и "...энерго" ("...теплосеть", "...водоканал" и т.д.) заключают договор о безвозмездном информационном обмене, целью которого для всех сторон является постоянное получение актуальной информации, необходимой для каждодневной деятельности.

Этот подчеркнuto практичный и рациональный подход позволяет сэкономить и средства, и время на этапе создания муниципальной ГИС. И, что не менее важно, эффективно поддерживать в

актуальном состоянии всю информацию по различным инженерным коммуникациям на последующих этапах ее существования.

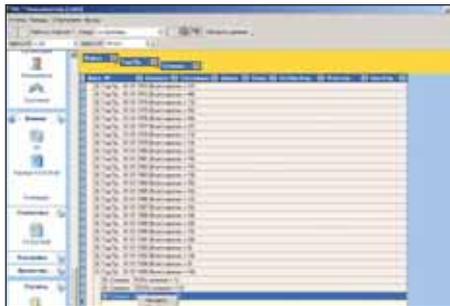
### Создание схемы кабельных сетей

Получив в качестве основы векторный адресный план, можно приступать к обработке исполнительных съемок. Подход здесь может быть двояким. С одной стороны, если количество "засечек" достаточно для точного построения, то схема участка кабельных линий просто строится по имеющейся информации. Если же в силу необязательности геодезиста, выполнявшего съемку, этих "засечек" недостаточно, процедура становится более трудоемкой. В этом случае сканированную съемку как можно точнее трансформируют под адресный план, и объекты кабельных сетей векторизуют по трансформированной съемке. По опыту, на одну такую съемку используется до... 400 калибровочных пар – тогда результат получается с требуемой точностью. "Золотым ключиком" к решению поставленной задачи здесь стала возможность Spotlight использовать произвольную сетку для трансформации растровых изображений.

Векторизации подвергаются все кабельные линии, участок за участком, с соблюдением пространственной связанности (начало следующей ремонтной врезки должно совпадать с концом предыдущей).

### Структура решения

Поиск оптимального (по перечисленным выше критериям) решения привел к ГИС на основе СУБД как единого хранилища информации – как графиче-



ской, так и описательной. Отказ от традиционного "файлового" подхода дал возможность решить все коллизии многопользовательского доступа, работы со сверхбольшими объемами данных, регламентации доступа и защиты данных непосредственно средствами администрирования самой серверной СУБД и операционной системы.

В качестве такого хранилища вне конкуренции, безусловно, Oracle. Безусловно, потому что до сих пор только Oracle имеет технологию объектного хранения пространственных объектов по принципу "один объект в пространстве — один объект в СУБД". Конкуренты ничего похожего так и не предложили. В результате несколько фирм, весьма известных в мире ГИС-технологий (Intergraph, Autodesk, MapInfo, LaserScan), инициировали Open-GIS консорциум, задача которого — стандартизировать способы хранения данных именно в Oracle.

Выбор СУБД в качестве средства хранения резко ограничил круг программных средств, рассматриваемых в качестве инструментальных ГИС: ведь необходима возможность установления связи с хранилищем на основе СУБД в реальном масштабе времени. Именно поэтому несколько лет назад мы остановились на Intergraph GeoMedia, которая просто не имеет собственного файлового формата хранения данных: курс только на СУБД! Этот выбор позволил резко снизить ценовую планку ГИС-решения для начального этапа — стартовать можно даже с MS Access, а на последующих этапах развития муниципальной ГИС попросту заменить его на Oracle.

Стремясь к более гибкой политике при формировании ГИС-решения, наша компания разработала собственную инструментальную ГИС CS MapDrive (www.mapdrive.ru) на основе всё той же технологии Intergraph. Помимо более удобного интерфейса, эта постоянно развиваемая инструментальная ГИС учитывает специфические потребности российских клиентов, она может использоваться и как самостоятельный инструмент, и как дополнительное средство для традиционных пользователей Intergraph.

Именно с помощью CS MapDrive каждый день вносятся новые ремонтные врезки, осуществляется корректировка местоположения существующих трасс по результатам исполнительной съемки.

Но ГИС, построенная на основе одних только инструментальных средств, обречена если не на вымирание, то на чрезвычайно медленное развитие. У административного персонала нет и не будет времени проходить курсы обучения навыкам работы с такими инженерными инструментами, это удел нескольких профессионалов. А всем остальным необходимо предоставить возможность просмотра данных — с предельно простым интерфейсом, решающим специфические задачи конкретного подразделения или даже конкретного пользователя.

Так мы приходим к необходимости выбора системы публикации данных, способной работать как в Internet, так и в Intranet-сетях и являющейся основой для разработки пользовательских приложений.

Учитывая ориентацию на единое хранилище данных на основе СУБД и стремление к минимальной цене при максимальной функциональности, мы выбрали в качестве такой системы Autodesk MapGuide. Как один из "штатных" провайдеров данных Autodesk MapGuide оснащен средством доступа к Oracle; разработанный нами дополнительный провайдер предоставляет возможность использовать при необходимости дополнительные хранилища на основе MS Access и MS SQL Server. Сохранив возможность простого просмотра в Internet-браузере всей информации на любом рабочем месте, мы разработали на его основе специализированное приложение EnerGuide, которое стало одним из секретов успешного и быстрого внедрения описываемого ГИС-проекта.

Его интерфейс учитывает сложную структуру данных, которая была спроектирована с учетом отраслевой иерархии — в противовес традиционной "плоской таблице" типа MS Excel.

В самой структуре данных было заложено, что кабельная линия состоит из кабельных врезок, соединяющихся между собой ремонтными муфтами; далее линия входит в трансформаторную подстанцию, подключение к которой производится через кабельные воронки. Каждый объект связан по структуре данных с объектом более высокого и более низкого уровня, что позволяет очень быстро производить выборку графических объектов и их описательных данных. Так, выбор на карте любой кабельной врезки приводит (за считанные секунды!) к автоматическому формированию сводного паспорта всей кабельной ли-

нии с возможностью просмотра характеристик всех входящих в нее объектов.

EnerGuide основан на системе отраслевых справочников, общей для всех элементов информационного пространства ГИС (специализированные справочники по типам кабелей и изоляции, проводов и муфт, а также более общие справочники исполнителей и балансодержателей). Это минимизирует ошибки операторского ввода: ввод данных вручную практически исключен, его заменил выбор стандартных значений из справочников.

Особенности организации технологического процесса заказчика привели к необходимости некоторого отхода от принципа жесткого разделения средств редактирования и просмотра: например, производство расстановки и описание соединительных муфт оказалось удобнее непосредственно в EnerGuide. Благодаря строгой топологической корректности создаваемых линейных объектов кабельных линий и разработке специализированного модуля, расстановка муфт производится автоматически, непосредственно в хранилище на основе Oracle.

Одновременно с разработкой ГИС-проекта наш заказчик начал работы по пилотному внедрению современных средств телеметрии и телемеханики. Расширить интерфейс EnerGuide не составило труда, и теперь для просмотра доступны не только паспортные характеристики элементов кабельных сетей, но и текущие значения токов нагрузки и положения коммутационных элементов.

Если к описанному арсеналу возможностей добавить средства создания и просмотра однолинейных схем и схем расположения оборудования ТП, автоматический расчет емкостных токов потерь, а также уникальный "drag-and-drop" анализ (построение аналитических запросов любой степени вложенности производится простым "перетаскиванием" заголовков полей СУБД в панель анализа) и генерацию печатных отчетов из любого окна данных по принципу "как вижу, так и печатаю", станет понятным, каким образом проект такого объема и сложности удалось реализовать "под ключ" за 6-7 месяцев.

#### Реализованный проект в цифрах

Количество обработанных исполнительных съемок: 1400.  
Средний размер исполнительной съемки: 210x2500 мм.  
Количество кабельных трасс: 6500.  
Общий километраж: около 700 км.

*Александр Ставицкий,  
директор по ГИС-направлению  
компании CSoft  
E-mail: asta@csoft.com*

# Оптимальное решение для реальной работы

## ЗАО "ТРАНСПРОЕКТ": ОПЫТ ПРОЕКТИРОВАНИЯ в Autodesk Land Desktop, Autodesk Survey и Autodesk Civil Design

### Как всё начиналось...

Основное направление работы ЗАО "Транспроект" – проектирование автодорог всех технических категорий, аэродромов, объектов промышленного и гражданского назначения.

Еще в конце прошлого века нам стало ясно, что без применения современных программных средств невозможно достичь высокой производительности и точности проектных работ.

После тщательного анализа рынка программного обеспечения для решения задач изысканий, построения трехмерной модели рельефа, проектирования площадных (генпланов) и линейных (автодорог всех технических категорий) объектов наше внимание привлекла разработка компании Softdesk – Civil/Survey, приложение к AutoCAD Map. После того как компания-разработчик выпустила версии S7.5 и S8 этого программного продукта, она вошла в состав Autodesk – однако работа в выбранном перспективном направлении продолжалась. На базе Civil/Survey S8 была создана линейка программ для автоматизации проектирования в гражданском строительстве – Autodesk Land Desktop + Autodesk Civil Design + Autodesk Survey, – позволяющая эффективно решать задачи в области картографии, обработки топогеодезических изысканий, проектирования автодорог, генплана.

Autodesk Land Desktop обеспечивает возможность работы с единой базой данных в единой информационной среде. Проектировщики без проблем обмениваются графической информацией и имеют доступ к цифровым данным объекта даже при отсутствии графического отображе-

ния. Это позволяет специалистам разных подразделений в рамках одного проекта решать широкий спектр задач.

Применение линейки Autodesk Land Desktop + Autodesk Civil Design + Autodesk Survey обеспечивает возможность качественного проектирования с минимальным влиянием человеческого фактора на всех этапах: от изыскательских работ до выноса в натуру проектных решений. Все проектные составляющие – точки цифровой модели рельефа, элементы плановой кривой, продольного профиля, поперечных сечений, вычисленные объемы земляных работ и т.д. – можно представить в текстовом формате.

Продукт динамично развивается, повышается эффективность его работы, появляются новые возможности.

### Что из этого получилось...

Освоение продукта давалось с трудом. Обладая небольшим (как оказалось впоследствии) опытом работы в AutoCAD, надо было ломать сложившиеся стереотипы в подходе к проектированию объектов.

К графике добавились цифровые базы данных, позволяющие работать более эффективно. Каждой дороге соответствует свой проект с принадлежащей только ей базой точек, поверхностей и осевых. Кроме того, появилась масса инструментов, необходимых при проектировании автодорог и генплана. А модуль построения цифровой модели рельефа – один из самых мощных среди представленных на современном рынке.

К проектированию первого объекта, с которого началось освоение Autodesk Land Desktop, мы приступили в 1996 году.

Это была реконструкция автодороги 1-й технической категории М-7 "Волга" от Москвы через Владимир, Нижний Новгород, Казань до Уфы на участке КМ829-КМ840. Как известно, любая реконструкция всегда сложнее нового строительства. Так было и в нашем случае, но, "набив шишек" на этом объекте, мы приобрели значительный опыт.

### Изыскания

Первые топогеодезические изыскания реконструируемого объекта, за неимением электронного тахеометра, проводились вручную оптическим теодолитом Т-5, а максимальная частота процессора в то время не превышала 400 МГц.

Данные полевых журналов набирались в текстовом редакторе, а затем через модуль Survey вводились в проект, организуя базу данных точек рельефа.

С приобретением электронного тахеометра Sokkia обработка полевых данных значительно ускорилась. Специальный модуль программы позволяет скачивать данные практически с любого электронного носителя, а затем конвертировать их в полевой журнал (рис. 1).

### Создание цифровой модели рельефа

Один из самых мощных модулей системы предназначен для обработки точек и построения цифровой модели рельефа (ЦМР), отражающей реальную ситуацию до начала строительства.

Удобный интерфейс и широкие возможности этого модуля позволяют, во-первых, принимать более взвешенные проектные решения, а во-вторых, благодаря различным способам отображения поверхности, выполнять визуализацию

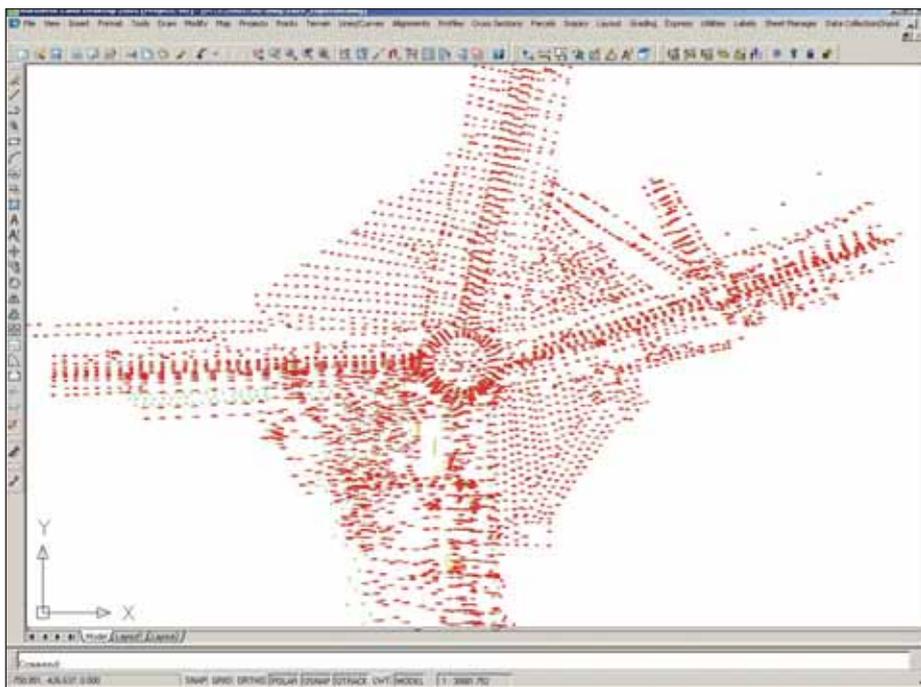


Рис. 1. Точки существующего рельефа

проекта, наглядно подтверждающую или опровергающую принятые проектные решения (рис. 2).

### Проектирование плановых осевых

Создание и редактирование плановой осевой автодороги осуществляется различными методами:

- графическое построение осевой элемент за элементом, с вписыванием в вершины углов круговых и/или переходных кривых (рис. 3);
- вписывание кривых при помощи таблицы скоростей, включающей информацию для различных значений скорости: угол кривой, радиус, коэффициент подъема виража, длину или коэффициент кривизны переходной кривой для двух или четырех полос движения. Можно исполь-

зовать как поставляемые таблицы скоростей, так и вновь созданные со своими данными;

- вписывание переходных кривых между прямым участком и круговой кривой (рис. 4);
- сопряжение переходными кривыми различных элементов трассы (рис. 5).

Возможность изменения параметров плановой осевой (прямых участков, круговых и переходных кривых) в табличной форме существенно упрощает редактирование. Детальная информация по элементам трассы позволяет проектировщику проанализировать и при необходимости изменить данные (длину прямых участков и кривых, радиус кривых). Таблицы редактирования элементов плановой осевой представлены на рис. 6. Одновременно осуществляется



Рис. 3. Способы задания круговых и переходных кривых

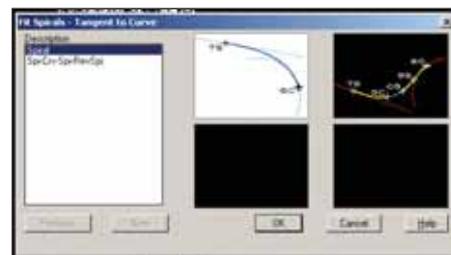


Рис. 4. Способы задания переходных кривых

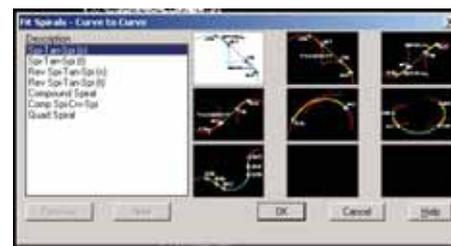
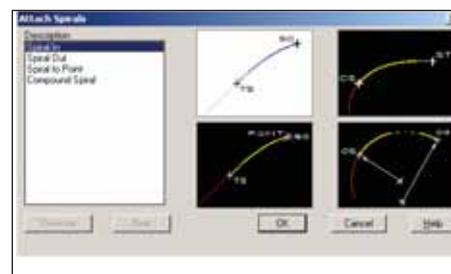


Рис. 5. Способы сопряжения элементов трассы

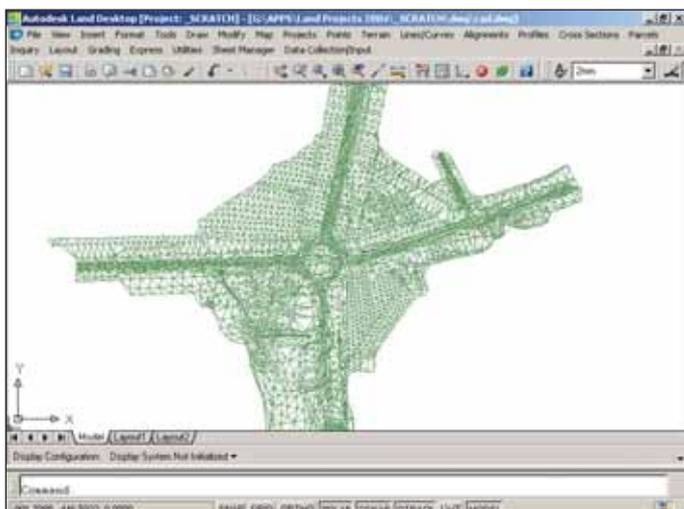
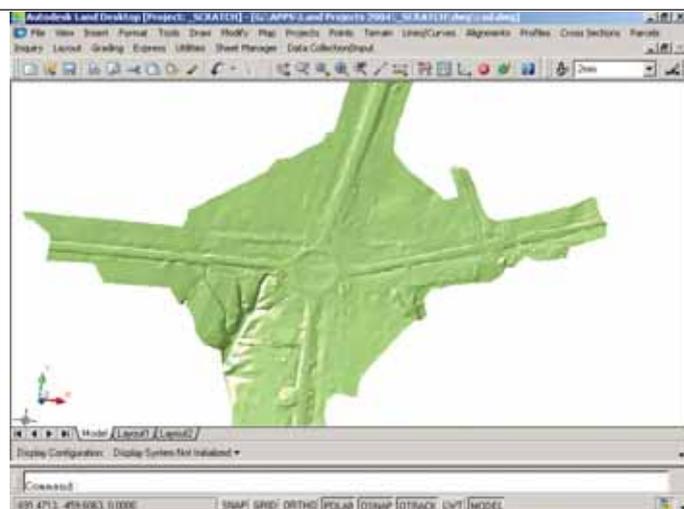


Рис. 2. Отображение поверхности в линиях и трехмерных гранях



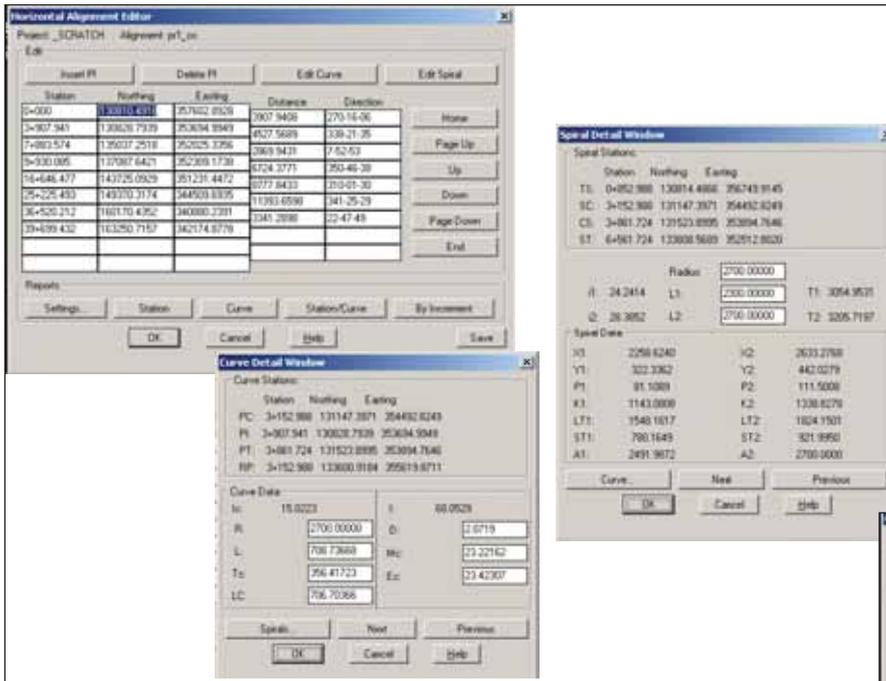


Рис. 6. Редактирование параметров плановых осевых

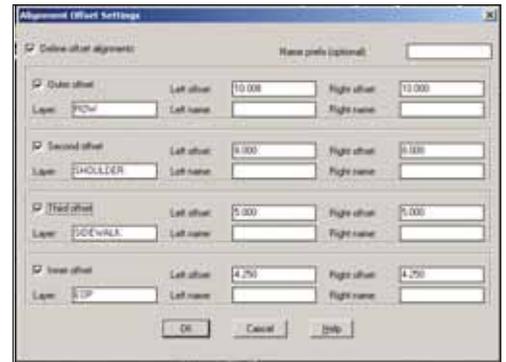


Рис. 7. Задание параметров для создания подбий

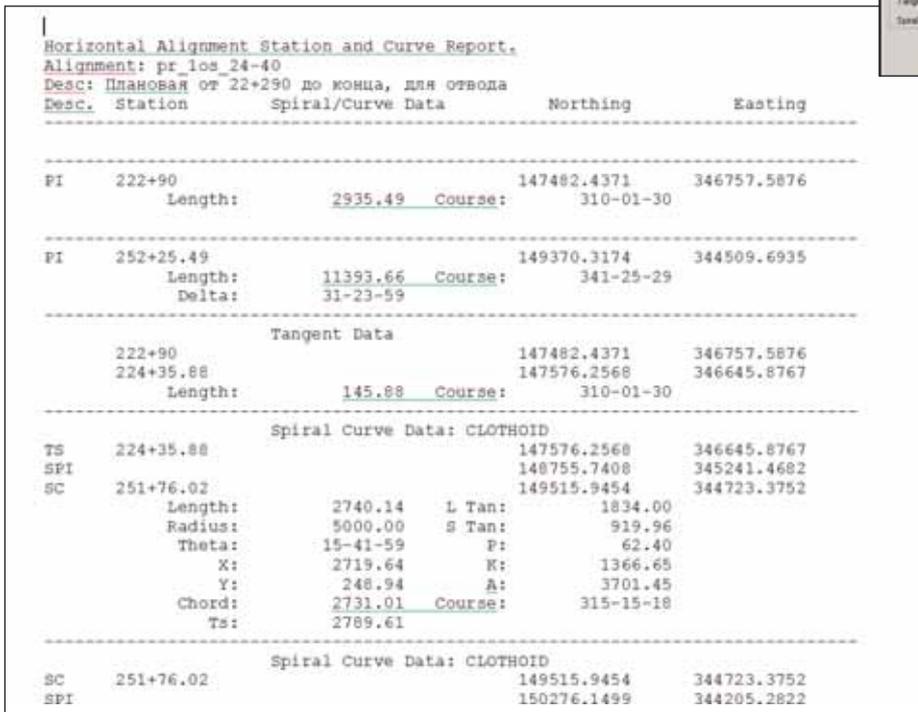


Рис. 8. Вывод параметров плановой осевой в текстовый файл

динамическое изменение графической информации.

Переходная кривая может быть следующих типов: клотоида, синусоида, косинусоида, квадратичная.

Значительно упрощает работу по отрисовке плана команда *Create offsets (Создание подбий)*, при задании которой отрисовываются элементы автодороги (каждый на своем слое), параллельные осевой линии и расположенные на заданном расстоянии (до восьми элементов одновременно) (рис. 7). Приятно создать план одной командой!

Огромное подспорье – возможность выдачи параметров элементов осевой в текстовом виде (рис. 8).

Разбивка пикетажа осевой линии производится в автоматическом режиме с созданием отдельных слоев для отображения пикетажа и маркировки элементов трассы. Чтобы надписи соответствовали требованиям действующих норм, в таблице меток необходимо задать соответствующее обозначение (НKK, КПК и т.п.) (рис. 9, 10).

Предусмотрена возможность задания рубленого пикета – в общем, всё как у нас (кроме самих дорог).



Рис. 9. Редактирование обозначений элементов плановой кривой

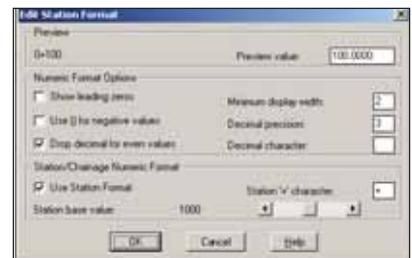


Рис. 10. Формат отображения пикетажного положения

### Проектирование продольного профиля

Модуль для проектирования продольного профиля позволяет автоматически контролировать заданные параметры видимости. Варианты вписывания вертикальных кривых (не сплайнов!) могут быть следующими (рис. 11):

- по длине вертикальной кривой;
- по коэффициенту кривизны (отношение длины к разнице входящего и выходящего уклонов);
- по указанной точке;
- по наивысшей или низшей точке;
- по видимости знака "Стоп";
- по видимости встречного автомобиля;
- по освещенности фарами (на вогнутых кривых);
- с указанной скоростью (комфорт на вогнутых кривых).

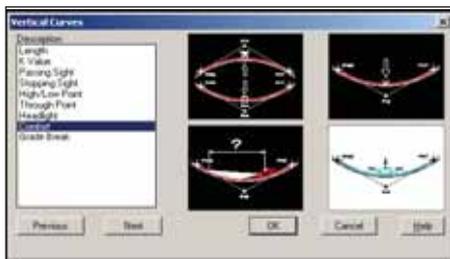


Рис. 11. Варианты задания вертикальных кривых



Рис. 12. Редактирование продольного профиля

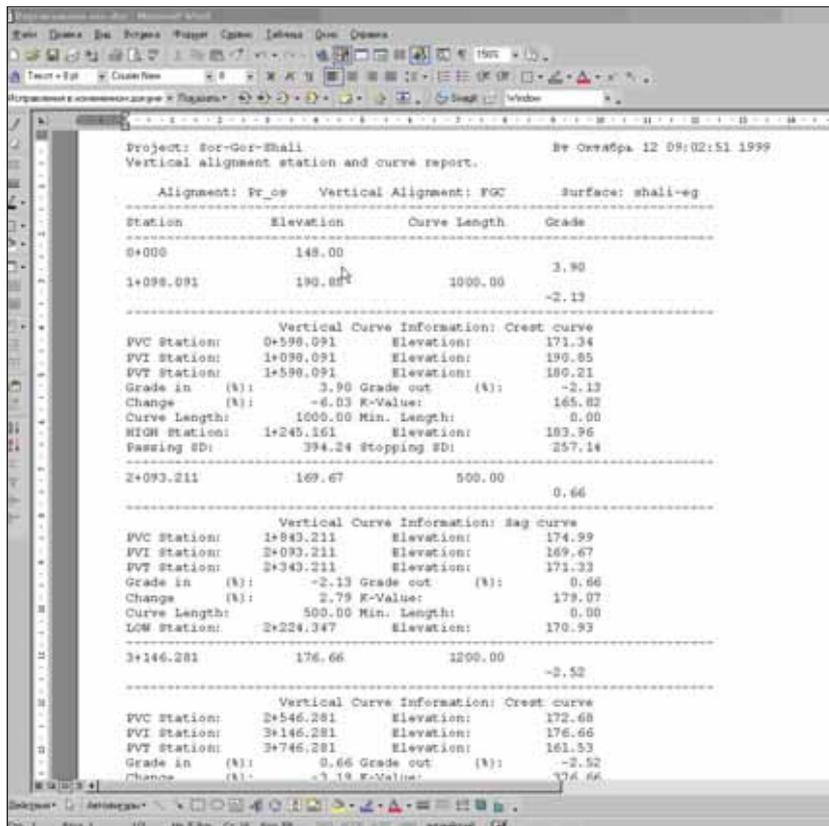


Рис. 13. Вывод параметров продольного профиля в текстовый файл

Предусмотрена возможность ввода (редактирования) проектного профиля в табличной форме (рис. 12). Отредактированный профиль можно сразу же отрисовать в чертеже. По заданным параметрам видимости и скорости программа производит расчеты кривой и выдает результаты, применимые к выбранному элементу. Проектировщику остается только контролировать параметры на соответствие требуемым нормам для заданной категории проектируемой дороги.

Для получения отчетных документов по элементам продольного профиля предусмотрена специальная функция в текстовом формате (рис. 13).

Свои обозначения можно задать не только плановой осевой, но и элементам вертикальной кривой (рис. 14).

Возможность использования Internet позволяет осуществлять совместные проекты, а также в презентабельном виде публиковать выбранные чертежи во всемирной сети.

Рамки статьи не позволяют описать все возможности программы. В частности, мы не будем подробно останавливаться на разделах, отвечающих за проектирование водоемов, назовем лишь наиболее важные возможности соответствующих инструментов.

Готовое проектное решение можно получить, задав контур водоема, его объем и уклоны откосов. Кроме того, перемещение спроектированной площадки

по исходной поверхности позволяет наглядно увидеть изменение проектных откосов. При этом пересчитываются объемы земляных масс.

Специальный модуль позволяет рассчитать гидрологию, трубы и лотки различного сечения. Кроме того, предложен богатый выбор инструментов для работы по генплану: от возможности разработки автомобильных стоянок по любой траектории до создания готовых спортивных полей и площадок.

### Проектирование поперечных сечений

Самым сложным для нашего понимания было проектирование поперечных сечений по реконструируемой дороге. Очень уж непостоянен характер та-

кой трассы. Тем более что реконструируемая дорога – 1-й технической категории, поэтому к ней предъявляются повышенные требования, справиться с которыми мог бы не всякий программный комплекс. Но Autodesk Land Desktop это оказалось под силу.

Прежде всего требовалось правильно определить основной шаблон поперечного сечения. Когда это удалось, всё остальное пошло значительно проще (рис. 15).

Некоторые исходные данные, определяющие параметры сечения, в Autodesk Land Desktop вычисляются исходя из заданных условий, – как, например, уклон откосов. Программа анализирует высоту насыпи или выемки и назначает уклону соответствующее значение.



Рис. 14. Назначение обозначений элементов продольного профиля

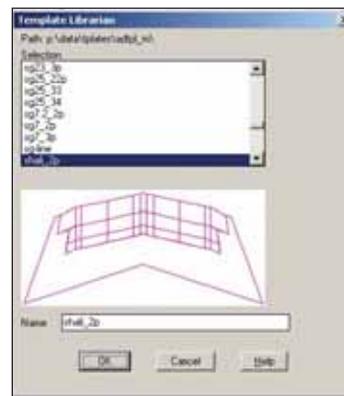


Рис. 15. Назначение шаблона поперечного сечения

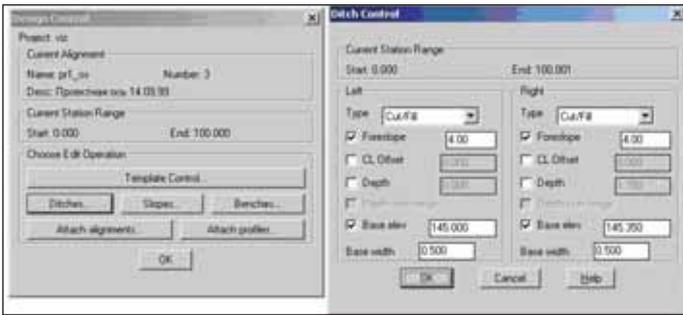


Рис. 16. Проектирование кюветов

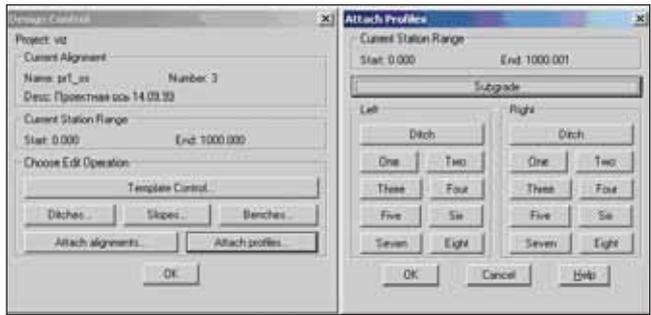


Рис. 17. Изменение ширины и отметок проектируемой трассы

Так же удобно и наглядно производится назначение кюветов (рис. 16). Их проектирование осуществляется отдельно для условий насыпи и условий выемки, хотя возможен вариант совместного использования данных независимо от условий прохождения трассы.

Существует несколько вариантов проектирования кюветов:

- по отметке на заданном пикете;
- по глубине кювета либо от осевой линии, либо от бровки (последний случай удобен при проектировании в условиях отгона виража на поворотах трассы);
- по уклону откоса, который входит в кювет;
- по расстоянию от оси трассы до оси кювета.

Эти варианты, а также возможность их применения в различных сочетаниях удовлетворяют самых взыскательных проектировщиков.

Кроме того, хочется отметить, что проектировать кювет можно по уже имеющемуся продольному профилю. Это удобно, когда на трассе имеются участки с различными условиями. В этом случае профиль кювета проектируется отдельно, а затем полученные данные прикрепляются к проектируемой трассе. Причем Autodesk Land Desktop "знает", что это кювет.

Дорога на всем своем протяжении не бывает одинаковой. Где-то она шире, где-то уже. К ней примыкают другие дороги, существуют пересечения с различными коммуникациями... Механизм описания всех изменений характера дороги очень мобилен. Один и тот же прием может быть применен для различных ситуаций. Например, сужение или расширение полос движения, изменение их количества, во-первых, описывается в шаблоне поперечного сечения назначением направляющих, а во-вторых, к на-

значенным направляющим присоединяются линии, по которым осуществляется движение как в плане, так и по отметке (рис. 17).

Определив все исходные данные для проектирования поперечных сечений, можно приступить к назначению их конкретным участкам проектируемой дороги.

Просмотр результатов всех назначений осуществляется в интерактивном режиме. Шаг просмотра поперечников задается при расчете исходных данных, причем он может быть различным для прямых участков трассы и тех, которые проходят по круговым и переходным кривым. При просмотре результатов проектирования имеется возможность внести коррективы в каждый конкретный поперечник, если он по каким-либо причинам не вписывается в заданные условия (рис. 18).

Как уже сказано, к проектированию дорог 1-й технической категории предъ-

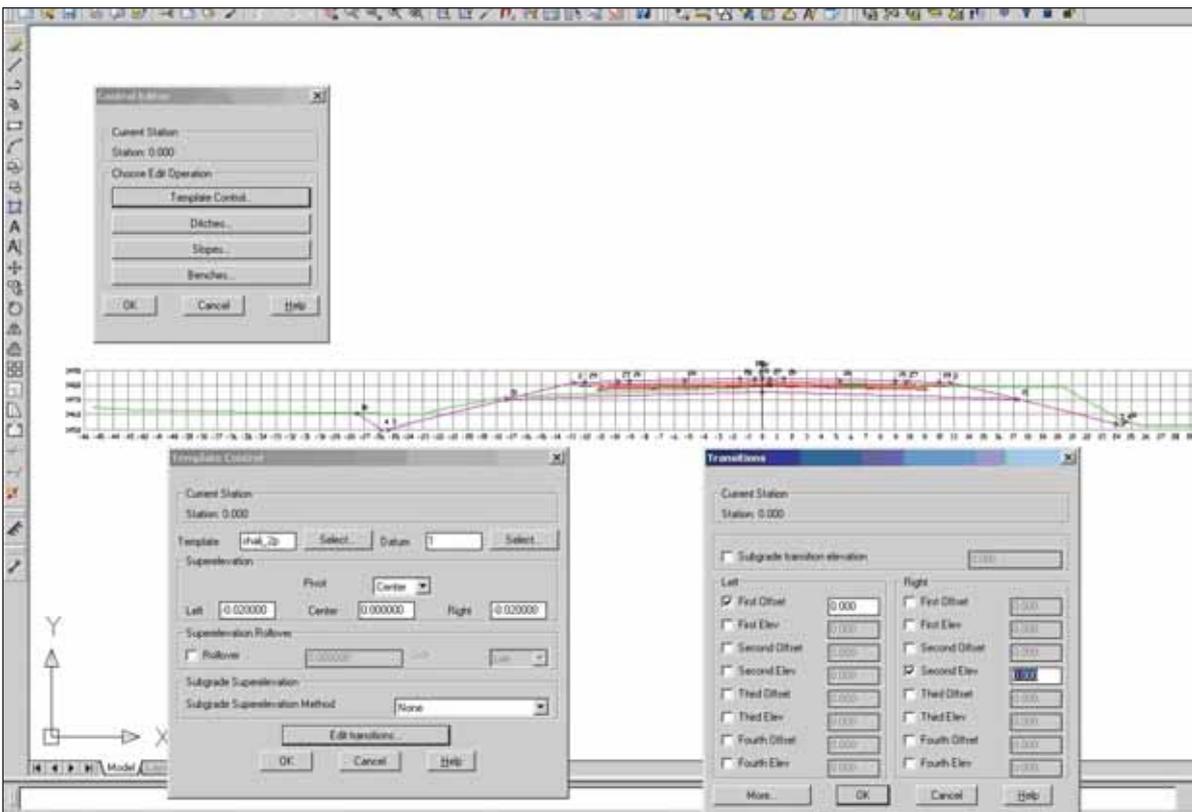


Рис. 18. Проектирование поперечного сечения

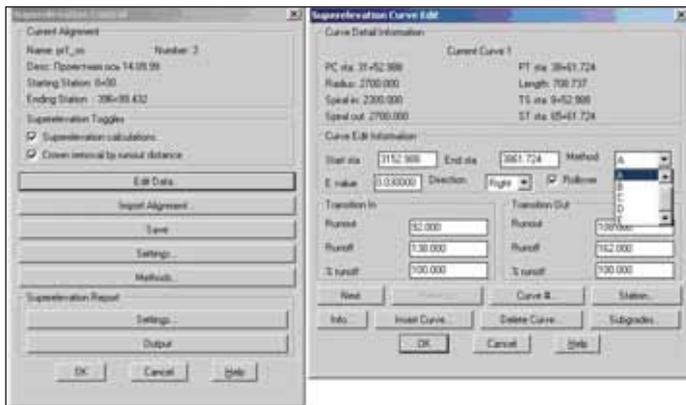


Рис. 19. Расчет виража

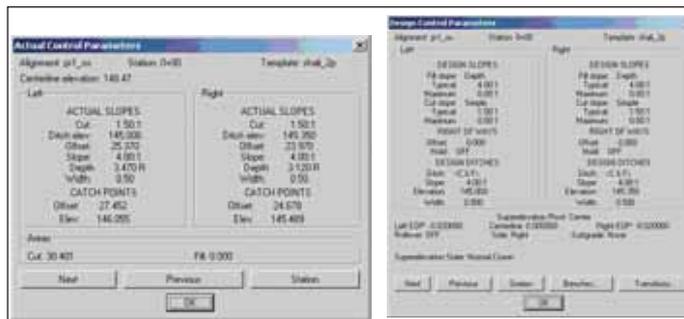


Рис. 20. Текстовое описание поперечного сечения на заданном пикете

являются повышенные требования. Одним из таких требований является назначение виражей на поворотах для кривых определенного радиуса. Расчет параметров отгона виража осуществляется в табличной форме (рис. 19).

Исходные данные по параметрам вписанных круговых и переходных кривых, по которым осуществляется расчет, передаются автоматически. Единственное, что надо задать, — это метод отгона виража и расстояния, на которых осуществляется отгон до полного виража. В Autodesk Land Desktop определены пять методов расчета:

- для двускатного шаблона:
  - относительно центральной (осевой) точки поперечного сечения;
  - относительно внешней точки бровки;
  - относительно внутренней точки бровки;
- для односкатного шаблона:
  - относительно внешней точки бровки;
  - относительно внутренней точки бровки.

В нашем случае вираж рассчитывался относительно центральной (осевой) точки сечения.

Вся информация о проектировании поперечных сечений хранится в базе проекта, к которой в любой момент имеют доступ специалисты, занятые проектированием данного объекта. Всем знакомы неприятные "житейские" проблемы, когда что-то следует изменить, от чего-то отказаться. Однако нам они не доставили много хлопот. Все изменения вносятся исключительно просто, а динамическое изображение всех произведенных изменений можно получить в любой момент. Кроме того, проектировщику всегда доступен и текстовый документ с описанием параметров каждого запроектированного поперечника (рис. 20).

Ну вот и настал долгожданный момент — проект дороги в цифровом описании готов. Наступает следующий этап:

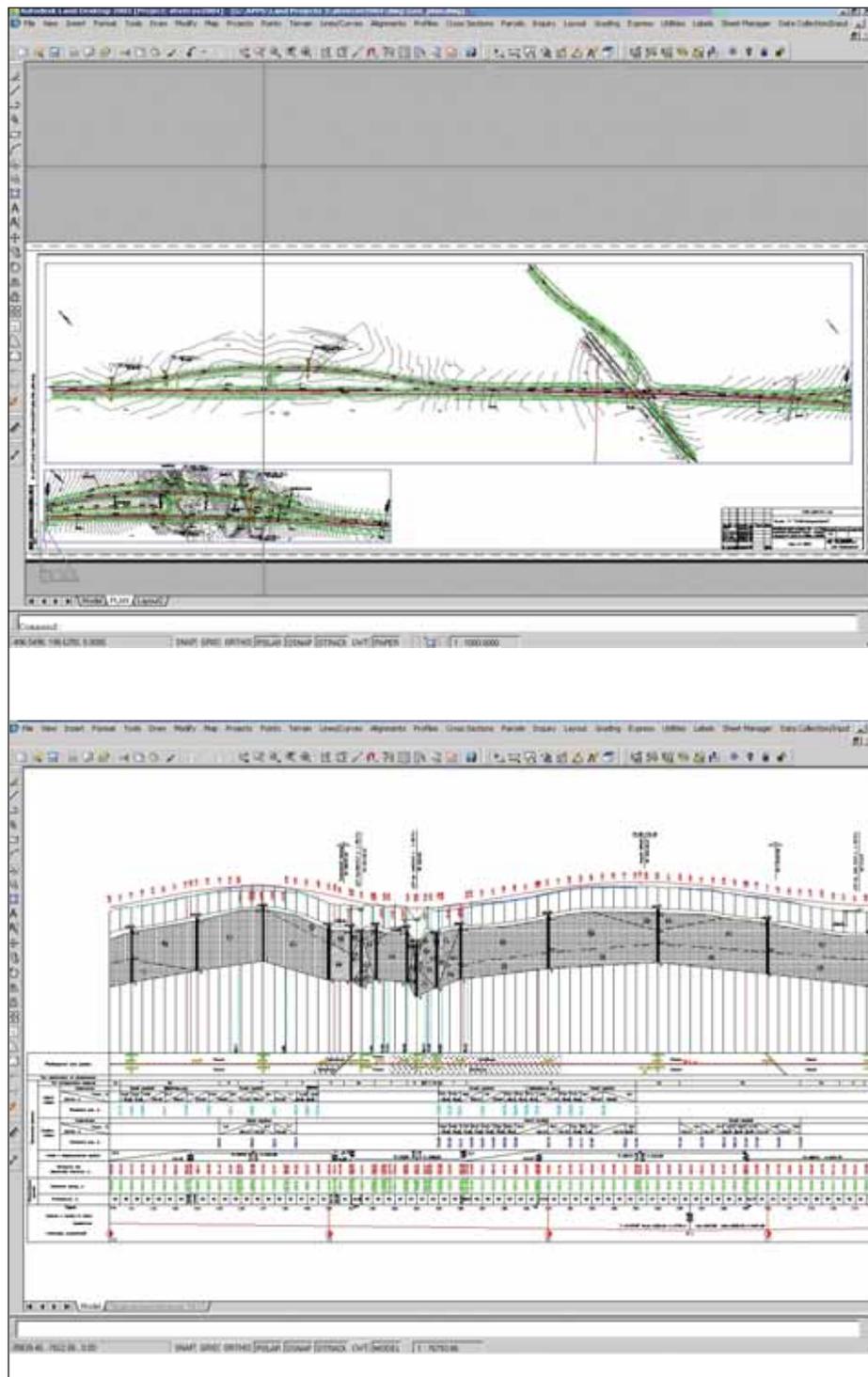


Рис. 21. Пример оформления плана и продольного профиля

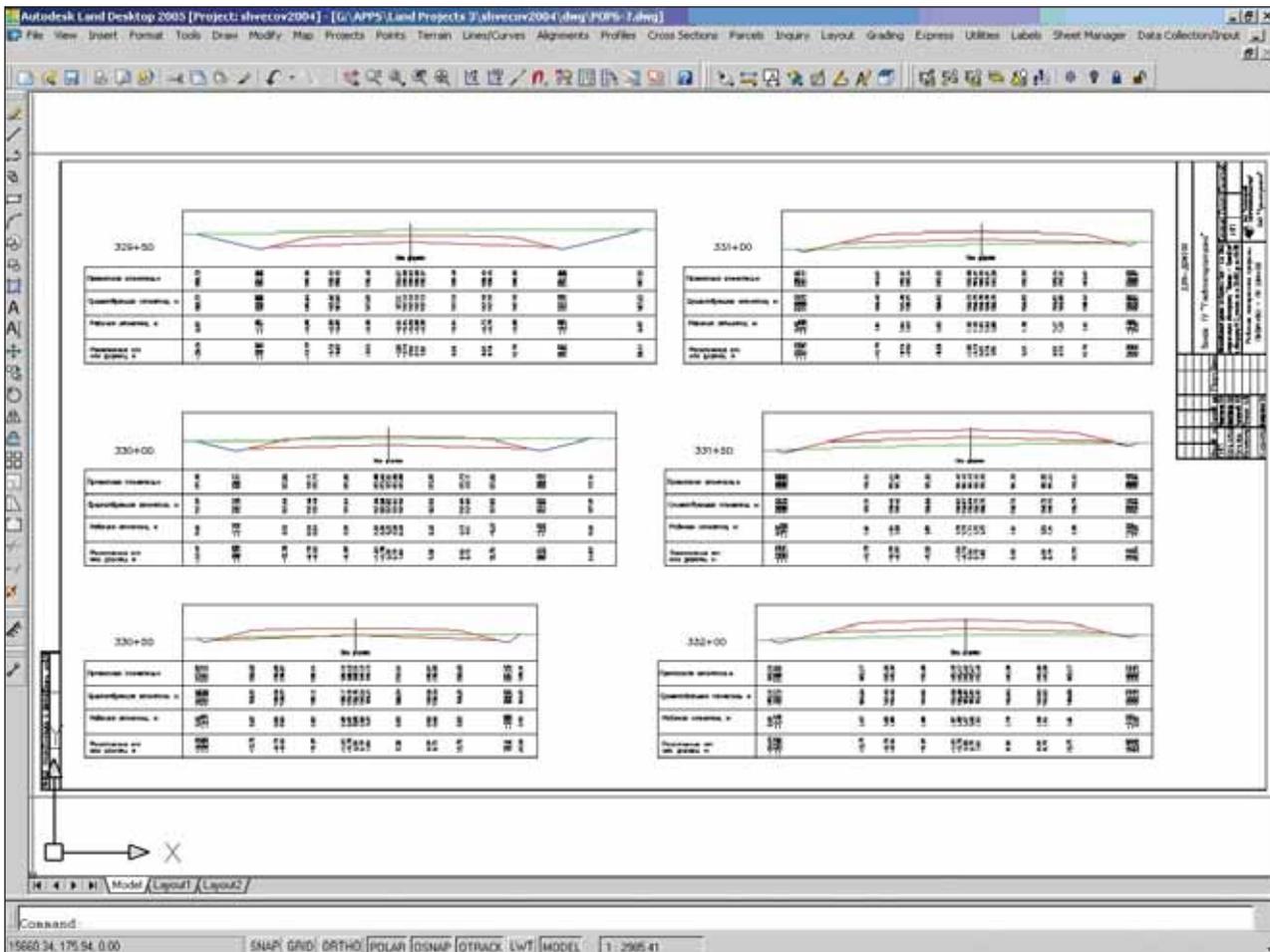


Рис. 22. Пример оформления поперечных сечений

|    | A                                       | B             | I             | J              | K             | L              | M               | N              | O |
|----|---|---------------|---------------|----------------|---------------|----------------|-----------------|----------------|---|
| 1  | <b>Ведомость объемов земляных работ</b> |               |               |                |               |                |                 |                |   |
| 3  |   |               |               |                |               |                |                 |                |   |
| 4  | <b>ПК</b>                               | <b>Длина</b>  | <b>Мин.гр</b> | <b>Раст.гр</b> | <b>Мин.гр</b> | <b>Раст.гр</b> | <b>Мин.гр</b>   | <b>Раст.гр</b> |   |
| 5  |   | <b>М</b>      | <b>кювет</b>  | <b>кювет</b>   | <b>насыпь</b> | <b>насыпь</b>  | <b>выемка</b>   | <b>выемка</b>  |   |
| 6  | 24686.1                                 | 13.88         | 8.74          | 0              | 0             | 0              | 2191.86         | 197.79         |   |
| 7  | 24700                                   | 50            | 32.00         | 0              | 0             | 0              | 7606.50         | 708.75         |   |
| 8  | 24750                                   | 50            | 38.50         | 0              | 0             | 0              | 7045.25         | 705.25         |   |
| 9  | 24800                                   | 50            | 38.00         | 0              | 0             | 0              | 5821.50         | 689.00         |   |
| 10 | 24850                                   | 50            | 42.50         | 0              | 0             | 0              | 4123.75         | 677.75         |   |
| 11 | 24900                                   | 50            | 43.50         | 0              | 0             | 0              | 2651.50         | 647.75         |   |
| 12 | 24950                                   | 50            | 39.25         | 0              | 0             | 0              | 1360.00         | 591.50         |   |
| 13 | 25000                                   |               |               |                |               |                |                 |                |   |
| 14 | <b>всего</b>                            | <b>313.88</b> | <b>242.49</b> | <b>0.00</b>    | <b>0.00</b>   | <b>0.00</b>    | <b>30800.36</b> | <b>4217.79</b> |   |
| 15 | 25000                                   | 50            | 46.25         | 0              | 0             | 0              | 1031.50         | 574.00         |   |
| 16 | 25050                                   | 50            | 47.00         | 0              | 0             | 0              | 1491.50         | 623.00         |   |
| 17 | 25100                                   | 50            | 46.50         | 0              | 0             | 0              | 2038.25         | 650.50         |   |
| 18 | 25150                                   | 50            | 42.25         | 0              | 0             | 0              | 2463.25         | 637.75         |   |
| 19 | 25200                                   | 50            | 36.75         | 0              | 0             | 0              | 1980.00         | 605.25         |   |
| 20 | 25250                                   | 50            | 33.00         | 44.00          | 27.75         | 130.50         | 692.50          | 362.50         |   |
| 21 | 25300                                   | 20            | 13.20         | 35.20          | 22.20         | 104.40         | 46.00           | 64.00          |   |
| 22 | <b>25320</b>                            | 30            | 11.10         | 32.85          | 820.05        | 233.70         | 34.50           | 48.00          |   |
| 23 | <b>25350</b>                            | 50            | 2.00          | 10.75          | 4444.00       | 490.75         | 0               | 0              |   |
| 24 | <b>25400</b>                            | 50            | 0             | 0              | 7180.00       | 488.00         | 0               | 0              |   |

Рис. 23. Объемы земляных масс



Рис. 24



Рис. 25

все цифровые данные требуется перевести в "твердый" вид — на бумажные носители. Здесь главную роль сыграл Sheet Manager — специальное приложение для формирования листов чертежей проекта. С помощью этого средства были получены планы запроектированной дороги и осуществлен вывод поперечных сечений. Пришлось потрудиться над созданием настроек формирования листов в соответствии с текущими требованиями, предъявляемыми к оформлению чертежей, — но терпение и труд всё перетрут. Это мы осознали в полной мере, когда как по мановению волшебной палочки 11 километров дороги легли на листы заданного формата. Одновремен-

но мы получили и схему раскладки листов (рис. 21).

Вывод на печать поперечных сечений потребовал больше времени — не удавалось получить все данные по поперечному сечению в нужном виде. Но здесь свое слово сказал заказчик: мы выработали форму представления данных, которая несколько отличалась от нормативной, содержала все нужные данные, но в понятной форме (рис. 22).

После окончания проектирования всей трассы следует рассчитать объем земляных масс, определить требуемое количество материалов. Эти данные можно вывести в рисунок или в текстовый файл и сформировать отчет в нуж-

ном виде; кроме того, существует возможность вывести график баланса земляных масс (насыпь/выемка) (рис. 23).

### Как будет дальше...

Прошло время, когда нам казалось, что мы не сможем освоить Autodesk Land Desktop. Со временем все страхи и сомнения улетучились...

Наглядным примером высокой производительности и качества программного продукта может служить проект реконструкции Международного аэропорта "Бегишево" (Татарстан, г. Набережные Челны).

За трое суток были выполнены топогеодезические изыскания и картограмма укладки асфальтобетона взлетно-посадочной полосы длиной 2500 м и шириной 42 м (рис. 24).

Взлетно-посадочная полоса аэропорта была закрыта на реконструкцию в июне 2003-го, а в сентябре того же года уже сдана в эксплуатацию (рис. 25).

### Заключение

К сожалению, в одной небольшой статье мы не смогли описать все возможности Autodesk Land Desktop. А между тем эти возможности чрезвычайно широки: гидрология, проектирование водоемов, ливневой канализации, водоотводных лотков различного сечения, автодорог в городской зоне, спортивных полей (от футбольного до площадок для прыжков в высоту), моментальная отрисовка автомобильных стоянок, пешеходных дорожек и еще много интересного для проектировщиков различных специальностей.

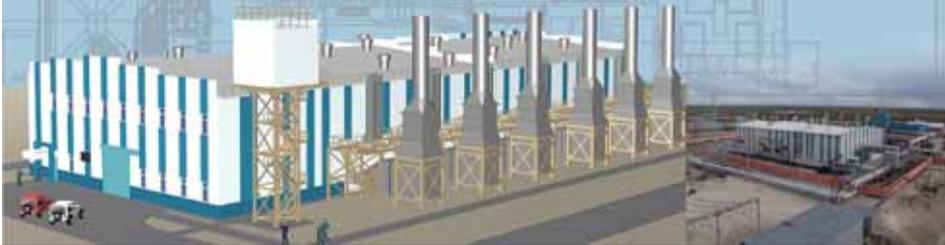
Ни одна современная компания не обходится в своей работе без использования компьютеров. Но само по себе наличие компьютера в проектной организации не решает всех проблем. Технология проектирования — вот ключ к успеху. Необходимо комплексное решение, включающее в себя наиболее подходящие технические средства и программное обеспечение для решения определенных задач. И мы такое решение нашли.

**Марина Кириллова,**  
эксперт отдела САПР  
для промышленного  
и гражданского строительства  
CSoft Санкт-Петербург  
Тел.: (812) 496-6929  
E-mail: mkirilova@csoft.spb.ru

**Игорь Ежов,**  
начальник отдела САПР  
ЗАО "Транспроект" (Казань)  
Тел.: (8432) 71-9844  
E-mail: tpkazan@mail.ru

# Geonics

## В ИНЖЕНЕРНОМ ЦЕНТРЕ ЭНЕРГЕТИКИ УРАЛА



**А**втоматизация проектных работ признана одним из важнейших направлений развития ОАО "Инженерный центр энергетики Урала" (ИЦЭУ). Реализуя это направление, Инженерный центр приобрел комплекс программных продуктов, ориентированных на проектировщиков разных специальностей. Поставки ПО, а также необходимое содействие в его внедрении осуществляет компания CSoft.

Первым этапом практического освоения возможностей САПР стало выполнение пилотного проекта газотурбинной электростанции Конитлорского месторождения ОАО "Сургутнефтегаз". В проекте принимали участие представители многих специальностей, причем каждая специальность была обеспечена профильным для нее программным продуктом. Раздел генерального плана выполнялся в программе Geonics Топоплан-Генплан-Сети-Трассы.

Отдел изысканий ИЦЭУ располагает электронным тахеометром и выдает топосъемки в электронном виде, но нередко приходится работать и на старых бумажных планах. При разработке пилот-

ного проекта мы предпочли более сложный путь: поверхность и топоплан создавались с бумажной топосъемки — здесь как нельзя более кстати оказались возможности программы RasterDesk.

В соответствии с планом выполнения проекта на первом этапе работ предстояло создать поверхности подсыпки с 3D-откосами, то есть конструкциями, которые могут быть врезаны в поверхность либо существовать самостоятельно. Откосы в программе строятся с заданными отметками бровки и необходимым заложением (рис. 1).

Время, затраченное на подготовку на подготовительном этапе для построения трехмерной модели существующей земли (если такую модель не предоставили изыскатели), впоследствии компенсируется при

проектировании, связанном с вертикальной планировкой и подсчетом (возможно, неоднократным) объемов земляных работ.

Наличие двух построенных поверхностей позволяет очень быстро — буквально за считанные минуты! — рассчитать картограмму (рис. 2).

Второй этап представлял собой подготовку разбивочного плана. Отрисовывать здания и сооружения на плане мож-

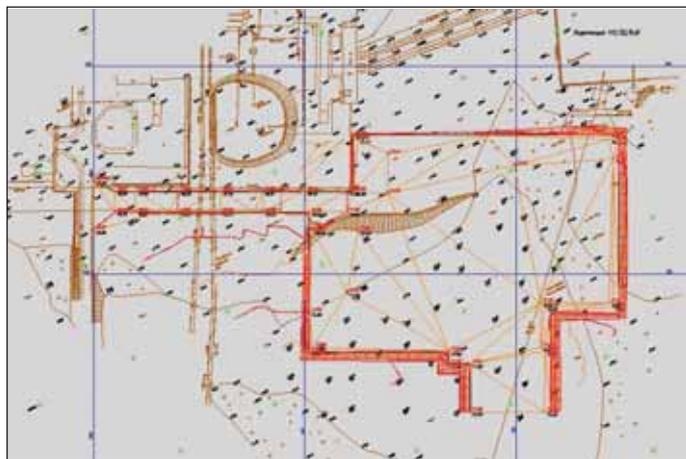


Рис. 1



Рис. 2

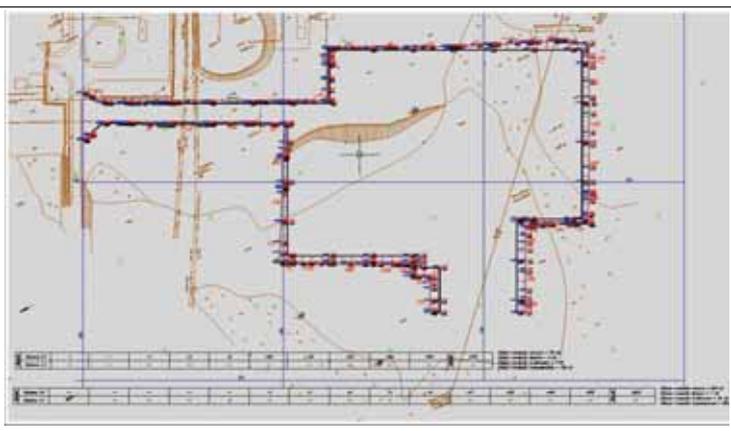




Рис. 3

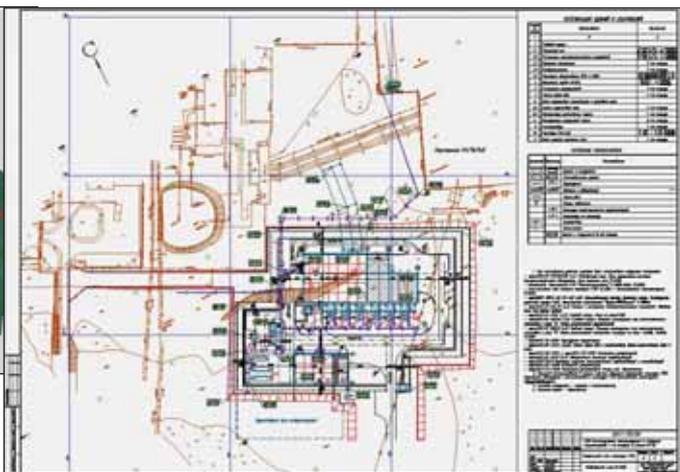


Рис. 4

но несколькими способами: программа предлагает отдельные варианты для отрисовки прямоугольных зданий, а также зданий со сложными стенами, круглой, свободной формы. Параметры зданий предварительно настраиваются, а затем удобно и просто редактируются.

Программа отрисовывает ограждение как трехмерный объект. Существует возможность 3D-визуализации зданий и сооружений (рис. 3).

Дорожкам и площадкам при отрисовке присваиваются позиционные обозначения, наименования, тип покрытия, а на основе этих данных формируется ведомость тротуаров, дорожек и площадок. Площади запроектированных дорожек и площадок подсчитываются автоматически.

Команда *Координаты* настраивается под любые необходимые пользователю условия.

При расстановке экспликационных номеров на зданиях и сооружениях программа запрашивает их названия. Впоследствии, при оформлении чертежа, таблица "Экспликация зданий и сооружений" создается автоматически. Ведомость дорожек и площадок программа также самостоятельно вставляет в чертеж (рис. 4).

Если создавать трехмерную модель генплана не предполагается, раздел генплана "Благоустройство" можно применять и в отсутствие построенных поверхностей. Возможно его применение при создании планов благоустройства и озеленения территории для генпланов, ранее выполненных в AutoCAD (в таких

случаях не обязателен даже электронный проект, подготовленный средствами системы GeoniCS).

При выполнении озеленения можно задать тип посадки: одиночную, аллею или групповую, выбрать породу (в программе есть библиотека блоков деревьев и кустарников), задать расстояния между деревьями и кустарниками, возраст и даже скорость роста. Когда заданы границы газонов и цветников, соответствующие области заштриховываются.

Элементы озеленения, малые архитектурные формы и переносное оборудование вставляются в чертеж из библиотеки (рис. 5). Предварительно требуется настроить только их размер, цвет и угол поворота.

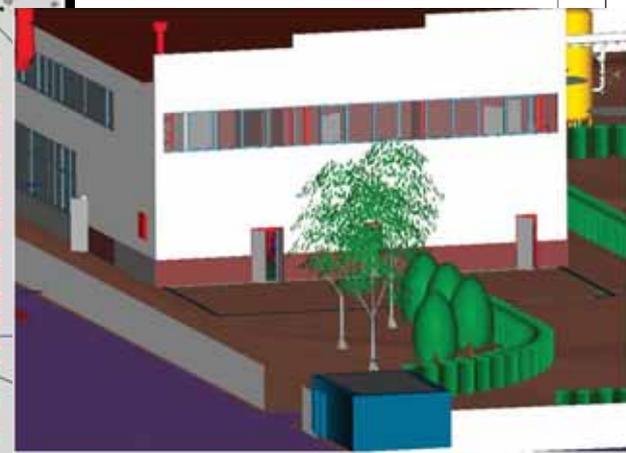
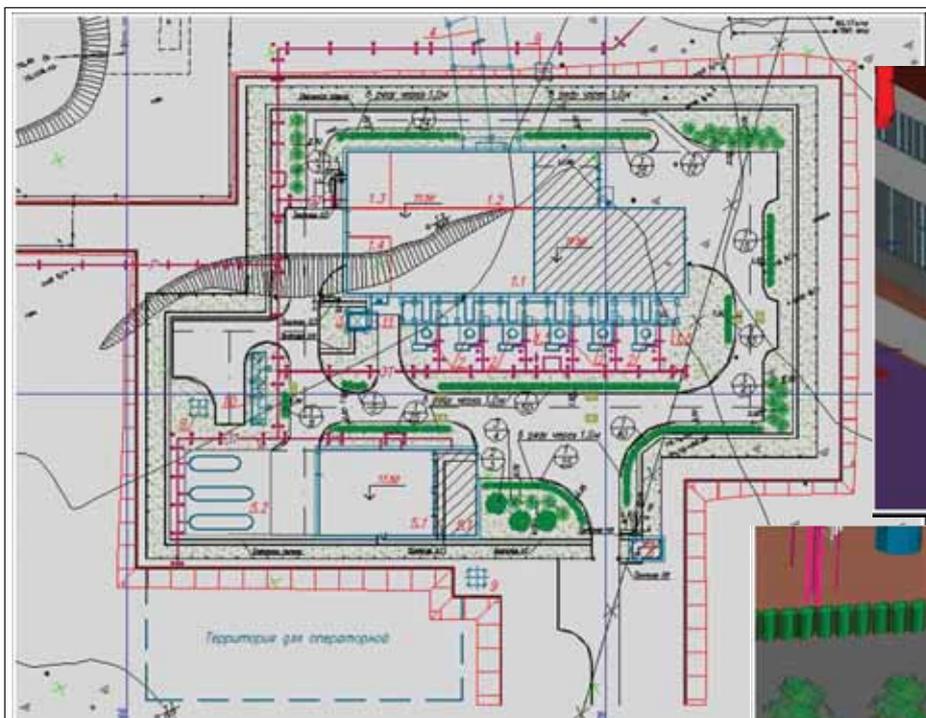


Рис. 5

Позиционные обозначения элементов озеленения проставляются с помощью инструментов GeoniCS. Количество элементов в указанной группе и порядковый номер элемента подсчитываются автоматически.

Все элементы благоустройства можно поднять на рельеф. Ведомости озеленения, переносного оборудования формируются программой и автоматически вставляются в чертеж при оформлении.

Для составления сводного плана инженерных сетей в пилотном проекте использовался модуль "Сети" системы GeoniCS.

В имеющуюся библиотеку сетей вы можете добавлять собственные сети и использовать их при разработке других проектов.

У выбранных сетей задаются параметры, нормативные расстояния по отношению к другим сетям.

Трассировка сетей производится после задания типа сети, кода участка сети, описания, заглубления, диаметра, ГОСТа и т.д.

При отсутствии одной из поверхностей отметки земли указываются вручную.

Нанесенные сети включаются в проект. Программа производит поиск точек пересечения сетей, позволяет назначить футляры в любом месте сети.

Очень быстро и просто производится построение продольных профилей по проектируемым сетям. Составляется таблица колодцев, создается спецификация оборудования (рис. 6).

Для сетевой работы над пилотным проектом на сервере был организован общедоступный ресурс, где хранились модели и проекты всех участников. Передача заданий между специалистами смежных специальностей осуществлялась именно через этот ресурс.

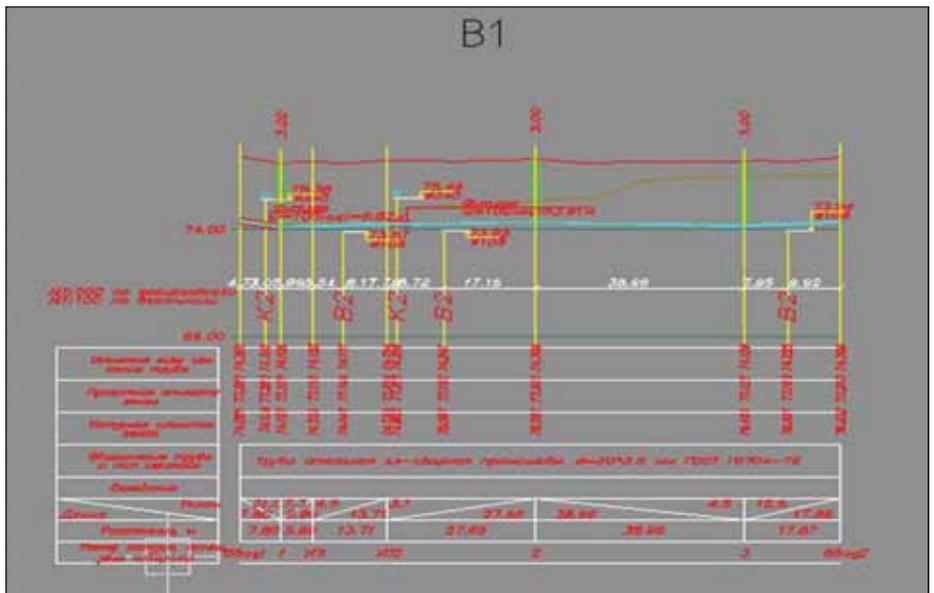


Таблица колодцев

| № | Тип                 | Диаметр | Глубина | Материал | Статус  |
|---|---------------------|---------|---------|----------|---------|
| 1 | Специальный колодец | 1000    | 1.00    | ЖБ       | Активен |
| 2 | Специальный колодец | 1000    | 1.00    | ЖБ       | Активен |

Спецификация оборудования для сети B1

| № | Наименование             | Ед. измерения | Количество | Единица | Цена   | Итого    |
|---|--------------------------|---------------|------------|---------|--------|----------|
| 1 | Трубы стальные бесшовные | м             | 100        | м       | 800.00 | 80000.00 |
| 2 | Футляры                  | шт            | 10         | шт      | 100.00 | 1000.00  |

Таблица спецификации: сеть B2

| № | Наименование             | Марка        | Код    | По     | Ед     | К  | Вс | Ком    |
|---|--------------------------|--------------|--------|--------|--------|----|----|--------|
| 1 | ТРУБЫ СТАЛЬНЫЕ БЕСШОВНЫЕ | ГОСТ 8732-78 | 006    | М      | 50     | 10 |    |        |
| 2 | <пуст>                   | <пуст>       | <пуст> | <пуст> | <пуст> | 0  | 0  | <пуст> |

Рис. 6



Рис. 7

По результатам выполнения пилотного проекта разработаны пользовательские инструкции с подробным описанием приемов работы с программным продуктом, выработанных по ходу его освоения.

Все запроектированные здания и сооружения были вставлены в генплан и составили общую трехмерную модель проекта "Газотурбинная электростанция Конитлорского месторождения ОАО "Сургутнефтегаз" (рис. 7).

*Татьяна Мысова*  
 УралВНИПИЭНЕРГОПРОМ  
*Светлана Пархолуп*  
 CSoft  
 Тел.: (495) 913-2222  
 E-mail: parkholup@cssoft.ru

# Архитектура ПЛЮС генплан

Autodesk Architectural Desktop и Autodesk Land Desktop –  
НОВОЕ КАЧЕСТВО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

**В** последние годы на рынке украинского архитектурно-строительного программного обеспечения неизменно присутствуют два хорошо известных продукта компании Autodesk: Autodesk Architectural Desktop ("архитектурный" AutoCAD) и Autodesk Land Desktop ("земельный" AutoCAD).

Первый из них используется нашими архитекторами довольно широко, тогда как второй долгое время был обделен вниманием наших инженеров. Autodesk Land Desktop считали слишком трудным и при этом недостаточно функциональным для "серьезного", с учетом всех нюансов, проектирования генпланов сложных объектов.

Опровергнуть подобные представления мы постараемся на примере выполненного при нашем участии проекта реставрации Одесского театра оперы и балета, а также реконструкции прилегающей к нему территории. Проект выполнялся с

использованием именно этих двух продуктов компании Autodesk, доказавших в результате свою полную "профпригодность".

Объект очень сложен как с архитектурной (сложная планировка здания театра, сложные переплетения трехмерных форм, обилие различных архитектурных деталей и т.д.), так и с планировочной точки зрения: масса круговых и переходных кривых в плане, перепад отметок по площадке 11,7 метров, обилие разнообразной формы лестниц, подпорных стенок, клумб, фонтанов, подъездных пандусов, наличие подземных сооружений, которые также следовало учесть при разработке проекта вертикальной планировки. На площадке представлены участки с достаточно большими уклонами и обширные участки с уклонами менее 0,005 (квартал "Пале-Рояль"), на которых предстояло обеспечить качественный водоотвод.

Другими словами, трудно представить себе объект, более подходящий для

проверки возможностей архитектурно-строительных программных продуктов...

К работе мы приступили совместно со специалистами киевского института "УкрНИИпроектреставрация", главными архитекторами проекта Н. А. Дыховичной и Ю. П. Беляковым. Autodesk Land Desktop и Autodesk Architectural Desktop взяты нами на вооружение именно потому что они составляют единую технологическую линию "земля-архитектура". Кроме того, это продукты от одного разработчика, причем мирового лидера в данной области.

Перед началом работ требовалось получить соответствующего качества исходные материалы. По зданию театра нам было предоставлено несколько десятков бумажных архитектурных планов и фасадов масштаба 1:50 (формат A0), а по прилегающей территории – четыре листа топографической съемки масштаба 1:200 и шесть планшетов топографической съемки масштаба 1:500. Все эти бумажные ма-

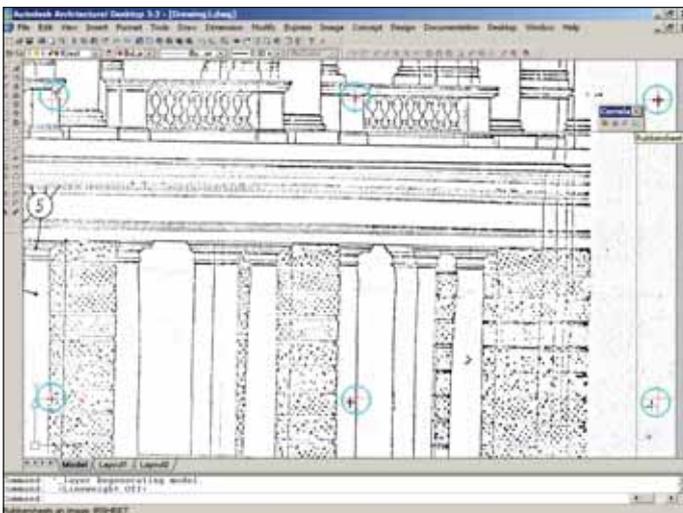


Рис. 1. Исходный нетрансформированный растровый файл фасада. Обратите внимание, что сетки растровых и векторных крестов не совпадают. Такой файл непригоден для проектирования

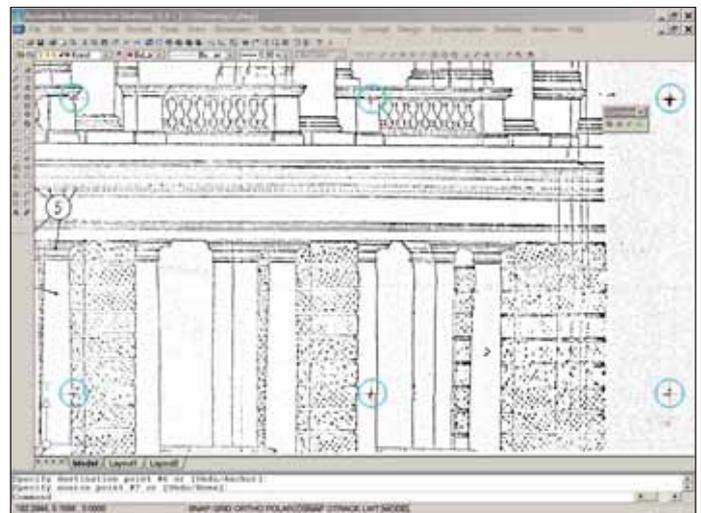


Рис. 2. Трансформированный растровый файл фасада. Теперь сетки растровых и векторных крестов совпадают, файл годится для работы

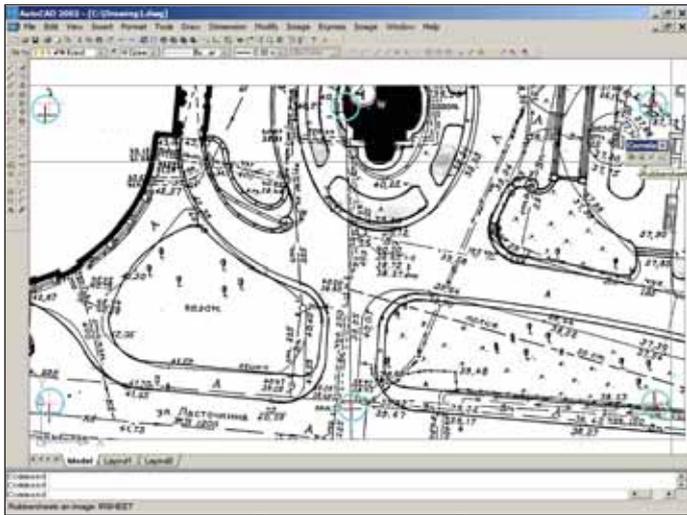


Рис. 3. Исходный нетрансформированный растровый файл топографического плана М1:500. Сетки растровых и векторных крестов не совпадают. Такой файл непригоден для проектирования

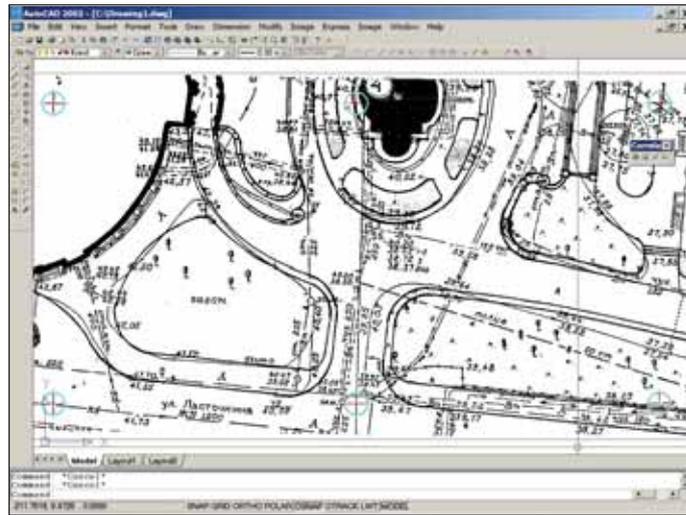


Рис. 4. Трансформированный растровый файл топографического плана М1:500. Теперь сетки растровых и векторных крестов совпадают, файл годится для работы

териалы были отсканированы на широкоформатном сканере формата А0 в техническом центре АО "Аркада".

Известно, что любое бумажное изображение содержит геометрические искажения: бумага деформируется неравномерно, различные ее участки имеют разную влажность и плотность. Как следствие, искажаются и нанесенные на бумагу изображения. Свои геометрические искажения в растровый файл вносит и сам процесс сканирования. Поэтому, прежде чем использовать растровые материалы в дальнейшей работе, их понадобилось исправить в программе RasterDesk (разработка компании Consistent Software Development). Исходные бумажные фасады и планы содержали сетку крестов, нанесенных через каждые десять сантиметров, — эти кресты и стали основой трансформации растрового изображения. Средствами AutoCAD мы отрисовали аналогичную векторную сетку крестов, но уже идущую строго через десять сантиметров. В RasterDesk растровые кресты "усаживались" на точные векторные, после чего растровые файлы совмещались в единое и точное растровое поле (рис. 1-2).

Только после этого по точным растрам, используемым в качестве подложки, можно было создавать в Autodesk Architectural Desktop стены, окна, двери и крыши.

Таким же образом в программе RasterDesk были исправлены и совмещены в одно целое топографические планы масштабов 1:200 и 1:500, после чего они использовались в Autodesk Land Desktop для построения трехмерной модели существующего рельефа

и выполнения разбивочного чертежа генплана (рис. 3-4).

Далее задачи авторов этих строк разделились: один из нас занялся моделированием здания оперного театра, а другой — проектом генплана прилегающей территории.

### Архитектура

После коррекции отсканированных архитектурных чертежей можно было приступить к построению трехмерной модели средствами Autodesk Architectural Desktop. Растры планов этажей были вставлены на соответствующие отметки, а растровые фасады заняли свои места в трехмерном пространстве.

По этим исправленным растрам создавались объекты Autodesk Architec-

tural Desktop: стены, окна, двери и т.д. На рис. 5 черным цветом показан растровый фасад, другими цветами — объекты Architectural Desktop. Геометрическая сложность объекта потребовала выделять разные его элементы контрастным цветом и размещать эти элементы на отдельных слоях. Таких слоев понадобилось 98.

На рис. 9 показан окончательный вариант трехмерной модели театра в Autodesk Architectural Desktop. Далее модель была передана в Autodesk VIZ — для фотореалистической визуализации (рис. 10) и получения демонстрационных материалов. Кроме того, Autodesk VIZ помог по-настоящему творчески подойти к этапу презентации идей и проектов (рис. 11)...

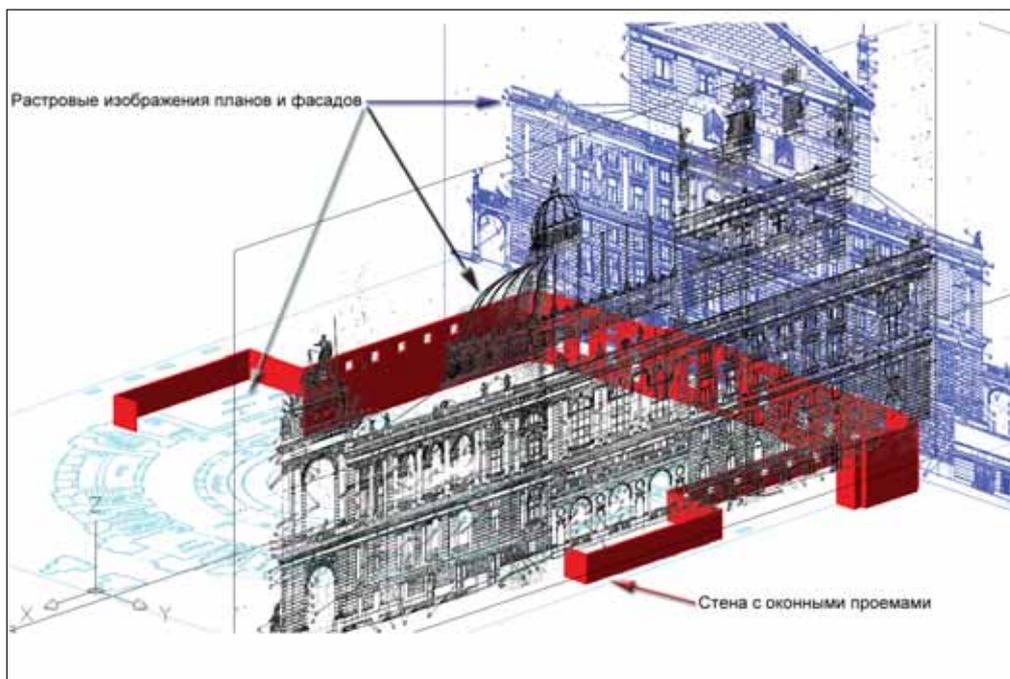


Рис. 5. Пример размещения растров в трехмерном пространстве и создания по ним объектов Autodesk Architectural Desktop

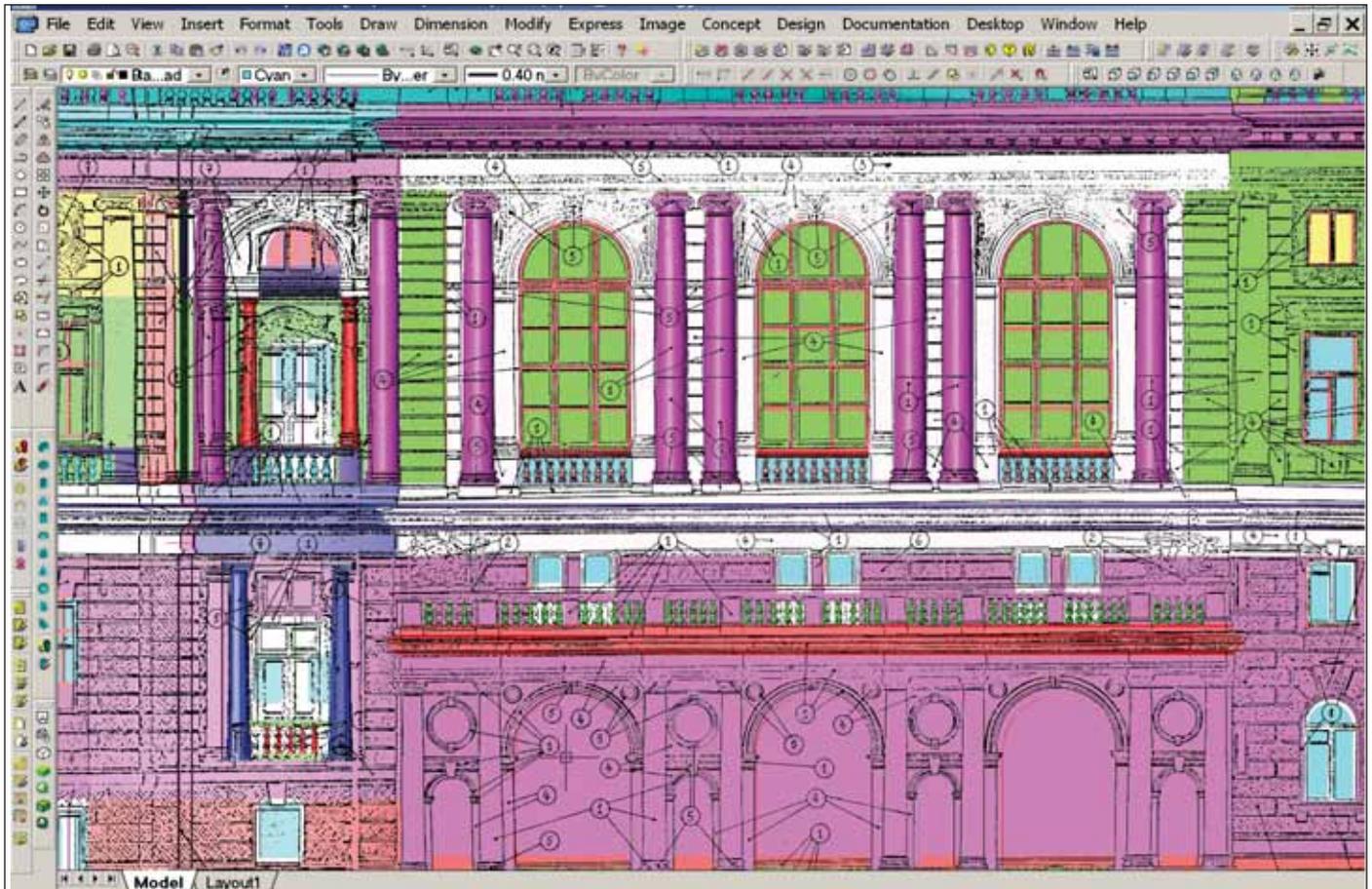


Рис. 6. Пример создания объектов Autodesk Architectural Desktop по растровой подложке

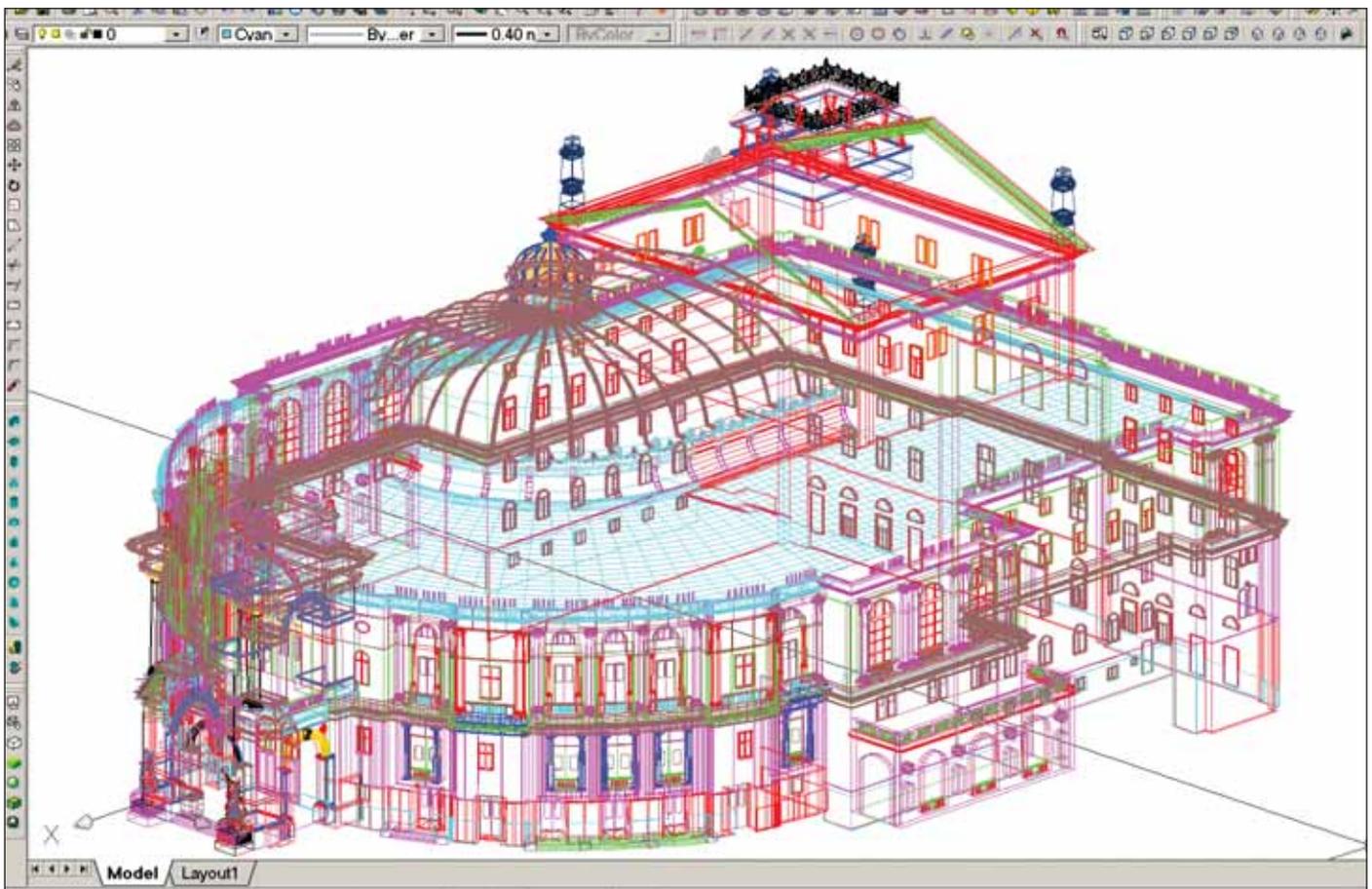


Рис. 7. Проволочная модель театра



Рис. 8. Тонированный фрагмент портика театра

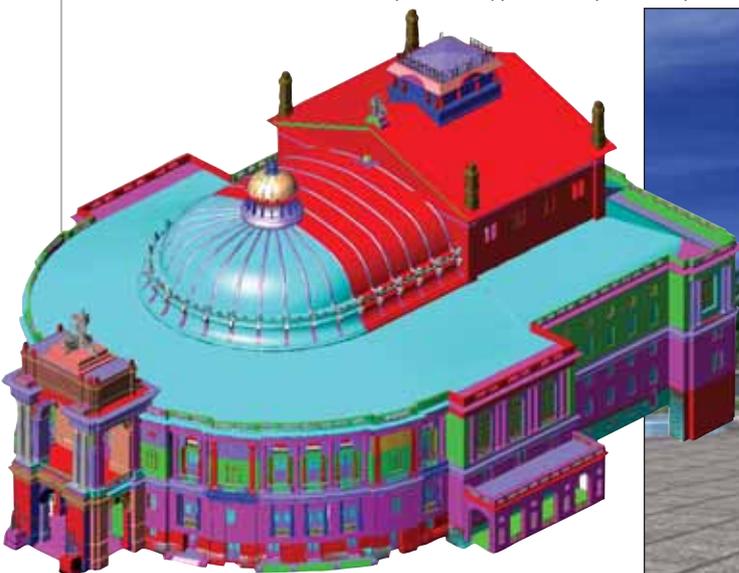


Рис. 9. Тонированная модель театра

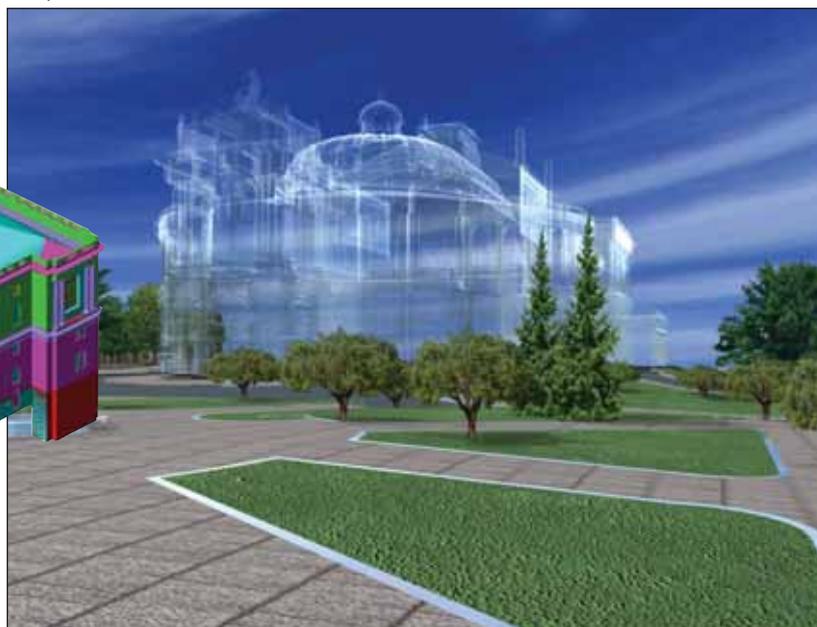


Рис. 11. Представление в "акварельном" стиле

Рис. 10. Фотореалистическая модель театра с присвоенными материалами



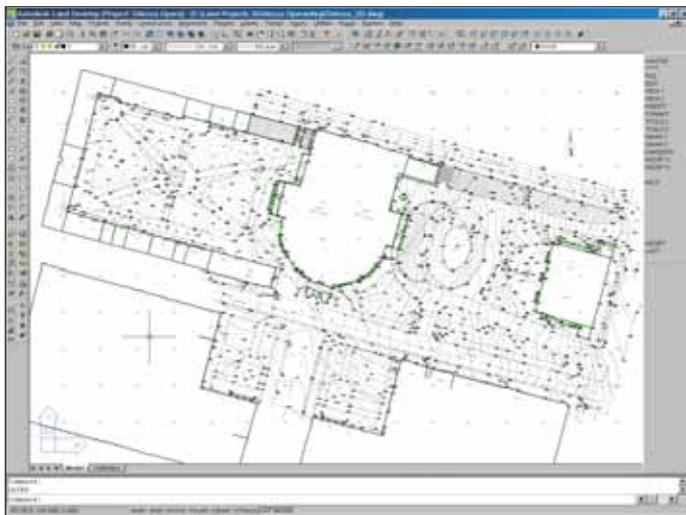


Рис. 12

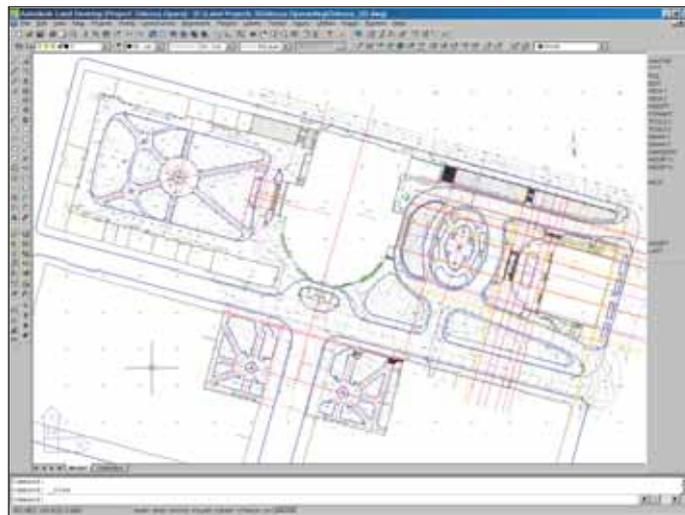


Рис. 13

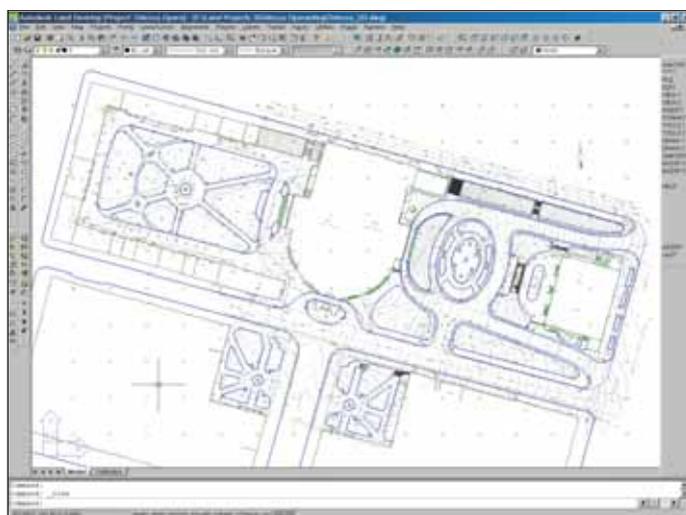


Рис. 14



Рис. 15

## Генплан

### Разбивочный план

В Autodesk Land Desktop был создан проект "Odessa Opera", а для этого проекта – первый, чистый файл чертежа. Откорректированные растры топографических планов М1:200 и М1:500 помещены в этот чертеж, смасштабированы и посажены на свои координаты. Слои с этими растровыми топоосновами были заблокированы, чтобы случайно их не сдвинуть. Как результат в чертеже появилась топооснова. На ее базе уже можно было приступать к проектированию генплана, но прежде мы дигитализировали контуры существующих зданий и "черные" горизонталы, а по отдельным точкам "черных" отметок расставили СОГО-точки Autodesk Land Desktop. По полученным "черным" горизонталям и "черным" СОГО-точкам была построена модель существующего ("черного") рельефа: создание такой модели дало возможность автоматически получать отметку в любой точке, указанной в пределах "пятна" построенного "черного"

рельефа. В дальнейшем это позволило назначать отметки проектным опорным точкам планировки с учетом отметок, уже существующих в этих точках. Чертеж генплана приобрел вид, показанный на рис. 12.

Следующий шаг – выполнение разбивочного чертежа. Были созданы рабочие разбивочные оси, а на их основе – проект разбивки, включающий линии проектных проездов, тротуаров, пешеходных дорожек, бордюров, подпорных стенок. Тогда же мы наметили предварительные контуры лестниц, которые окончательно формировались на этапе вертикальной планировки (рис. 13).

Результат этой кропотливой работы (рис. 14, 15) – окончательные линии разбивочного плана.

Именно благодаря возможностям Autodesk Land Desktop удалось вычертить столь сложные линии проездов, тротуаров и пешеходных дорожек, до мельчайших деталей воплотив в чертеже все идеи Юрия Петровича Белякова –

автора проекта реконструкции территории, прилегающей к театру.

Обратите внимание: на разбивочном плане вы практически не увидите круговых кривых. Подавляющее большинство линий состоит из переходных кривых, позволяющих придать линиям генплана изысканные плавные очертания. Тут у Autodesk Land Desktop просто нет конкурентов: столь богатым инструментарием создания и взаимного сопряжения прямых, а также круговых и переходных кривых не может похвастаться никакая другая из аналогичных программ...

В завершение работы над разбивочным планом был выпущен чертеж, соответствующий ГОСТам, включающий топографическую основу, существующую застройку, проектное решение, экспликацию зданий и сооружений, основные обозначения, "отмывку", основную надпись и все остальные необходимые штампы (рис. 16). На рис. 17 – увеличенный фрагмент этого чертежа.



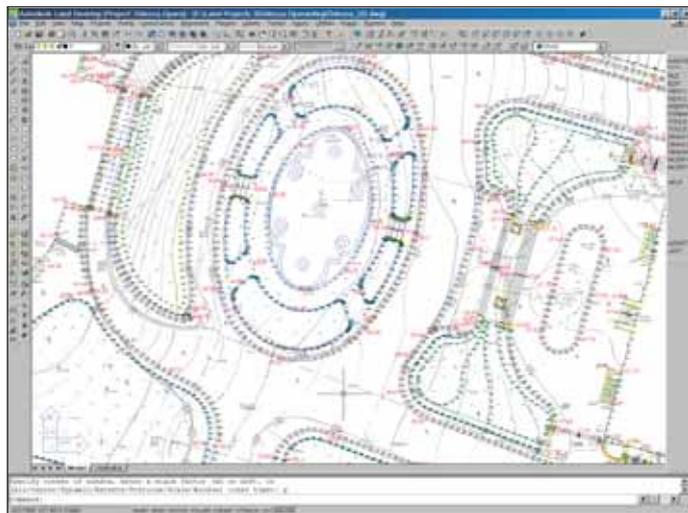


Рис. 18

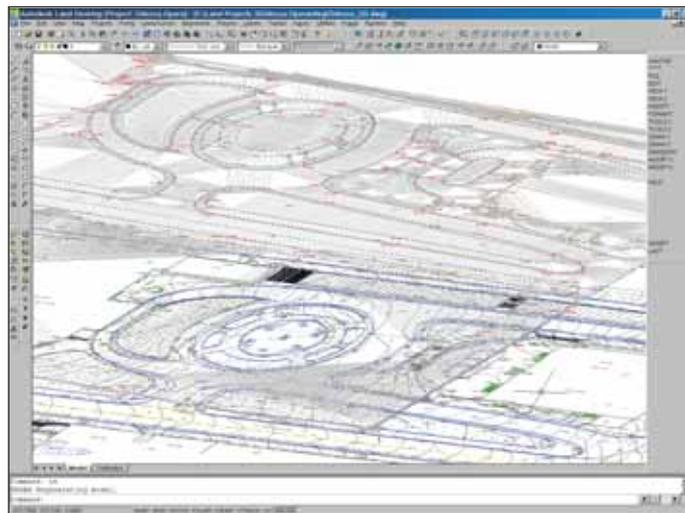


Рис. 19



Рис. 20

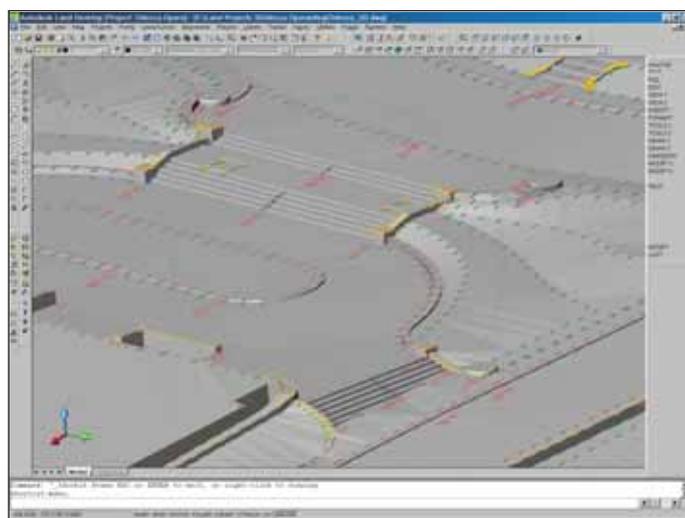


Рис. 21

### План организации рельефа

Выпустив чертеж разбивочного плана, мы приступили к проектированию вертикальной планировки, назначая проектные ("красные") отметки в характерных точках. Autodesk Land Desktop оказался на высоте и тут, предоставив различные способы создания проектных точек и задания их отметок. Одно только описание всех предусмотренных в программе способов создания точек заняло бы здесь не одну страницу. Вкратце перечислим лишь основные: создание точек заданием уклона и расстояния от базовой точки; нахождение положения точки на пересечении двух уклонов; получение точек различными способами интерполяции; построение точек на осях и вдоль осей различных конфигураций, построение точек на пересечениях различных сочетаний прямых, круговых кривых, переходных кривых; создание точек с автоматическим определением их отметок на основании отметок текущей модели рельефа (поверхности). Плюс к тому масса сравнительно "простых" способов создания точек: начиная от произвольного

указания положения точки по XY и задания ее отметки, и заканчивая ее созданием с помощью указания базовой точки, азимута и расстояния от базовой точки. Есть также возможность автоматически расставить точки по предварительно вычерченным разбивочным линиям, задавая отметки самостоятельно или интерполировав их в автоматическом режиме. Используя всё богатство предложенных вариантов, мы создали в чертеже массив точек проектных отметок (рис. 18).

Отметки точек назначались с учетом соблюдения максимально и минимально допустимых проектных уклонов. Самое пристальное внимание было уделено обеспечению уверенного поверхностного стока дождевых вод по лоткам проездов — особенно на "равнинных" участках площадки. Каждая точка проектной отметки находилась на своей координате Z, что давало возможность, построив проектную поверхность и визуализировав ее в чертеже, оперативно отслеживать ход проектирования вертикальной планировки, тут же оценивая все плюсы и минусы разных вариантов

проектных решений. В верхней части рис. 19 вы видите построенную трехмерную модель проектного рельефа, а в нижней — разбивочный план.

Autodesk Land Desktop позволяет детально запроектировать не только все лестницы и подпорные стенки сложнейших конфигураций, но даже бордюрные камни проездов и пешеходных дорожек (рис. 20).

Очень удобно вращать затонированное изображение поверхности, рассматривая его с разных сторон (рис. 21): на стадии проектирования удалось исправить ошибки, закравшиеся в вертикальную планировку площадки. А результатом работы над этой частью проекта стал чертеж плана организации рельефа (рис. 22, 23), включающий все элементы, которые требуются по ГОСТу.

Как видите, Autodesk Land Desktop не вносит никакого антагонизма между трехмерной моделью проектного рельефа и классическими двумерными чертежами. Более того, трехмерная модель помогает проектировщику утвердиться в правильности принятого решения, опе-

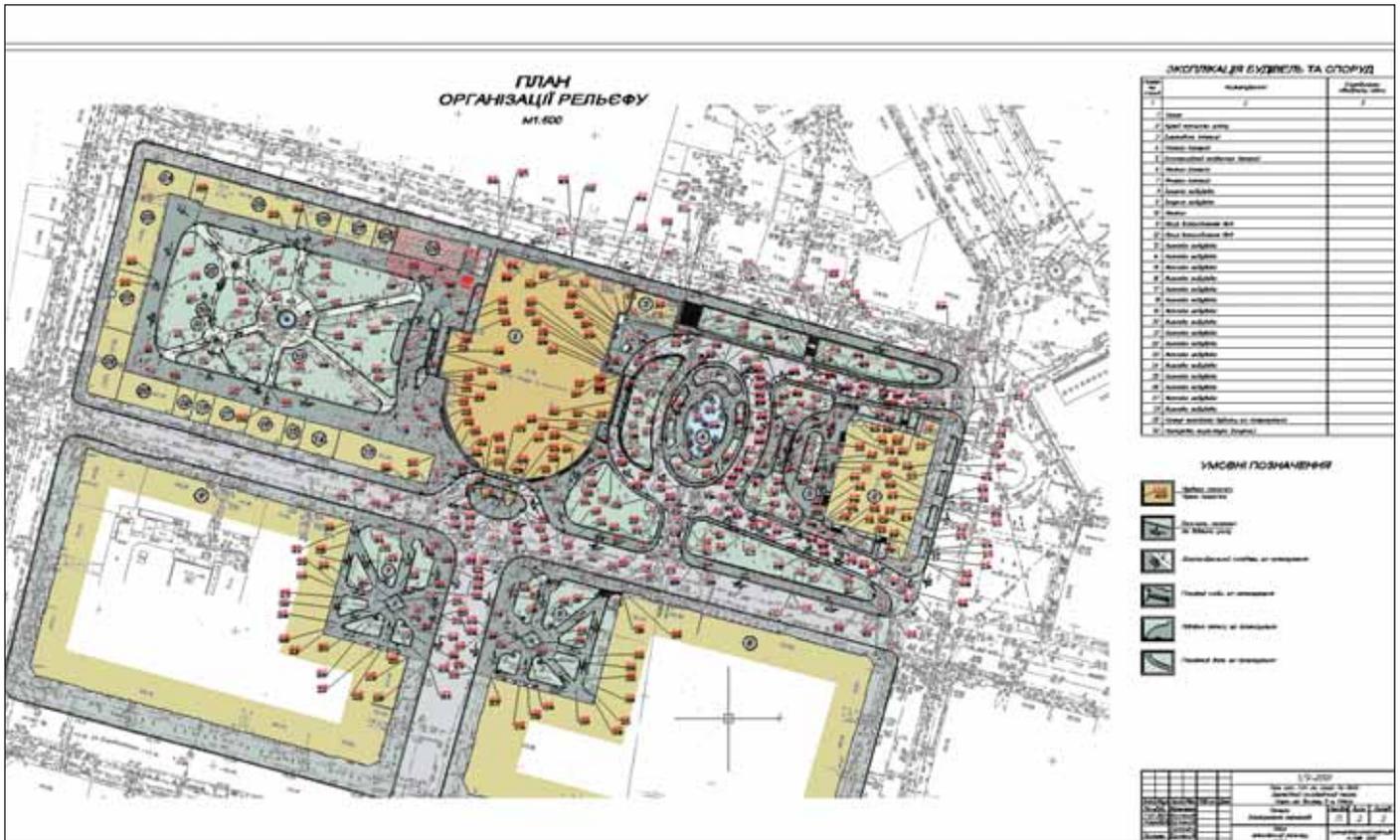
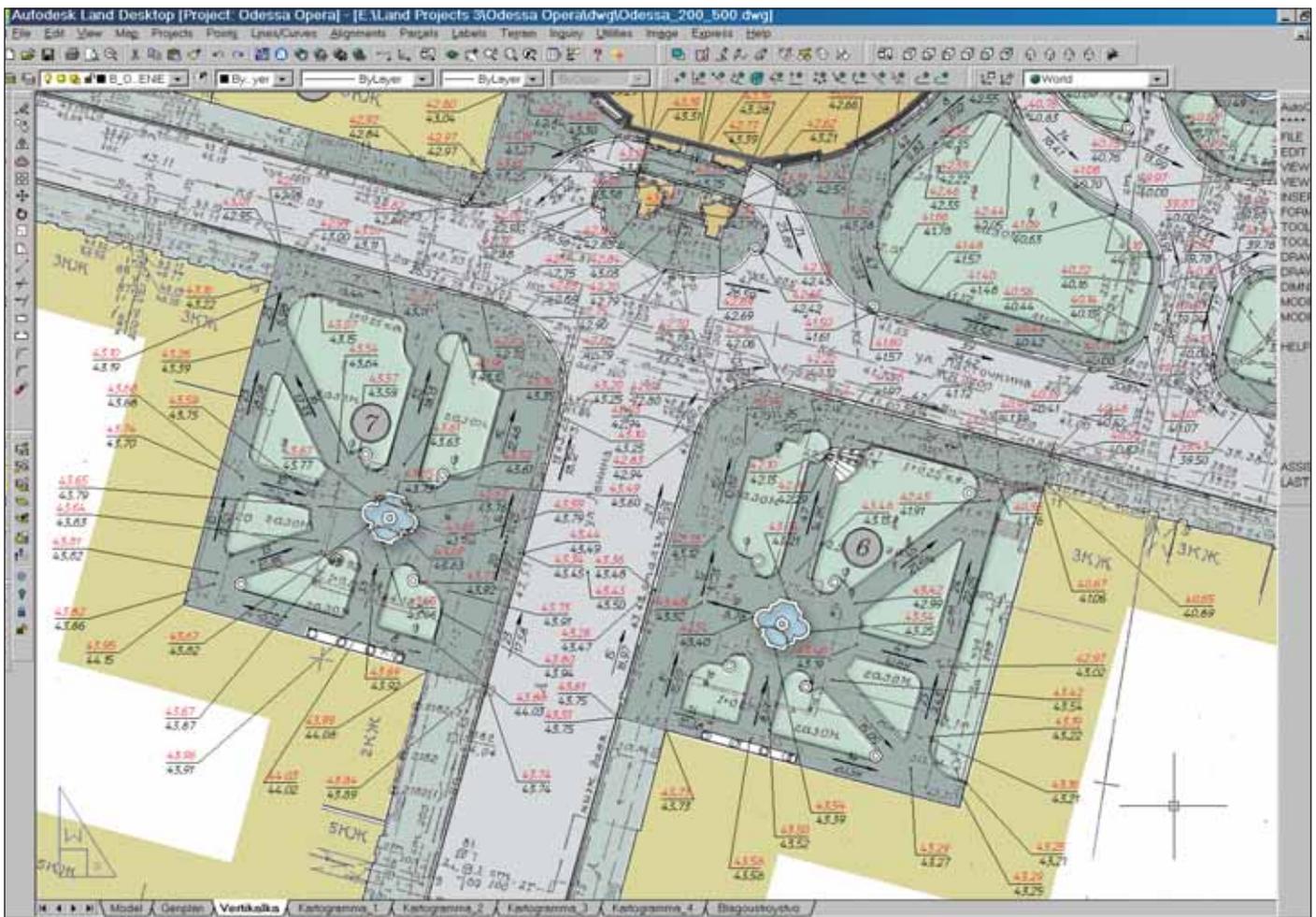


Рис. 22



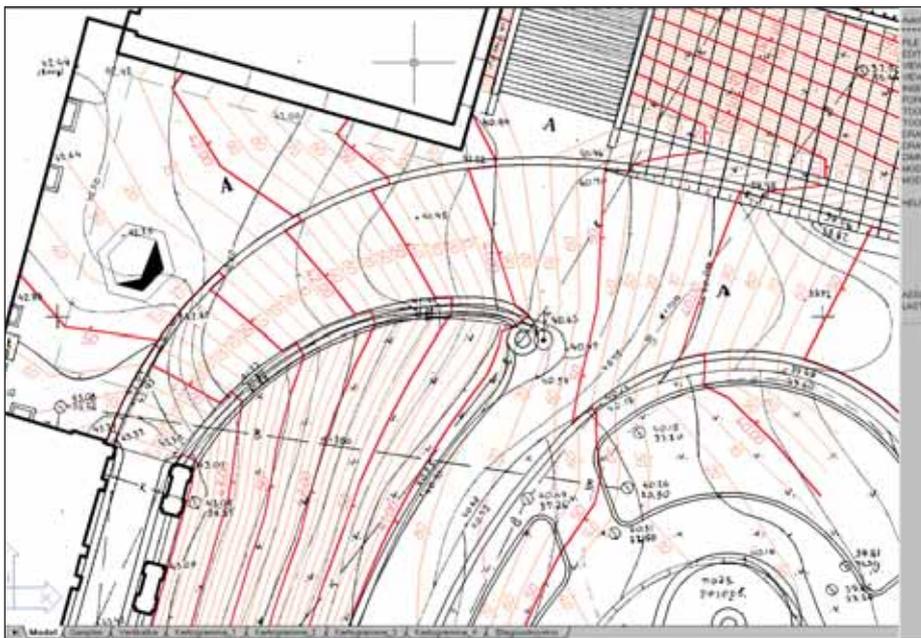


Рис. 24

ративно отследить и исправить просчеты и ошибки. Кроме того, детальная модель проектного рельефа позволяет быстро получить чертеж плана организации рельефа не только в проектных опорных точках, но и в "красных" горизонталях (рис. 24).

### План земляных масс и разрезы

Трехмерная модель проектного рельефа позволила в дальнейшем быстро получить качественные чертежи картограмм (план земляных масс). Пример одной из построенных картограмм показан на рис. 25. Всего было построено четыре картограммы, соответствующие этапам производства работ, и шесть чертежей поперечных профилей по площадке. На построение и оформление четырех картограмм ушло чуть меньше одного рабочего дня. Что же до профилей (рис. 26), то они вообще были получены практически мгновенно.

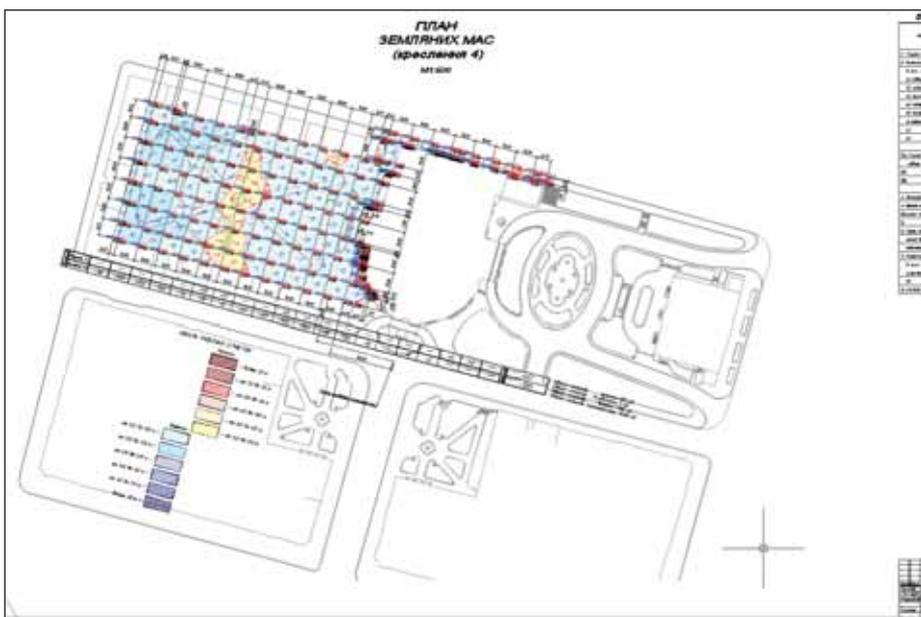


Рис. 25

### План благоустройства территории

Возможности Autodesk Land Desktop позволили создать библиотеку пород деревьев, включающую существующие и проектируемые деревья и кустарники. После этого нанесение существующих деревьев и кустарников, "посадка" проектных зеленых насаждений, а также элементов благоустройства стали делом нескольких часов. Деревья расставлялись с учетом их высоты и диаметра кроны, причем каждое дерево и каждый кустарник автоматически помещались на свою проектную отметку. Нами было предусмотрено создание трехмерных деревьев с наложением текстур фотографической точности, а также "классические" изображения деревьев и кустарников на чертежах в плане. Фрагмент чертежа благоустройства территории показан на рис. 27: существующие насаждения обозначены коричневым цветом, а проектируемые – зеленым.

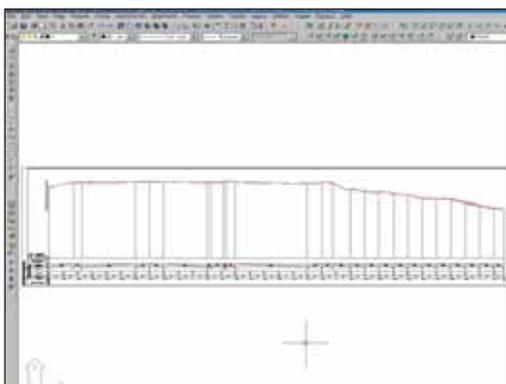


Рис. 26

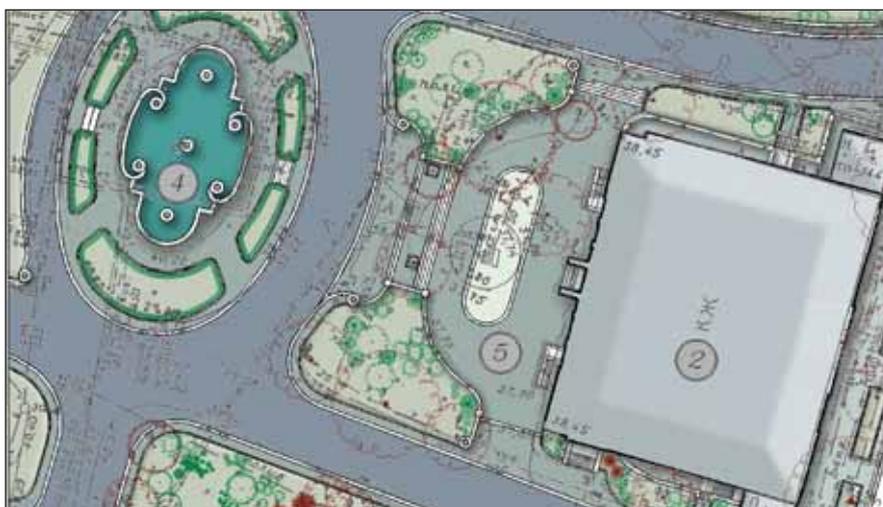


Рис. 27



Рис. 28. Общее проектное решение



Рис. 29. Проверка визуальных осей

### Трехмерный макет и подготовка демонстрационных материалов для презентации проекта

Перейдем теперь к самому интересному. Запроектированная трехмерная модель "красного" рельефа и трехмерная модель оперного театра были совмещены в среде AutoCAD – с абсолютной точностью по координатам и с использованием объектных привязок. Совмещенную 3D-модель мы передали в Autodesk VIZ 4, где каждому элементу этой модели был присвоен соответствующий материал. Были расставлены источники света, назначены камеры. И свершилось чудо: на экране возникли картины проектируемого объекта.



Рис. 30. Проволочная модель. Каждая точка находится на своей проектной отметке. Прораб на стройке уже не поставит вас в тупик вопросом: "А какая тут должна быть отметка?". Вопрос теперь в другом: хватит ли у прораба квалификации вынести ваш проект в натуре (Autodesk Land Desktop позволяет измерить и подготовить разбивочные чертежи любых проектных решений)

К сожалению, рамки журнальной статьи не позволяют опубликовать все кадры, подготовленные для этого проекта. Мы приводим лишь малую их часть, позволяющую до некоторой степени представить объем проведенной работы и ее результаты.

### Итоги

- Рассмотренные программные продукты позволяют проектировать на современном уровне, добиваясь превосходных результатов, не только приятных глазу, но и безупречных с инженерной точки зрения.
- Нами разработана учитывающая требования ГОСТов технология проектирования генеральных планов любой сложности с использованием па-



Рис. 32. Фрагмент проектного благоустройства и озеленения площадки у здания морского музея

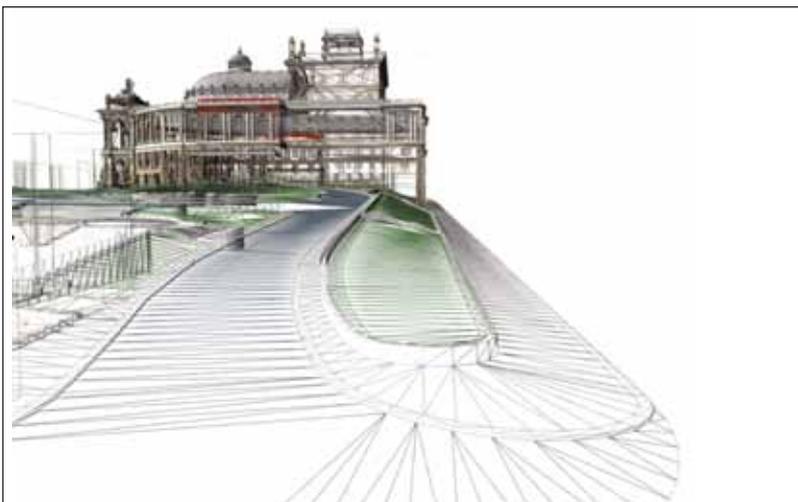


Рис. 31. Демонстрация рельефа площадки



Рис. 33. Демонстрация общего планировочного решения площадки

кета Autodesk Land Desktop. Эта технология предусматривает построение трехмерных моделей существующего и проектируемого рельефа на основе классических двумерных чертежей – бумажных топооснов.

- Предложена технология быстрого создания отмывки чертежей (разбивочного чертежа, чертежа вертикальной планировки, чертежа благоустройства и т.д.). Результат – великолепные "классические" чертежи, пригодные для презентаций.
- Создана технология построения трехмерных лестниц, подпорных стенок, бордюров любой степени сложности.
- Предложена технология построения максимально точных моделей рельефа с минимальным использованием структурных линий, что резко сокращает временные затраты на построение трехмерных моделей рельефа.
- Создана технология проектирования элементов благоустройства и озеленения, включающая получение классического двумерного чертежа и автоматическое создание фотореалистической трехмерной модели озеленения с использованием библиотеки пород растений, а также с учетом их высоты и диаметра кроны.

- Разработана технология работы с очень большим проектом (в нашем случае это 400 Мб чертежей и вспомогательных файлов). Предлагается технология разделения большого проекта на отдельные чертежи, систематизация и максимально удобная работа с очень большим количеством слоев, используемых в подобных проектах (более 300 слоев).
- Разработана технология получения стопроцентно "классических" 2D-чертежей и – одновременно с ними – полной трехмерной модели (рельеф + архитектура) для проверки качества и правильности инженерных решений, а также для презентационных целей.
- Предложена технология совмещения трехмерной модели проектируемого рельефа и трехмерных моделей проектируемых зданий и сооружений, а также способы быстрого построения трехмерной модели существующей застройки.

Возможно, вы заметили, что в приведенном проекте отсутствует чертеж сводного плана инженерных сетей, конструкции дорожных одежд и т.д. Хотим

обратить ваше внимание, что все представленные чертежи относятся к стадии "проект", но степень их проработки соответствует "рабочим чертежам" – без всяких преувеличений! Чертежи проекта выполнены с абсолютной точностью. Осталось только разбить строительную геодезическую сетку или нанести заменяющий ее разбивочный базис, проставить необходимые координаты и размеры, дополнить чертежи прочими необходимыми элементами – и комплект рабочих чертежей будет готов. Сделать это можно довольно быстро – ведь главная работа (создание модели) уже выполнена. И построенная трехмерная модель теперь сторицей окупит время, затраченное на ее создание.

**Сергей Назимко,  
Юрий Моссоковский  
ООО "АСПРОМ"**  
Тел.: (10-38044) 464-4616,  
(10-38044) 414-4310  
E-mail: moss@mosspower.kiev.ua

Представленные материалы публикуются с разрешения авторов проекта:

- проект реставрации Одесского театра оперы и балета – ГАП Дыховичная Н. А.
- проект реконструкции территории – ГАП Беляков Ю. П.

# Вертикальные строительные холдинги

## ЗАЛОГ УСПЕХА

Эта статья представляет собой попытку проанализировать существующие тенденции развития проектных услуг. В качестве примера рассмотрена одна из крупнейших строительных компаний Дальнего Востока.

### Вертикальные холдинги, или Конец "халтуры"

Резкий рост цен делает строительный рынок всё более привлекательным для инвесторов, спрос на недвижимость инициирует гигантский объем проектных работ — несмотря на сократившееся в семь раз количество проектных организаций.

В суровых условиях рынка множество проектных организаций распались на маленькие проектные бюро, прикрытые гордой вывеской "Проектный институт". Не имея навыков грамотного современного управления, руководители таких "институтов" разрешили своим сотрудникам "левачить" в рабочее время и на рабочем месте. В некоторых проектных институтах это возведено в ранг негласной политики: "Мы делаем вид, что вам платим — вы делаете вид, что на нас работаете". И чудо произошло! Люди привыкли так работать, считают это естественным. Постепенно такое положение дел привело к тому, что качество проектной документации стало приближаться к уровню пещерных рисунков палеолита, особенно на фоне новейших требований к безопасности, надежности, качеству проектируемых зданий. Ведь маленькие бригады проектных "халтурщиков" не в состоянии своими силами выполнить крупный проект, и различные этапы проектирования передаются другим таким же шабашникам. Стало обыденным де-

лом исправлять ошибки в проектной документации уже на этапе строительства (все издержки при этом достаются заказчику). Естественно, у заказчиков появились вполне резонные сомнения: а имеет ли смысл заказывать разработку проекта таким вот горе-организациям?

Но если проектные организации дробились и распались, то о компаниях — строительных подрядчиках такого сказать нельзя. Современный строительный холдинг обязательно включает в себя проектно-надзорную службу, стройуправления, финансовые компании (ипотека, кредиты), рекламные агентства, производство стройматериалов и многое другое. Наиболее успешные и крупные строительные компании-холдинги давно осознали необходимость создания собственных — и дисциплинированных! — проектных подразделений, работающих по внутренним заказам. "Проектным институтам" это уже создало серьезные проблемы. Внимательно посчитав деньги, которые приходилось отдавать за проектную документацию непонятного качества, рачительные хозяева убедились — иметь собственные проектные подразделения выгодно. Но на каких принципах будут создаваться такие подразделения?

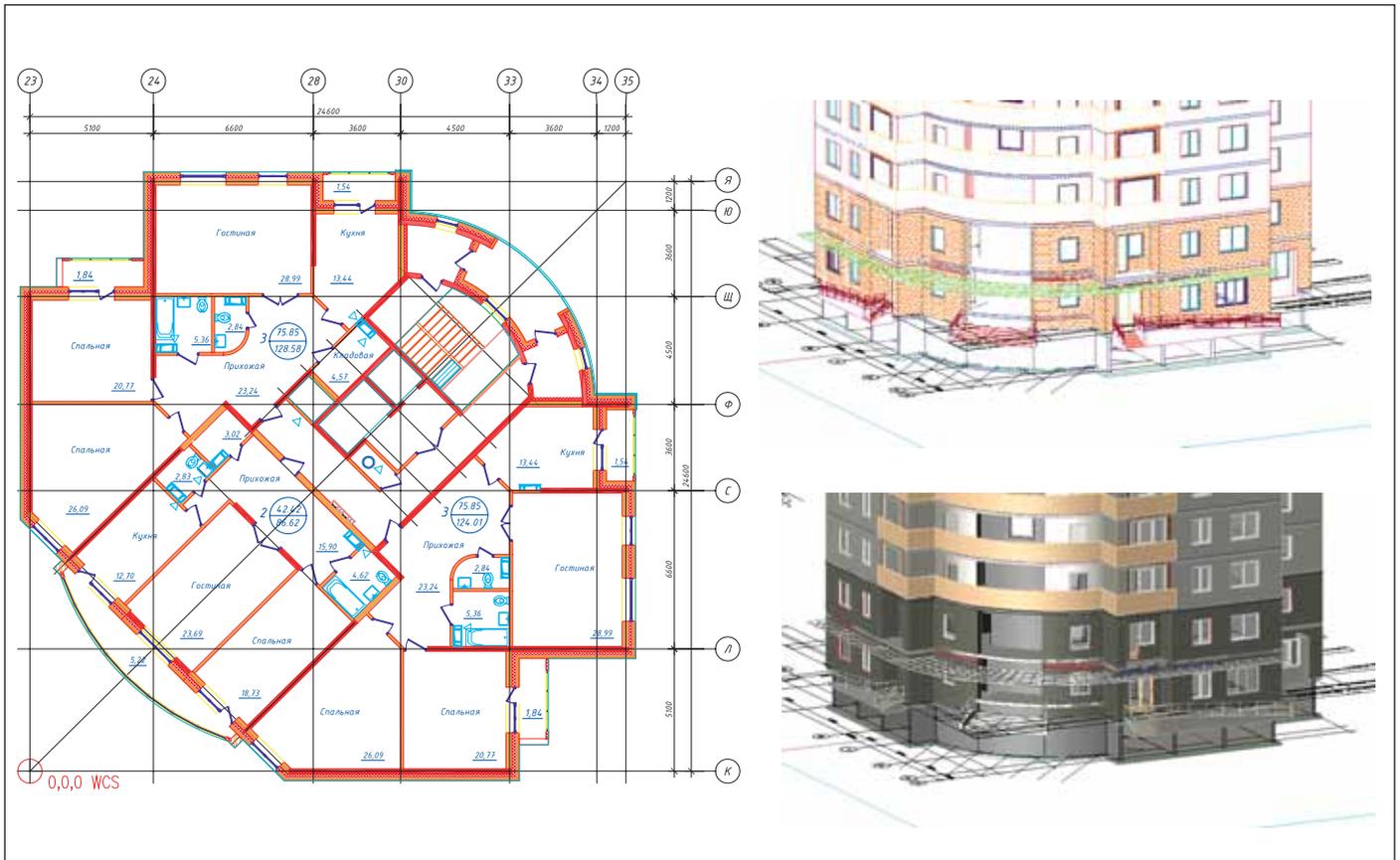
Естественно, что на начальном этапе потребуется оснащение сотрудников — причем не только стульями и столами. В первую очередь речь идет об оснащении технологическом и интеллектуальном.

Цели просты: увеличение производительности труда в пересчете на одного сотрудника и прозрачность процесса проектирования для руководства, позволяющая принимать правильные управленческие решения. А само технологическое и интеллектуальное оснащение сконцентрировано в программном обеспечении САПР.

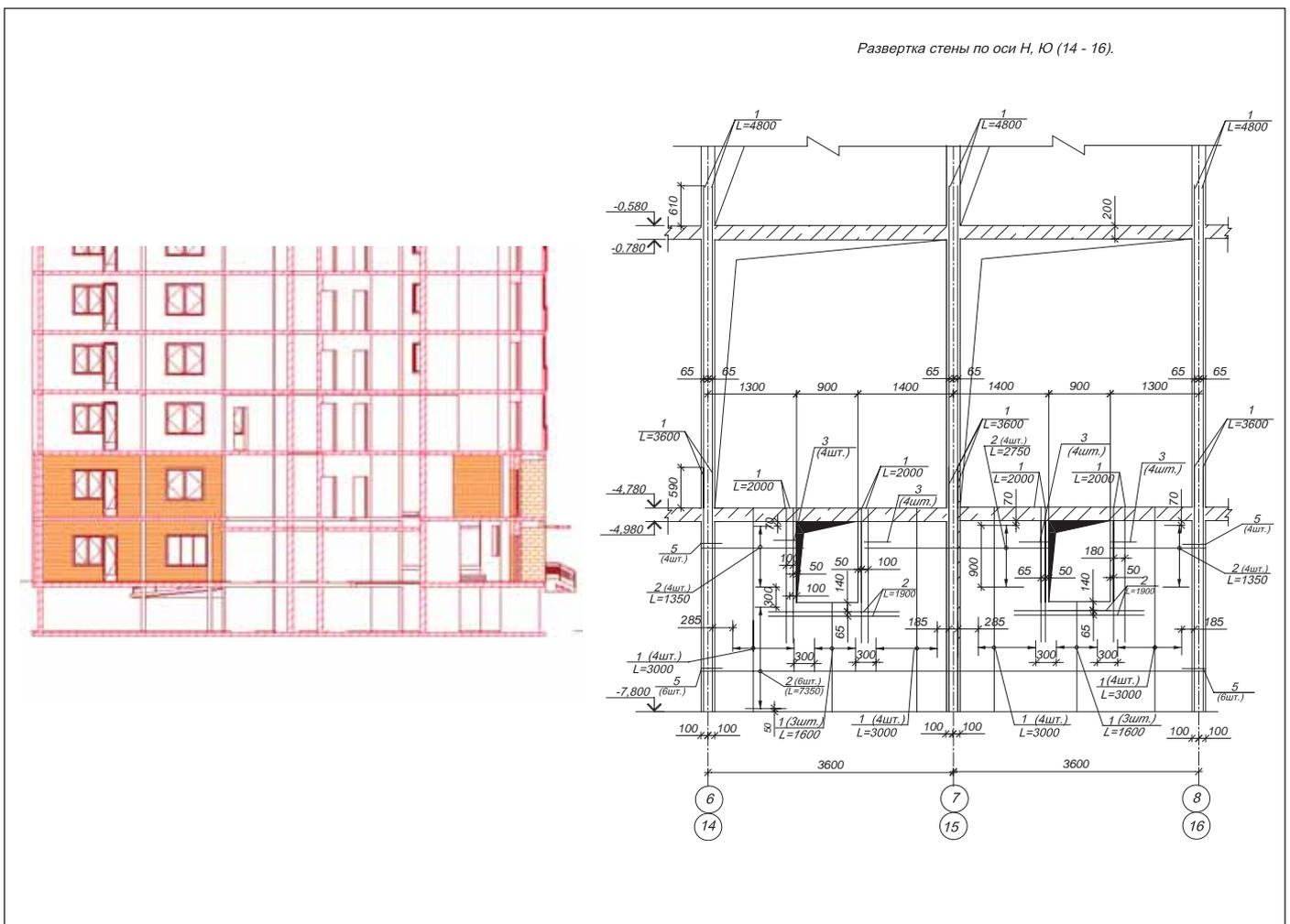
### Автоматизация проектных работ. Вопрос цели

Исторически сложилось, что наибольшее распространение получили именно те программные продукты для проектирования, освоение которых не вызывало у пользователей особых проблем. "Чертить на компьютере" научиться несложно, но механическая замена чертежной доски на жужжащий электрический ящик — это лишь малая часть задачи. На большинстве проектных предприятий мы видим такую вот "выкованную" временем ситуацию:

- по каждой проектной специальности имеется свой "принятый на вооружение" программный продукт. Со временем образуется настоящий "зоопарк" из самых разнородных программ;
- взаимодействие и обмен результатами работы между специальностями официально продекларированы, но на практике почти не осуществляются и процедурно не описаны;
- в большинстве случаев графика одного и того же проекта всякий раз исполняется каждым специалистом заново — с учетом именно его требований;
- уровень владения инструментальными средствами программ простирает-



Развертка стены по оси Н, Ю (14 - 16).



ся у проектировщиков от навыков сетевого администрирования до неумения поименовать созданный файл. Изучение программ ведется известным методом "профессора Тычкова", то есть кто как сможет;

- используется лишь микроскопическая часть инструментария имеющихся программных средств. Методика и рациональные приемы проектирования, заложенные в САПР разработчиками, остаются невостребованными.

В подобной ситуации можно до бесконечности тратить драгоценное время на выполнение своей/не своей работы. Имеется достаточно широкое поле для творчества. А в какое увлекательное шоу превращается процесс согласования проектной документации между всеми специальностями и внесения в нее изменений!

Но самое главное и очевидное препятствие — у руководства полностью отсутствует механизм контроля выполняемых работ. Есть оснащенная компьютерами проектная организация, где работает масса народу, но понять ситуацию и оценить, что происходит на самом деле, — невозможно. "Автоматизация", одним словом, "полная". Ясно, что так строить работу нельзя.

Разумеется, все эти препятствия носят технический характер и вполне преодолимы. Нужно четко и ясно представлять себе конечные цели процесса автоматизации, обозначить пределы выполнения задач и заручиться (что немало важно!) политической поддержкой руководства заказчика.

Следующее препятствие на пути создания высокоэффективного проектного предприятия — человеческий фактор. Переучиваться на оформленные в виде четкого корпоративного стандарта программные продукты никто не хочет. Самая красивая отговорка: "У меня нет времени! У меня столько работы, что мне некогда изучать эту сложную программу". Это типичная ловушка. Чтобы повысить эффективность своего труда, всегда нужно приложить дополнительные усилия, — но некогда. Вот и получается, что все всё время заняты, все, кто как может, работают. Но ведь лишь когда сотрудники используют одинаковые продукты и технологии, следуют единым правилам, можно увидеть эффективность работы каждого. И, соответственно, оценить реальную работу человека!

Здесь весомую роль начинает играть позиция сотрудников службы автоматизации. От того, насколько правильно будут расставлены приоритеты, согласована позиция с руководством, зависит эффективность работы всего проектного предприятия в целом.



### Методы, подходы, решения

Выделим как типичные два основных подхода к решению задачи автоматизации новой проектной организации.

- Можно предпочесть постепенную, "лоскутную" автоматизацию: появилось немного денег — купили коробочку с софтом для такого-то отдела. Этот недорогой, неторопливый и совсем необременительный способ иногда приводит к загадочным результатам. Рабочие места вроде бы автоматизированы, люди обучены, а единой слаженной работы не получается: нет единой технологической цепочки, нет единого графической платформы, нет единого механизма контроля проектного процесса, отсутствует единое место хранения всей разнородной информации о проекте. А значит старые горести и беды наличествуют в полном объеме.

- Можно приобрести готовую систему автоматизации под ключ. Этот путь вполне нормален и при определенных условиях более эффективен, однако достаточно недешев. Но лишь при подобном методе внедрения возможны скачкообразный рост производительности и существенное повышение управляемости. А наиболее важной составляющей в этом случае, как ни парадоксально, становится административный ресурс. Преодолеть сопротивление переходу на новые технологии одними только методами убеждения практически невозможно: сотрудники все равно будут говорить, что "вон в той старой программке и трава зеленее, и цвет у стрелок вполне подходящий"... Очень важна воз-

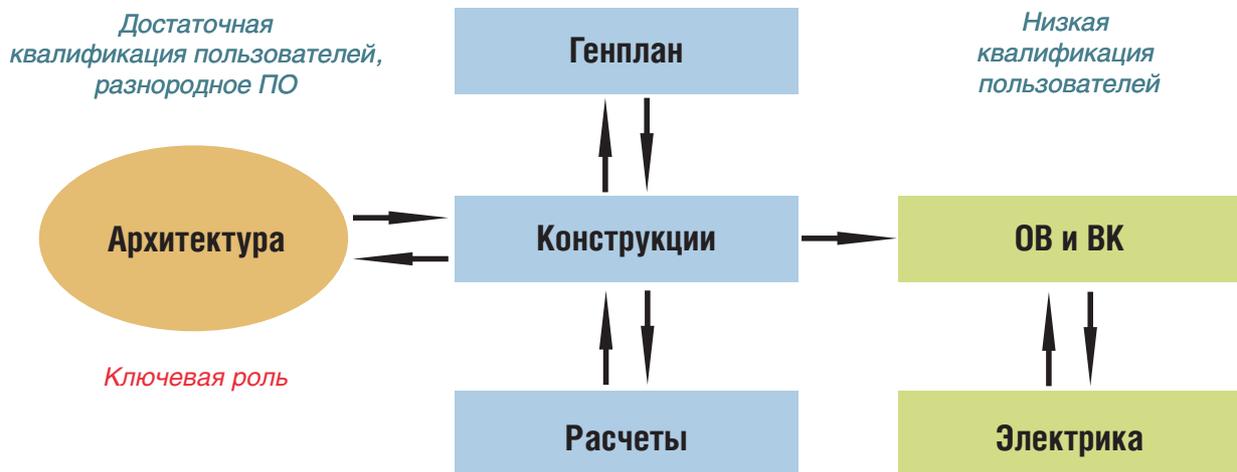
можность финансового стимулирования сотрудников предприятия, которые желают и умеют учиться, быстрее коллег освоили новые технологии, дают более быстрые и качественные результаты. Обучение сотрудников работе с программными продуктами, используемыми в комплексной системе автоматизации, должно носить регулярный, постоянный характер.

### "Дальспецпроект" — хронология и факты

На Дальнем Востоке действует одно из подразделений Федерального управления специального строительства — "Дальспецстрой". Этот многопрофильный холдинг имеет в своем составе предприятия, напрямую связанные с процессом строительства. Территория, на которой осуществляется деятельность холдинга, огромна — от Забайкалья до Камчатки. Сегодня "Дальспецстрой" — крупнейший застройщик Хабаровска. Недавно на базе Управления проектных работ был организован филиал "Дальспецпроект".

Осенью 2004 года холдинг завершил поиск партнера, способного обеспечить качественные изменения в процессе проектирования. Среди множества вариантов наиболее полным и комплексным было признано предложение компании CSoft, специализирующейся на вопросах комплексной автоматизации проектных предприятий. В качестве базовой платформы для автоматизации проектного процесса выбрано ПО от Autodesk, дополненное специализированными решениями, учитывающими отдельные разделы проектирования и российскую специфику работ.

## Специализированная проектная организация (Дальспецстрой)



**Цель:** разработка коммуникаций внутри единой платформы  
**Технология:** "от модели к чертежу"

В течение декабря 2004 года было поставлено все необходимое программное обеспечение, а непосредственные работы начались в январе 2005-го — с установки системы электронного архива TDMS.

После создания единого хранилища проектной информации были проинсталлированы сетевые версии базового программного обеспечения и специализированных приложений. Режим плавающих лицензий позволил приобретать лицензионное ПО Autodesk непропорционально имеющемуся количеству пользователей, что обеспечило существенную экономию средств на автоматизацию.

После установки специализированных программных продуктов для отдельных специальностей началось обучение сотрудников "Дальспецстроя" — оно продолжалось в феврале и марте 2005 года, а в апреле настало время пилотного тестового проекта. К концу месяца была готова в рабочем варианте архитектурная модель здания, после чего проектировщики других специальностей приступили к работе над своими разделами документации.

Безусловный успех — переход на единые стандарты оформления строительной документации при помощи СПДС GraphiCS.

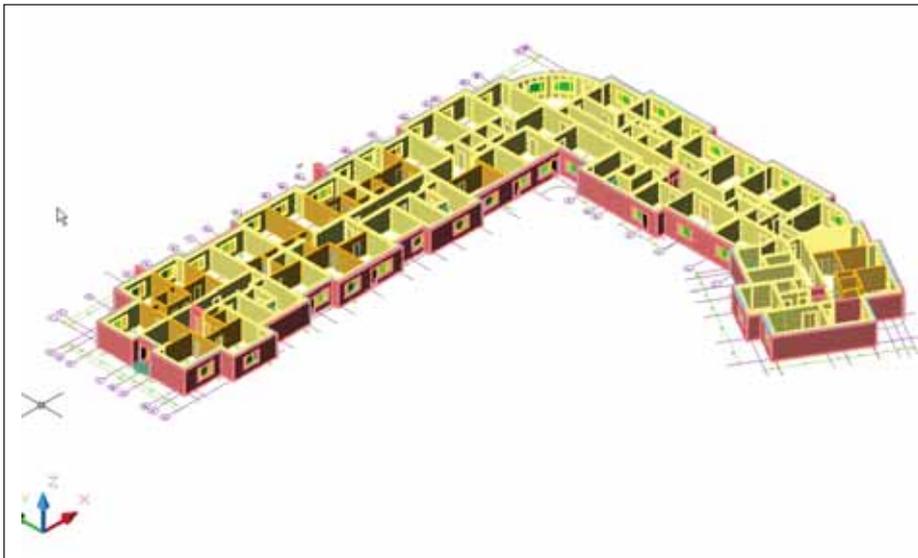
Полная оценка эффективности программного обеспечения еще впереди, но по отдельным разделам проектирования можно смело говорить о 30%-ном увеличении производительности.

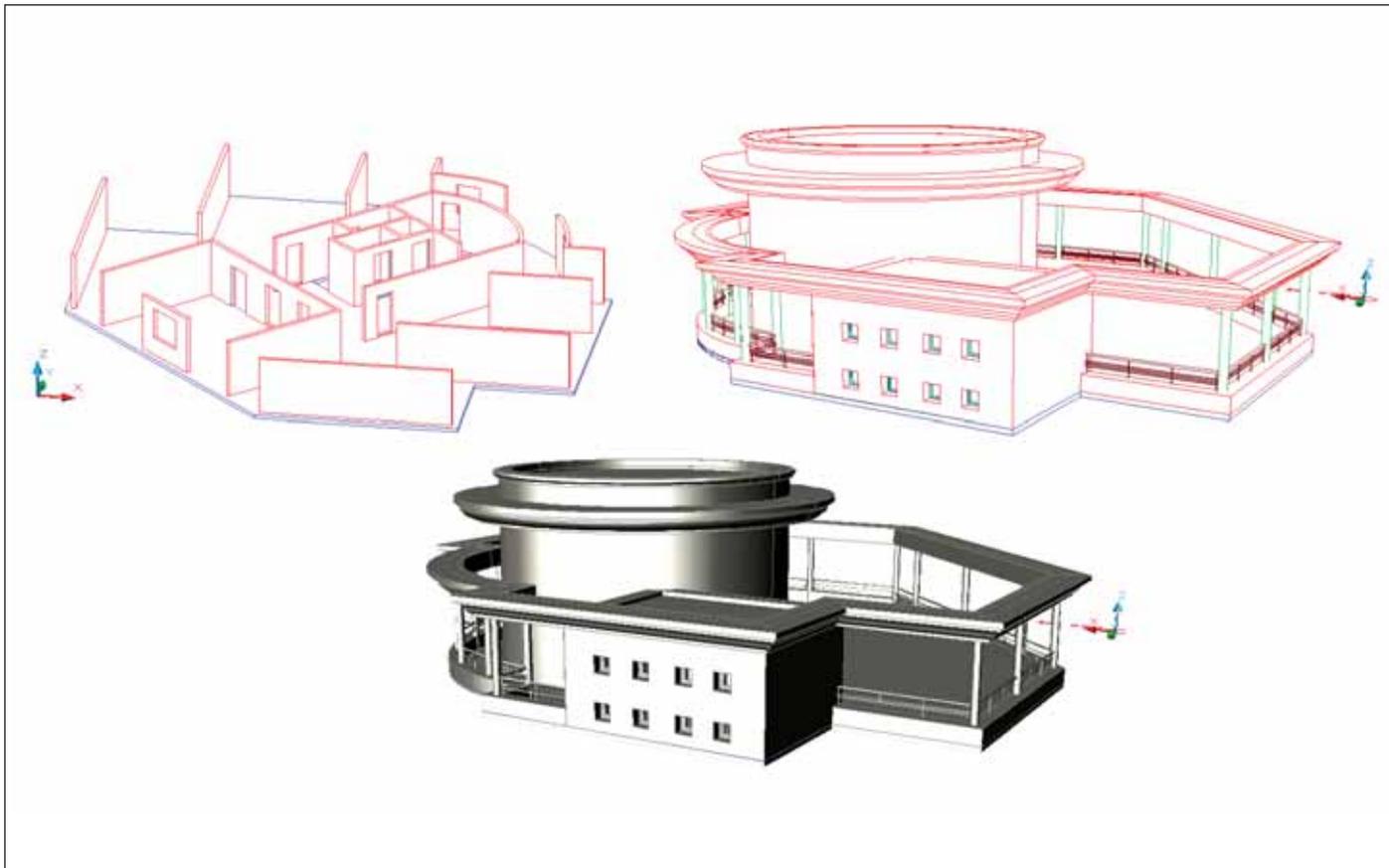
### Проектирование жилых и общественных зданий — технология творчества

Ключевым моментом автоматизации "Дальспецстроя" стала автоматизация

работы архитектора. От качества разработанного им конечного продукта — подробной трехмерной модели — зависят смежные инженерные разделы проекта. Примерная схема, фиксирующая начало процесса автоматизации, представлена на схеме.

Главной проблемой для архитекторов являлось отсутствие проработанной технологии работы. Будучи достаточно квалифицированными пользова-





телями различных программ, они создавали трехмерные модели исключительно для иллюстрирования проектной работы. По существу создавались не модели, а макеты зданий и сооружений. Выпуск документов стадии АР (АС) не был связан с трехмерной моделью, а документы (планы, разрезы, фасады) создавались умозрительно: "посмотри картинку и начерти разрезик" — поэтому возможности мощных специализированных САПР архитекторами игнорировались. Потребовалось научить специалистов работе в единой программной среде, способам коллективной проектной работы, средствам получения точных проекций...

Дальше в дело вступает система TDMS. Сформированные архитектором проекции-чертежи по объемной модели или трехмерные части единой модели помещаются в единое хранилище и становятся доступны проектировщикам других специальностей. При этом вся работа выполняется в едином формате файла, что устраняет проблему конвертации данных. Проектирование инженерных сетей, коммуникаций выполнялось на рабочих двумерных проекциях

трехмерной архитектурной модели — с возможностью оценки проектного решения в трехмерном представлении.

Было налажено сотрудничество между архитекторами и инженерно-конструкторским отделом. Конструкторы опе-

**В итоге главный инженер проекта мог не только в любой момент оценить состояние работ, но и ознакомиться с историей внесения изменений в проектную документацию. Это ли не мечта любого руководителя?**



ративно получали как опорные трехмерные данные назначенных монолитных стен, колонн, балок, так и двумерные планы для раскладки опалубочных щитов по уровням. В итоге главный инженер проекта мог не только в любой момент оценить состояние работ, но и ознакомиться с историей внесения изменений в проектную документацию. Это ли не

мечта любого руководителя? Механизм упорядочивания информации различного типа, создание стройной системы хранения информации снимают извечные проблемы поиска необходимого чертежа.

Таким образом, трехмерная модель стала в "Дальспецпроекте" универсальным источником информации по сооружению. Возможность доступа к любой части модели, гибкого редактирования с последующим информированием всех специалистов-участников позволила завершить проектирование к августу-сентябрю 2005 года. Уникальный жилой комплекс был спроектирован и возведен меньше чем за два года!

*Иллюстрации созданы по материалам пилотного проекта "Многоэтажный жилой комплекс по улице Фрунзе в городе Хабаровске", осуществленного в ФУС "Дальспецстрой". На материале пилотного проекта практически без изменений был разработан рабочий проект.*

**Александр Волков,**  
директор CSofT Дальний Восток  
Тел.: (4212) 41-1338  
E-mail: wolf@intec.khv.ru

**Алексей Ишмяков,**  
Consistent Software Distribution  
Тел.: (495) 642-6848  
E-mail: alexis@consistent.ru

# Опыт применения программного комплекса SCAD Office

для АНАЛИЗА СИСТЕМЫ  
СЕЙСМОЗАЩИТЫ  
ЗДАНИЯ  
Республиканского  
национального театра  
драмы  
в Горно-Алтайске



**В** марте 2003 года НО "РАСС" провело обследование несущих конструкций реконструируемого здания Республиканского национального театра драмы в городе Горно-Алтайске (рис. 1). Обследование выполнялось в рамках Федеральной целевой программы "Сейсмическая безопасность России", утвержденной правительством России в сентябре 2001 г. Основанием для проведения работ стало принятое заказчиком решение о повышении сейсмостойкости конструкций здания, связанное с уточнением сейсмогеологической обстановки на площадке строительства в соответствии с требованиями СНиП II-7-81\* "Строительство в сейсмических районах" и повышением

требований к безопасности (сейсмичность площадки, ранее оценивавшаяся в 7 баллов, после уточнений оценивается в 9 баллов). Здание запроектировано и построено в 1977 году без проведения антисейсмических мероприятий.

По результатам изучения проектной документации здания театра и данных визуального обследования обнаружилось несоответствие требованиям СНиП II-7-81\* более чем по двадцати пунктам. В связи с этим на стадии предпроектной проработки были предложены два варианта приведения здания театра к уровню сейсмостойкости, соответствующему 9 баллам. Первый предусматривал применение традиционных методов сейсмоусиления (разделение здания на девять самостоятельных отсеков, усиление

существующих стен слоями торкретбетона, развязка свободных краев ограждающих конструкций вертикальными диафрагмами жесткости и т.д.).

Второй вариант основывался на использовании системы сейсмоизоляции с использованием резинометаллических сейсмоизолирующих опор (PMCO) (рис. 2).

Применение резинометаллических опор со свинцовым сердечником — один из наиболее эффективных способов сейсмоизоляции, обеспечивающий восприятие вертикальной нагрузки, горизонтальную податливость и повышенное гистерезисное затухание колебаний. Сейсмоизоляторы выпускаются со стандартными параметрами для вертикальной нагрузки от 280 до 16000 кН (28-1600 тс). Резиноме-



Рис. 1. Здание Республиканского национального театра драмы в Горно-Алтайске

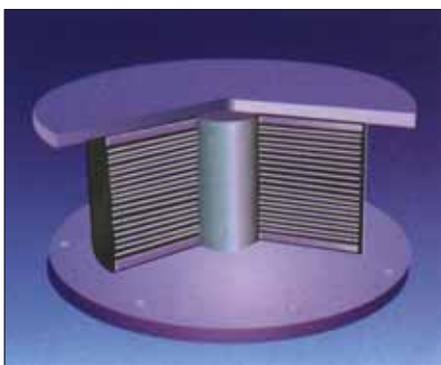


Рис. 2. Общий вид резинометаллической сейсмоизолирующей опоры



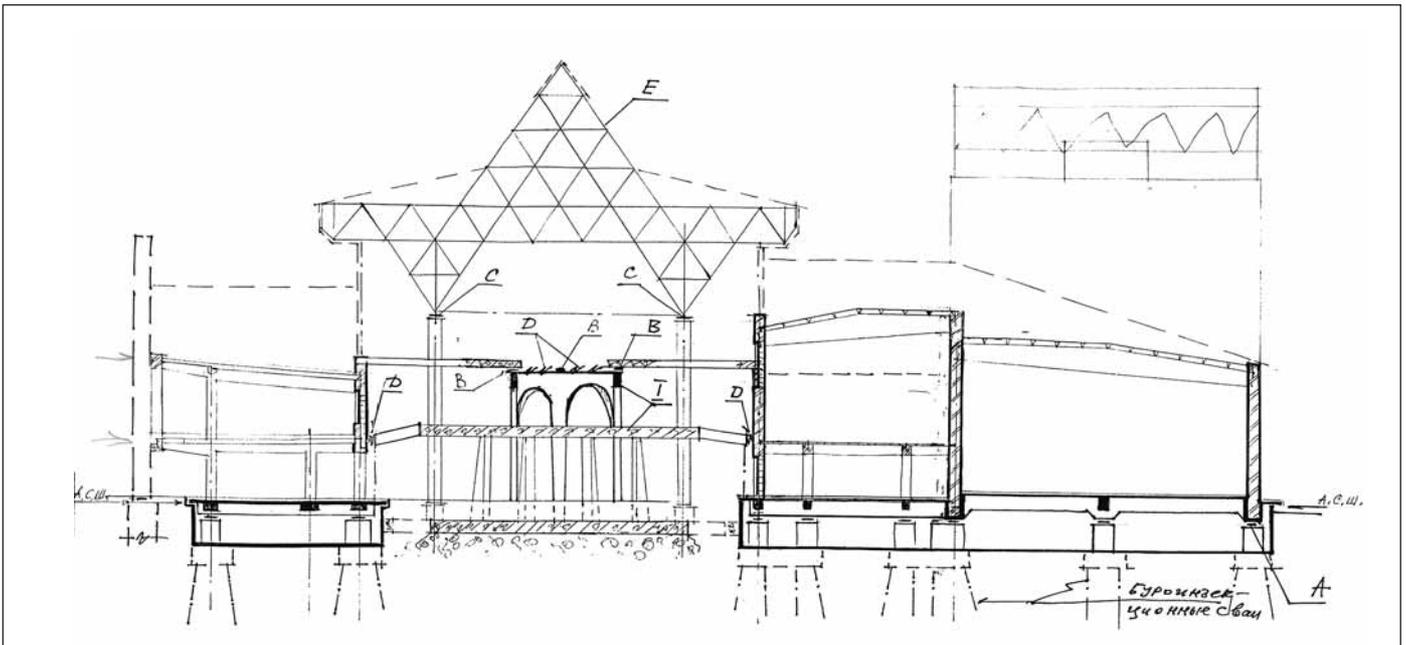


Рис. 3. Вариант сейсмоусиления здания театра с применением PMCO: А – PMCO, В, С – сейсмоопоры фирмы "GERB", D – демпферы вязкого трения фирмы "GERB"

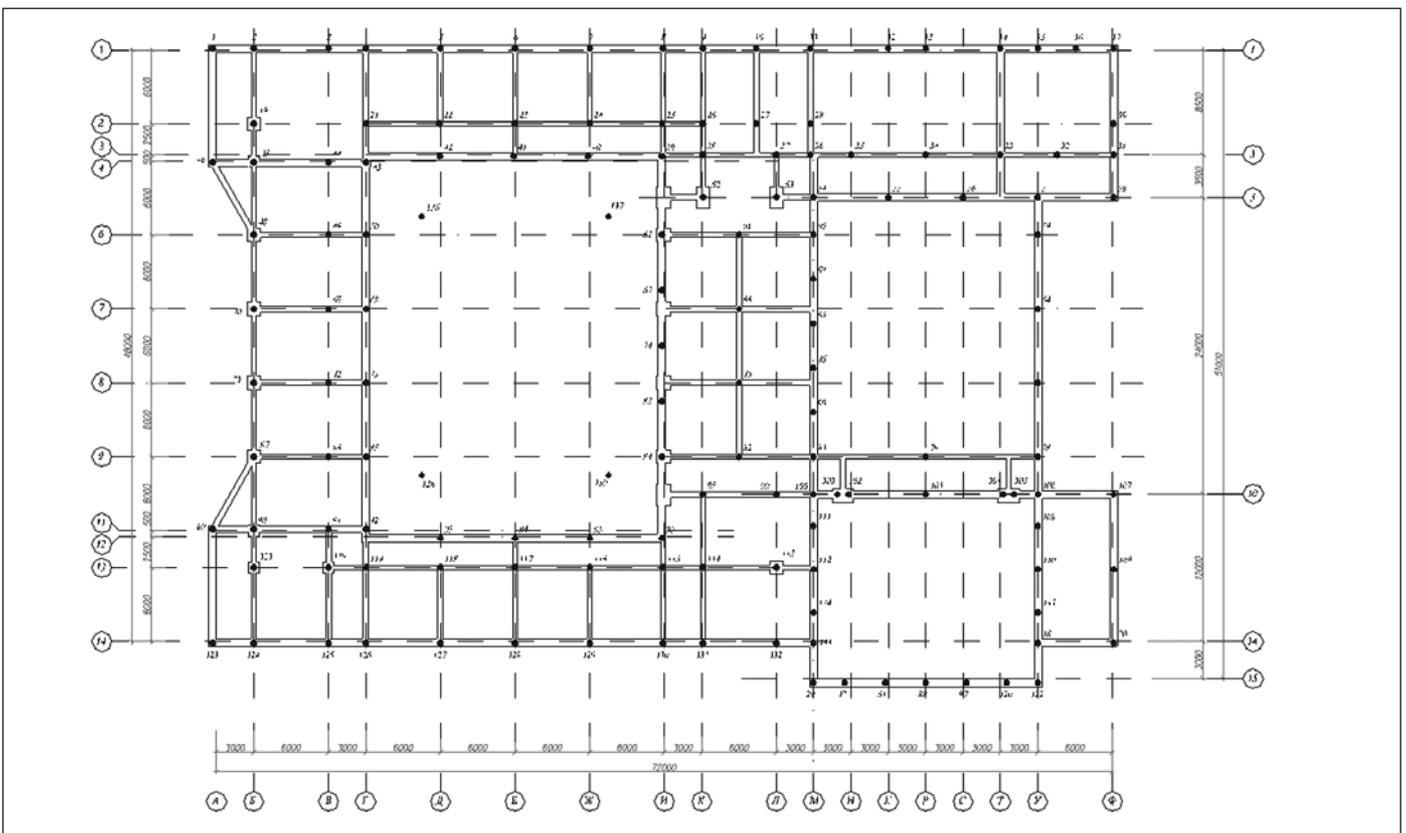


Рис. 4. Схема расположения PMCO

таллические изоляторы проектируют и изготавливают таким образом, чтобы обеспечить решение поставленной задачи по несущей способности, по деформированию в любых направлениях с заданной жесткостью и с требуемым затуханием во время землетрясения.

Концепция организации системы сейсмозащиты здания драмтеатра с использованием PMCO приведена на рис. 3.

Этот вариант предусматривает выполнение следующих комплексных мероприятий:

- создание в уровне пола первого этажа жесткой горизонтальной платформы, служащей основанием надземной части здания и образованной непрерывным опорным ростверком и монолитной плитой;
- создание жесткого основания для сейсмоопор, для чего в местах уста-

новки PMCO подводятся новые фундаменты в виде кустов из трех, четырех и более буровинъекционных свай – стоек с монолитными железобетонными столбчатыми ростверками;

- монтаж PMCO, которые устанавливаются на новые фундаменты и подводятся под опорный ростверк;
- организация горизонтального антисейсмического шва;

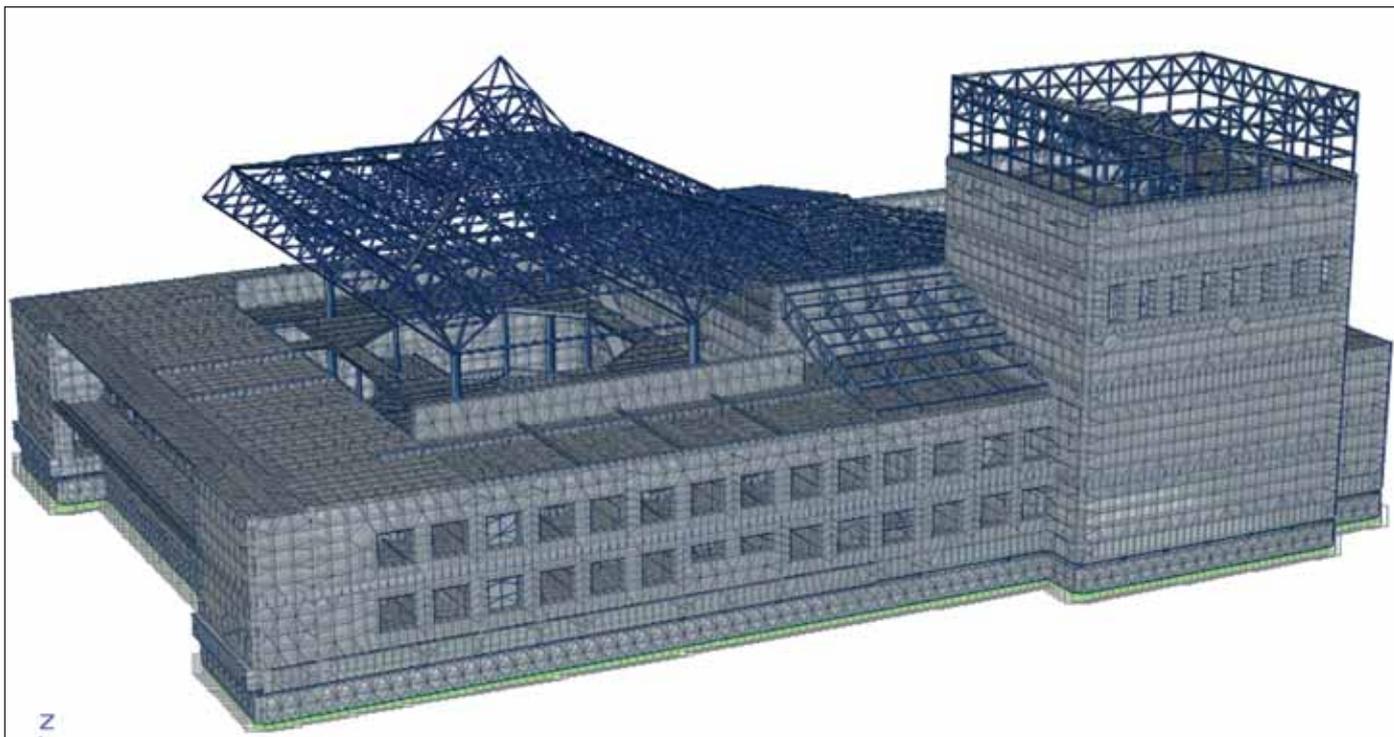


Рис. 5. Общий вид расчетной модели здания театра в Горно-Алтайске

- отделение перекрытия внутреннего двора от остального здания антисейсмическими швами (на отметке 4,2 м);

- устройство "второй линии обороны" в виде пассивной сейсмозащиты, то есть частичное усиление надземных конструкций традиционными методами.

Расстановка РСМО (рис. 4) и оптимизация мероприятий по сейсмоусилению проводилась по Техническим условиям, разработанным НО "РАСС" в соответствии с требованиями СНиП II-7-81\*, и на основании расчетного анализа.

Выбор РСМО был обусловлен следующими факторами:

- театральное здание, построенное без учета антисейсмических требований, по своей объемно-планировочной структуре таково, что привести его к уровню сейсмостойкости, соответствующему 9 баллам, обычными методами невозможно;

- разрезка здания на отдельные отсеки и введение новых конструктивных элементов приведет к уменьшению площадей помещений и отрицательно повлияет на архитектурные и технологические решения;

- работы по сейсмоусилению с применением традиционных методов находятся на критическом пути графика строительно-монтажных работ и решающим образом влияют на сроки завершения строительства.

Предложенная концепция сейсмоусиления строительных конструкций здания является комплексной и предпо-

лагает поэтапное проведение ряда исследований.

На первом (предварительном) этапе определяются места установки и тип РСМО с учетом фактических объемно-планировочных и конструктивных параметров здания, а также действующих (проектных) нагрузок.

На втором этапе с учетом заданных параметров деформирования расставленных РСМО определяются действующие усилия в элементах и узлах здания для подбора уровня их усиления.

В ходе третьего этапа анализируются проектные решения, выполняемые по результатам расчетов второго этапа.

Четвертый этап предусматривает сравнительный анализ двух вариантов здания – без сейсмоизоляции и с применением РСМО (сопоставляются усилия и напряжения в конструкциях здания).

При такой постановке задачи необходимы современные компьютерные программы, позволяющие реализовать эффективные математические модели анализируемых вариантов несущих конструкций.

Далее мы представим опыт решения указанной задачи средствами интегрированной системы анализа конструкций StructureCAD (SCAD). В проведении расчетов участвовали специалисты ЦИСС ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко, НО "РАСС" и SCAD Soft.

Вычислительный комплекс SCAD реализует универсальный метод конечных элементов. Пакет широко используется во многих регионах России, чему способствует наличие у него сертифика-

та соответствия строительным нормам РФ. Высокую конкурентоспособность комплекса на рынке программных продуктов обеспечивает его ориентированность на решение прикладных задач, актуальных для инженеров-проектировщиков. Одним из важнейших достоинств SCAD является управляемая визуализация всех аспектов строительного проектирования: от создания конечно-элементной модели до расчета напряженно-деформированного состояния конструкций и их конструирования.

Формирование моделей и расчетный анализ проводились с применением программного комплекса SCAD Office. Укрупненная расчетная модель здания строилась в специальном препроцессоре ФОРУМ: основные размеры, привязки колонн и несущих стен, очертания перекрытий, положение проемов и отверстий формируются здесь с необходимой степенью детализации. Для упрощения формируемой модели в схему не включались ограждения и перегородки, которые не влияют на жесткость конструкции, архитектурные детали, фермы.

Препроцессор ФОРУМ предоставляет широкие возможности построения и корректировки конечно-элементной сетки. Формирование расчетной схемы здания завершается заданием жесткостных характеристик, условий опирания и примыкания элементов модели.

Сгенерированная конечно-элементная модель была частично доработана в среде SCAD. Расчетная модель здания (рис. 5) без сейсмоизоляции дополнялась только моделью структурно-



Рис. 6. Элемент 51 для моделирования работы РМСО

го покрытия, созданного в среде SCAD (этот процесс проводился в режиме сборки, где назначались условия сопряжения опорных узлов покрытия с колоннами, а собранные нагрузки от ферм передавались как нагрузки от фрагмента схемы).

Добавление в модель системы сейсмоизоляции с применением РМСО осуществлялось следующим образом:

- моделировалось структурное покрытие (процесс аналогичен представленному выше);
- изменялись жесткости и объемные веса несущих элементов, усиливаемых в соответствии с предпроектной концепцией сейсмоизоляции здания;
- перекрытия в уровне первого этажа внутреннего двора отделялись от остальной части здания антисейсмическим швом;
- задавалось условие примыкания стоек и перекрытия второго этажа внутреннего двора (разрешались линейные перемещения в плоскости перекрытия);
- в уровне перекрытий моделировались дополнительные сейсмояса как

стержневые элементы, содержащиеся в библиотеке SCAD;

- вводились резинометаллические сейсмоопоры в виде специальных конечных элементов (элемент 51) — жесткости задавались как по вертикальному, так и по горизонтальным направлениям (рис. 6).

В задаче рассмотрены все регламентированные нормами статические и динамические нагрузки, включая сейсмические.

**Первый этап** исследования заключался в расчете здания театра без системы сейсмоизоляции на основное и особое сочетание нагрузок с целью определения усилий и напряжений в несущих элементах.

**Второй этап** предполагал получение результатов, необходимых при выборе типа РМСО. Для этого производился расчет на действие основного сочетания нагрузок здания с сейсмоусилением (торкретбетон), но без РМСО. По максимальному значению вертикальных усилий были выбраны тип и количество сейсмоопор (140 штук) с заданными жесткостными характеристиками — GZY400V5A.

На **третьем этапе** в созданную расчетную схему вводились элементы 51 с жесткостями РМСО (горизонтальные и вертикальная жесткости) (рис. 7-9). Результаты расчета на основное и особое сочетание нагрузок показали, что тип сейсмоопор был выбран правильно (максимальные горизонтальные перемещения сейсмоопор находились в допустимых пределах и соответствовали требо-

ваниям заказчика по ограничению этих перемещений вследствие близости других объектов). Когда были получены максимальные значения перемещений, появилась возможность определить размер горизонтального антисейсмического шва, отделяющего внутренний дворик от остальной части здания.

**Четвертый этап** заключался в проведении сравнительного анализа результатов расчета по двум расчетным схемам здания театра (с сейсмоизоляцией и без нее). Выполненные расчеты подтвердили эффективность сейсмоизоляции здания театра с применением РМСО — в комбинации с традиционными методами усиления наземной части и основания.

Сравнение результатов показало существенное улучшение характера работы здания: в отличие от базового варианта оно приобрело признаки единой системы с четко выраженной формой развития и распределения деформаций по высоте и в плане. Прежде всего об этом свидетельствуют результаты динамического расчета (рис. 10-11).

При использовании РМСО повысились периоды собственных колебаний (табл. 1), что, в свою очередь, более чем вдвое снизило коэффициент динамичности (рис. 12).

Снизилась расчетные нагрузки на элементы и узлы здания. Например, анализ распределения внутренних усилий (рис. 13), возникающих в одной из наиболее нагруженных стен, показал снижение сжимающих напряжений на 20-30% (табл. 2).

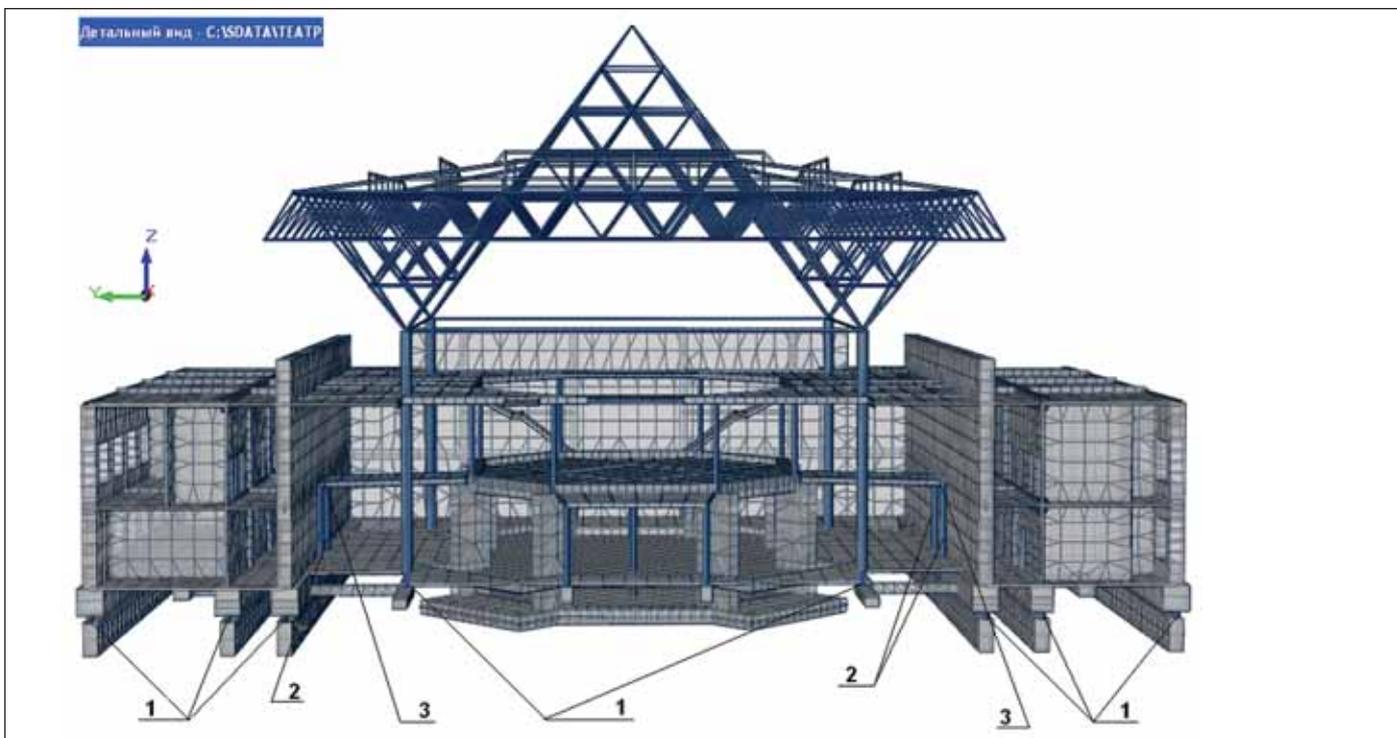


Рис. 7. Общая схема сейсмоусиления здания театра с применением РМСО: 1 — резинометаллические сейсмоопоры GZY400V5A; 2 — дополнительные стойки под площадками; 3 — антисейсмический шов

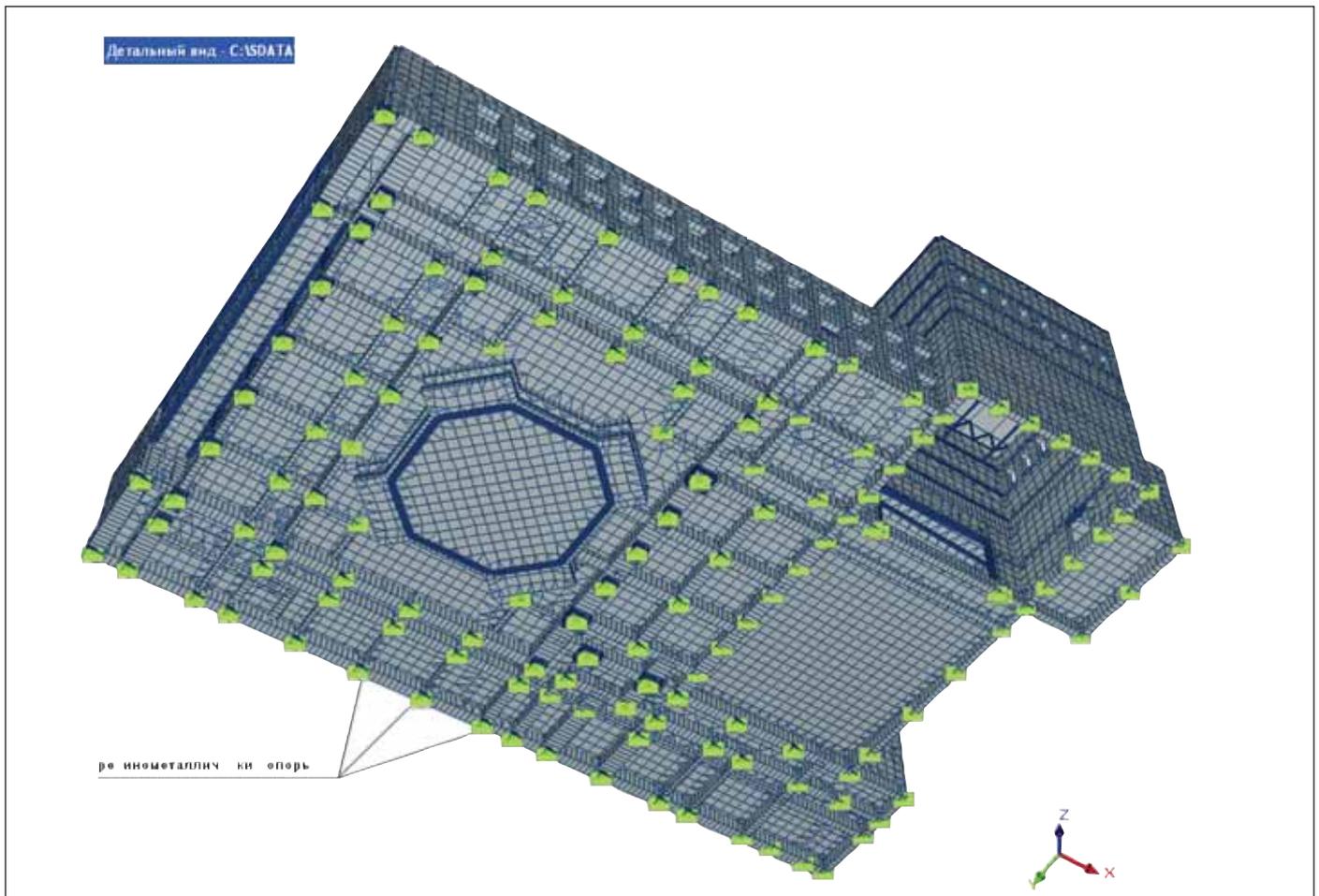


Рис. 8. Внешний вид расчетной модели по варианту 2 (сейсмоусиление с применением РМСО)

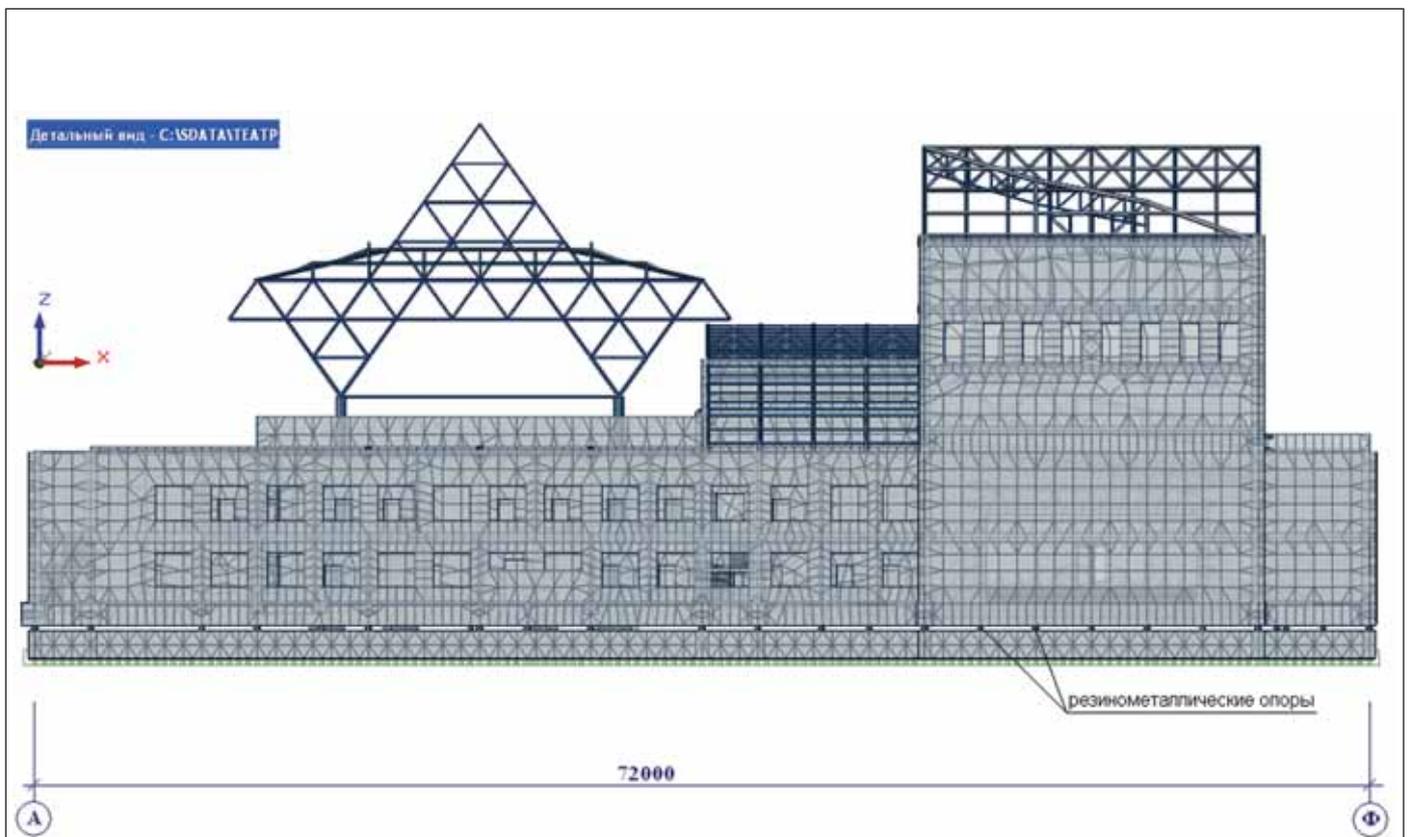


Рис. 9. Внешний вид расчетной модели (фасад А – Ф)

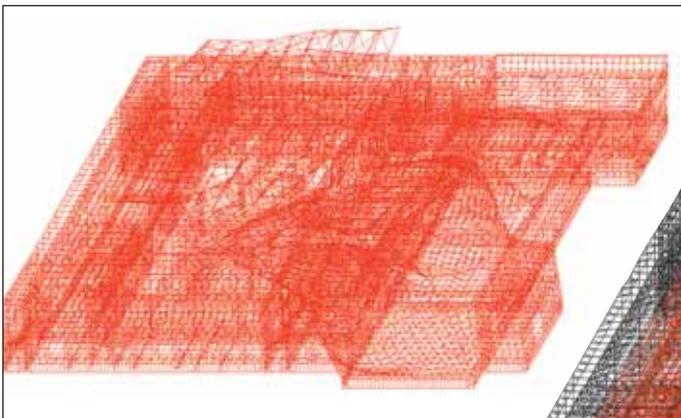


Рис. 10. Деформированная схема здания без системы РМСО с усиленными конструкциями наземной части (10-я форма колебаний)

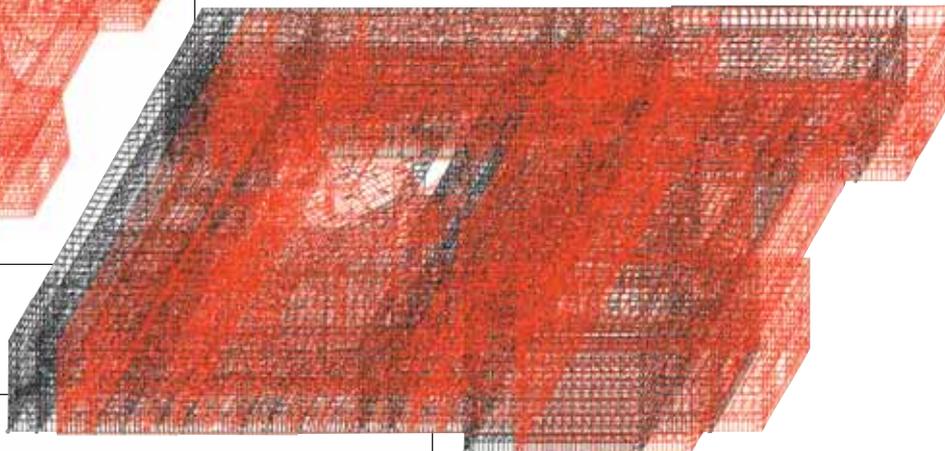


Рис. 11. Деформированная схема здания с РМСО (1-я форма колебаний)

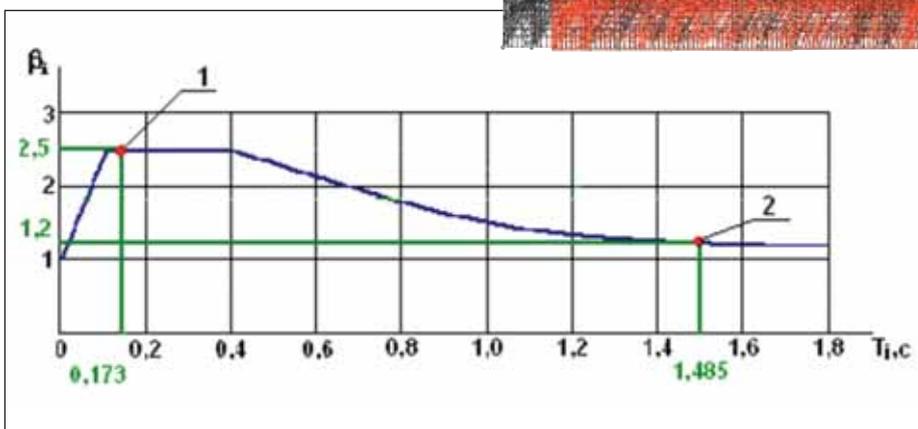


Рис. 12. График зависимости  $\beta_i$  от  $T_i$

Анализ полученных результатов свидетельствует о следующем.

1. Базовый вариант здания драмтеатра имеет объемно-планировочные и конструктивные показатели (распределение масс и жесткостей), наиболее неблагоприятные с точки зрения восприятия возможных сейсмических нагрузок.
2. Деформирование строительных конструкций здания (без сейсмоусиления), возведенного с существенными отклонениями от нормативных требований, при расчетном сейсмическом воздействии носит непредсказуемый (нерегулярный) характер.
3. При землетрясении расчетной интенсивности в элементах и узлах здания без сейсмоусиления возникнут расчетные усилия (напряжения), в 7-15 раз превышающие нормативные значения сопротивлений кладки. С учетом фактического состояния конструкций эта величина существенно больше.
4. С точки зрения восприятия сейсмических нагрузок наиболее уязвимы конструкции сценической коробки, структурного покрытия и узлы примыкания внутреннего двора к основному строению.

**Периоды собственных колебаний**

Табл. 1

|  | Вариант 1*                           | Вариант 2 |
|--|--------------------------------------|-----------|
| Здание, усиленное традиционными методами | Здание на резинометаллических опорах |           |
| $T_1 = 0,173$ с                          | $T_1 = 1,485$ с                      |           |
| $T_2 = 0,164$ с                          | $T_2 = 1,397$ с                      |           |
| $T_3 = 0,159$ с                          | $T_3 = 1,224$ с                      |           |

\*Примечание. В первом варианте речь идет об относительной величине периода (мгновенная частота) собственных колебаний, определенных для сценической коробки.

Табл. 2

| Параметры  | Расчетная модель             | Вариант 1.  | Вариант 2.                     |
|--|------------------------------|---|--------------------------------|
|  |                              | Здание без РМСО, наземная часть которого усилена традиционными методами | Сейсмоусиленное здание на РМСО |
| <b>Максимальные нормальные напряжения в простенках (МПа) от особого сочетания нагрузок</b> |                              |   |                                |
| Стена по оси 15 (М — У)  | горизонт. напряж., сж./раст. | -0,16 (0,12)  | -0,11 (0,07)                   |
|  | вертик. напряж. сж./раст.    | -0,59 (0,13)  | -0,46 (-)                      |
| Стена по оси У (15 — 10)   | горизонт. напряж. сж./раст.  | -0,18 (0,087)   | -0,17 (0,05)                   |
|  | вертик. напряж. сж./раст.    | -0,48 (0,04)  | -0,35 (0,04)                   |

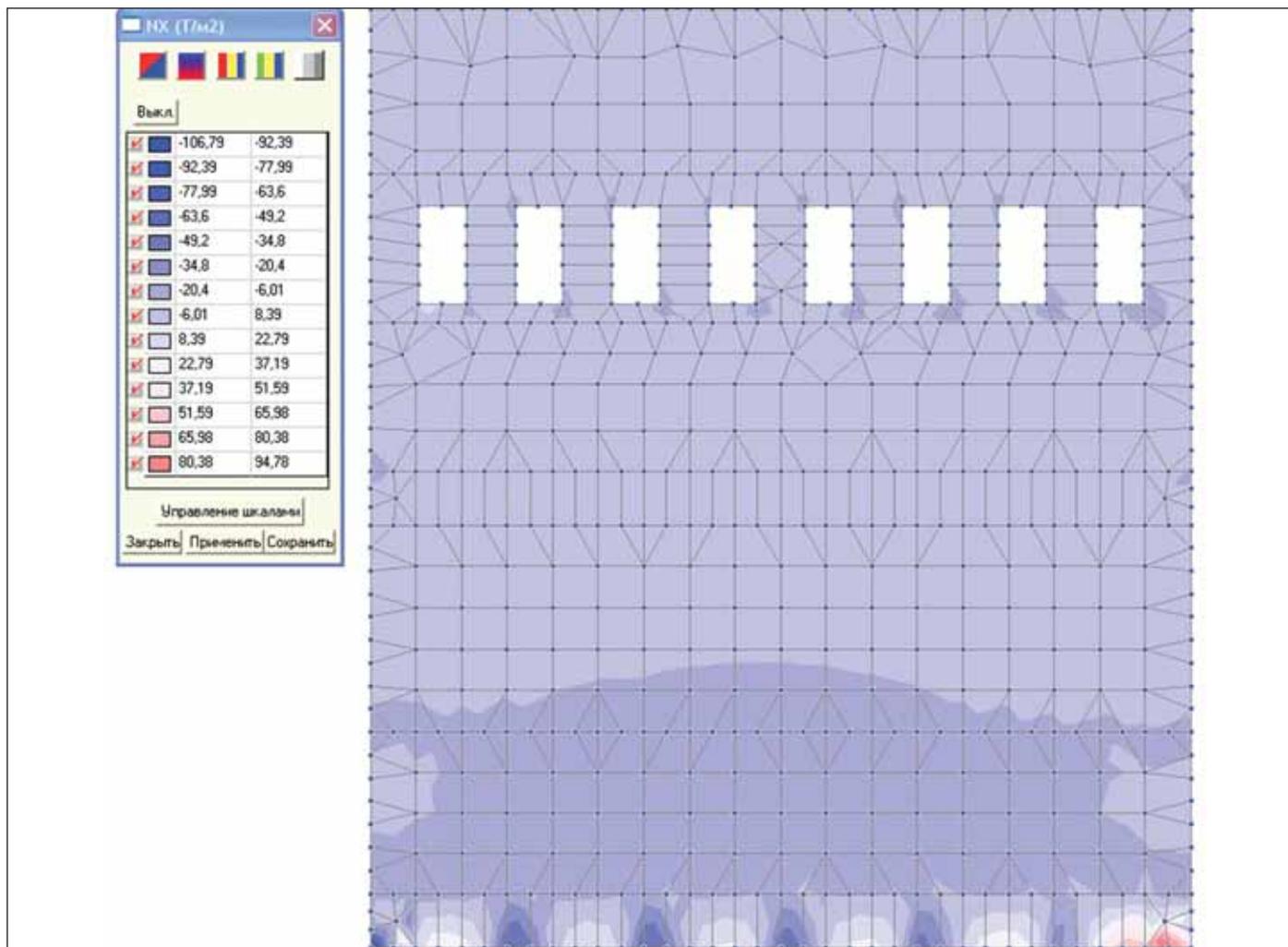


Рис. 13. Распределение напряжений в стене сценической части здания по оси 15 (М-У) при расчете по варианту 2

5. Оптимальным (с точки зрения максимального сохранения существующих планировочных решений и конструктивных элементов) методом комплексной сейсмозащиты здания является метод с применением РМСО.
6. Основной вклад в работу системы с РМСО (98%) вносят первые три формы колебаний. В отличие от базового проекта характер деформирования усиленного здания носит ярко выраженный поступательный характер (рис. 11). Конструкции и узлы системы колеблются как одно целое, что приводит к более равномерному распределению усилий.
7. Сравнение значений периодов собственных колебаний здания по двум вариантам (соответственно без использования и с использованием РМСО) подтверждает возможность существенного регулирования динамических характеристик и свойств системы.
8. По первой форме период колебаний здания на резиноталлических опорах в 8,56 раза (1,485/0,173) превышает аналогичный период для

здания без РМСО, что в свою очередь свидетельствует о возможном снижении значения динамического коэффициента  $\beta_1$  до двух и более раз (рис. 12). В реальной конструкции это значение будет существенно выше за счет нелинейного характера работы РМСО и более высокого, по сравнению с расчетным значением, затухания в системе.

9. Анализ напряженного состояния конструкций сценической коробки показывает возможность благоприятного перераспределения и снижения (до 1,5 раз – при растяжении и до 12 раз – при сжатии) напряжений и усилий в наземных конструкциях при устройстве РМСО. Максимальные значения напряжений "перемещаются" от перемычек и простенков, как наиболее уязвимых частей стен, в основание и ростверк, резервы конструктивной защиты которых значительно шире.

Приведенный пример показывает, что возможности, предоставляемые программным комплексом SCAD Office, позволяют в полном объеме и с необходимой степенью точности смоделиро-

вать напряженно-деформированное состояние сложной трехмерной несущей конструкции, подвергнутой интенсивным сейсмическим воздействиям. При этом время, необходимое для создания достаточного количества вариантов расчетных схем, выполнения расчетов и анализа их результатов, вполне приемлемо для обоснования конструктивных решений в условиях проектирования реальных строительных объектов.

*Наталья Мосина,  
заместитель директора  
ООО "СКАД СОФТ"*

*Дмитрий Веревкин,  
специалист по архитектурно-  
строительным САПР  
ООО "СКАД СОФТ"  
Тел.: (495) 267-4076  
E-mail: scad-soft-m@mtu-net.ru*

*Мурад Чубаков,  
инженер лаборатории  
сейсмостойкости сооружений  
ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко  
ФГУП НИЦ "СТРОИТЕЛЬСТВО"  
Тел.: (495) 170-0693  
E-mail: akbiev@seismo.ru*



# Опыт применения Project Studio<sup>CS</sup> Конструкции

ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МОНОЛИТНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ В ОАО "ЯРПРОМСТРОЙПРОЕКТ"

В наши дни фактически все города России испытывают настоящий строительный бум. Не остался в стороне от этого процесса и Ярославль. Крупный областной и туристический центр, входящий в Золотое кольцо России, этот город стал привлекательным для вложения инвестиций в строительство как жилых зданий, так и сооружений промышленного и торгово-развлекательного характера. За последние несколько лет значительно возросло количество сданных в эксплуатацию, возводимых и проектирующихся объектов.

Современная архитектура города диктует свои формы, которые требуют применения новых технологий. Уходит в прошлое использование сборного железобетона в конструкции зданий. Все большее применение находит монолитный железобетон. Как показало время, это удобно и практично. Отказ от типовых номенклатурных изделий оставляет архитектору больше свободы для реализации его замыслов. А вот проектировщику стало работать сложнее: специфика проектирования монолитных железобетонных конструкций требует принятия нестандартных и быстрых решений. Это тем более актуально, что сроки проектирования и внесения в проект необходимых изменений, как правило, весьма сжаты.

При детальном разборе становится очевидным, что большую часть работы над проектом составляют рутинные операции, такие как:

- оформление проектной документации;
- составление спецификаций;
- подсчет количества арматурных стержней в конструкциях перекрытий;

- проектирование арматурных сеток;
- маркировка изделий;
- расчет загибов арматурных стержней;
- расчет защитного слоя бетона;
- распределение арматуры на участке;
- проектирование хомутов и фиксаторов;
- расчет минимального и максимального шага арматурных стержней.

Этот список можно продолжать и продолжать. Разумеется, при обработке такого огромного объема информации возникают ошибки, многое приходится пересчитывать — а это потери драгоценного времени. При необходимости же внесения в проект корректировок проблема еще более усугубляется.

Соответственно, сам собой напрашивается вопрос: можно ли сократить время разработки и избавиться от рутинных операций, поручив их выполнение машине? Существует ли программный продукт, способный справиться с этой задачей? Да, такой продукт есть!

Многие проектные организации нашего региона, столкнувшись с подобными проблемами, обратились к специалистам CSoft Ярославль. Им был предло-

жен программный продукт Project Studio<sup>CS</sup> Конструкции (разработка компании Consistent Software Development).

Project Studio<sup>CS</sup> Конструкции — специализированное графическое приложение на базе AutoCAD, предназначенное для конструкторов, разрабатывающих комплекты рабочих чертежей марок КЖ и КЖИ. Средствами модуля вычерчиваются схемы, узлы и фрагменты армирования, арматурные детали и изделия, которые автоматически специфицируются. Также в автоматическом режиме производятся вычисления нормативных параметров, таких как загибы стержней, соотношения диаметров хомутов и огибаемых ими стержней и др.

Еще на этапе тестирования пользователи по достоинству оценивают простоту использования Project Studio<sup>CS</sup>, а интуитивно понятный интерфейс позволяет быстро освоить программу. Не возникает проблем и при работе с уже существующими проектами, выполненными в AutoCAD.

Сегодня Project Studio<sup>CS</sup> используется ведущими проектными институтами региона, среди которых лидирующее положение занимает ОАО "Ярпромстройпроект".

Кратко остановимся на истории этой организации.

В 1969 году приказом №64 министр Госстроя СССР утвердил создание в Ярославле комплексного отдела московского Государственного проектного института №6 (ГПИ-6), который в 1992 году был преобразован в акционерное общество. За годы плодотворной работы институт наладил тесные контакты не только с отечественными заказчиками, но и

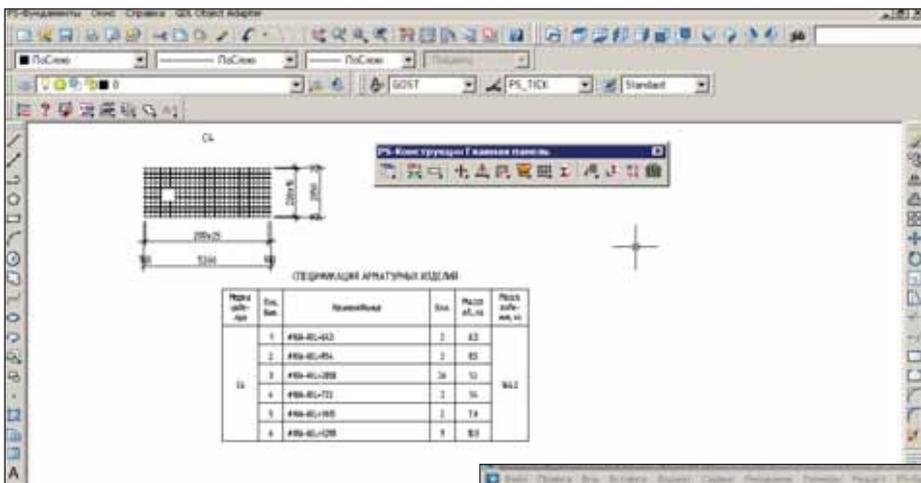


Рис. 1

партнерами из республик бывшего Советского Союза, а также из стран дальнего зарубежья: Германии (цех детского питания на Ярославском молокозаводе), Франции (малоэтажное жилое строительство), Финляндии (универсальный ледовый дворец спорта "Арена-2000"), Словении (здание Сбербанка).

Рассказывает начальник отдела САПР ОАО "Ярпромстройпроект" *Любовь Юрьевна Шарипова*: "В наше время продолжать проектировать по старинке значит с неизбежностью обречь себя на отставание от конкурентов. Поэтому руководство нашей организации приняло решение приобрести современное программное обеспечение, позволяющее решать задачи проектирования зданий и сооружений с использованием технологии монолитного железобетона. Основным критерием, которому должен был соответствовать такой программный продукт, была легкость его освоения. В результате тщательного анализа нескольких вариантов мы остановили свой выбор на Project Studio<sup>CS</sup> Конструкции. И ни разу об этом не пожалели. Наши специалисты по достоинству оценили возможности этого продукта:

- **автоматическое составление спецификаций** — эта функция незаменима при проектировании арматурных изделий: отпадает необходимость расчета длины и количества арматуры, имеется возможность быстро вносить необходимые корректировки в изделие, например, добавить в сетку отверстие (рис. 1);
- **автоматическое распределение и подсчет арматуры в схемах армирования** — используя этот инструмент, проектировщик избавляется от необходимости подсчитывать стержни и сетки на схеме армирования. Достаточно задать необходимый шаг или нахлест и указать границы распределения — все остальное осуществляется в автоматическом режиме (рис. 2);

по слоям верхней и нижней арматуры, а также полное соответствие создаваемой проектной документации российским СНиПам и ГОСТам делают этот продукт незаменимым для проектировщика.

По самым скромным подсчетам, использование Project Studio<sup>CS</sup> Конструкции позволило нам сэкономить до 40% рабочего времени, ранее уходившего на выполнение множества повседневных рутинных операций. Однако мы не намерены останавливаться на достигнутом и планируем значительно увеличить количество рабочих мест, оснащенных Project Studio<sup>CS</sup>.

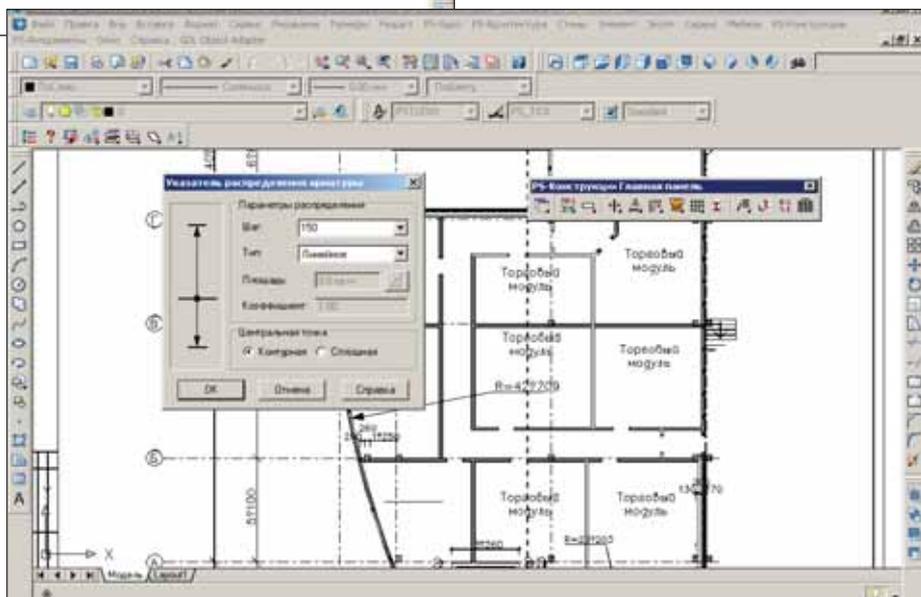


Рис. 2

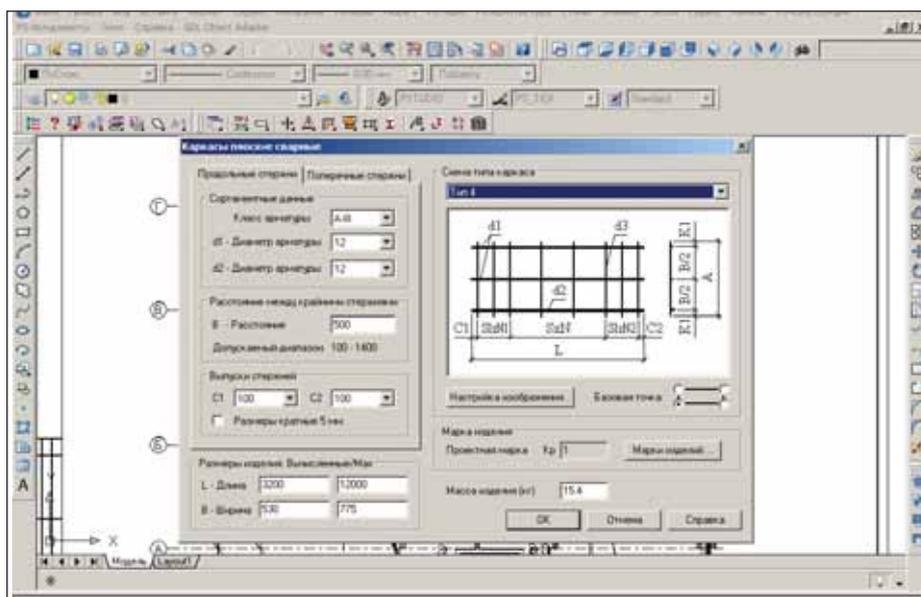
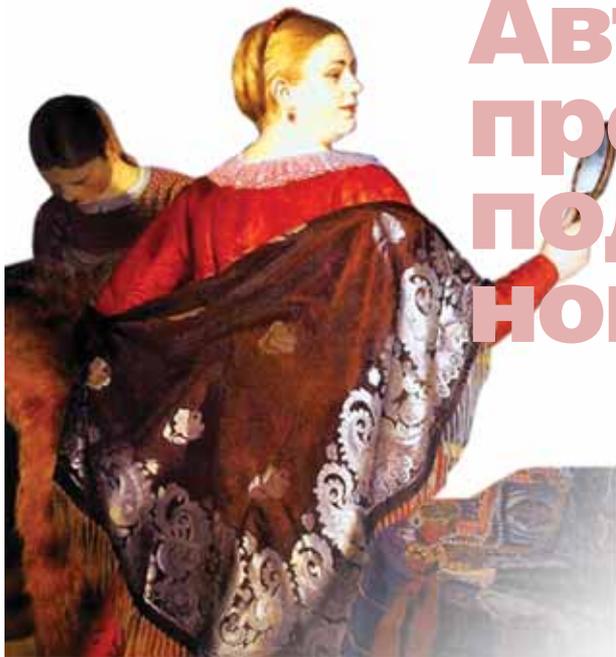


Рис. 3

- **инструмент создания сварных каркасов** — позволяет быстро спроектировать каркас любой сложности и формы (рис. 3).  
Удобство реализации функции одиночного армирования с распределением

**Алексей Седов**  
**CSoft Ярославль**  
 Тел./факс: (4852) 73-1756  
 E-mail: sedov@csoft.yaroslavl.ru



# Автоматизация процессов подготовки новых изделий

## В ТЕКСТИЛЬНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

**В** современных условиях важной предпосылкой экономического успеха любого текстильного предприятия является оперативная реакция на тенденции моды и спрос рынка на различные виды изделий, рисунки, цветовые гаммы и т.п. Для печатных производственных предприятий, самостоятельно занимающихся разработкой дизайна своих изделий, наиболее длительный и трудоемкий этап подготовки к выпуску новой продукции — изготовление плоских либо ротационных шаблонов, с помощью которых осуществляется печать.

Традиционная ручная технология подготовки таких шаблонов включает следующие этапы.

1. Художник воспроизводит цветной рисунок текстильного дизайна на бумаге (крок) обычно только в одной колористике (количество цветов в которой не должно превышать возможностей печатной машины), поскольку изготовление каждого колористического решения в полный размер очень трудоемко. Иногда фрагменты рисунка изготавливаются в разной колористике. Рисунок утверждается художественным советом и принимается к дальнейшему производству.
2. На основании крока изготавливается комплект калек или пленок, с которых фотографируются отдельные шаблоны. Эта операция фактически представляет собой цветоделение, выполняемое вручную: копировщик поочередно, цвет за цветом, перерисовывает изображение с крока на

лист прозрачной пленки или кальки. Естественно, на это уходит очень много времени. Так, на изготовление комплекта из 8-10 пленок размером 90х90 см может потребоваться 2-3 месяца.

3. Пленки после проверки передаются в шаблонную мастерскую для изготовления шаблонов.
4. В соответствии с кроком колорист подбирает из своей колортеки (набора набивок или выкрасок на ткани с известными рецептами печатных красок) комбинацию цветов для нового колорита. При этом вид изделия в выбранной гамме существует лишь в воображении, поскольку узнать, как оно будет выглядеть в действительности, можно будет только после печати пробной партии. Это обусловлено тем, что печатные машины, которыми оснащены отечественные текстильные предприятия, рассчитаны на большие объемы и не способны качественно напечатать 1-3 изделия. Пробного оборудования, позволяющего вывести на печать одно изделие с использованием производственных шаблонов, на российских предприятиях практически нет (по крайней мере, автору такие предприятия неизвестны, за исключением Павловопосадской платочной мануфактуры).

Из описанных операций допечатной подготовки текстильных изделий можно автоматизировать:

- подготовку изображений шаблонов;
- отработку колористических решений;

- подбор рецептов печатных красок, обеспечивающих соответствие цвета в утвержденных образцах и промышленных изделиях.

Автоматизация этих операций позволит обеспечить:

- ускорение сроков подготовки новых изделий, сокращение производственного цикла от дизайнера до готового изделия;
- высокую точность изготовления печатных шаблонов. Подготовленные с помощью компьютера изображения выводятся на пленку или непосредственно на заготовку для шаблона. В зависимости от способа гравирования шаблонов точность может составлять 28 мкм (для установки прямого гравирования WaxJet Robustelli). При этом достигается столь же высокая точность взаимного расположения изображений в разных шаблонах, обеспечивающая идеальное трафлетное рисунка;
- возможность в короткое время создать и документировать (вывести на бумагу) большое количество колористических решений изделия для отбора и последующего утверждения лучших;
- более быструю и качественную подготовку изображений полутоновых рисунков с помощью автоматического генерирования на компьютере регулярных или стохастических растров;
- точное цветовое соответствие серийных изделий утвержденным эскизам;
- возможность моделирования будущих изделий на допечатном этапе (и

даже анализа спроса на них — при использовании установок, позволяющих печатать непосредственно на ткани текстильными красителями с применением технологии струйной печати).

Не вдаваясь в подробности технологии изготовления печатных шаблонов, рассмотрим особенности автоматизации этих операций на ОАО "Павловопосадская платочная мануфактура".

### Подготовка изображений шаблонов

Эта часть технологического процесса включает следующие этапы:

- сканирование крока;
- цветоделение отсканированного изображения — подготовка монохромных изображений отдельных печатных шаблонов;
- проверка правильности цветоделения с выводом в цвете на бумагу;
- вывод цветоделенных пленок (устаревшая технология) или передача файлов в шаблонную мастерскую для прямого гравирования шаблонов с использованием установок компаний Robustelli, Lusher, CST и др.;
- экспонирование, проявление и последующая обработка шаблонов;
- проверочная печать рисунка с изготовленных шаблонов на ручном пробном столе, осуществляемая на бумаге водорастворимыми красками (например, производства итальянской фирмы Saati).

**Сканирование крока.** Подготовка (цветоделение) изображений шаблонов выполняется в специализированных программах, учитывающих текстильную специфику и позволяющих эффективно работать с большими (30000x30000 пикселей и более) изображениями.

Однако сначала изображение крока должно быть отсканировано с требуемым разрешением (порядка 500 пикс./дюйм). При этом следует учитывать, что кроки, например, платочных изделий могут иметь размеры 72x72 см, 90x90 см, 132x70 см, 160x80 см. Еще совсем недавно отсканировать такие оригиналы можно было лишь на специальных барабанных сканерах. Стоимость таких устройств колебалась от 120 до 200 тысяч долларов. Правда, многие из них позволяли дополнительно выводить обработанные изображения на фотопленку, однако с развитием технологии прямого гравирования (CTS — "computer-to-screen") эта возможность стала неактуальной.

С появлением цветных роликовых сканеров, цена которых была менее 25 тысяч долларов, а качество получаемого изображения росло с каждым годом, участь барабанных сканеров была предопределена.

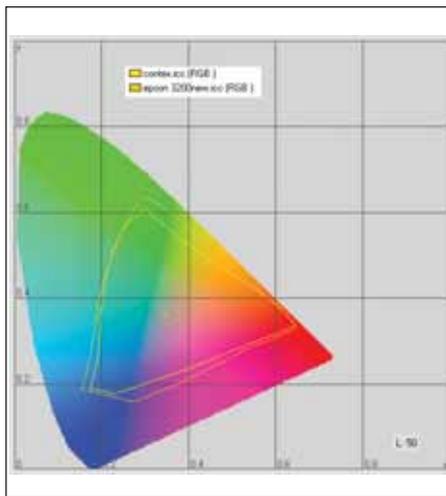


Рис. 1. Цветовые охваты сканеров Contexx Crystal Tx 40 и Epson Perfection 3200 Photo

В свое время Павловопосадская платочная мануфактура приобрела один из первых цветных сканеров фирмы Contexx — FSC8000. Он прослужил верой и правдой четыре года и был заменен на Crystal Tx 40, обладающий более высокими характеристиками.

Этот сканер несложен в обслуживании, а процедура его юстировки и цветоделирования осуществляется полностью автоматически — нужно только запустить сервисную программу, входящую в комплект поставки, и вставить специальную эталонную тест-таблицу. Тракт сканирования у Crystal Tx 40 прямолинейный, а толщина оригиналов может достигать 15 мм. Это позволяет сканировать кроки, нарисованные, например, на толстом картоне. Ширина сканирования составляет 40 дюймов (101,6 см), максимальная ширина оригинала — 109,2 см, оптическое разрешение сканера — 508 dpi, что является стандартным разрешением отсканированных изображений текстильных рисунков. Разрядность передаваемых на компьютер данных — 24 бита, подключение к компьютеру возможно как по интерфейсу SCSI, так и по FireWare (IEEE 1394). В комплект поставки, наряду с фирменным программным обеспечением, входит программа RasterID (разработчик — компания Consistent Software Development), с помощью которой и осуществляются все операции по сканированию. Кроме того, имеется plug-in, позволяющий осуществлять сканирование из Adobe Photoshop.

Важным показателем при разработке текстильных дизайнов с использованием компьютерной обработки является широта цветового охвата вводных и выводных устройств. Оценить цветовой охват сканера Crystal Tx 40 позволяет рис. 1, где для сравнения приведен также цветовой

охват сканера Epson Perfection 3200 Photo, который хотя и относится к разряду устройств, ориентированных на рынок SOHO, имеет достаточно высокие характеристики: так, например, его динамический диапазон превышает 3D. Как видно из приведенных графиков, построенных с помощью пакета Profile Maker, Crystal Tx 40 проигрывает этому сканеру совсем незначительно.

**Цветоделение отсканированного изображения** имеет свою специфику, не позволяющую использовать известные программы обработки изображений типа Adobe Photoshop. В первую очередь это связано с большим размером файлов растровых изображений. Так, при разрешении 500 dpi файл размером 160x160 см, имеющий формат RGB 8 бит/канал, займет около 992 Мб. Далеко не всякая программа и не на каждом компьютере сможет обработать такие изображения. Поэтому для ускорения процесса используются разные способы уменьшения размеров файлов:

1. **Цветоделение изображения** на этапе сканирования или сразу же после него. Например, программа RasterID позволяет осуществлять достаточно много операций по обработке отсканированного изображения, в том числе — выполнять операцию разделения изображения по цветам. При этом цвета, отнесенные оператором к разным группам, сохраняются в разных растровых файлах. Подобную же операцию можно выполнить и с помощью модуля Color Processor, входящего в состав программы Spotlight Pro, речь о которой пойдет ниже. Этот способ применяется только при работе с качественными оригиналами (с равномерно закрашенными областями разного цвета, четко отрисованным контуром). На практике полученные таким методом изображения обычно нуждаются в последующей правке.
2. **Занижение количества цветов, использование индексированных цветов.** Так работают специализированные текстильные программы, в частности программа TreePaint (разработчик — итальянская компания DS Informatica), в которой используется свой формат представления данных, а также применен весьма эффективный алгоритм компрессии.

Отметим, что большой объем работы по ретушированию изображения обусловлен тем, что художник не в состоянии нарисовать крок, пригодный для цветоделения непосредственно после сканирования. Выполненные гуашью сплошные заливки областей после сканирования на самом деле содержат мно-

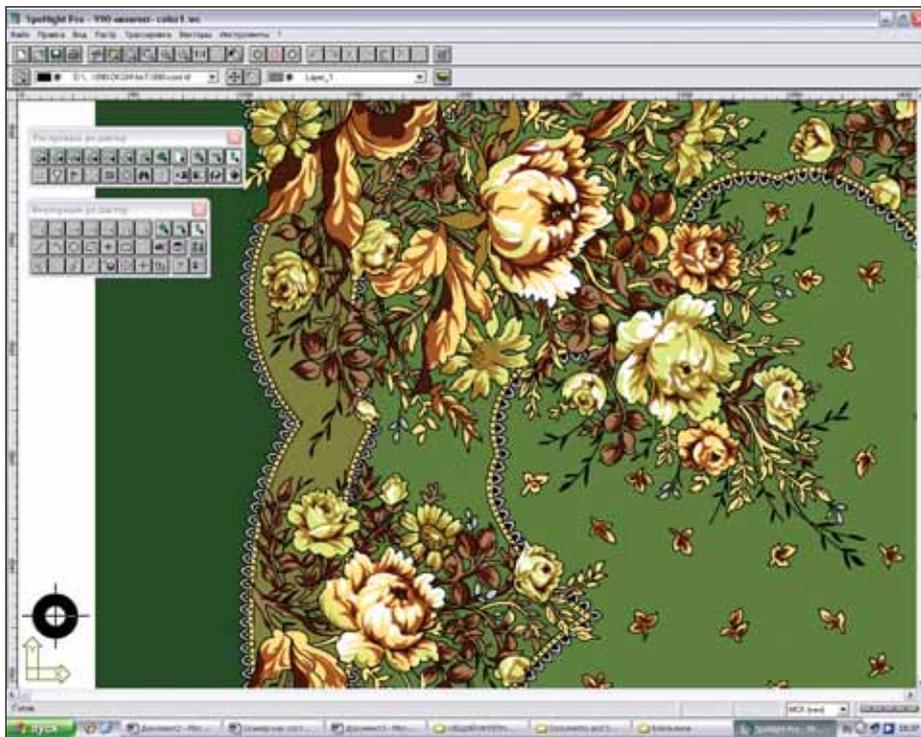


Рис. 2. Окно программы Spotlight Pro

жество цветов, совпадающих с цветами, обнаруживаемыми сканером в областях, которые следует отнести к другому шаблону. В контурных рисунках возникает проблема выделения и правки контура, о чем речь пойдет ниже.

В общих чертах обработка таких изображений включает следующие операции:

- чистка (ретуширование) изображения: заливка "дырок", удаление мелкого "мусора", появившегося при сканировании, выравнивание рваных краев изображения;
- отнесение отдельных цветов к различным шаблонам с учетом "накладов" — областей, в которых при печати две краски накладываются одна на другую;
- "затаскивание" изображения под контур или одного цвета под другой (операция, аналогичная треппингу в полиграфии).

Наиболее специфичная задача для текстильных рисунков — выделение контура. В готовых изделиях контур должен иметь равномерную толщину, в зависимости от дизайна — до 0,2 мм. Между тем в авторских кроках контур обычно нарисован недостаточно ровно, имеет разную толщину, чаще всего превышающую требуемую, прерывается. Кроме того, при сканировании на границе черного (как правило) контура с областями других цветов образуется множество пикселей промежуточного цвета, которые автоматически отнести

к той или иной области невозможно. Поэтому в большинстве случаев контур приходится заново обрисовывать на компьютере.

Для работы с такими рисунками предназначена программа Spotlight Pro (разработчик — компания Consistent Software Development), которая представляет собой гибридный растрово-векторный редактор, позволяющий одновременно отображать на экране монитора отсканированный крок, растровые слои отдельных шаблонов и векторный рабочий слой. Изображение, созданное в векторном слое, можно превратить в растровое и отнести к любому редактируемому слою. Таким образом, контур может быть сначала отрисован в векторном слое поверх изображения крока с помощью прямых линий, дуг или полилиний, а затем растеризован.

Растровые слои — монохромные, поэтому хорошо поддаются компрессии. Программа поддерживает работу с изображениями более 30 000 пикселей и весьма нетребовательна к ресурсам: она вполне успешно работает на компьютерах с оперативной памятью 128 Мб!

Кроме того, важным достоинством программы является небольшая (по сравнению со специализированными программами) стоимость, что немало важно для большинства современных российских предприятий, испытывающих недостаток средств.

Перед передачей подготовленных изображений шаблонов в шаблонную

мастерскую их необходимо тщательно проверить. Опыт показывает, что проверка на экране компьютера неэффективна, кроме того, при этом велика вероятность пропуска ошибок. Между тем себестоимость изготовления одного печатного шаблона в зависимости от его размера и используемой ситоткани составляет от 300 до 600 долларов, а многие допущенные оператором ошибки в уже готовом шаблоне трудно или невозможно исправить. Чтобы избежать этого, в дополнение к проверке на экране монитора необходимо "сымитировать" процесс печати, для чего требуется сгруппировать изображения отдельных шаблонов в единое изображение и вывести его на бумагу. Подобную операцию можно выполнить непосредственно в программе подготовки изображения, которая в состоянии смоделировать результат наложения двух разных красок друг на друга.

Вывод проверочного изображения на бумажный носитель должен осуществляться с помощью широкоформатного устройства — плоттера с шириной печати не менее 90 см. Большие изображения могут быть выведены по частям.

### Разработка колористических решений

При использовании компьютера для разработки вариантов колористического решения текстильных изделий наиболее важной и сложной задачей является обеспечение точного цветовоспроизведения на экране монитора и на бумажном носителе. Те или иные средства цветокалибровки встроены во все специализированные программы текстильных дизайнов и обычно выделяются в отдельный модуль колористики. Для калибровки и профилирования монитора и принтера можно использовать широко распространенные программно-аппаратные средства, такие как комплект EyeOne Photo компании Gretag Macbeth. Впрочем, при работе с новейшими версиями Spotlight Pro привлечения каких-либо дополнительных программ уже не требуется.

В ОАО "Павловопосадская платочная мануфактура" при выводе на бумагу изображений для проверки шаблонов и колоритов используется широкоформатный плоттер Canon W7200. Максимальное разрешение его — 1200x600 dpi, печать осуществляется шестью красками, в которых стандартная СМУК-палитра дополнена красками Photo Cyan и Photo Magenta. Максимальная ширина носителя — 917 мм, длина выводимого изображения может достигать 15 м. Допускается подключение плоттера как по интерфейсу FireWare, так и напрямую к се-

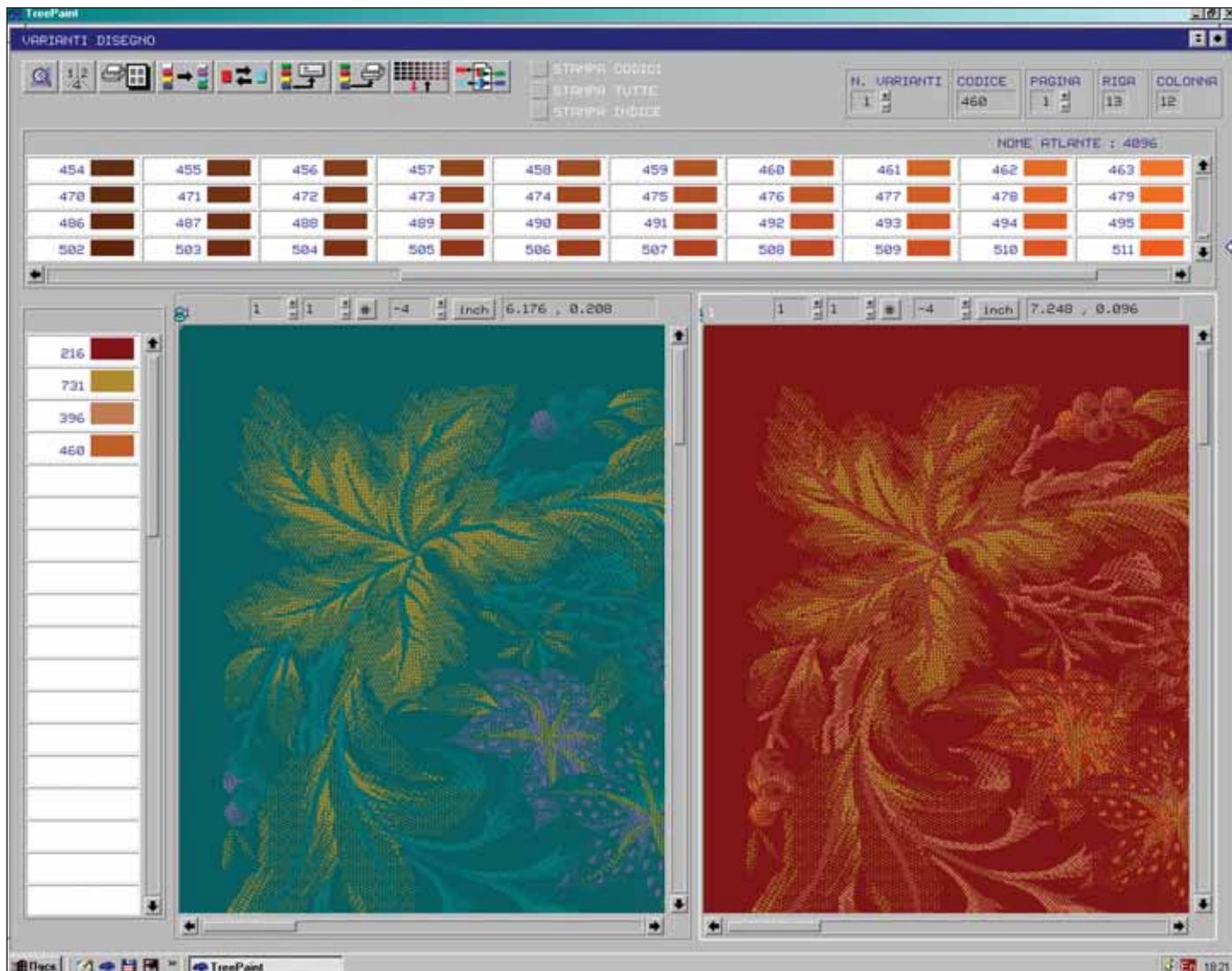


Рис. 3. Окно программы TreePaint при работе с колоритами

ти FastEthernet. Используются отдельные картриджи большого (330 мл) объема. Наряду с использованием рулонной подачи возможна и ручная подача листов бумаги формата А4 и выше, толщина носителя при этом может достигать 0,5 мм.

Плоттер весьма надежен в работе: за время его эксплуатации ни разу не было допущено дефектов печати, что свидетельствует о хорошо реализованной процедуре чистки головки. Отметим, что при необходимости печатная головка может быть заменена пользователем са-

мостоятельно, без обращения в сервис-центр.

На рис. 4 приведены цветовые охваты плоттера W7200 для двух типов бумаги: специальной бумаги для струйной печати плотностью 90 г/м<sup>2</sup> компании Rexam и полуглянцевой (satin) фотобу-

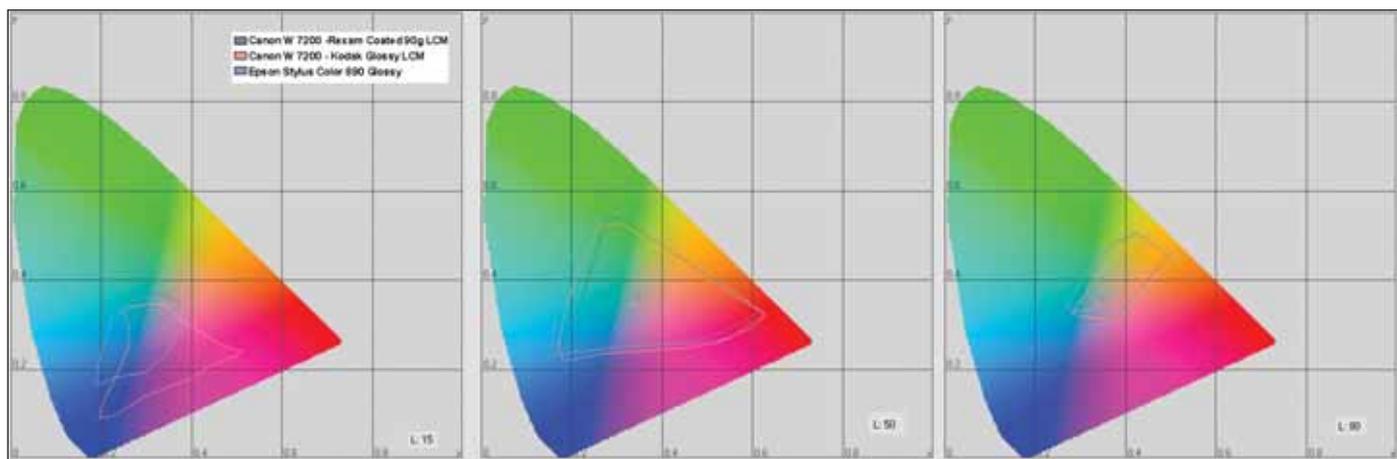


Рис. 4. Цветовой охват плоттера Canon W7200 в сравнении с принтером Epson Stylus Photo 890

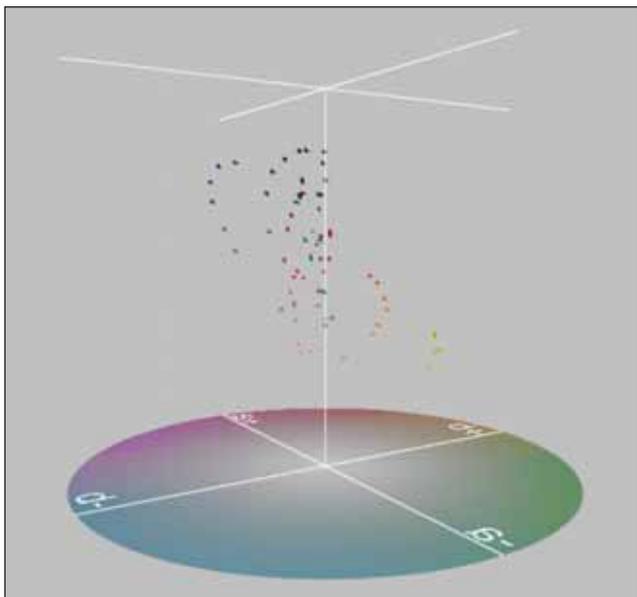


Рис. 5. Представление текстильных красителей в пространстве CIE Lab

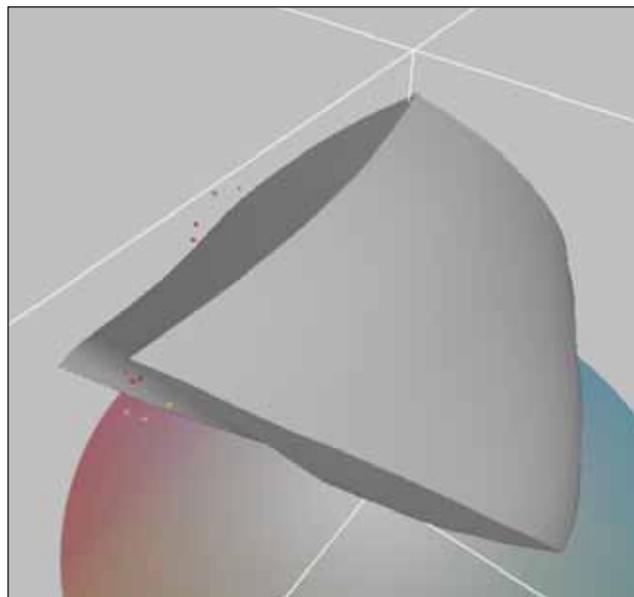


Рис. 6. Красители, не попадающие при некоторых концентрациях в цветовой охват плоттера Canon W7200

маги плотностью 180 г/м<sup>2</sup> компании Kodak. Для сравнения показан охват принтера Epson Stylus Color 890 с такой же шестикрасочной системой печати при использовании фирменной фотобумаги Epson Photo Paper плотностью 194 г/м<sup>2</sup>. Как видно из рисунка, в области средних (L=50) и светлых (L=80) тонов цветковые охваты двух устройств достаточно близки. Вместе с тем в области теней (L=15) плоттер Canon W7200 при печати на фотобумаге имеет значительно более широкий охват, немного проигрывая в области голубых, но выигрывая в области синих, фиолетовых и красных тонов.

Известно, что цветовой охват текстильных красителей зачастую превосходит цветовой охват полиграфической триады, а также большинства RGB-пространств. К сожалению, автор не имеет возможности получить столь же наглядное представление цветового пространства текстильных красителей, как это удастся сделать для цифровых устройств ввода-вывода с использованием их профайла. Однако оценить цветовой охват текстильных красителей можно, измеряя цветовые координаты так называемых концентрационных серий – групп набивок или выкрасок, выполненных каждой краской при разных ступенчато изменяющихся значениях ее концентрации. Так, на рис. 5 показаны точки, соответствующие цветовым координатам набивок, сделанных с помощью кислотных красителей (родамин, алый, бордо, ярко-голубой, синий, желтый, оранжевый, фиолетовый, серый, черный), используемых на предприятии для печати по шерсти, в пространстве CIE Lab.

На рис. 6 показаны те же точки вместе с цветовым пространством плоттера

Canon W7200 при печати на уже упомянутой полуглянцевой фотобумаге фирмы Kodak. Рисунки получены с помощью программы Monaco Profiler 4.7. Все точки, за исключением ряда оранжевых и желтых, попадают в охват плоттера, а значит, могут быть без искажений отображены на бумаге. К сожалению, на печатных устройствах, использующих палитру СМΥК, большого цветового охвата достичь нельзя. При необходимости применить цвет, не попадающий полностью в цветовой охват плоттера, моделирование на бумаге будет не вполне точным, однако только в отношении этого цвета, что все же позволит получить достаточно полное представление о будущем изделии.

### Подбор рецептов печатных красок

При описанной методике подготовки колоритов с неизбежностью возникает и необходимость обеспечить точное соответствие цвета в утвержденных образцах на бумажном носителе и в серийных изделиях при печати на ткани. Это позволяют осуществить программно-аппаратные комплексы, обеспечивающие автоматизацию подбора рецептов печатных красок по данным спектрометрического измерения бумажных образцов. Такие комплексы включают спектрофотометр, лабораторное оборудование для получения пробных набивок или выкрасок (печатный стол или лабораторный красильный аппарат, сушильный шкаф, зрельник) и соответствующее программное обеспечение, которое предлагается компаниями, выпускающими спектрофотометры (Gretag Macbeth, Data Color, X-rite), а также разработчиками специализированных программных продуктов (например, Orintex).

В заключение отметим, что стоимость описанных в статье программно-аппаратных средств (без учета стоимости компьютеров и устройства вывода изображений на пленку или непосредственно на шаблон), включающих сканер Crystal Tx 4, программы Spotlight Pro 3.2, Adobe Photoshop CS, комплект для калибровки EyeOne Photo и плоттер Canon W7200, ориентировочно составит 23–25 тысяч долларов. Включение в этот набор программы TreePaint, обеспечивающей подготовку полутоновых рисунков, увеличит стоимость комплекта ориентировочно на 10 тысяч долларов. Такой объем инвестиций вполне по силам многим российским текстильным предприятиям, а внедрение описанной в статье технологии позволит им остаться "на плаву" в сложных условиях, сложившихся сегодня на рынке текстиля. Ведь основные конкуренты на этом рынке – Турция, Китай – имеют собственные разработки и широко используют чужие идеи в области автоматизации допечатной подготовки текстильных изделий. Автору доводилось видеть установку прямого гравирования шаблонов китайского производства на действующем печатном производстве вблизи Гуаньчжоу, правда, весьма сильно напоминающую установку Robustelli как внешне, так и по конструктивному исполнению...

*Павел Емельянов,  
к.т.н.,*

*директор по развитию и инновациям  
ОАО "Павловопосадская платочная  
мануфактура"  
Тел.: (49643) 5-6570  
E-mail: design@platki.ru*

# Живые страницы нашей истории...



*Народ, забывший свое прошлое, — не имеет будущего.*

Стоя у служебного входа в Государственный Исторический музей, мы ждем нашего гида и тщетно пытаемся вспомнить свое последнее посещение знаменитого места, но кроме трех известных портретов былых времен, смотрящих на Красную площадь, ничего не вспоминается. "Здравствуйте. Я не спрашиваю, когда вы были здесь в последний раз", — Кирилл Александрович Мееров обаятельно улыбается. Ироничная риторика фразы заставит нас врасплох. "Последний раз — никогда", — и, смущенно опустив глаза, мы идем вслед за энергичным начальником Сектора мультимедиа-ресурсов (Се-МуРГ) ГИМ ([www.shm.ru](http://www.shm.ru)).

После промозглой московской суеты поражают тишина и абсолютная прозрачность воздуха музейных залов, лишь эхо шагов посетителей и бодрый голос

Кирилла Александровича заставляют настроиться на рабочий лад. "...XV век, объединение Руси. Обратите внимание на эти гравюры — это наш первый "мультимедийный" продукт, — в глазах профессионала — неподдельная гордость плодами своего труда. — Часть уникальных экспонатов, особенно это относится к бумажным носителям, не выдержит и нескольких дней пребывания даже здесь, в почти стерильной атмосфере залов, поэтому нам приходится создавать абсолютно точные копии ветхих оригиналов".

Копии? В это трудно поверить, очень хочется провести рукой по пожелтевшей тисненой бумаге, перевернуть страницу, посмотреть следующую.

Кирилл Александрович словно читает мысли: "Взгляните на мониторы..." Современные Touch Screen LCD, стоя-

щие рядом с витринами, методично демонстрируют недоступное содержимое бесценных фолиантов, фрагменты гравюр, дополнительные музейные экспонаты из поистине огромного собрания ГИМ (4,5 млн. предметов, более 12 млн. документов). Вот они — страницы нашей истории, открывшиеся с помощью электронного экскурсовода. Час в компании нашего гида пролетает незаметно. Мы с интересом рассматриваем гравюры, акварели и карты, снова пытаемся отличить копию от оригинала, — но едва уловимые различия заметны только зоркому взгляду специалиста. Еще сложнее дело обстоит с картинами, распечатанными на холсте: разница между двумя полотнами одного и того же художника практически неразличима, хотя одно из них — копия, оригинал выставляется сейчас в другом месте. Кирилл Александрович



посвящает нас в свою идею: "В ближайшем будущем каждый посетитель музея сможет выбрать на таком мониторе понравившуюся ему картину или гравюру и получить на выходе с экспозиции ее точную копию, сделанную нашими специалистами с помощью современного оборудования и специальных технологий".

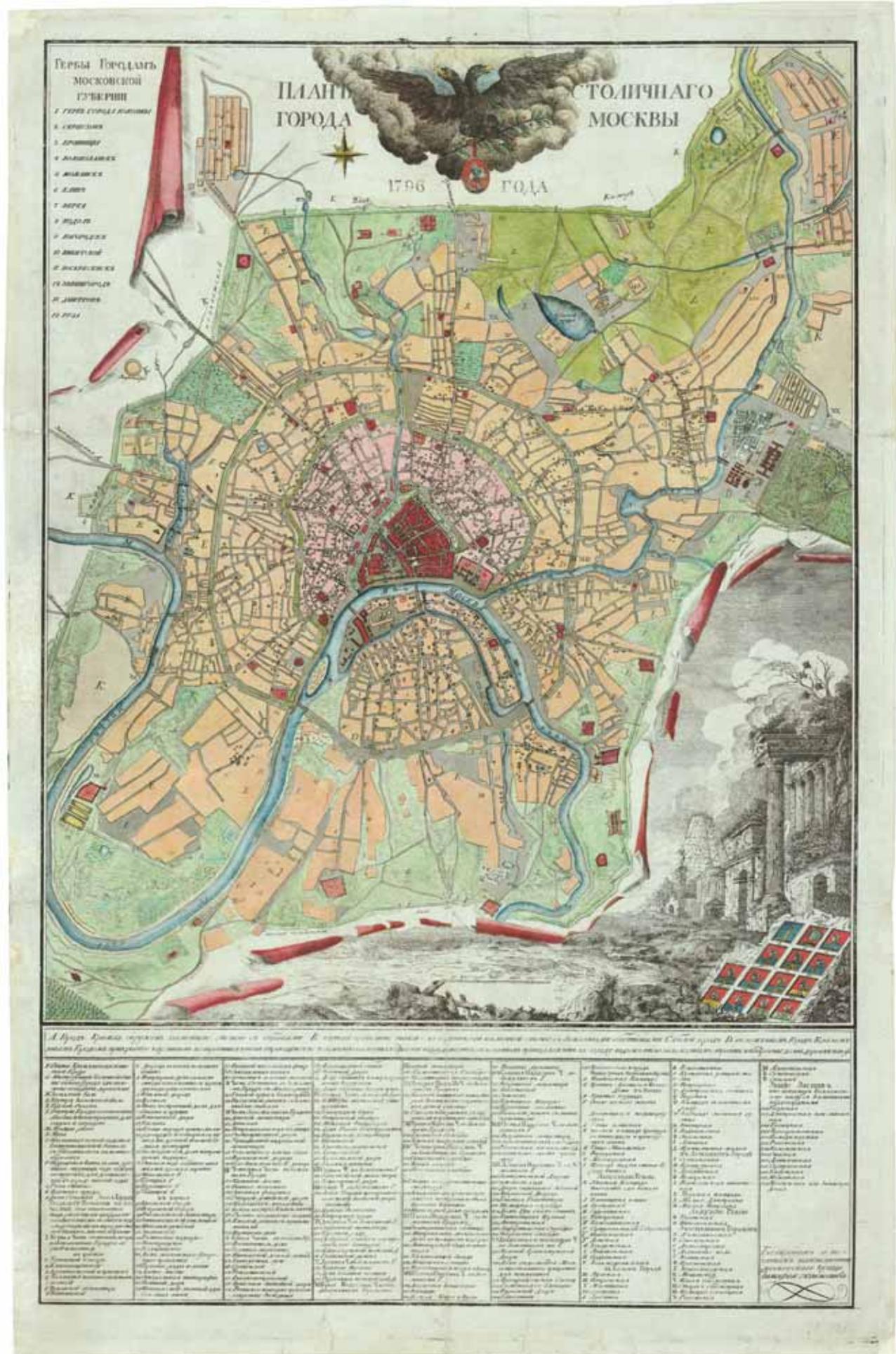
Кстати, о технологиях. Методы, используемые при изготовлении подобных копий, действительно уникальны, как уникальны и люди, которые с огромным энтузиазмом стараются сохранить для наших детей историю России. Государство Российское всегда держалось на образованных энтузиастах, этим мы и живы.

Люди, с которыми нам посчастливилось познакомиться и пообщаться в стенах Государственного Исторического музея, — яркий тому пример. Долгие годы (с 1986-го по 2001-й) музей был закрыт на капитальный ремонт, реставрацию и модернизацию зданий, и остается лишь догадываться, каких титанических усилий стоило не только дать ему второе дыхание, сохранив в том виде, в котором он проектировался в конце XIX — начале XX вв., но и возродить один из богатейших национальных музеев на новом современном уровне. Поэтому нет случайности в том, что за свою выставочную деятельность музей был выдвинут на соискание Государственной премии, а популярный журнал "Огонек" назвал ГИМ музеем года.

По окончании экскурсии Кирилл Александрович приглашает нас в свою лабораторию, расположенную в одной из башен музея. Не будем вдаваться в детали процесса старения древесины и особенности спектрального анализа красок оригинала — нам, конечно же, интересно, каким образом используется установленный здесь наш репрокомплекс Prizma, включающий одну из последних моделей сканеров Contex и новенький плоттер Canon.

В небольшой комнате, заставленной современной техникой, нас радушно







Стандартная мишень IT8 для цветовой калибровки сканера

встречает главный специалист сектора Владимир Сергеевич Окуньков. На экране монитора желтеет царский указ, милая девушка старательно настраивает в "фотошопе" параметры печати, а мы наблюдаем, как сканер аккуратно затягивает очередную гравюру. Интересуемся: "Это все ваши сотрудники?" – "Да уж... молодежь надолго не задерживается. Вот мы – энтузиасты, да аспиранты-историки – ради науки..." Обращаем внимание на оживший в углу плоттер, откалиброванный недавно нашим специалистом под различные типы бумаги. Снова пытаемся отличить распечатанную копию гравюры от оригинала. Поверьте на слово, это действительно трудно: цвета бумаги и красок визуально идентичны, каждый штрих прекрасно различим, и только предательски белая обратная сторона копии позволяет нам окончательно определиться с выбором. Просто поразительно, насколько точно переданы благородная желтизна и даже потертости старинного документа... Захотелось померить разницу в цвете стоящим рядом фотометром, но Владимир Сергеевич сообщил, что это делается регулярно и полученная разница в этой части спектра более чем приемлема. Перед выводом всего документа печатается небольшой контрольный фрагмент, который затем накладывают на оригинал. Если результаты устраивают эксперта, производится окончательный вывод.

Теперь немного технических подробностей. Необходимость деликатного обращения с подобными материалами

предъявляет особые требования к сканеру. Сканирование ветхих оригиналов не допускает их прямого контакта с элементами механизма, равно как и плотного прижима по всей ширине. В этом случае идеален планшетный сканер формата A0, построенный на CCD-технологии, но подобные устройства громоздки, не позволяют сканировать длинные оригиналы (в музее есть документы до 12 метров длиной) и имеют непомерно высокую цену. Именно поэтому сотрудниками музея был сделан выбор в пользу сканера Contex Chameleon Tx 36 с его режимом бережного сканирования и включенным в поставку специальным прозрачным конвертом, обладающим достаточной жесткостью. Механизм протяжки All-Wheel-Drive, кроме того что бережно относится к ветхим документам, еще и позволяет сканировать оригиналы толщиной до 15 мм. Владимир Сергеевич продемонстрировал нам уникальное приспособление, с помощью которого сканируются очень старые или очень ценные бумажные оригиналы. На лист толстого пенокартона с одной стороны прикреплен специальная пленка с высоким коэффициентом прозрачности; оригинал вкладывается между пленкой и пенокартоном, поэтому в процессе сканирования он полностью защищен, а основной прижим приходится на жесткую поверхность пенокартона, в результате чего сам документ не соприкасается с механическими частями сканера. Цветопередача упомянутого устройства является одной из лучших в его классе<sup>1</sup>. В об-

щем, по словам Владимира Сергеевича, в музее очень довольны приобретенным сканером: он просто спас при создании экспозиций XVIII и XIX вв.

Чтобы ваш сканер правильно передавал цвета, его необходимо предварительно откалибровать. Для проведения этой процедуры в комплект сканера входит напечатанная типографским способом стандартная цветовая "мишень" IT8, то есть таблица, которая содержит "идеальные" цвета с известными абсолютными координатами в цветовом пространстве. После запуска процедуры цветовой калибровки сканер определит реальную координату каждого из цветов, построит профиль и запомнит его для последующего использования при каждом сканировании. Причем в случае, если используется прозрачный конверт, создаются отдельные профили для сканирования оригинала в конверте и без него, так как, несмотря на его прозрачность, небольшие искажения цвета все же присутствуют. Программное обеспечение сканера позволяет также провести геометрическую калибровку, что очень важно для точного репродуцирования штриховых изображений – к примеру, тех же самых гравюр.

Известно, что диапазон цветов, передаваемый плоттером, существенно уже спектра, видимого сканером или цифровой камерой. Именно поэтому цветовая калибровка плоттера – задача более трудоемкая. Здесь масса нюансов, таких как качество бумаги, количество базовых цветов, тип чернил и т.д. При точном репродуцировании исторических документов правильная цветовая калибровка плоттера обязательна и является необходимым условием соответствия копии оригиналу.

Сначала производится подбор материала для печати – определенной плотности, структуры и цвета фона (белизны). Совершенно очевидно, что картины нужно репродуцировать на холсте, а гравюры – на достаточно плотной матовой бумаге, но принять окончательное решение может только эксперт, имеющий многолетний опыт репродукции. Далее на каждом из типов бумаги производится распечатка контрольных таблиц с последующим замером координат цветов с помощью фотометра. На основе замеров строится цветовой выходной профиль "плоттер – бумага", который в последующем и используется при печати. Как правило, процесс калибровки плоттера для одного типа бумаги занимает 1,5-2 часа, поэтому очень важно использовать чернила и бумагу, рекомендованные производителем. Для создания корректных цветовых профилей используют специализированное дорого-

<sup>1</sup>Более подробно об этом рассказывается в статье Ю. Крыловой "CCD- и CIS-технологии, или Почему мы выбираем фото- и видеокамеры с хорошей зеркальной оптикой" (CADmaster, № 5/2004, с. 78-82).



Настройка печати в программе PhotoPrint



Пользовательский интерфейс программы копирования JETimage

стоящее программное обеспечение (например, PhotoPrint компании Amiable Software) – но результат того стоит.

Таким образом, в процессе репродукции изображений участвуют два преобразования цвета. Первое – это перерасчет RGB-координаты цвета в абсолютное цветовое пространство с использованием входного профиля сканера или камеры, а второе – перевод полученного цвета в CMYK конкретного плоттера. Как правило, входной профиль пишет в файл изображения сама программа сканирования, а задание выходного профиля производится вручную перед печатью изображения на определенном типе бумаги. Существует возможность объединить эти профили в один файл, так называемый device link profile, который будет содержать таблицу прямого преобразования цветов из пространства сканера в цветовое пространство плоттера. Иногда использование единого профиля более удобно.

В последнее время большую популярность получила технология создания

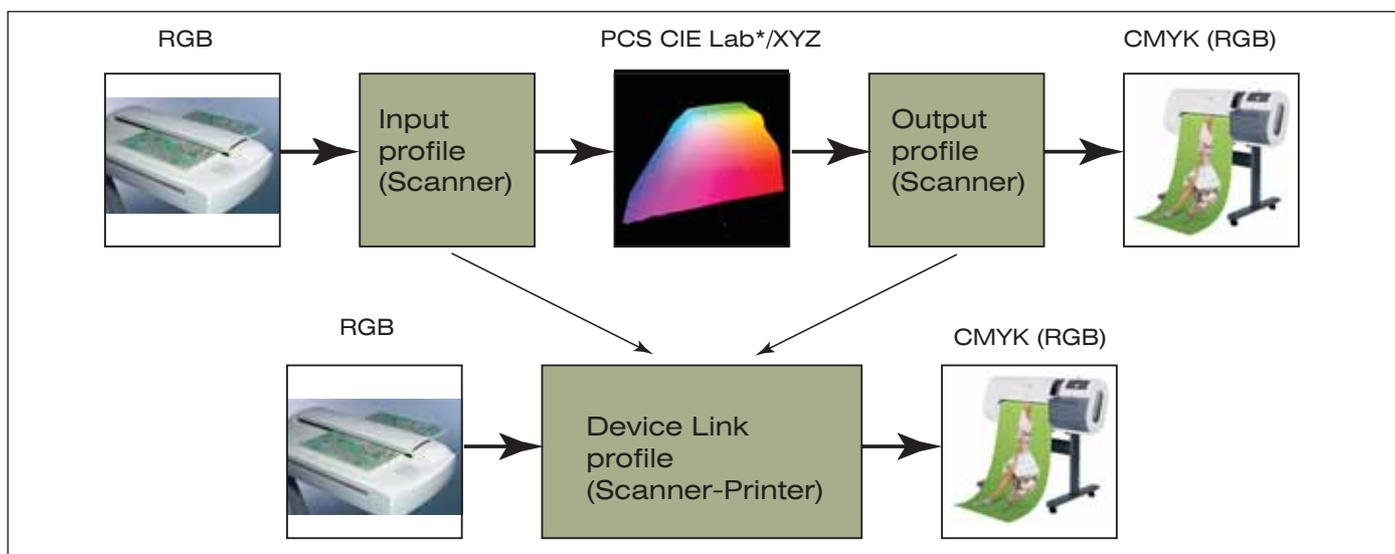
device link profile с использованием "closed loop" – цветокалибровки, или замкнутого цикла. Заключается она в следующем: в специальной программе, например, JETimage Pro компании Contex, производится распечатка цветовой таблицы на нужной вам бумаге, затем полученное изображение сканируется. Координаты отправленных цветов известны, и, сравнивая их с цветами, полученными после печати и сканирования, можно построить специальную таблицу соответствия. Говоря простым языком, программа знает, как перед отправкой на печать надо "исказить" полученный со сканера цвет, чтобы он получился нужным. На основе полученных результатов и строится device link profile. Способ не требует спектрофотометра, отнимает гораздо меньше времени, дает очень неплохие результаты при печати сканированных изображений, но при этом не создает выходной профиль для вашего плоттера, что не всегда позволяет корректно распечатать изображение, полученное из другого источника (скажем, с

цифровой камеры или заимствованное из Internet).

...За окном льет дождь, мы сидим в теплой комнате и пьем вкусный чай. Кирилл Александрович рассказывает о подготовке очередной выставки: "4 ноября 1612 года в истории России", где посетителям будет представлена уникальная "Утвержденная грамота об избрании на царство царя Михаила Федоровича. Москва. Май 1613 г.". Этот документ общей длиной более 16 метров впоследствии был разрезан на отдельные листы, но теперь все смогут лицезреть его копию оригинального размера. Содержание грамоты и комментарии к нему появятся на мониторах. Всё это удалось осуществить только благодаря новейшим технологиям.

Нам очень приятно, что здесь есть и наш, пусть маленький, но вклад в историю нашей страны.

*Александр Крылов  
Consistent Software Development  
E-mail: alex@csoftcom.com*



Цветовые профили устройств

# CADmaster

журнал для профессионалов в области САПР

## Заказ на оформление бесплатной подписки

ФИО адресата \_\_\_\_\_

Полное наименование организации \_\_\_\_\_

Отдел \_\_\_\_\_

Должность \_\_\_\_\_

Телефон (\_\_\_\_\_) \_\_\_\_\_  
код города

Факс (\_\_\_\_\_) \_\_\_\_\_  
код города

E-mail \_\_\_\_\_

### Издания направлять по адресу:

Почтовый индекс       Страна \_\_\_\_\_

Область \_\_\_\_\_

Город \_\_\_\_\_ Улица \_\_\_\_\_

Дом \_\_\_\_\_ Строение/корпус \_\_\_\_\_ Офис \_\_\_\_\_

### Вид деятельности:

Машиностроение

Проектирование промышленных объектов

Электроника и электротехника

Архитектура и строительство

Геоинформационные системы и картография

Другое \_\_\_\_\_

Изыскания, генплан и транспорт \_\_\_\_\_

**Внимание! Заполненный бланк необходимо отправить в компанию CSoft**

**по факсу: (495) 913-2221**

**или по почте: 121351, Москва, ул. Молодогвардейская, д. 46, корп. 2**

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

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

Project Studio<sup>CS</sup> Конструкции  
Project Studio<sup>CS</sup> СКК  
Project Studio<sup>CS</sup> Фундаменты  
Project Studio<sup>CS</sup> Электрика

RasterDesk

RasterID

SchematiCS

Spotlight

TDMS

TechnologiCS

СПДС GraphiCS

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

### **СПЕЦПРЕДЛОЖЕНИЕ!**

До **31 августа 2007** года у вас есть уникальная возможность приобрести ПО Consistent Software со скидкой до **50%**. За более подробной информацией обращайтесь к авторизованным партнерам или на сайт [www.consistent.ru](http://www.consistent.ru).

**Consistent**<sup>®</sup>  
**Software**

[www.consistent.ru](http://www.consistent.ru)  
E-mail: [info@consistent.ru](mailto:info@consistent.ru)

**Autodesk**<sup>®</sup>  
Authorised Developer

**Autodesk**

Authorized Value Added Reseller

решения на основе ПО Autodesk и Consistent Software

С 2003 года наш институт внедряет комплексные решения CSoft на основе технологий Autodesk, Consistent Software и SEA Technology. Сегодня на наших глазах сбывается то, что еще недавно казалось невозможным. Вклад этих технологий в увеличение производительности труда инженеров-проектировщиков и качество выпускаемой продукции трудно переоценить. А скорость реакции на наши пожелания со стороны системного интегратора, компании CSoft, позволяет держать высокий темп внедрения современных технологий на предприятии.

*Дмитрий Кудасов,  
зав. сектором комплексных систем  
автоматизированного проектирования (КСАПР) ОАО "ВНИПИгаздобыча" (Саратов)*

# Автоматизация комплексного проектирования

- изыскания, генплан и транспорт
- технология и трубопроводный транспорт
- строительные конструкции и архитектура
- системы контроля и автоматики
- электротехнические решения
- электронный архив и документооборот

**CSoft**  
группа компаний

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

|                                |                               |
|--------------------------------|-------------------------------|
| Санкт-Петербург (812) 496-6929 | Омск (3812) 51-0925           |
| Воронеж (4732) 39-3050         | Пермь (3422) 35-2585          |
| Екатеринбург (343) 215-9058    | Ростов-на-Дону (863) 261-8058 |
| Казань (843) 570-5431          | Тюмень (3452) 26-1386         |
| Калининград (4012) 93-2000     | Уфа (347) 292-1694            |
| Краснодар (861) 254-2156       | Хабаровск (4212) 41-1338      |
| Красноярск (3912) 65-1385      | Челябинск (351) 265-6278      |
| Нижний Новгород (8312) 30-9025 | Ярославль (4852) 73-1756      |