

CAD/CAM/CAE[®]

OBSERVER

ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ PLM-ЖУРНАЛ

6 (74) / 2012



Проект “Короли” и “капуста”:

- Действительные и мнимые лидеры рынка САМ-систем
- EDA-системы: обзор достижений и анализ рынка

Пилотный PLM-проект на Улан-Удэнском авиационном заводе

Siemens PLM: от технологического проектирования к производству

Система разработки эксплуатационной и ремонтной документации на “Автодизеле” от ИТОРУМ

Fujitsu: рабочие станции CELSIUS

Mastercam на “Насосэнергомаше”

SolidWorks в электротехнике

ADEM – фундамент эффективной подготовки производства

Delcam на службе Gardner Aerospace Basildon и Weta Workshop

Лазерное сканирование и технологии AVEVA для контроля строящихся объектов



ISSN 1407-7183



9 771407 780031 09>

www.cadcamcae.info
www.cad-cam-cae.ru




МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА



СТАНКОСТРОЕНИЕ

Крокус Экспо, Москва

15 - 18 октября 2012



При поддержке:
Торгово-промышленной Палаты Российской Федерации
Московской торгово-промышленной Палаты

Современные технологии от ведущих компаний

- металлообрабатывающие станки
- инструмент
- автоматические линии
- робототехника
- комплектующие изделия
- сварочное оборудование
- обработка листового металла
- лазерные технологии
- измерительные приборы
- программное обеспечение



+7 (495) 988-27-68

www.stankoeexpo.com



Организатор выставки:


Райт Солюшн

Официальный спонсор выставки:


ПРОМОЙЛ
Металлообрабатывающее оборудование

Генеральный
информационный партнер:


СТАНОЧНЫЙ ПАРК

3DEXPERIENCE FORUM

19 октября 2012, Москва, Россия

Dassault Systèmes приглашает Вас принять участие в **3DEXPERIENCE FORUM** 19 октября 2012 в Radisson Slavyanskaya, Москва.
Восемь лет **3DEXPERIENCE FORUM** собирает более 700 участников из всех отраслей промышленности.

Три причины посетить 3DEXPERIENCE FORUM:

- Получить информацию о состоянии отраслей промышленности и трендах их развития
 - Наладить прочные взаимоотношения с лидерами отраслей промышленности и технологическими партнерами Dassault Systèmes
 - Ознакомиться с 3D проектами и решениями Dassault Systèmes



3DEXPERIENCE

Для получения дополнительной информации по форуму посетите сайт:
www.3dsforum.ru или позвоните по телефону: +7(495) 785 05 20

Международный журнал для руководителей и специалистов промышленных предприятий и проектных организаций различных отраслей, разработчиков и пользователей САПР/PLM, преподавателей и студентов высших и средних специальных учебных заведений.

International Professional Magazine in Russian Language.
Distributes in Russia, Ukraine, Belarus, The Baltic States, Israel, USA and other countries.

Директор:

А.Ю. Суханова aleksandra@cadcamcae.lv

Главный редактор:

Ю.С. Суханов observer@cadcamcae.lv

Ответственный редактор:

Ю.А. Береза ber@cadcamcae.lv

Редакторы:

Dr. Phys. С.И. Павлов sergey@cadcamcae.lv

к.т.н. Л.С. Дриц leonid@cadcamcae.lv

Научный консультант:

проф., д.т.н. В.В. Ушаков

Финансовый директор:

М.М. Балаян margo@cadcamcae.lv

Зав. отделом маркетинга и подписки:

И.Л. Рогача irina@cadcamcae.lv

Корректор:

Л.П. Терехова

Дизайн и верстка:

Л.Н. Лоде luda@cadcamcae.lv

Editorial office / Адрес редакции:

Apuzes 18, Riga, LV-1046, Latvia

Phone: (371) 67409339, Fax: (371) 67409337

E-mail: observer@cadcamcae.lv

<http://www.cad-cam-cae.ru> <http://www.cadcamcae.info>

Representative in Germany / Представитель в Германии:

Евгений Борисович Орлов, E-mail: yevgorlov@yandex.ru

Агентство Роспечать. Каталог "Газеты, журналы"

Индекс 80502

Объединенный каталог "Пресса России"

Индекс 25001

Полное или частичное воспроизведение или размножение каким бы то ни было способом материалов, опубликованных в настоящем издании, допускается только с письменного разрешения издательства. Мнения, высказываемые в материалах журнала, не обязательно совпадают с точкой зрения редакции. Рукописи не рецензируются и не возвращаются.

За содержание рекламы редакция ответственности не несет. Журнал выходит 8 раз в год.

На обложке:

фото с сайта www.dreamstime.com

Учредитель и издатель: CAD/CAM Media Publishing

Copyright © 2012



6 (74)/2012

6 Аннотация номера

English summary

9 Колонка главного редактора:
Верь глазам своим!

Editor-in-chief column: Believe in your eyes!

НА ПУТИ К УСПЕХУ

On the way to success

10 "Сквозной процесс 'проектирование— производство' окупает силы, средства и время, затраченные на его внедрение"



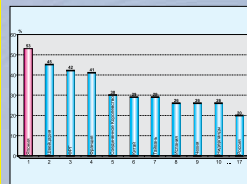
Интервью В.А. Угловского, начальника УВТ и ИТ (ОАО "Улан-Удэнский авиационный завод")
"End-to-end 'design to production' process pays back efforts, money and time spent on its implementation".
Interview with V.A. Uglovsky, head of IT department (Ulan-Ude Aviation Plant)

КОРОЛИ И КАПУСТА

Kings and Cabbage

22 Проект "Короли" и "капуста" на ниве САМ

Действительные и мнимые лидеры мирового рынка САМ-систем в 2011 году
Часть I. Конфигурация САМ-рынка

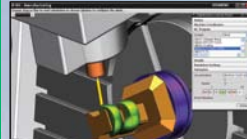


The project "Kings and cabbage" in the field of CAM market. The real and quasi leaders of international CAM systems' market in 2011.
Part 1. CAM market configuration

МАШИНОСТРОЕНИЕ И СМЕЖНЫЕ ОТРАСЛИ

Machine building and related industries

34 От технологического проектирования к производству



Siemens: Planning to production

40 Система разработки эксплуатационной, ремонтной и сервисной документации в ОАО "Автодизель"



Software for development of maintenance, repair and service documentation at "Autodiesel" company

стр. 4 →



SIEMENS

Посадка на Марс – одна из самых трудных в мире задач

Компания Siemens поздравляет NASA с успешной посадкой марсохода Curiosity и гордится своим участием в разработке этого аппарата

На протяжении восьми месяцев помещенный в защитную оболочку марсоход Curiosity преодолевал космическое пространство со скоростью 20 тысяч км/ч. 5 августа 2012 г. он вошел в атмосферу Марса и на высоте 7 метров снизил скорость до 4 км/ч. Несущий модуль при помощи тросов аккуратно опустил марсоход Curiosity на поверхность. Вся операция выполнялась автоматически, без управления с Земли. На успешную посадку была отведена только одна попытка. Поэтому в Лаборатории реактивного движения в НАСА на этапе подготовки полета провели сотни циклов численного моделирования, чтобы учесть самые различные условия – в том числе и те, которые невозможно воспроизвести на Земле. Команды ученых и инженеров по всей стране работали с самыми современными компьютерными технологиями

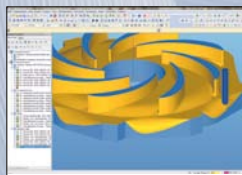
и программными средствами. Для решения беспрецедентной по своей сложности задачи космическое агентство NASA объединило усилия с компанией Siemens, применив программные продукты от Siemens для проектирования уникального космического аппарата. В результате распределенная группа разработчиков Лаборатории реактивного движения NASA смогла спроектировать, рассчитать, виртуально собрать и испытать виртуальную модель марсохода при контроле всех этапов процесса разработки в реальном времени. Сегодня марсоход Curiosity приступил к исследованию Красной планеты. Его задача – выяснить, существовала ли жизнь на Марсе и сохранилась ли она там и сейчас. А в это время специалисты компании Siemens продолжают разрабатывать решения и давать ответы, которые способствуют технологическому прогрессу на Земле.

siemens.ru/plm

42 Mastercam на “Насосэнергомаше”

Интервью А.Л. Ермоленко и Е.П. Куркчи, инженеров-технологов АО “Сумский завод “Насосэнергомаш”

*Mastercam at "Nasosenergomash".
Interview with A.L. Ermo-
lenko and E.P. Kurkchi,
manufacturing engineers
("Nasosenergomash" Pump
& Power Engineering Works
Summy company)*



47 Gardner Aerospace Basildon и компания Delcam: совместный путь к успеху во многоосевой механообработке



*Gardner Aerospace Basildon
and Delcam company:
common way to success in
multi-axis machining*

49 Применение CAD/CAM-систем Delcam в компании Weta Workshop для реализации фантастических проектов



*Application of CAD/CAM
systems from Delcam
in Weta Workshop
for fantasy style projects'
realization*

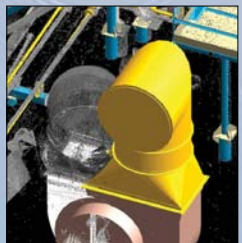
53 ADEM – фундамент эффективной подготовки производства



*ADEM system is the bases
for effective preproduction
process*

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ Plant design

56 Комплексное применение трехмерного лазерного сканирования и технологий AVEVA для контроля строящихся объектов



*Integrated application
of 3D laser scanning
and AVEVA technologies
for control of projects
under construction*

ЭЛЕКТРОНИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

Electronics and electrical engineering

60 SolidWorks в электротехнике. Проектируем и управляем данными



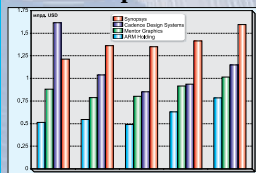
*SolidWorks for electrical
engineering.
Designing and
data management*

65 Нововведения 14-й версии PC|SCHEMATIC Automation (часть II)



*What's new in
PC|SCHEMATIC Automation 14 (part 2)*

68 Системы электронного и электротехнического проектирования в 2011 году: обзор достижений и анализ рынка



Electronic Design Automation systems in 2011: achievements review and market analysis

АППАРАТНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Hardware

81 Трудюбивые станции Fujitsu



*Hard-working
workstations from Fujitsu*

САПР В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

CAD/CAM/CAE and education

82 Итоги студенческого конкурса “Смелые идеи с Siemens PLM Software”

The results of the student contest “The bold ideas with Siemens PLM Software”

83 Усовершенствование конструкции бегунов в среде NX и Teamcenter

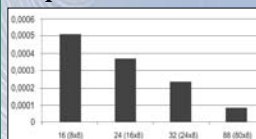


*Stone rolls' design improvement
in NX and Teamcenter
environment*

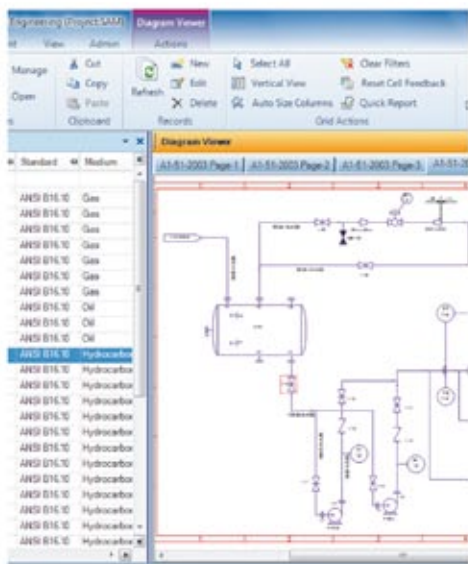
СУПЕРКОМПЬЮТЕРЫ И ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫЕ СВЫЧИСЛЕНИЯ

High-performance computing & systems

88 Объединение вычислительных кластеров в проекте NumGRID



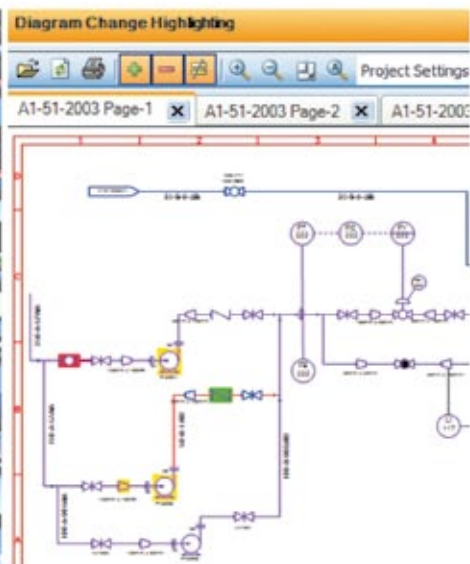
*Integration
of computational clusters
in NumGRID project*



РАЗРАБОТКА СХЕМ

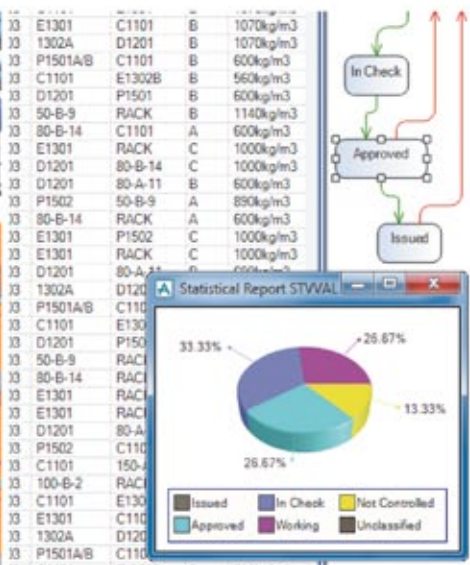


3D ПРОЕКТИРОВАНИЕ



КОНТРОЛЬ

Process No.	Seq No.	Line Size (mm)	Orig P&ID	Route	Fluid	Type	Density	Temp
STABILIZER	1	100	A1-51-2003	P1502	C1101	B	890kg/m3	13
STABILIZER	2	100	A1-51-2003	100-B-2	RACK	A	1140kg/m3	21
STABILIZER	3	100	A1-51-2003	100-B-2	RACK	A	1140kg/m3	21
STABILIZER	4	200	A1-51-2003	C1101	E1301	B	1070kg/m3	23
STABILIZER	5	200	A1-51-2003	E1301	C1101	B	1070kg/m3	23
STABILIZER	7	80	A1-51-2003	1302A	D1201	B	1070kg/m3	12
STABILIZER	9	80	A1-51-2003	P1502AB	C1101	B	800kg/m3	45
STABILIZER	6	190	A1-51-2003	C1101	E1302B	B	960kg/m3	23
STABILIZER	8	100	A1-51-2003	D1201	P1501	B	600kg/m3	23
STABILIZER	10	40	A1-51-2003	80-B-9	RACK	B	1140kg/m3	23
STABILIZER	11	80	A1-51-2003	80-B-14	C1101	A	400kg/m3	23
STABILIZER	13	100	A1-51-2003	E1301	RACK	C	1000kg/m3	12
STABILIZER	12	100	A1-51-2003	D1201	80-B-14	C	1000kg/m3	26
STABILIZER	14	80	A1-51-2003	E1301	80-A-11	B	600kg/m3	23
STABILIZER	37	100	A1-51-2003	P1502	80-B-9	A	890kg/m3	12
STABILIZER	112	80	A1-51-2003	80-B-14	RACK	A	600kg/m3	23
STABILIZER	138	100	A1-51-2003	E1301	P1502	C	1000kg/m3	12
STABILIZER	121	100	A1-51-2003	E1301	RACK	C	1000kg/m3	26
STABILIZER	148	80	A1-51-2003	D1201	80-A-11	B	600kg/m3	23
STABILIZER	77	80	A1-51-2003	1302A	D1201	B	1070kg/m3	12
STABILIZER	87	80	A1-51-2003	P1502AB	C1101	B	600kg/m3	45
STABILIZER	63	190	A1-51-2003	C1101	E1302B	B	960kg/m3	23
STABILIZER	82	100	A1-51-2003	D1201	P1501	B	600kg/m3	23
STABILIZER	301	40	A1-51-2003	50-B-9	RACK	B	1140kg/m3	23
STABILIZER	118	80	A1-51-2003	80-B-14	RACK	A	600kg/m3	23
STABILIZER	201	100	A1-51-2003	E1301	RACK	C	1000kg/m3	12
STABILIZER	211	100	A1-51-2003	E1301	RACK	C	1000kg/m3	26
STABILIZER	144	80	A1-51-2003	D1201	80-A-11	B	600kg/m3	23



Интегрированная система поддержки проектов Основа вашей репутации

Интегрированная система поддержки проектов компании AVEVA объединяет в себе лучшие в своем классе приложения с функциями управления изменениями, сравнения и обновления, а также возможности распределенного проектирования. Применение системы AVEVA позволяет значительно повысить качество и эффективность проектных работ.

Лидер среди решений для проектирования и управления данными для промышленных предприятий, объектов энергетики и судостроения. Компания AVEVA инвестирует в успех своих пользователей благодаря развитию глобальной сети продаж и технической поддержки в более 40 странах.

AVEVA – основа надежности вашего бизнеса более 45-ти лет

www.aveva.ru



AVEVA
CONTINUAL PROGRESSION

SUMMARY

6 (74)/2012

9 Believe in your eyes!
Editor-in-chief column

ON THE WAY TO SUCCESS

10 “End-to-end ‘design to production’ process pays back efforts, money and time spent on its implementation”. Interview with V.A. Uglovsky, head of IT department (*Ulan-Ude Aviation Plant*)

Observer introduces an exclusive interview of V.A. Uglovsky, head of IT department of *Ulan-Ude Aviation Plant* (Ulan-Ude, Buryatia, Russia). The extensive interview discusses the peculiarities and the experience of the first stage of pilot project for PLM system implementation at the plant, which is performed in cooperation with company-integrator *LANIT* (Moscow, Russia) and Moscow office of *Siemens PLM Software*. The final aim of the project is the application of the digital 3D model of the helicopter for manufacturing process planning, production stage and electronic technical documentation/manuals creation for helicopters’ series production at *Ulan-Ude Aviation Plant* which is the member of “Russian helicopters” holding and series plant for *Mil Moscow Helicopter Plant*.

KINGS AND CABBAGE

22 The project “Kings and cabbage” in the field of CAM market. The real and quasi leaders of international CAM systems’ market in 2011. Part 1. CAM market configuration
Within the framework of the Editorial project “Kings and cabbage” exclusively for its readers *Observer* continues the annual observation of financial indexes and the overall performance of the leading international CAM systems’ vendors. The financial & sales data of CAM marker players is based on *Gardner Publications*, *CIMdata* materials as well as on CAM vendors’ annual reports. The 1st part of the article speaks on world machine tools market achievements, CAM market growth stimulators, its size, configuration and dynamics, role of the maintenance, CAM market distribution by geography; industry; by the size of users; by CAM systems groups or functionality; by types of machining, etc. Previous articles see in [##1,7,8/2011](#).

MACHINE BUILDING AND RELATED INDUSTRIES

34 Planning to production
EMEA marketing director at *Siemens (Digital Manufacturing Solutions)* details how *Siemens* solutions can help to take parts to production with a rapidly expanding product portfolio, ensuring the transition from world-leading design and engineering to the provision of tools. The article includes the following chapter: part manufacturing; data and process management; effective connection to production; integrated

quality solution; CAD/CAM/CNC process chain. The article is accompanied by two explanatory materials: ‘Connecting the work package’ (*Shop Floor Connect*) and ‘Manufacturing Resource Library (MRL)’.

40 Software for development of maintenance, repair and service documentation at “Autodiesel” company

Director of IT department at “*Autodiesel*” company (or *Yaroslavl Diesel Equipment Plant*, Russia) shares the application experience of documentation system, which has been developed by *Itorum* company (Bronnitsy, Moscow Region, Russia) on the base of *Technical Guide Builder* system from *CALS-technologies Research-and-Development Center “Applied Logistics”* (Moscow, Russia). The system efficiency makes possible the notable time reduction for new and revised documentation’s preparation, raises its visibility and cut costs on this process.

42 *Mastercam* at “*Nasosenergomash*”. Interview with A.L. Ermolenko and E.P. Kurkchi, manufacturing engineers, “*Nasosenergomash*” *Pump & Power Engineering Works Sumy* company

Company *COLLA* (Moscow, Russia), official representative in Russia of world most popular CAM system *Mastercam*, introduces its *Mastercam* customer – “*Nasosenergomash*” *Pump & Power Engineering Works Sumy* company (Sumy, Ukraine), one of the largest in Ukraine machine-building plant, which specializes in the manufacturing of pumping equipment. For six decades of plants history over the half of million of various pumps have been produced. In the interview specialists share the experience in CAM systems choice, *Mastercam* implementation and application for products manufacturing using NC machines, vendor technical support, as well as considers the application possibilities of the coming *Mastercam X7*.

47 *Gardner Aerospace Basildon* and *Delcam* company: common way to success in multi-axis machining

Delcam company (Birmingham, United Kingdom) introduces its customer – *Gardner Aerospace Basildon* company (Basildon, Essex, United Kingdom), the part of *Gardner Aerospace Group*, one of largest in Europe independent manufacturers of metallic aerospace detailed parts. The article is short overview of company’s experience in *Delcam* products application including CAD system *PowerSHAPE* and CAM system *PowerMILL* for multi-axis machining.

49 Application of CAD/CAM systems from *Delcam* in *Weta Workshop* for fantasy style projects’ realization

Delcam company (Birmingham, United Kingdom) introduces its customer – *Weta Workshop* company (Miramar, New Zealand), that produces special effects and theatrical property for television and films, including “Avatar”, “The Chronicles of Narnia”, “King Kong”, “The Lord of the Rings”, etc. The article is short overview of company’s experience in CAD/CAM systems from *Delcam* application, including *PowerMILL* and *ArtCAM*. Using CNC machines and industrial robots various scale parts are manufactured – from snap-fasteners till sculptures.

to page 8 →

Системы, специально созданные для Autodesk®



Рабочие станции Fujitsu CELSIUS оптимизированы и индивидуально сконфигурированы для работы с программными комплексами Autodesk®.

Узнайте подробнее: fujitsu.com/ru/celsius

Благодаря высокопроизводительным процессорам Intel® и профессиональным графическим адаптерам NVIDIA® рабочие станции Fujitsu CELSIUS обеспечивают эффективный рендеринг в режиме реального времени, точное моделирование и комплексную реализацию иных сложных проектов. Рабочие станции CELSIUS идеально подходят для решения любых задач, начиная от ускоренной обработки видео с использованием мощностей графического процессора и работы трехмерных приложений САПР и заканчивая выполнением инженерных расчетов.

Fujitsu CELSIUS W520 — Сбалансированная рабочая станция для решения широкого круга задач

Fujitsu CELSIUS W520 является золотой серединой между наиболее мощными рабочими станциями и системами начального уровня. Процессор Intel® Xeon® выводит эффективность приложений Autodesk на совершенно новый уровень.

- Процессор Intel® Xeon® E5
- Подлинная Windows® 7 Профессиональная



53 ADEM is the bases for effective preproduction process

The specialist of *ADEM Group* (Moscow, Russia) discusses the adaptation of CAD/CAM/CAPP system *ADEM* for end-to-end preproduction depending on the functions of certain sub-division of customer. The key stages of adaptation are described in the corresponding chapters of the article: i) organization of unified information environment; ii) adaptation and development of documents' output forms; iii) development of postprocessors for certain CNC machines; iv) organization of data exchange with other software systems, which are used by customer, including CAD, CAM, CAE, CAPP, MES, ERP, PDM, PLM, etc.

PLANT DESIGN

56 Integrated application of 3D laser scanning and AVEVA technologies for control of projects under construction

AVEVA Group plc (United Kingdom) representative office in Russia introduces the article, which is prepared by specialists of *Group of Companies "RusGazEngineering"* (Podolsk, Moscow region, Russia) and *NAVGEOCOM* company (Moscow, Russia). The authors share the experience in application of *AVEVA PDMS* system for input and further analysis of 3D point clouds after laser scanning of industrial projects under construction with the aim to perform their geodetic control.

ELECTRONICS AND ELECTRICAL ENGINEERING

60 SolidWorks for electrical engineering. Designing and data management

The leading specialist of *SolidWorks Russia* company (Moscow, Russia) shares the methodology of application of *SolidWorks* package in electrical engineering, including specialized module, *SolidWorks Enterprise PDM* and *SWR Electrica*. The article covers several topics highlighted in the chapters: i) complete cycle of design from the electrical scheme till 3D model; ii) data import from PCB (Printed Circuit Board) systems; iii) design of harnesses. Described possibilities allow users to design products in the same environment that include electrical and mechanical parts.

65 What's new in PC|SCHEMATIC Automation 14 (part 2)

The specialist of company *COLLA* (Riga, Latvia), official representative of *PC|SCHEMATIC* company's (Jyllinge, Denmark) products in Russia, CIS & The Baltic States, continues series of articles with the description of already 14th release of the flagship ECAD package *PC|SCHEMATIC Automation*. The 2nd article includes the review of the following new functionality in chapters: filtering options; *PanelBuilder*; program window; selecting components; placement of components in the tree structure; status overviews; automatic placing of components; placing components in a panel; power dissipation; export the file; save the project; database, etc.

68 Electronic Design Automation systems in 2011: achievements review and market analysis

Within the framework of the project "Kings and cabbage" *Observer* exclusively for its readers has prepared rich overview of EDA market and EDA technologies' vendors financial

indexes for the year 2011. The financial indexes including annual and quarterly revenue and profit of EDA market leaders are discussed. EDA market structure and segments' quarterly capacities as well as market geographical structure are considered on the base of *EDA Consortium* data. Main indexes of world semiconductor industry – sales leaders, the largest buyers and contract manufactures – are considered on the base of *Gartner*, *IHS iSuppli* and *IC Insights* data.

HARDWARE

81 Hard-working workstations from Fujitsu

The Moscow office of *Fujitsu limited* company introduces the *CELSIUS* family of European quality workstations, which are assembled in Germany in contrast to common practice to place production capacity in China. *CELSIUS* workstations are built on the base of 8-core CPU as well as on *NVIDIA Tesla* plus *NVIDIA Quadro* systems with GPU. The benchmarking tests show the effectiveness of *CELSIUS* workstations for the graphical software from *Adobe*, *Autodesk*, *Dassault Systèmes*, etc. In the article the workstations' benefit are highlighted for packages *Autodesk Building Design Suite Standard* and *Autodesk 3DS MAX*.

CAD/CAM/CAE AND EDUCATION

82 The results of the student contest "The bold ideas with Siemens PLM Software"

Article presents short overview of the main results of student design contest, which has been held by Russian office of *Siemens PLM Software* during 2011-2012. The peculiarity of contest was its dedication only to technical specialties' students from Russian and CIS higher schools. *Observer* representative was invited to take part at contest jury as well as in rewarding ceremony on July 16, 2012 in Moscow.

83 Stone rolls' design improvement in NX and Teamcenter environment

The article, written by student and her adviser from *Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov (BSTU)*, explains student design work, which became the winner of student design contest held by Russian office of *Siemens PLM Software* in 2012. The chapters of the article tell about: i) the aims of the projects; ii) digital model creation; iii) imperfections and changes of construction; iv) creation and verification of assembly; v) engineering analysis, etc.

HIGH-PERFORMANCE COMPUTING & SYSTEMS

88 Integration of computational clusters in NumGRID project

The specialist of *Institute of Computational Mathematics and Mathematical Geophysics of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences* presents the complex of programs *NumGRID* for organisation of computations using integrated high-performance computing (HPC) clusters with the aim of large-scale numerical modelling. The problems of organisation of distributed computations are analysed. The similar projects are reviewed. The results of *NumGRID* system's experimental research are presented.

Верь глазам своим!



В меру отдохнувшая в бархатный сезон, накопившая энергию и впечатления редакция выпускает в свет очередной номер *Observer'a*, в котором, я уверен, и вендоры, и многочисленные потребители их замечательных продуктов найдут для себя что-то полезное. Я представляю только три эксклю-

зивных материала, подготовленных сотрудниками редакции.

Специалисты холдинга “Вертолеты России”, объединяющего два КБ и пять серийных заводов, дали высокую оценку эффективности *PLM*-подходов и решений, основывающихся на технологиях и програмных продуктах *Siemens PLM Software*; приоритетными задачами стали организация широкого применения технологии электронного макета, прием и использование серийными заводами электронной документации. На страницах нашего журнала уже рассказывалось о перипетиях и основных результатах внедрения этой технологии на МВЗ им. М.Л. Миля (“Наше кредо – правильная организация процесса проектирования на основе компьютерной технологии”, #3/2010). Сейчас мы предлагаем материал, рассказывающий о пилотном проекте по внедрению технологии электронного макета в **ОАО “Улан-Уденский авиационный завод”**, также входящем в состав холдинга. Проект осуществляется при поддержке *PLM*-департамента компании ЛАНИТ. О многих аспектах этой работы, включая вопросы взаимодействия УУАЗ с МВЗ, ЛАНИТ, ОКБ “Сухого”, Корпорацией “Иркут”, нам поведал **Виталий Анатольевич Угловский**, начальник управления ИТ и вычислительной техники УУАЗ. Это интервью оказалось настолько интересным и содержательным, что именно ему предоставлена честь открыть 74-й выпуск *Observer'a*. У меня нет сомнений в том, что пилотный *PLM*-проект “Марьяна-Угловского” обречен быть успешным, и когда отработанные подходы и приемы внедрения будут осмыслены, а их эффективность измерена, вероятно, наступит этап расширения *PLM*-проекта до масштабов всего предприятия. Пожелаем же успехов Виталию Анатольевичу и его соратникам в этом деле!

Далее хочу предложить вниманию читателей два традиционных для начала осени обзора, подготовленных в рамках постоянно действующего и весьма популярного проекта “Короли”

и “капуста”. Первый из них (“Системы электронного и электротехнического проектирования в 2011 году: обзор достижений и анализ рынка”) вышел из-под клавиатуры моего коллеги **Сергея Павлова**; второй (“Короли” и “капуста” на ниве САМ: действительные и мнимые лидеры мирового рынка САМ-систем в 2011 году. Часть I”) подготовил ваш покорный слуга. Надо отметить, что такие материалы не появляются на свет посредством скоротечного творческого акта. Напротив, их подготовка требует определенной сноровки, наличия собственной коллекции данных, знания “где и что лежит”, переводов с английского, достоверной интерпретации всего этого и вразумительных комментариев. И трижды – аккуратности!

Не хочу расстраивать маститых блогеров (и блогеров с понтами ☺), но должен отметить, что в журнал приходят новые рекламодатели. Мы приветствуем появление легендарной компании **Fujitsu** на страницах *Observer'a* и публикуем её анонс рабочих станций **CELSIUS**, оптимизированных для работы с 3D-графикой от *Adobe*, *Autodesk*, *Dassault Systèmes*, *Siemens* и др. Порадовал нас и приход инжиниринговой компании “Игорум”, оказывающей широкий спектр услуг, в том числе по внедрению систем разработки эксплуатационной, ремонтной и сервисной документации. Надеюсь, что наше сотрудничество будет полезным и приятным.

На десерт уместно сказать о новом исследовании аналитической компании **Gardner Research**, которое проводилось среди менеджеров промышленных предприятий США, производящих изделия длительного пользования (авто- и авиастроение, медицинское оборудование, товары массового спроса, оборонная отрасль). Цель – **установить степень доверия производителей медиа-ресурсам**. Респондентами стали ответственные менеджеры и руководители производств (общим числом 3 121 человек), 80% из которых напрямую отвечают за закупку оборудования и *CAD/CAM*-систем (выжимка представлена на <http://gardnerresearch.epubxp.com/i/57709>).

Результаты этого исследования, на мой взгляд, не просто любопытны, но весьма показательны. На первом месте – **отраслевые журналы (trade magazines) с показателем 89%**. Далее идут поисковики (*search engines*) – 87%; отраслевые сайты (*industry website*) – 87%; выставки (*trade shows*) – 64%; электронные бюллетени (*e-newsletter*) – 55%; форумы (*industry forums*) – 47%; вебинары – 37%; социальные сети (*social media*) – 24%; блоги – 19%. Это должно наводить на размышления – в особенности осенью, когда верстаются маркетинговые бюджеты вендоров всех мастей и размеров...

Юрий Суханов

“Сквозной процесс ‘проектирование– производство’ окупает силы, средства и время, затраченные на его внедрение”

Интервью В.А. Угловского, начальника УВТ и ИТ
(ОАО “Улан-Удэнский авиационный завод”)

Александра Суханова (Observer)

aleksandra@cadcamcae.lv

В холдинге “Вертолеты России”, объединяющем два КБ, пять серийных заводов, предприятия по производству комплектующих и др., идет масштабная технологическая модернизация и техническое перевооружение. В частности, на МВЗ им. М.Л. Миля освоена разработка изделий по технологии электронного макета с подлинником конструкторской документации в виде электронной модели (разработчик ПО – *Siemens PLM Software*; консультант, поставщик и внедренец – департамент *PLM* компании ЛАНИТ). Все последующие разработки на МВЗ планируются вести именно по этой технологии.

Высокая эффективность технологии электронного макета отмечается не только разработчиками вертолетной техники, но и её заказчиками, военпредами и серийными заводами-изготовителями. Организация широкого применения технологии электронного макета, прием и использование электронной документации стали приоритетной задачей для холдинга “Вертолеты России”. Департамент *PLM* компании ЛАНИТ совместно с Улан-Удэнским авиационным заводом (УУАЗ), входящим в состав холдинга, подготовили специальный пилотный проект, чтобы специалисты завода могли на реальном изделии – концевой балке вертолета Ми-171М – отработать все стадии конструкторско-технологической подготовки производства (КТПП) с использованием электронной модели балки в качестве подлинника КД и получить измеряемые параметры эффективности технологий от *Siemens*-ЛАНИТ. Последнее обстоятельство было очень важным для УУАЗ, являющегося серийным заводом для МВЗ им. М.Л. Миля. На УУАЗ просто обязаны были соответствующим образом оснащаться и освоить прием и работу с электронной документацией, разрабатываемой в КБ МВЗ. Кроме того, УУАЗ располагает собственным КБ, которому также необходимо освоить проектирование по технологии электронного макета.

Пилотный проект начался в 2011 году. В настоящий момент успешно завершён его первый этап – автоматизация конструкторской подготовки, и полным ходом идут работы второго этапа, охватывающего технологическую подготовку производства (ТПП). Результаты первого этапа проекта:

- создан электронный макет концевой балки вертолета Ми-171М с помощью *NX* и *Teamcenter*;
- для УУАЗ разработана и внедрена модель данных *Teamcenter*, “логически совместимая с моделью данных МВЗ” (это сделано с прицелом на то, что в дальнейшем МВЗ будет передавать КД на УУАЗ



Виталий Анатольевич Угловский родился в 1972 году в Улан-Удэ. 1995 году закончил Харьковский авиационный институт, факультет самолетостроения. После окончания учебы пришел работать на Улан-Удэнский авиационный завод инженером-конструктором, занимался вопросами математического моделирования оснастки. С 2002 по 2008 гг. – начальник отдела информационных технологий в ООО “Аэротех”.

В 2005 году закончил Академию народного хозяйства при правительстве РФ, факультет ИТ-технологии в бизнесе; в 2006 году – Восточно-Сибирский государственный технологический университет по специальности экономика и управление на предприятии. С 2008 года – начальник управления вычислительной техники и информационных технологий на ОАО “УУАЗ”.

Женат, есть сын. Увлечения: история, литература, дайвинг.

через *Teamcenter*, а также на совместное проектирование перспективных изделий КБ МВЗ и КБ УУАЗ);

- разработан перечень методических указаний и инструкций по материалам, стандартным и покупным изделиям, НСИ.

О том, как всё это происходило на практике, нам рассказал Виталий Анатольевич Угловский, начальник управления вычислительной техники и информационных технологий УУАЗ.

– *Виталий Анатольевич, в составе вашего завода имеется конструкторское бюро. Для чего серийному заводу свое КБ?*

– Практически каждый серийный завод имеет свое КБ. Разработчиком изделий, которые мы производим, является МВЗ им. М.Л. Миля. А вообще же вертолеты Ми-8 разных модификаций (после глубокой модернизации Ми-8 называется Ми-171) исторически производят УУАЗ и Казанский вертолетный завод. Структура серийного завода, применяемые технологии и необходимость отработки изделия на технологичность перед его производством вызывают потребность в доработке получаемых нами цифровых 3D-моделей и во внесении в них некоторых изменений, не затрагивающих функциональное назначение изделия. Как Вы понимаете, если все эти мелкие изменения проводить с привлечением главного разработчика, то его работа будет парализована. Главным образом для этого и существует наше КБ, специалисты которого вносят изменения в получаемые модели изделий, действуя согласно регламенту. Мы производим шесть модификаций вертолетов Ми-8. Владельцем интеллектуальной собственности является МВЗ; тем не менее, доработки и прочностные расчеты выполняет наше КБ под эгидой МВЗ.

Уникальность нашего завода состоит в том, что помимо вертолетов Ми мы производим также штурмовики Су-25УБМ и Су-39 для “ОКБ Сухого”. Исторически сложилось так, что иметь свое КБ нам было необходимо.

– *Насколько оснащен компьютерами и автоматизирован труд конструкторов КБ?*

– По моему мнению, на сегодняшний момент наш уровень оснащения компьютерами и ПО достаточно высок. Мы стараемся следовать плану развития предприятия, в котором зафиксировано, что 20% всей установленной на заводе компьютерной техники обновляется на ежегодной основе. То есть, срок службы ПК не должен превышать пяти лет. Для выполнения задач пилотного проекта наши отделы получили достаточное количество лицензий ПО *Siemens PLM Software*, и недостатка в них мы пока не испытываем. Когда пилотный проект будет разворачиваться на все наше предприятие, тогда мы начнем дооснащаться.

– *А каковы были первые шаги предприятия в сфере автоматизации КТПП, какие были успехи и провалы, какие САПР конструкторского и технологического назначения покупались и внедрялись? Что ваших пользователей в них устраивало, а что – нет?*

– Опыт применения САПР на нашем заводе уходит корнями в 1990-е годы, когда к нам попала CAD/CAM-система *Cimatron*. Правда, от нее нам пришлось отказаться, так как это система другого уровня. Чуть позже от Корпорации “Иркут” к нам попала система *CADD5*, которая, как известно, “приказала долго жить”. Приход на завод *NX* начался в 2003–2004 гг., когда мы заключили контракт с Корпорацией “Иркут” на изготовление крыла и хвостового оперения для самолета Як-130.

– *Почему выбор пал на ПО Siemens PLM Software? Почему NX/Teamcenter, а не Creo/Windchill или CATIA/ENOVIA? Какие критерии были решающими – функциональность, настраиваемость и гибкость, универсальность, удобство работы, распространенность, лучшая поддержка, известность?..*

– В рамках кооперации с “Иркут” по созданию самолета Як-130, разработчик передавал нам для изготовления электронные 3D-модели частей изделия, которые были спроектированы в системе *NX*. Корпорация “Иркут” уже тогда применяла решения *Siemens PLM Software*. Благодаря этому, мы прошли путь по освоению конструкторской и технологической подготовки производства в *NX*, прошли необходимое обучение (кстаги сказать, кооперация с “Иркут” продолжается и по сей день). Поэтому, когда на нашем предприятии возник вопрос выбора и стандартизации решений от одного поставщика, то опыт работы с *NX*, полученный нашими конструкторами и технологами, оказался одним из решающих критериев. Часть специалистов была обучена, имела навыки работы с *NX* и морально готова к тому, что их ждет.

Кроме того, другой наш заказчик – “ОКБ Сухого”, для которого мы производим штурмовики, активно пропагандировал у себя применение *NX* в связке с *PDM*-системой *Teamcenter*.

В 2005 году на МВЗ им. Миля состоялся тендер на поставку ПО высокого уровня, в котором победила связка *NX/Teamcenter*. (Интервью С.С. Воробьева, директора ИТ-службы МВЗ им. Миля, было опубликовано в *Observer* #3/2010. – Прим. ред.) Было бы странно, если мы, серийный завод-изготовитель, выбрали бы другую систему, зная, что три основных наших заказчика используют *NX*. Конвертация моделей из формата одной системы в формат другой неизбежно влечет потерю в качестве поверхностей.

Следующим фактором “за *NX*” стало то, что после приобретения компании *UGS* концерном *Siemens* еще более упрочилась связь между системой *NX CAM* и стойками управления станками – *Siemens SINUMERIK* (которых у нас на заводе предостаточно). Это существенно улучшило среду и средства для создания постпроцессоров.

Окончательным аргументом “за” стали гибкие условия оплаты, которые нам предложила компания ЛАНИТ. Мы также знали о репутации ЛАНИТ на рынке, о том, что это не “голый” реселлер ПО, а компания, обладающая методологией внедрения решений *SPLM*, способная обучить персонал нашего предприятия и умеющая строить отношения с клиентом на высоком уровне.

Чуть позже, на Совете ИТ-директоров предприятий, входящих в холдинг “Вертолеты России”, после долгих обсуждений, было официально утверждено и записано в протоколе, что основными компонентами САПР высокого уровня являются системы *NX* и *Teamcenter*.

– *Правильно ли мы понимаем, что Вам лично концепция PLM (то есть управление данными на всех этапах ЖЦИ) близка, что Вы являетесь её убежденным сторонником и рассматриваете*

PLM в качестве нового бизнес-подхода к управлению предприятием, его данными и процессами? Какие перспективы открывает внедрение PLM для УААЗ?

– Да, концепция *PLM* мне близка. Однако вряд ли сегодня я смогу рассказать об открывающихся перспективах. Такие решения дают возможность предприятиям полностью перейти на безбумажную технологию, вести четкий контроль работы, выполняемой конструкторами и технологами, четкий учет процесса производства и применяемых технологий, включая учет расхода материалов. За счет комплексного подхода к поддержке ЖЦ изделия, прибыльность на западных предприятиях может увеличиваться до 50% в сравнении с организацией работы по старым принципам. У нас в стране это пока не совсем так, но к этому стремятся...

Нам нужно было помнить о том, что продукция, которую мы производим, поставляется в разные страны, во многих из которых действуют стандарты НАТО. Поэтому, предлагая заказчику вертолеты, мы обязаны предложить ему и соответствующее сопутствующее сервисное обслуживание, уровень которого соответствует мировому. Многие важные аспекты поддержки сервисного обслуживания и обеспечения гарантийного ремонта оговариваются сегодня уже при заключении контракта. Тогда же оговаривается тип заказываемой машины и её комплектация. До того как мы стали применять систему *Teamcenter*, в базе которой хранится и средствами которой управляется весь состав изделия, у нас бывали случаи, что документацию на технику приходилось доделывать уже после поставки вертолетов заказчику. Сегодня технические руководства по нашим изделиям мы поставляем в бумажном и электронном виде. Они пока не интерактивные, поскольку мы еще только в начале пути. ЛАНИТ уже содействует нам в знакомстве с решениями для создания интерактивных технических руководств от компании *Cortona3D*. В партнерстве с *Siemens PLM* эта компания выпустила решение ***RapidAuthor***, которое интегрировано с *Teamcenter*.

– Правильно ли мы понимаем, что цель вашего пилотного проекта, осуществляемого совместно с ЛАНИТ, – показать на примере эффективность подходов и решений PLM? Эта цель больше политическая и демонстрационная, чем утилитарная?

– Не совсем. Цель была сугубо практической. Почему в качестве объекта была выбрана концевая балка? Тому было несколько причин. Во-первых, это износ оснастки для изготовления деталей этой части вертолета. У нас был выбор – делать эту оснастку старыми методами (по чертежам и плазам) или освоить новую технологию с применением новых станков с ЧПУ, имеющихся сегодня на заводе. Мы решили, что делать новое изделие старыми методами нецелесообразно. Во-вторых, мы хотели освоить и внедрить новый метод сборки данного агрегата с помощью лазерных трекеров, а не в стапелях, как это было раньше.

Кроме того, разработчик усовершенствованного вертолета Ми-171А2 объявил, что модели этой машины будут поставляться заводам-изготовителям

только в электронном виде, и изготовление должно вестись по безбумажной технологии.

Цель пилотного проекта заключается в том, чтобы сформировать всю методологию – от получения электронной модели изделия до его изготовления. Накопленные в ходе выполнения этого проекта методология, руководства и регламенты затем будут “транслироваться” на всё предприятие. Чтобы корректно построить этот процесс, у нас уже создана группа экспертов, которая будет координировать процесс передачи знаний в нужные подразделения. Это связано с тем, что пилотный проект охватывает достаточно большой объем задач и множество людей. На этом “пилоте” учились сотрудники нашего отдела ИТ, конструкторы и технологи, а сегодня “процесс пошел” и в цехах.

В первую часть пилотного проекта входило: установка версий ПО, идентичных применяемым на МВЗ им. Милля; уточнение деталей регламента, который регулирует порядок обмена моделями, и требований к передаваемым моделям; разработка методики приема и отправки электронных моделей; разработка правил построения базовой контрольной структуры. По завершению первого этапа мы получили в свое распоряжение математическую модель этого агрегата – то есть то, по чему мы можем изготовить, проконтролировать, собрать и отправить в эксплуатацию изделие. На момент нашей беседы у нас реализуется уже вторая часть пилотного проекта.

– Для внедрения PLM на заводе была создана специальная группа из конструкторов и ИТ-специалистов, а затем и технологов. Связано ли это с сопротивлением сотрудников применению новых подходов? Почему спецгруппа, а не нормальное внедрение в КБ, почему специальные условия её премирования, почему эту группу не возглавил главный конструктор или его заместитель, почему этим пришлось заниматься Вам?

– Нужно понимать, что серийный завод – это не НИИ, и что продукцию мы должны выпускать в любых условиях. У каждого из конструкторов есть свой круг обязанностей, и отрывать их от процесса создания изделия нельзя. Кроме того, не каждый специалист способен выдержать удвоение нагрузки и вести состав изделия в двух ипостасях. Кадровый голод, кстати, испытываем и мы, особенно в отношении инженерных специальностей. В нашу спецгруппу мы отбирали продвинутых сотрудников, у которых было желание научиться новому, хорошая подготовка и возраст до 40 лет. Таких специалистов нам подбирали главный конструктор и главный технолог. С каждым претендентом проводилось собеседование. Когда у нас сформировалась рабочая группа и дирекция проекта, в её состав вошли и главный конструктор, и главный технолог. Меня назначили руководителем первого этапа пилотного проекта, поскольку в прошлом я уже имел опыт в данной сфере. Это, по-моему, было естественно, поскольку на ИТ-службе легла работа по организации процесса обучения, приобретение лицензий, установка и настройка ПО, выработка методологии обмена моделями данных с МВЗ, организация каналов обмена

информацией. Понятно, что львиная доля забот первого этапа легла на плечи специалистов ИТ-отдела. Обучение пользователей и разработка математических моделей стали фундаментом пилотного проекта. Кроме того, впервые на нашем предприятии было создано Бюро САПР.

В отношении сопротивления... Мой опыт убеждает меня в том, что даже если пересаживать сотрудника с “Запорожца” на *Ferrari*, то он всё равно будет упираться, поскольку привык к старому. Есть специалисты, которые отработали старыми методами уже по 20 лет. В их головах прочно прописан процесс работы, изменить который очень сложно. Ну и главная причина сопротивления – более четкий контроль, который обеспечивается при ведении работ в среде *NX/Teamcenter*, и, следовательно, не размытая, как это было раньше, а вполне конкретная ответственность каждого. Как вы знаете, регистрация, выполнение заданий и выход из системы фиксируются в *PDM*, что дает руководителям возможность четче нормировать работу и следить за плотностью графика. ***PDM-система позволяет нам***

оценить отдачу от каждого сотрудника. А ответственности люди всегда боятся... Начальники среднего звена также становятся подконтрольными.

– Вы бываете на многих предприятиях, откровенно беседуете со своими коллегами... Скажите, пожалуйста, является ли типичным такое отношение сотрудников к реинжинирингу бизнес-процессов, к глубоким новациям в управлении заводом?

– Такая ситуация типична, сопротивление встречается везде. Это просто нужно пережить. К слову, психология отношения людей к переменам преподается в вузах как отдельный курс, который я слушал в годы учебы в Академии народного хозяйства при Правительстве РФ.

– Известны случаи, когда при внедрении PLM руководство было вынуждено избавляться от противников перемен. Вы же, судя по всему, являетесь приверженцем мягких мер...

Многоцелевой вертолет Ми-171 является одной из самых удачных разработок российской вертолетостроительной школы. Этот аппарат представляет собой результат глубокой модернизации самого массового в мире вертолета Ми-8, общий налет которого насчитывает около 100 млн. часов. Вобрав в себя все лучшие качества своего знаменитого предшественника, вертолет Ми-171, в то же время, приобрел совершенно новые возможности за счет внедрения современных технологий. За короткий срок Ми-171 и его модификации были приняты в эксплуатацию более чем в 30-ти странах, и с каждым годом их круг расширяется.

Хорошие летно-технические характеристики, надежность, простота эксплуатации и обслуживания, возможность применения в широком диапазоне условий эксплуатации, многофункциональность, приемлемая цена – вот те качества Ми-171, которые завоевали доверие операторов во всём мире. Вертолет Ми-171 имеет сертификат типа, выданный авиационным регистром МАК, а также сертификаты признания типа в ряде стран мира.

Назначение:

- перевозка до 37 десантников/служебных пассажиров в полном снаряжении (на откидных сиденьях);
- перевозка до 26 пассажиров (на пассажирских креслах);
- транспортировка грузов массой до 4000 кг в грузовой кабине;
- транспортировка грузов массой до 4000 кг на внешней подвеске;
- поисково-спасательные операции;
- противопожарные работы;
- патрулирование;
- транспортировка до 12 раненых (на носилках, в сопровождении медицинского персонала);
- проведение срочных медицинских операций в полевых условиях;
- выполнение работ по подъему, погрузке и разгрузке грузов в полете.



Вертолет Ми-171 – лауреат конкурса “100 лучших товаров России 2010 года”

– Как я уже говорил, мы, так же, как и все, испытываем кадровый голод. Если бы за дверьми завода стояла очередь из специалистов, то я, вероятно, был бы сторонником более жестких мер. Но в данной ситуации мы ведем диалог со специалистами и находим взаимопонимание. Однако с некоторыми расстаться всё же пришлось...

– Как распределены обязанности в вашем пилотном проекте? Какую часть работ взял на себя ЛАНИТ, какую – МВЗ, какую – ваш завод?

– Во время реализации первой фазы пилотного проекта всё методологическое обеспечение взял на себя ЛАНИТ. На первых порах эта компания оказывала нам всестороннюю поддержку. Накопленный её специалистами опыт подобных внедрений на других предприятиях помог нам избежать повторения многих ошибок. Но даже при такой сильной поддержке корректная модель данных для обмена с МВЗ получилась у нас лишь с третьей попытки. У нас ведется не односторонний, а двусторонний обмен 3D-моделями, поскольку, как я уже говорил, в своем КБ мы осуществляем необходимые для процесса производства доработки 3D-моделей, а также проводим CAE-расчеты. Доработанная нами модель, в основе которой лежит несколько расширенная в сравнении с МВЗ модель данных, должна быть проверена разработчиком на предмет увязки с другими компонентами сборки и соответствие её функциональному назначению. Необходимые регламенты такой работы между нами уже согласованы.

Что же касается самой конечной балки, то её “оцифровали” в NX конструкторы нашего КБ, получив на этом хороший опыт. В результате мы сформировали методику создания 3D-модели, методику её контроля, приемки и передачи, увязки элементов между собой.

– Есть где-либо действующий образец PLM, который Вы мечтали бы воплотить у себя на предприятии? На каких предприятиях Вы знакомы с действующими PLM-решениями?

– Если искать образец внедренной PLM-системы среди зарубежных компаний, то я, несомненно, выберу англо-итальянское вертолетостроительное предприятие **AgustaWestland** – даже не смотря на то, что на этом предприятии действует PLM от **Dassault Systèmes**. Конечно, на Западе и условия другие, и методика иная. Дальше своей инструкции сотрудник предприятия не пошевелит и пальцем. Что касается отечественных внедрений, то для нас показательной является реализация PLM-системы на ОАО “Иркут”, поскольку это предприятие работает как с российским, так и зарубежным рынком. У специалистов “Иркут” очень высокая компетенция.

– По Вашему мнению, “зоопарк” систем на предприятии – это нормально (обеспечивается гибкость, проще подбирать сотрудников) или же это зло, которое требуется искоренять?

– Мы не можем позволить себе “зоопарк”. Применение на предприятии разных систем приводит к резкому увеличению численности работников, поскольку в этом случае сотрудники узко специализируются на работе только в одной системе или её модулях. Во-вторых, стыковка систем отнимает много времени и сил, а также неизбежно приводит к потере информации в процессе трансляции. Поэтому лучше всё же стремиться к созданию ИТ-среды, основанной на принципах стандартизации и унификации.

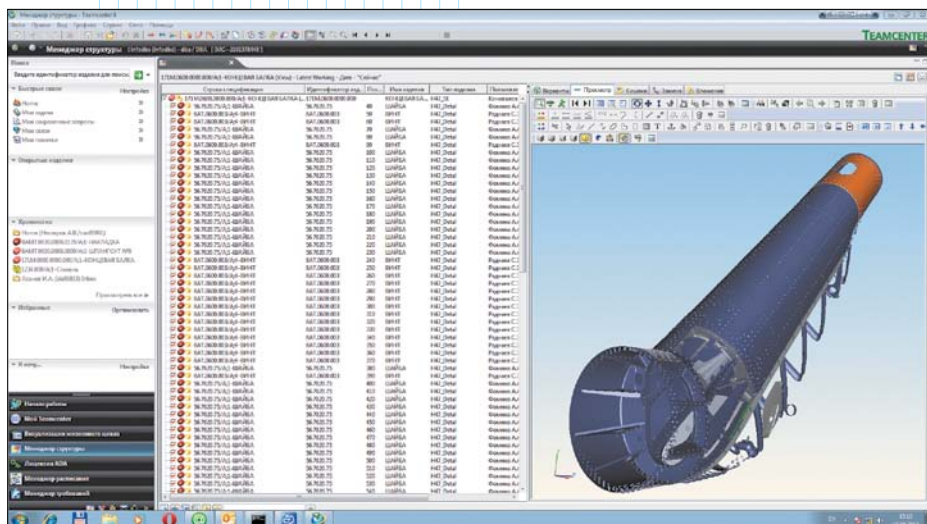
– Когда и в связи с чем появилась задача унификации ПО, применяемого в сфере КТПП? Какова политика ИТ-службы в этом аспекте, и не возникают ли конфликты с инженерными службами?

– Унификацию применяемого на заводе ПО я начал проводить сразу, как только был назначен на должность начальника управления ВТ и ИТ и разобранся в ситуации. Замечу, что процесс унификации коснулся далеко не только САПР, а распространялся на всё ПО: СУБД, системы хранения и безопасности данных, и даже собственные разработки. Продолжать

писать собственное ПО было разрешено только тем, кто способен обеспечить его работу с кроссплатформенными приложениями. Библиотеки элементов у нас также стандартизованы. Благодаря наличию опытных программистов, мы можем дорабатывать под свои потребности функционал в NX и Teamcenter.

Кроме того, унификация применяемого ПО способствует взаимозаменяемости специалистов на предприятии.

– Как на предприятии доросли до понимания технологии электронного макета? Что такое электронный макет и базовая контрольная структура?



Пример конструкторского состава элемента вертолета “концевая балка” в среде Teamcenter

– Мы говорим о том, что у нас действует поэтапный процесс разработки изделия. Всё начинается с *базовой контрольной структуры* (БКС), – это модель, описывающая изделие на самом верхнем уровне, по сути это компоновка изделия и теоретический обвод. БКС создается в виде трехмерной сборки.

На этапе рабочего проектирования БКС служит базовой информацией для создания рабочего контекста и используется как ссылочная геометрия при проектировании отдельных узлов и деталей в Личных контрольных структурах (ЛКС) конструкторов и является управляющей структурой для всего электронного макета в целом. Полный электронный макет создается в процессе рабочего проектирования максимально ассоциативно с БКС.

БКС и электронный макет представляют собой две разные сборки. И если БКС – это концептуальная схема изделия, то электронный макет (после завершения проектирования) – это математические модели с необходимой технологической информацией абсолютно всех деталей и узлов, составляющих изделие, полностью отвечающие своим реальным физическим прототипам. Электронный макет является полным подлинником КД по изделию и содержит информацию, достаточную для проведения всего комплекса ТПП.

– В чём заключается отличие КТПП, проводимой тогда, когда подлинником является конструкторский чертеж, от случая, когда подлинником является 3D-модель изделия?

– Пока еще нам рано говорить об этом. КТПП по 3D-модели – это ключевой аспект второго этапа нашего пилотного проекта, которым руководит главный технолог завода. Мы пока находимся в начале пути.

– Какие преимущества дает использование 3D-моделей и технологии электронного макета вообще и вашему заводу в частности?

– В первую очередь, это дает возможность вести сквозной контроль проводимых изменений. Раньше для этого выпускались извещения об изменениях, но проверить, внесены ли эти изменения во всю документацию, было невозможно. Сегодня все вовлеченные в процесс сотрудники получают электронную информацию о том, что изменение было сделано. Четкий контроль изменений – это главное преимущество в нашей ситуации.

Во-вторых, электронная модель дает возможность экономить время и труд сотрудников.

К сожалению, избавиться окончательно от “бумаги” мешают некоторые нормы, связанные с безопасностью наших изделий. До сих пор четко не определены границы, в которых

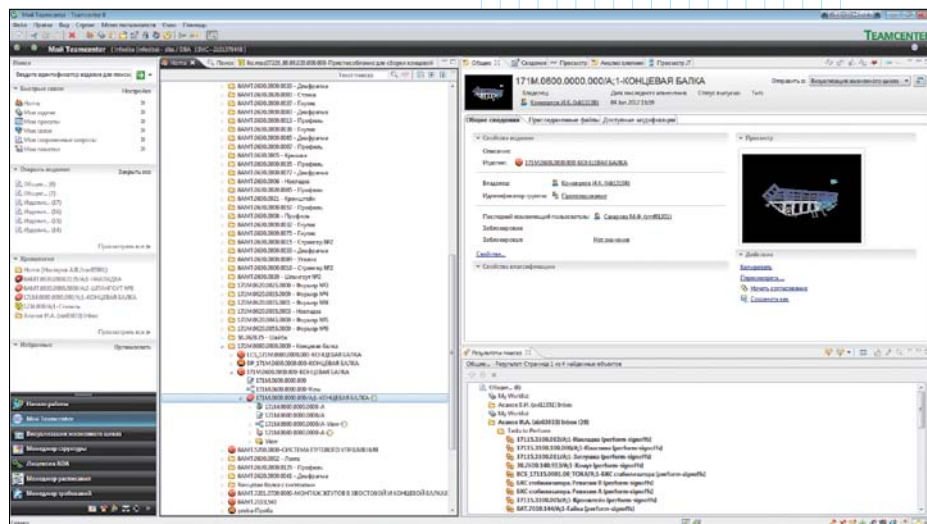
у нас есть возможность опираться на 3D-модель в спорных ситуациях или в случае технических неисправностей техники. Пока в таких ситуациях, а также для военной приемки, мы опираемся на бумажные документы и “мокрые” подписи.

– Каковы критерии успеха первой фазы проекта? Доведены ли эти критерии до сведения исполнителей и участников проекта? Кто будет проверять соответствие проекта этим критериям?

– Первая фаза была завершена успешно. На специально собранном заседании Совета директоров предприятия был представлен отчет, в котором мы показали цели проекта и результаты его первой фазы. Такие задачи, как закупка ПО и оборудования, обучение сотрудников, разработка проектной и нормативной документации, премиального положения были успешно выполнены. Кроме того, на первом этапе мы попытались сделать так, чтобы наши собственные наследованные системы могли свободно обмениваться данными с NX и Teamcenter. Эти цели были достигнуты. Соответствие критериям обеспечивает устав проекта – за это, естественно, отвечает руководитель проекта.

– Какие конструкторско-технологические задачи были отработаны на первой стадии проекта? Насколько перспективно для завода применение средств аннотирования 3D-моделей (PMI), поддерживаемых продуктами Siemens PLM, с целью избавиться от весьма трудоемкого и обременительного оформления хотя бы части конструкторской документации?

– Как я уже говорил, были сформированы и отработаны все необходимые инструкции и регламенты, а также рабочий процесс. Поэтому теперь каждый сотрудник, вовлеченный в процесс производства заказа, знает, на каком этапе он находится и что он должен сделать. Было проведено необходимое обучение.



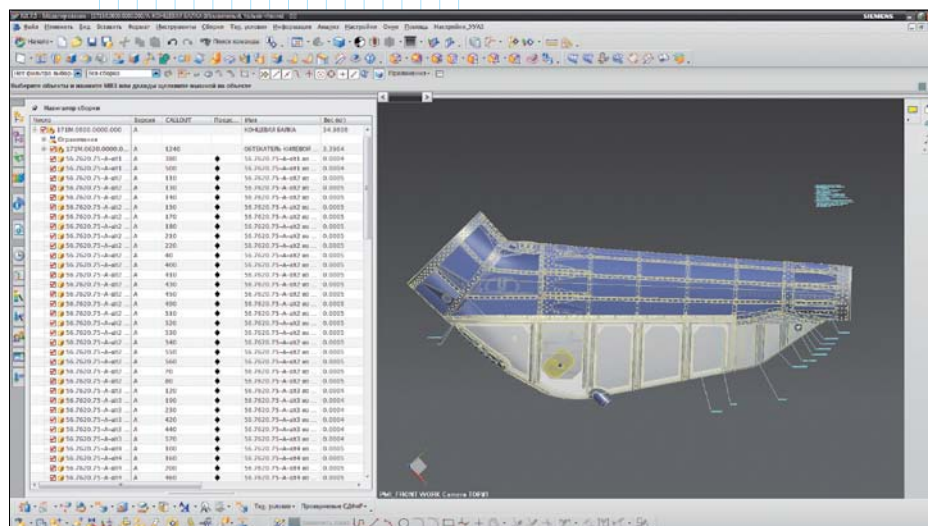
Пример рабочего персонального пространства в среде Teamcenter с формой атрибутов на верхнюю сборку конструкторского элемента вертолета “концевая балка”

В аспекте КТПП очень важным моментом я считаю освоение нами технологии **PMI** (*Product Manufacturing Information*) или аннотированных 3D-моделей. У нас было много споров о том, как всё-таки применять **PMI** – в соответствии с ЕСКД и ЕСТД, либо адаптировать её под себя, утвердив отклонения с помощью документа. На наш взгляд, 3D-модель по нормам ЕСКД содержит избыточную информацию. Поэтому мы собрали конструкторов и технологов вместе и выяснили, что технологи хотят получать от конструкторов для обеспечения изготовления изделия. Таким образом, мы договорились о способах предоставления **PMI** конструкторами для технологов. После проверки этого в действии, на предприятии были выпущены инструкции, регулирующие подготовку **PMI** на модели для передачи её технологом. Наличие **PMI** очень сильно помогло нам – ведь раньше 3D-модели приходилось сопровождать текстовыми файлами; сегодня же всё можно указать на модели. Благодаря этому компьютерная модель теперь действительно может быть использована для изготовления и контроля готового изделия, как и предусматривает философия *Siemens PLM*.

– Удалось ли применить специальное положение о премировании участников вашей спецгруппы?

– Разумеется. Сотрудники, безусловно, нуждаются в финансовом стимуле – желательно, чтобы он был побольше. ☺ Над первой фазой проекта наша команда работала полтора года. Когда контрольные временные точки проекта свидетельствовали о том, что мы движемся по плану, спецгруппа получала премию. Участие каждого в проекте было отнормировано. Мы исходили из своего опыта, полученного в процессе разработки 3D-моделей для ОАО “Иркут”.

– Какова текущая конфигурация PLM-решения сейчас, на второй стадии пилотного проекта?



Пример конструкторского состава элемента вертолета “концевая балка” в среде NX (с примером конструкторских атрибутов и визуальном представлении с применением технологии PMI)

Сколько рабочих мест используется, и какой софт установлен?

– Главная цель второй фазы пилотного проекта – это изготовление и сборка агрегата. Технолог имеет в своем распоряжении аннотированную 3D-модель (а не только конструкторскую модель), на основе которой он может заниматься ТПП и создавать технологические модели для изготовления оснастки. Конструкторский и технологический состав изделия могут сильно различаться. Кроме того, должна быть проверена технологичность сборки изделия. Электронный макет содержит в себе еще и иерархию объекта (входимость).

Для изготовления оснастки по технологическим моделям мы сегодня можем задействовать современные станки с ЧПУ, которые закупает наш завод. У нас создано отдельное бюро разработки постпроцессоров – то есть мы пытаемся сами заниматься написанием постов средствами *NX CAM*. Положительный опыт разработки постов для трехкоординатного оборудования у нас есть, а после приобретения 5-координатных обрабатывающих центров мы начали создавать посты и для них. Как разрабатываются постпроцессоры в *NX CAM*, мы впервые увидели на ОАО “Иркут”. У нас был печальный опыт заказа постов на стороне, в результате чего произошел наезд инструмента на рабочий стол. Дело в том, что при покупке зарубежного станка случается так, что модификация, поставляемая заказчику, может отличаться от модели станка из библиотеки оборудования. Могут быть установлены другие подшипники, увеличен ход и прочее – такие изменения в кинематике станка не отражены в его паспорте. Поэтому существующие посты под такой станок приходится существенно корректировать.

Помимо прочего, на второй фазе мы плотно работали весь *workflow*: пути согласования документов, кто на каком этапе смотрит документы и кому пересылает, кто обязан их проверить. Всё это разработано и уже утверждено. Осталось только “прогнать” всю эту цепочку в реальности и посмотреть, что требует доработки.

Возвращаясь к цели второй фазы: мы создаем технологические модели, изготавливаем оснастку, собираем оснастку, изготавливаем изделие – концевые балки вертолета. Параллельно идет формирование соответствующей методологии, составление регламентов, отладка бизнес-процессов, которые тоже документируются.

Кроме того, с помощью ЛАНИТ мы работаем над созданием дополнительного функционала в среде *Teamcenter*, который позволит нам проводить конструкторскую спецификацию и технологический состав

изделия через *Teamcenter*, подгружать справочники НСИ, проводить расцеховку, формировать материальную ведомость и пр. До этого такие задачи выполнялись с помощью САПР собственной разработки, от которой мы планируем отказаться. То есть, мы хотим добиться того, чтобы вся описанная цепочка этапов и работ выполнялась в среде одного ПО.

У нас функционирует порядка 120-ти рабочих мест *Teamcenter* 8.3. Мы приобрели богатый опыт перехода с версии на версию – вместе с МВЗ; было непросто, зато теперь делаем это почти с легкостью. Для проектирования используются порядка 80-ти рабочих мест *NX* 7.5, а начинали мы еще с версии *NX* 4. На всех предприятиях холдинга “Вертолеты России” существует единая политика перехода на новые версии ПО. Не мы единолично решаем, когда и на какую версию переходить – это решают все предприятия вместе.

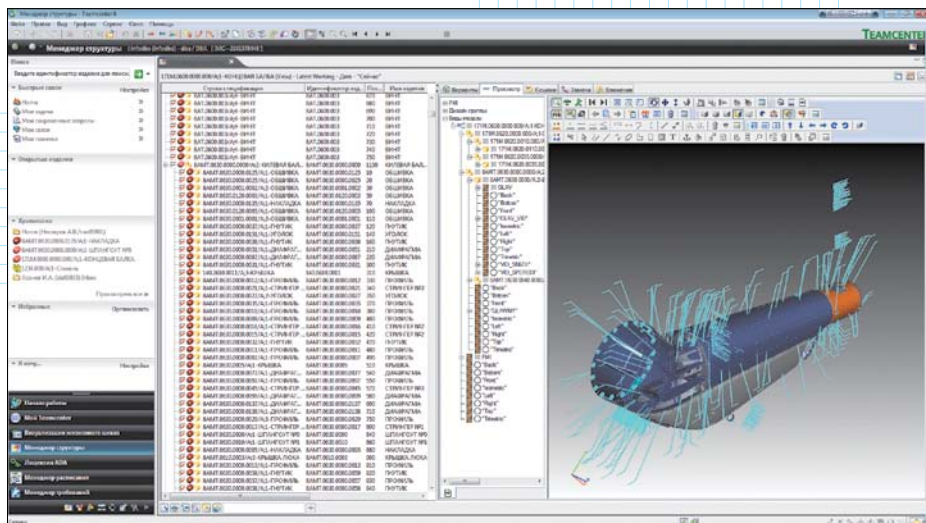
– Какие бизнес-процессы будут автоматизированы в ходе второй фазы проекта, насколько широко и глубоко?

– В данный момент речь идет о формировании в автоматизированном режиме конструкторско-технологической спецификации (КТС) и расцеховки детали. Это должно быть завершено к началу августа. Форма КТС уже утверждена, и программисты ЛАНИТ делают всё возможное, чтобы мы могли получить её в среде *Teamcenter*.

Что еще важно: мы хотели бы получать выгрузку данных для формирования производственного плана подразделений. Ну и, разумеется, осуществлять заказ материалов и прочее. Мы уже осуществили интеграцию *Teamcenter* и СУБД *Oracle*, которая может быть звеном в интеграции *Teamcenter* с любым приложением, созданным на основе этой СУБД.

Реализация второй фазы проекта в целом идет гладко и с большим энтузиазмом, я бы сказал. Люди стали более подготовленными. Кто не желал в этом участвовать, тот уже отселился. Остались те, кто хотят нововведений и понимают, что в результате облегчится и их труд. Несмотря на то, что нагрузка на конструкторов возросла, временной цикл производства сокращается, уменьшая и затраты на само производство. **Сквозной процесс “проектирование–производство” окупает силы, средства и время, затраченные на его внедрение.**

– Как вы готовили базу для внедрения PLM? Насколько эффективной и современной является инфраструктура предприятия – сети, каналы связи, серверы?



Пример конструкторского состава элемента вертолета “концевая балка” с визуальным представлением в формате JT и применением технологии PMI в среде Teamcenter

– На нашем предприятии принят документ под названием “Перспективные пути развития ИТ-технологий на ОАО УААЗ” объемом 160 страниц, который охватывает временной промежуток с 2012 по 2014 гг. Пять лет назад мы провели реорганизацию, в результате которой ранее существовавший отдел вычислительной техники был реорганизован в управление. Появилось бюро САПР. Тогда же мы начали рассматривать возможности модернизации всей инфраструктуры. К данному моменту у нас построены основной и резервный ЦОДы (центры обработки данных), запущены блейд-серверы *IBM* нового поколения, построен и оснащен учебный класс для тренинга собственных специалистов. Закуплены лицензии *Oracle* и персонал обучен работе с этой СУБД. Кроме того, наши специалисты прошли специальное обучение по программированию. Мы начинаем менять всю сетевую инфраструктуру – переходим на оборудование и технологии *Cisco*. К этой необходимости нас привело увеличение количества лицензий и объема используемой информации: нам теперь требуются высокая (в двадцать раз бóльшая) пропускная способность сети, надежность, стабильность и защита каналов связи.

В целом же, всё у нас движется по ранее принятому плану. Мы предусмотрели эти вещи заранее, поэтому сюрпризов нет. Финансирование этой программы осуществляется за счет собственных средств предприятия. Однако доказательную часть и технико-экономическое обоснование необходимости тратить средства именно на это, а не на что-то другое, мы защищаем не только перед руководством предприятия, но и в холдинге.

– Как готовили и учили первых пользователей ПО на предприятии?

– Отправлять своих специалистов на обучение из Улан-Удэ в Москву – это для нас было бы дорого. Поэтому поступили наоборот: специалисты ЛАНИТ выезжают к нам для проведения обучения. Хочется отдельно поблагодарить Евгения Васильева и Александра

Глущенко из департамента *PLM* компании ЛАНИТ за их терпение и образовательную работу с нашим персоналом.

Предварительно мы согласовываем программу обучения, сроки, группы, а также делимся проблемами – тем, что, на наш взгляд, требует отдельного освоения. Отбираем по отделам людей для обучения, которое понадобится для реализации следующего этапа пилотного проекта. Как правило, группы состоят из 12–14 человек. По окончании обучения они сдают экзамен.

Наш пилотный проект можно условно представить как треугольник с вершиной внизу. То есть, чем дальше он развивается, тем больше людей оказывается в него вовлеченными. Учить всех всему – это нецелесообразно. Если полученные знания не будут сразу применяться на практике, они пропадут. Тем не менее, наши специалисты, прошедшие обучение, уже разработали базовые курсы по *NX* и *Teamcenter* и вскоре начнут преподавать их своим коллегам.

Кроме того, Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления (**ВСГУТУ**), который готовит молодые кадры и для авиационной отрасли, оснастился образовательными лицензиями *NX* и начал использовать это ПО в процессе обучения. Специально для этих целей мы сформулировали базовые требования к молодому инженеру, которые были приняты вузом во внимание при составлении программ обучения на соответствующих кафедрах.

– С кем Вы консультировались при выборе внедряющей компании? Почему выбор пал на ЛАНИТ?

– Во-первых, ЛАНИТ является компанией-интегратором не только в холдинге “Вертолеты России”, но и в ОДК (Объединенная двигателестроительная корпорация) и на других предприятиях оборонного. Хорошо отзывался о ЛАНИТ и разработчик изделий, которые мы производим, – МВЗ им. Милы. Я глубоко убежден в том, что на предприятиях и в КБ, работающих в кооперации, должна распространяться одинаковая методология внедрения и обучения решениям *Siemens PLM*. Даже если гипотетически предположить, что кто-то был бы способен предложить нам лучшие условия, то высокая вероятность того, что этот интегратор не поймет другого, работающего с другими предприятиями холдинга. Совершенно не нужно “плодить” интеграторов в рамках холдинга.

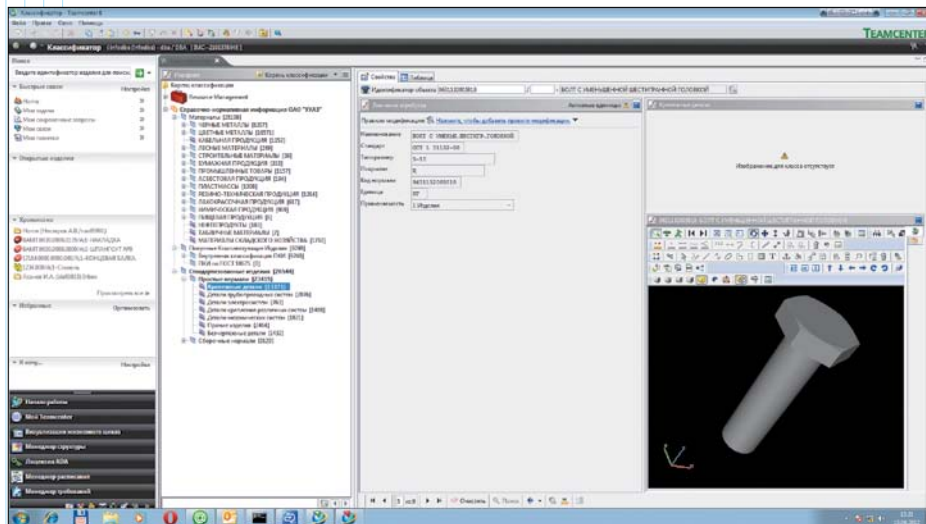
Благодаря ЛАНИТ, мы прекрасно находим общий язык и понимаем друг друга с МВЗ, с “Казанским вертолетным заводом”, с “Роствертолом” (г. Ростов). Мы говорим на одном языке – я имею в виду, что мы идеально понимаем, из чего состоит структура изделия, и используем соответствующую модель данных для передачи

информации из КБ на завод и в обратном направлении. Когда с каждой стороны задействованы разные интеграторы, получить общую модель данных практически невозможно – каждый будет тянуть в свою сторону и ставить подножки конкуренту. Если же интегратор один, то конфликтов нет, поскольку методология внедрения одна, модель данных одна, методика обучения одна, специалисты подготовлены по единому принципу.

Конкретно о ЛАНИТ можно сказать следующее.

Компания ЛАНИТ сильна своими компетенциями и уникальными специалистами, что делает её на голову выше других партнеров Siemens PLM. Когда мы приезжаем в офис ЛАНИТ, мы чувствуем себя как дома – а это дорогого стоит. Они даже свой режим подстраивают под пятичасовую разницу между Москвой и Улан-Удэ: приходят на работу раньше, чтобы больше времени отработать с нами. Для многих проблем, с которыми мы сталкиваемся, у специалистов ЛАНИТ уже есть решение, либо они находят его быстро. Мы убили бы уйму времени на то, чтобы разобраться своими силами. В общем, взаимопонимание с ЛАНИТ – на высоком уровне.

– Обычно бывает достаточно легко понять, как и в какой степени можно автоматизировать конструкторскую подготовку производства с помощью решений Siemens. А вот с ТПП всё не столь однозначно. Здесь предприятия, как правило, используют российские системы проектирования техпроцессов, трудового и материального нормирования и пр., а то и вовсе свои доморощенные разработки. Их не всегда удается интегрировать с ПО Siemens. Нередко на этапе ТПП (например, при проектировании и изготовлении технологической оснастки и инструмента) конструкторам и технологам-программистам приходится заново моделировать обрабатываемые поверхности. А как с этим обстоит дело у вас? Насколько, с Вашей точки зрения, важно, чтобы система КТПП была действительно сквозной?



Пример крепежного элемента в классификаторе (справочнике) с формой атрибутов и визуальным представлением в среде Teamcenter

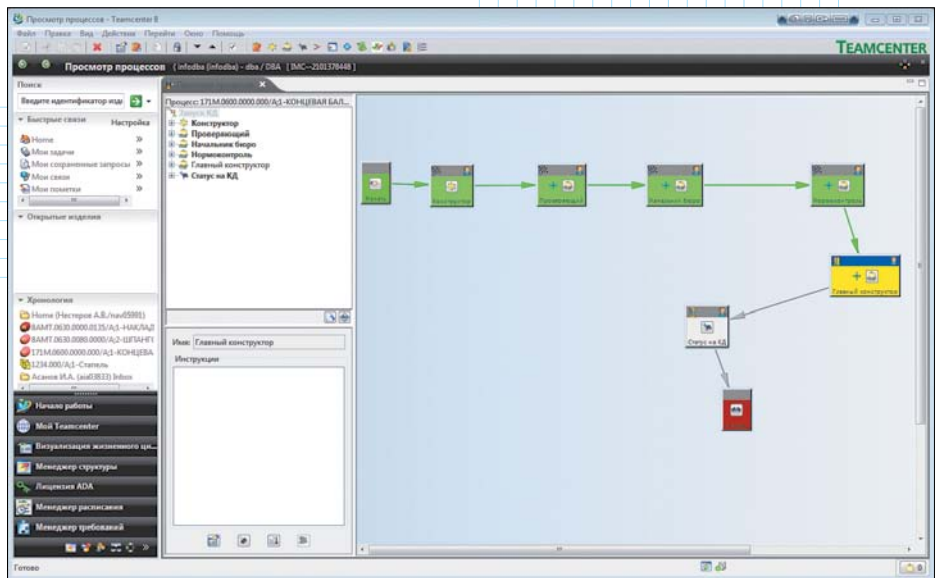
– У нас имеются “доморощенные” САПР, которые мы пытаемся интегрировать с решениями *Siemens PLM*. Кроме того, в данный момент мы работаем над тем, чтобы подготовка технологических процессов по механообработке велась в среде *Teamcenter*. У нас разработана своя методология и есть видение того, как это должно быть сделано. Мы поделились своими наработками со специалистами ЛАНИТ, и они поддержали нас в этом деле. Технологии у нас маршрутные. Технология сборки организована в системе “Рапорт” (разработчик – ЗАО “Аэромеханика-МИ”). Компания *Siemens PLM* даже обещала оказать содействие в интеграции этой системы с *NX*. Техпроцессы механообработки

и механосборочные процессы разрабатываются в другой системе собственной разработки. Мы пока еще не успели запустить всё в электронном виде, но для целей пилотного проекта нам этого пока хватает.

Надо сказать, что мы ознакомились с отечественной разработкой – продуктом компании “Интермех”, но по ряду причин использовать её не стали.

– Чем проект с концевой балкой вертолета может помочь вам в осознании того, как должна вестись КТПП в новых условиях и как должны быть оснащены ПО ваши специалисты? Чем здесь может помочь технология электронного макета?

– Как я уже говорил, наш пилотный проект похож на перевернутую пирамиду: чем дальше он развивается, тем больше в него вовлекается обученных людей. Заинтересованность специалистов тоже растет, поскольку они воочию видят, как можно производить тот же тип техники с меньшими трудозатратами с их стороны. Всё это благодаря новым технологиям и подходам к процессу производства. Специалистам ведь тоже хочется идти в ногу со временем: не сидеть с карандашом в руке, а использовать новые системы и решения. Если раньше каждый самостоятельно вел учет того, кто, что и когда должен сделать, то теперь за графиком следит *PDM*-система: ситуация прозрачна, и эта информация доступна каждому сотруднику. Придя на свое рабочее место и зарегистрировавшись в *PDM*-системе, специалист получает уже сформированный план задач. Руководители групп получили возможность четче распределять задания среди сотрудников, грамотно использовать их время, а также возможность понять, кто действительно выполняет работу, а кто – нет. Способности сотрудников теперь стали очевидны руководителю. Кроме того, *NX* предлагает поле для творчества. Новые решения дают сотрудникам возможность для самореализации, для освоения новых технологий и подходов. Наши специалисты



Типовой пример рабочего процесса утверждения (выпуска) конструкторского элемента в среде Teamcenter

знают, что у них в руках такие программные решения, которые используют в работе лидирующие предприятия авиационной отрасли.

– Какие доводы Вы могли бы привести в качестве технико-экономического обоснования?

– Наше предприятие было создано в 1939 году. У нас сохранилось и старое оборудование. В прежние времена очень многое зависело от квалификации рабочего, непосредственно работавшего на каком-то оборудовании. Уровень подготовки инженеров был высоким, но их роль и влияние на производстве не были такими, как сегодня. Порой рабочие нарушали технологию изготовления, что влияло на динамические и физические свойства детали. Всё это ложилось на плечи цехов. То есть, я хочу сказать, что компетенция на заводе концентрировалась в другом месте. Именно поэтому раньше мы и производили такие чайники, телевизоры и стиральные машины...

Когда компетенция перемещается к инженерам, то это дает скачок в развитии предприятия. Вертолеты Ми – это изделия 60-х годов прошлого века. Придет время, когда эта продукция больше не будет востребована на рынке. Уже сейчас под каждого заказчика мы делаем свою конфигурацию вертолета. И поэтому актуальной становится задача быстрого проведения необходимых изменений в конструкции и комплектации. Раньше на конструкторские извещения уходило до двух недель, теперь это занимает всего четыре часа.

При использовании новых технологий существенно уменьшается время подготовки производства, внесения изменений, доработок. На заводе появляется новое оборудование с числовым программным управлением, которое работает по управляющим программам, созданным *CAM*-модулем по спроектированной в САПР *3D*-модели. Эта сквозная технология исключает промежуточные этапы, которые замедляли

процесс, вносили ошибки и влияли в худшую сторону на качество изготавливаемого изделия.

Наше технико-экономическое обоснование сводилось к тому, что САПР/PLM – это наше будущее. Если сегодня не вложить в это средства, то завтра или послезавтра на выполнение той же работы мы станем тратить больше. “Цена–качество–время” – это мантра производства.

– Каковы дальнейшие планы? Намерены ли вы двигаться дальше – от пилотного проекта к масштабному внедрению PLM-решения?

– Планов много, и для продвижения вперед у нас есть хороший стимул: все работы по проектированию и созданию перспективного вертолета Ми-171А2 планируются вести только в электронном виде. Руководство холдинга объявило о том, что предприятиям-изготовителям будет передаваться только цифровая модель изделия – никакой бумаги.

Мы должны быть к этому готовы, поскольку планируется, что УААЗ будет изготавливать перспективный вертолет полностью. В свете этого обстоятельства, разумеется, весь пилотный проект, всю накопленную методологию и компетенцию мы будем постепенно разворачивать на весь завод. На предприятии и в КБ у нас трудятся порядка 180-ти конструкторов и тысяча технологов, распределенных по специальным отделам и цехам. Уже примерно полгода мы обмениваемся с МВЗ моделями перспективного вертолета, и пока еще проблем с этим у нас не было. Это – одно из достижений первой фазы пилотного проекта.

У нас идет процесс закупки новейшего оборудования – причем не просто станков с ЧПУ, а целых технологических линий, которые предназначены для производства определенных частей изделия. Мы стараемся оптимизировать перемещения изделий по цехам, сократить время обработки и подходов.

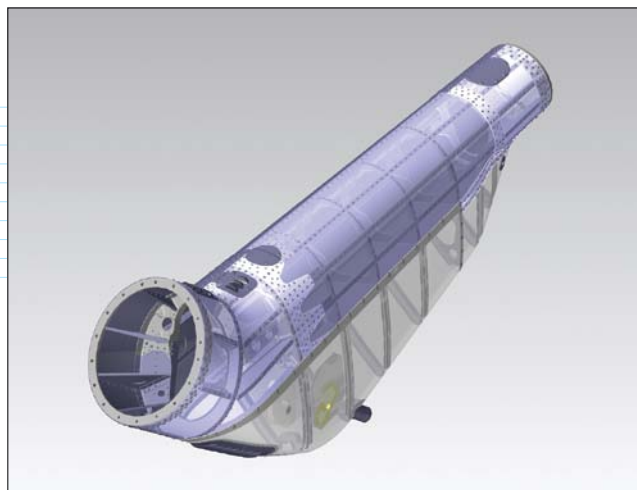
Кроме того, мы постепенно осваиваем методы автоматизированного создания руководств по эксплуатации, руководств по летной годности. Существенная их часть теперь формируется в автоматическом режиме и включает в себя интерактивные ролики.

В будущем мы планируем применять модуль **Teamcenter MRO** (Maintenance, Repair & Overhaul).

PLM позволяет нам иметь в наличии всю необходимую информацию и для постгарантийного обслуживания, что является отдельной статьей дохода для холдинга.

– С какой целью на территории вашего завода было открыто представительство МВЗ им. Миля?

– Да, представительство МВЗ было открыто в 2011 году. Целью этого является налаживание более тесного контакта конструкторов МВЗ с нашим КБ. В скором будущем конструктивные доработки моделей, присылаемых с МВЗ, мы сможем не отправлять назад в Москву, а передавать представительство МВЗ на своей территории. Это решит ряд вопросов, связанных с правами на интеллектуальную



Сборочная математическая модель конструкторского элемента вертолета “концевая балка”

собственность и прочее. Кроме того, будет организован процесс параллельного проектирования на МВЗ и в его представительстве в Улан-Удэ, а также специальный канал связи, который поможет им совместно использовать лицензии NX и Teamcenter. В нашем случае, когда разница во времени составляет пять часов, такая возможность представляется очень выгодной.

На самом деле всё движется к тому, чтобы предприятия холдинга были слиты в одно юридическое лицо. В этом случае все лицензии на ПО было бы разумно объединить в общий пул и использовать на конкурентной основе.

– Читают ли сотрудники УААЗ журнал “CAD/CAM/CAE Observer”?

– Мы читаем *Observer* давно и с пристрастием: из каждого номера мы сканируем статьи и поименно рассылаем их по отделам завода – тем, кто, по нашему мнению, должен их прочесть. ☺

– Что бы Вы хотели сказать в заключение нашей беседы?

– Пользуясь предоставленной мне трибуной, я хотел бы поблагодарить российский офис компании **Siemens PLM Software** в лице **Владимира Биткина**, а также весь департамент PLM компании ЛАНИТ и лично **Сергея Львовича Марьина** за оказываемую нам помощь и содействие в ходе реализуемого на нашем предприятии проекта. Мы довольны своим выбором и тем, что благодаря новым технологиям постепенно приближаемся к мировому уровню и практике создания вертолетной техники. Наши изделия, вертолеты Ми-8, пользуются хорошим спросом в мире – это значит, что мы чего-то стóим!

– Благодарю Вас за интересную беседу и время, которое Вы уделили нашему журналу!

Москва, 6 июня 2012 года. 🙄

Комплексные PLM решения ЛАНИТ

для машиностроительных
и приборостроительных предприятий

- NX™
- Teamcenter®
- Solid Edge®

- Полный спектр услуг по внедрению PLM
- Обширный опыт по внедрению PLM на крупнейших машиностроительных и авиационных предприятиях России
- Наличие уникальной целостной идеологии компьютерного проектирования и технологической подготовки производства
- На протяжении десяти лет ведущий партнер Siemens PLM Software в России

Вертолет АНСАТ разработан на ОАО «Казанский Вертолетный Завод» в системе NX. Проект по внедрению систем NX и Teamcenter ведет компания ЛАНИТ.



Награды от компании Siemens PLM Software:

- «Top European Partner – Product Engineering Software 2011»,
- «Top European Partner – DPD» - 2010,
- «Top EMEA Channel Partner» - 2007, 2008,
- «Top Partner in Russia» - 2000-2002, 2004-2011.



ЛАНИТ, департамент САПР,
(495) 787-29-59, (499)265-50-65
www.plmlanit.ru
cadcam@lanit.ru

Solution
Partner

PLM

SIEMENS

В рамках постоянно-действующего проекта нашего журнала, получившего название “Короли” и “капуста”, мы продолжаем обозревать мировой рынок САМ-систем в надежде, что это поможет нашим читателям лучше ориентироваться в проблематике САМ, причем не только в сугубо технологическом аспекте. Опираясь на факты, они смогут увереннее отстаивать свои позиции в отношении с поставщиками, разумеется, “самых мощных САМ-систем в мире”, нередко оставляющими доверчивых и неискушенных покупателей у разбитого корыта.

Формат обзора мирового САМ-рынка сложился при подготовке материалов за 2009 и 2010 годы, и мы не стали его изменять. Первая часть обзора, как повелось, посвящается анализу уровней выпуска и потребления станков (в том числе, с ЧПУ), зафиксированных в ведущих странах на выходе из мирового кризиса. Ориентироваться в этих цифрах необходимо, поскольку динамика инвестиций в такие станки самым непосредственным образом влияет на продажи САМ-систем. Мы вновь представим читателям перечень главных движущих сил роста и развития мирового рынка САМ, его текущее распределение по географическим регионам, отраслям, группам САМ-функций и по другим аспектам, а также рассмотрим его конфигурацию и основные параметры в 2011 году.

При подготовке этого обзора были использованы материалы крупного издателя – Gardner Publications (www.gardnerweb.com), аналитической компании CIMdata (www.cimdata.com), а также годовые отчеты вендоров САМ-систем.

Проект “Короли” и “капуста” на ниве САМ

Действительные и мнимые лидеры мирового рынка САМ-систем в 2011 году

Часть I. Конфигурация САМ-рынка

Юрий Суханов (Observer)

Руководителю на заметку

Даёшь станки!

В 2011 году, после резкого спада в 2008–2009 гг., производственный сектор мировой экономики не только стал подавать признаки жизни, но и продемонстрировал рост – пусть не везде однородный и сильный, но заметный и вселяющий оптимизм. Любопытно, что в Соединенных Штатах, например, наблюдается даже “оншоринг” производства: возвращение производства на территорию США (*Back in USA* ☺) – процесс, обратный офшорингу, имевшему место на протяжении последних десяти лет и приведшему, среди прочего, к потере огромного количества рабочих мест в США и их появлению в развивающихся странах (теперь уже достаточно развитых индустриально ☺).

Выпуск станков

Согласно данным новейшего “Обзора мирового выпуска и потребления станков” за 2011 год, подготовленного компанией Gardner Publications, выпуск станков в 28-ми ведущих странах (на долю которых приходится более 95% мирового выпуска станков) вырос на **34.7%** по сравнению с 2010 годом. Суммарно станкостроительные отрасли экономик этих стран в 2011 году поставили в промышленность различное станочное оборудование на сумму 92.7 млрд. долл. (в 2010 году – 68.8 млрд.).

Такой рост производства станков характерен для переживаемого посткризисного периода, когда спрос и предложение начинают стремительный подъем из глубины кризиса, нередко

создавая при этом иллюзию органического роста. В действительности же наблюдается банальное восстановление утраченных в результате мирового кризиса объемов производства станков. Это утверждение, однако, не относится к Китаю, станкостроение которого в кризисный период смогло позволить себе лишь небольшое снижение темпов роста.

Невероятный (*unbelievable*, как говорят американцы) рост производства станков на протяжении 2010–2011 гг. позволил не только компенсировать уменьшение объемов продаж в 2009 году, но даже немного превзойти их докризисный уровень, достигнутый в 2008 г.

На рис. 1 показана “горячая десятка” стран, являющихся крупнейшими в мире производителями

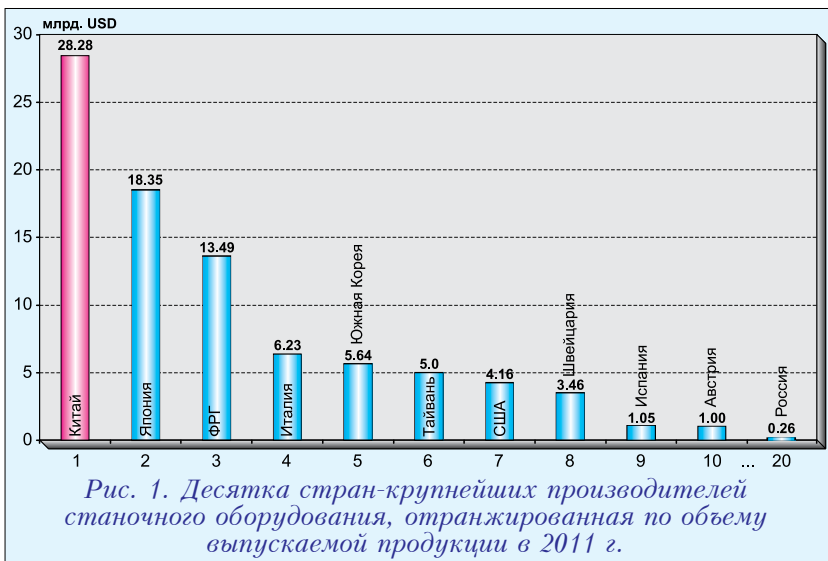
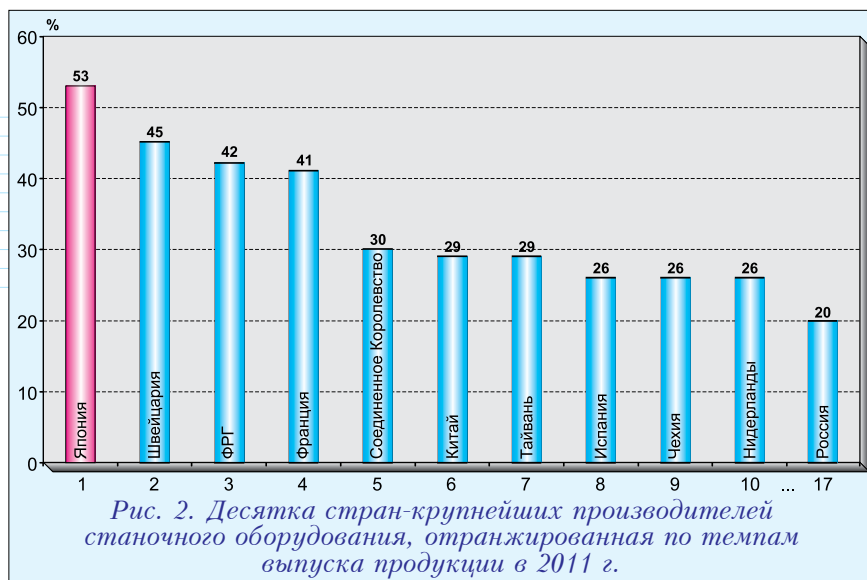


Рис. 1. Десятка стран-крупнейших производителей станочного оборудования, отранжированная по объему выпускаемой продукции в 2011 г.



станочного оборудования. Возглавляют рейтинг Китай, Япония и Германия – их суммарная доля составляет 64.1% мирового объема производства. Китай в 2011 году произвел станков на сумму 28.277 млрд. долларов и продолжает, таким образом, доминировать на этом рынке усиливая давление и увеличивая отрыв от стран-конкурентов.

Япония, занимающая вторую позицию (18.353 млрд. долларов), отстает от Китая почти на 10 млрд., но опережает Германию почти на 5 млрд. (эта цифра стала вдвое больше, чем в 2010 г.).

Рост объемов производства станков в 2011 году (рис. 2) составил: в Китае – 29%, в Японии – 53%, в Германии – 42%. Существенный рост продемонстрировали и другие страны: Швейцария – 45%, Франция – 41%, Соединенное Королевство – 30%. В Испании, Чехии, Нидерландах и Бельгии рост составил 26%, в Италии и Финляндии – 24%. И это всё – страны Европы, охваченные долговым кризисом и почти паническими настроениями относительно судьбы евро. Хочу напомнить, что в

2010 году, сразу после кризиса, первыми стали возрождаться оказавшиеся более динамичными станкопроизводители из Азиатско-Тихоокеанского региона, и темпы роста производства там были просто умопомрачительными: Индия – 89%, Тайвань – 68%, Южная Корея – 63%. В 2011 году рост производства станков в этих странах остается по-прежнему высоким, но существенно более скромным: Индия – 14%, Тайвань – 29%, Южная Корея – 25%. Отрицательная динамика отмечена лишь в Австралии (-11%) и Мексике, где по данным, требующим уточнения и подтверждения, снижение объемов производства станков составило 26%.

Если положиться на данные Gardner Publications за 2011 год, то промышленность РФ, выпустившая станков на сумму 263 млн. долларов, позволила стране занять в этом топе лишь скромное 20-е место, пропустив вперед вовсе не сверхдержавы – Чехию, Нидерланды, Бельгию. Напомним, что в 1990 году Россия занимала 3-е место в мире по объему выпуска станков. В рейтинге по темпам роста выпуска станкостроительной продукции Россия занимает 17-е место с показателем 20%. Одним словом – досадно.

Соотношение разных видов оборудования

В разных странах соотношение металлорежущего и кузнечно-прессового оборудования в общем объеме его производства может существенно отличаться (табл. 1), что обусловлено целым рядом причин и факторов. Так, в странах БРИК, за исключением России, преобладают металлорежущие станки. Азиатские страны также производят преимущественно металлорежущее оборудование. А вот в ряде стран Европы, а также в “примкнувших к ним” России и Турции, в структуре выпуска оборудования

Табл. 1. Соотношение металлорежущего (МР) и кузнечно-прессового оборудования (КПО) в общем выпуске обрабатывающего оборудования в 2011 году

Страна	МР-станки в общем объеме выпуска, %	КПО в общем объеме выпуска, %	Страна	МР-станки в общем объеме выпуска, %	КПО в общем объеме выпуска, %
Япония	89	11	Испания	64	36
Индия	87	13	Франция	61	39
Австралия	86	14	Канада	60	40
Швейцария	84	16	Мексика	58	42
Бразилия	81	19	Австрия	54	46
Тайвань	80	20	Аргентина	50	50
Чехия	80	20	Италия	49	51
Германия	74	26	Россия	41	59
США	73	27	Дания	40	60
Великобрит.	72	28	Швеция	38	62
Румыния	71	29	Турция	25	75
Китай	70	30	Португалия	21	79
Юж. Корея	69	31	Финляндия	20	80

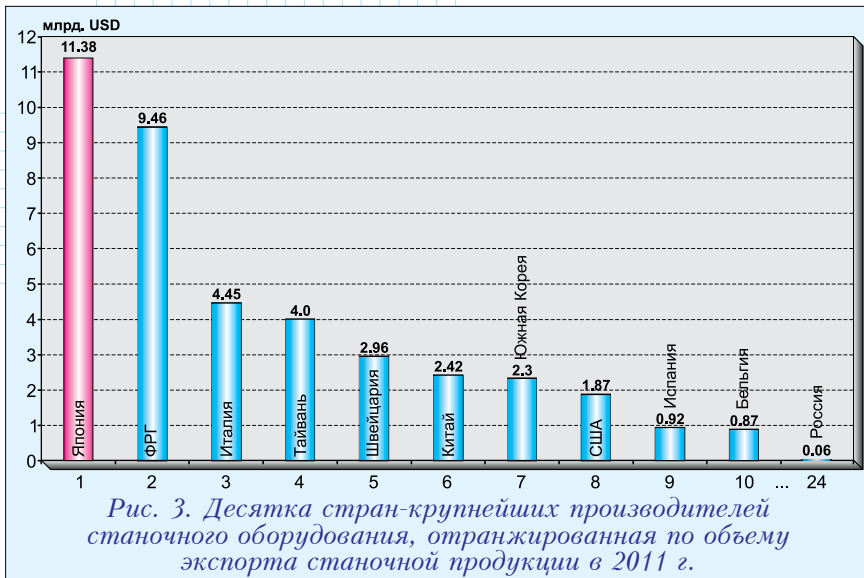


Рис. 3. Десятка стран-крупнейших производителей станочного оборудования, отранжированная по объему экспорта станочной продукции в 2011 г.

Китае, так и за его пределами. Китайский экспорт станков в 2010 году вырос на 28% и составил 1.8 млрд. долларов; в 2011 году он вырос еще на 30% и достиг 2.4 млрд. Доля экспорта в общем объеме производства станков три года подряд держится на уровне 9%. В рейтинге стран-экспортеров Китай занимает шестое место – после Тайваня и Швейцарии.

Соединенные Штаты, обладающие самой большой и развитой экономикой в мире, занимают в топе экспортеров станков лишь 8-е место (1.9 млрд. долларов), а обладающая самой большой территорией Россия – 24-е место (64 млн. долларов).

Горячая десятка стран, чьи показатели экспорта станков за 2011 год оказались лучшими, представлена на рис. 3.

преобладает (или даже господствует) прессовое или кузнечно-прессовое оборудование.

Экспорт станков

В 2011 году объем экспорта станков вырос практически у всех стран-производителей, за исключением четырех – Швеции (-16%), Австралии (-11%), Мексики (-26%, по непроверенным данным) и Аргентины (-5%).

Самым крупным в мире экспортером станочного оборудования на протяжении многих лет остается Япония. В 2011 году объем экспорта японских станков увеличился на 51% и достиг 11.38 млрд. долларов. Доля экспорта в общем объеме выпуска станочного оборудования составила 62%.

Второе место в топе стран-экспортеров исторически занимает Германия; в 2011 году объем экспорта немецких станков вырос на 41% и достиг 9.46 млрд. долларов. При этом, если в 2010 году разница в объемах экспорта станков в этих двух странах составляла 796 млн. долларов, то в 2011-м – уже почти 2 млрд. Доля экспорта в общем объеме производства немецких станков велика – 70%.

Третье место в топе занимает не Россия и не США, не Великобритания и не Китай, не Индия и даже не Бразилия, но – Италия (!) с показателем 4.45 млрд. долларов. Рост экспорта итальянских станков по сравнению с 2010 годом (3.26 млрд.) составил 37%, а доля экспорта в объеме выпуска – 71%.

Китайские станкостроители всё еще не могут похвастаться высоким качеством и долгим сроком службы своих изделий, но то, что уже достигнуто ими в этом аспекте, плюс невысокие цены, обеспечивает рост спроса на их оборудование как в самом

Потребление станков

Под потреблением в данном контексте понимается суммарная стоимость установленных в стране станков – как собственного производства, так и импортированных. Известно, что показатели потребления станков за определенный период времени (то есть расходы промышленных предприятий на приобретение нового технологического оборудования, в том числе станков с ЧПУ) являются одним из наиболее достоверных индикаторов положения дел в производственных секторах национальных экономик.

Имеющиеся данные о потреблении станков ведущими странами (рис. 4) за 2011 год нам представляются весьма любопытными. Китай стал самым крупным потребителем станков еще в 2002 году и с тех пор никому не уступал этот титул. В 2011 году его лидерство в этой сфере еще более укрепилось: в стране было установлено станочного оборудования на сумму 39.1 млрд. долларов, что на 33% больше, чем

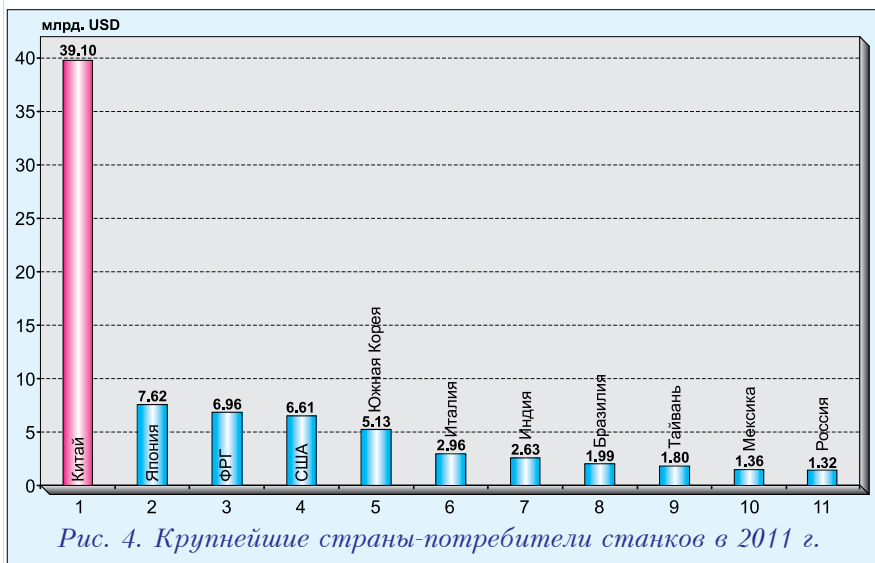
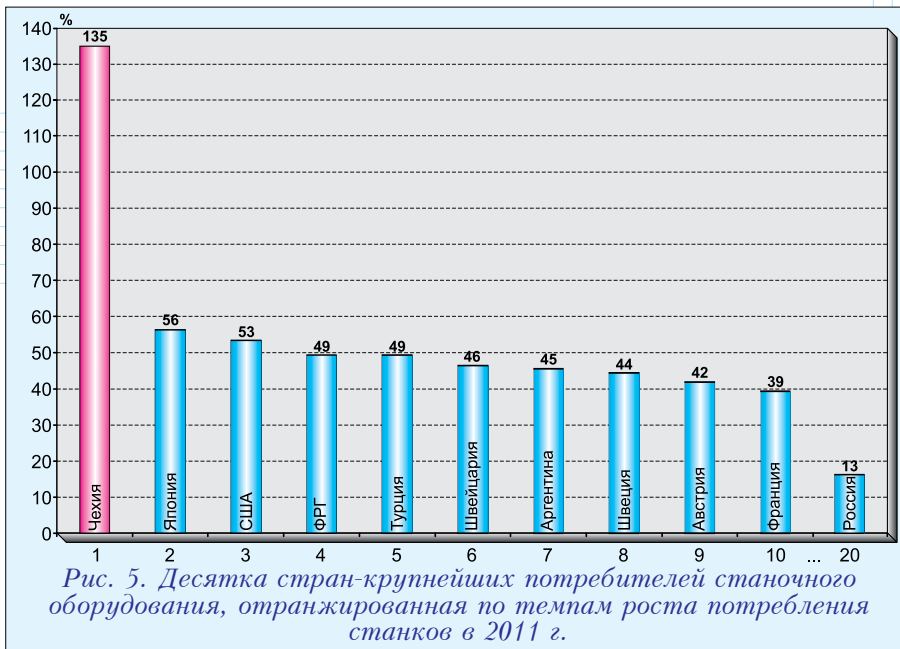


Рис. 4. Крупнейшие страны-потребители станков в 2011 г.



в 2010 году. Таким образом, в Китай ушли **42% от всего объема мирового производства станков!** Для сравнения: это в пять раз больше объема потребления станков в Японии, почти в шесть раз больше, чем в Германии или в США, в 13 раз больше, чем в Италии, почти в 30 раз больше, чем в России.

Спад потребления станков (в ряде стран он продолжался и в 2010 году) в 2011-м сменился ростом, измеряемым двузначным числом процентов. Лишь в Испании (-5%), в Португалии (-9%), в Австралии (-24%) спад продолжился и в 2011 году, а в Румынии потребление станков сохранилось на уровне 2010 года. “Горячая десятка” стран с самым высоким ростом потребления станков представлена на рис. 5.

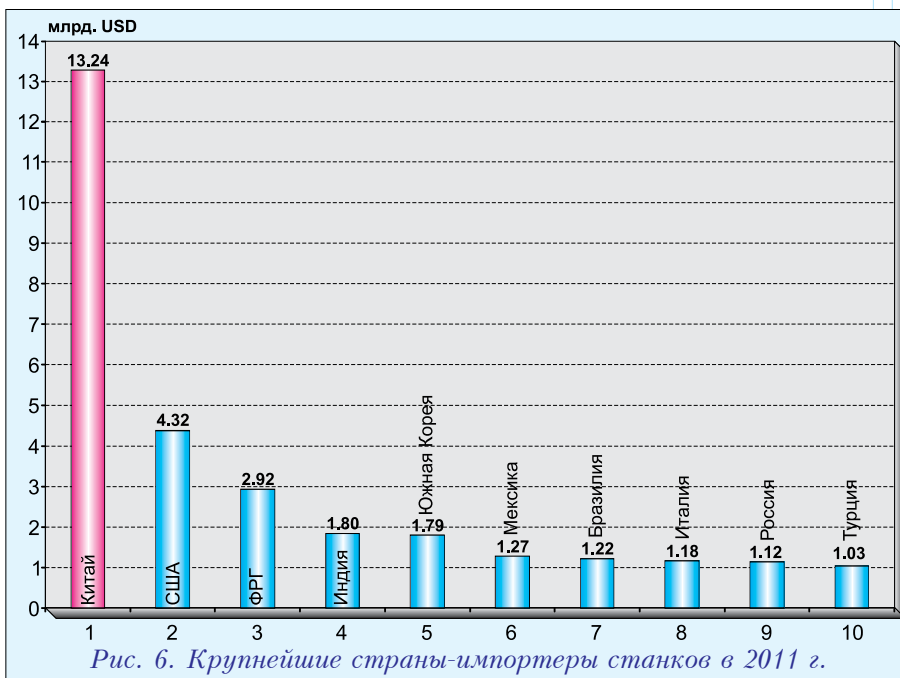
Таким образом, Китай импортирует станков на сумму, эквивалентную суммарной стоимости импорта станков шестью крупнейшими импортерами, занимающими позиции в рейтинге сразу за ним: США, ФРГ, Индия, Южная Корея, Мексика, Бразилия (рис. 6).

США и в 2011 году остаются вторым крупнейшим импортером станков. В денежном выражении импорт увеличился на 71% и достиг значения 4.32 млрд. долларов. Доля импорта в общем объеме потребления станков в 2011 году составила 65% (для сравнения: в 2010-м – 59%).

Третье место в топе стран-импортеров в 2011 году досталось ФРГ: в этой стране импорт станков вырос на 53% – до 2.92 млрд. долларов. При этом доля импортных станков в общем объеме потребления составила 42% (в 2010 году – 41%).

Удивительная страна Япония импортирует относительно мало станков – всего лишь на сумму 648 млн. долларов. Такой показатель помещает её на 17-ю позицию в топе импортеров. Из развитых стран лишь у Японии доля импорта в общем объеме потребления станков измеряется однозначным числом – 9%. То есть, станкостроение Страны Восходящего Солнца является максимально экспортноориентированным.

Россия в 2011 году импортировала станков на сумму 1.12 млрд. долларов, что обеспечило девятое место в топе импортеров. В общем объеме потребления станков за 2011 год доля импортных составила 85%. Это означает, что в России



предпочитают завозить оборудование, нежели производить собственными силами.

Почему покупают новые станки

Американские эксперты на протяжении четверти века изучают рынок, чтобы понять, что же мотивирует, побуждает и вынуждает руководителей предприятий покупать новое оборудование, в том числе станки с ЧПУ. За столь долгий период эксперты сумели отменить несущественные причины и выявить главные. График, построенный по результатам опроса руководителей предприятий (рис. 7), показывает изменение степени важности шести доминирующих мотивов.

Как оказалось, на протяжении уже длительного времени, за редким исключением, капитаны бизнеса, принимая решение о покупке новых станков, руководствовались, прежде всего, стремлением снизить затраты на производство. Следующим по важности фактором руководители считают более высокую производительность нового оборудования в сравнении с имеющимся. Долгое время третьим по важности мотивом служило намерение обеспечить с помощью нового оборудования высокие стандарты качества производимой продукции. Однако в XXI веке этот мотив оказался на 5-м месте, а на третье выдвинулся такой фактор, как гибкость и перенастраиваемость машин и технологических процессов. На четвертом месте по важности оказалась необходимость сменить станочный парк в связи со сменой выпускаемой продукции или кардинальным обновлением модельного ряда. Шестая по важности причина порождается принятием решения о производстве у себя тех компонентов своих изделий, которые прежде закупались у поставщиков.

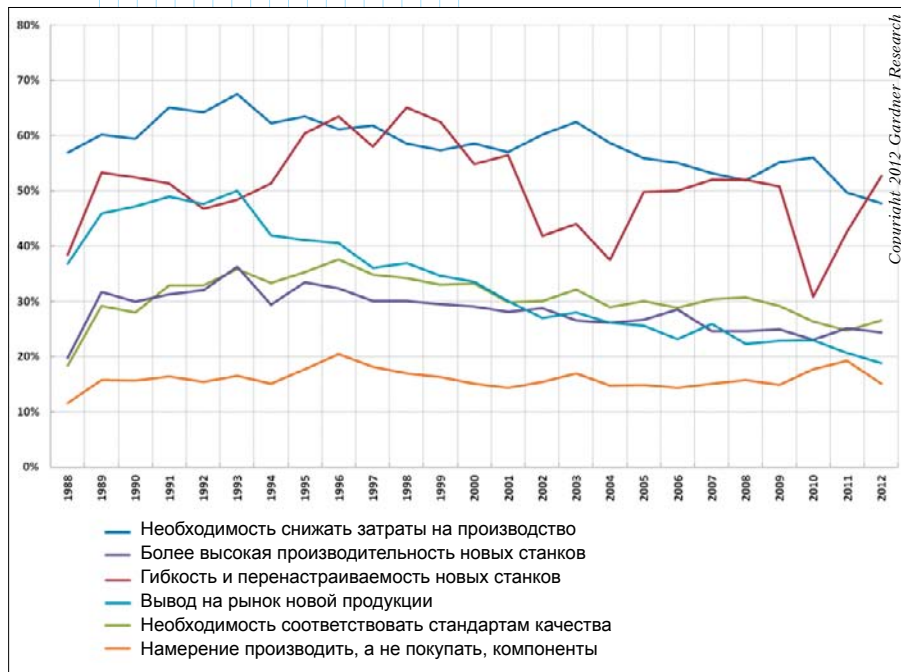


Рис. 7. Трансформация мотивации покупки нового оборудования и станков

Стимуляторы роста рынка САМ

Рост инвестиций в оснащение станками с ЧПУ

Производство всё еще остается жизненно необходимым делом для нашей цивилизации и основой её промышленности. Потребности промышленных предприятий, включая потребность в автоматизации проектирования управляющих программ (УП) для станков с ЧПУ, удовлетворяет рынок САМ-систем. Этот рынок принято считать уже достаточно зрелым. В межкризисные периоды, когда экономика стабильна, САМ-рынок растет умеренными темпами: 5÷8% в год, такова статистика. Мировой экономический кризис 2008–2009 гг. больно ударил по производству вообще и станков с ЧПУ в частности. Пострадал и мировой рынок САМ: объемы продаж САМ-продуктов и сопутствующих услуг в 2009 году снизились на 15.5% в ценах вендоров.

Повышение деловой активности в производственной сфере в 2010–2011 гг., возобновление роста производства и потребления станков, в том числе станков с ЧПУ, способствовали оживлению на рынке САМ-систем. Следует отметить, что **рост инвестиций в покупку станков с ЧПУ непосредственно увеличивает потребность в САМ-системах и стимулирует рост их продаж**, однако не является единственным фактором такого рода. Существуют и другие движущие силы роста и развития САМ-рынка – как независимые, так и взаимосвязанные.

Давление со стороны инвесторов

Как и многие производственные компании, чьи акции котируются на бирже, **САМ-вендоры тоже испытывают всё возрастающее давление инвесторов**. Если ожидания инвесторов в отношении дивидендов не оправдываются, то они готовы сбрасывать свои акции, снижая их цену, и сокращать свое участие, что делает компанию потенциально более уязвимой для поглощения. И для производителей, и для поставщиков ПО этот неослабевающий прессинг трансформируется в необходимость постоянно обеспечивать рост доходов, увеличивать маржу и прибыль.

Рост потребительских ожиданий

Между тем, **потребительские ожидания растут**. Этому способствует интернет – благодаря обилию информации об идеях, технологиях и бизнесе, доступной повсеместно и касающейся всех сфер, начиная от медицины и заканчивая промышленностью. Пользователи ПО хотят получать кастомизированные решения, соответствующие их специфическим потребностям, причем с большей функциональностью, по меньшей цене и с быстрой поставкой. С появлением решений на основе

веб-технологий, пользователь получил возможность сменить поставщика ПО одним кликом мышки. Всё это увеличивает давление как на производителей изделий, так и на САМ-вендоров.

Усиление конкуренции среди производителей изделий

Возрастающая сила глобальной и локальной конкуренции вынуждает производить качественные изделия в кратчайшие сроки по минимальным ценам. Особенно острой является необходимость ускорить вывод изделия на рынок. Все страны повышают квалификацию своих граждан, поэтому интенсивность конкуренции увеличивается на всех уровнях. Китайские производители инструмента, пресс-форм и штампов – источник жестокой конкуренции для компаний из других частей света.

Конкуренция является мощным стимулом для повышения уровня автоматизации бизнеса, она вызывает желание получить преимущество благодаря применению наиболее продвинутых программных и аппаратных средств. Внедрение современных технологий оказывает существенное влияние на самые важные факторы бизнеса: расходы, маржу и прибыль.

Сокращение цикла создания изделий

Стремление сократить цикл создания изделия – главная движущая сила модернизации и автоматизации производства. При постоянном внесении изменений в конструкцию изделия требуется частое дополнительное программирование обработки – для производства самого изделия, а также необходимых для его изготовления инструментов, пресс-форм и штампов. Автомобилестроение – пример подобного сценария, когда каждое изменение конструкции влечет необходимость подготовки новой оснастки и УП для обработки.

Самый долгий цикл проектирования и изготовления – у вытяжных штампов. На то, чтобы спроектировать штамп, может потребоваться от нескольких недель до месяца; для генерации траекторий обработки достаточно четырех-пяти часов, но вот на изготовление сложного штампа может уйти и несколько месяцев. Необходимость в сокращении ЖЦ проектирования и производства изделия является основным фактором роста рынка САМ-систем.

Внедрение современных бизнес-подходов

Производство изделия по важности становится равноценным его проектированию. Для того чтобы производство было эффективным, проектировщики должны улучшить свое понимание того, как деталь изготавливается. Стена между проектированием и производством разрушается. Этому способствует **принятие на вооружение таких бизнес-подходов, как PLM, и новых производственных методологий** – таких, как цифровое производство, коллаборация, параллельная разработка изделия, экологически рациональное производство, управление цепочкой поставок, “проектирование для производства” и др. Интернет оказал огромное воздействие на налаживание коммуникаций сверху донизу по всему циклу

создания изделия. САМ-системы становятся необходимым звеном при организации сквозных процессов.

Улучшение внешнего вида изделий

Чтобы выделить продукт, привлечь к нему взоры покупателей, конструкторы уделяют много внимания не только обеспечению функциональности, но и таким аспектам, как **эстетичность изделия, соответствие внешнего вида модному стилю**. Зачастую это влечет за собой необходимость создания сложных поверхностей свободной формы, имеющих более привлекательный вид. Ввиду изменчивости моды и непродолжительности срока службы потребительских товаров, тысячи предприятий, их выпускающих, оказываются втянутыми в постоянную гонку со временем. Им требуются новые технологии, эффективное оборудование и, конечно же, пресс-формы для литья красивых, стильных пластмассовых деталей. Сегодня их проектируют на компьютерах, а изготавливают на станках с ЧПУ. Чем сложнее пресс-формы, тем дороже станки с ЧПУ, применяемые для обработки их формообразующих частей, и тем совершеннее должна быть САМ-система, обеспечивающая цех управляющими программами.

Усложнение деталей

Уменьшение количества деталей в изделиях и узлах – это современная тенденция в производстве сложных изделий, направленная на повышение качества изделия, снижение издержек, сокращение цикла производства, упрощение менеджмента. Однако, эта концепция основывается на применении более сложных деталей, для обработки которых требуются более продвинутые станки с ЧПУ, равно как и УП соответствующей сложности.

Усложнение производственных процессов

Рост эффективности производства достигается постоянным обновлением технологий, усложнением процессов, применяемого оборудования, инструмента и оснастки. **Сложность производства возрастает:** сегодня стало обычным делом применение многофункциональных обрабатывающих центров, токарных центров, токарно-фрезерных станков, многоосевых и многозадачных токарных станков. Получившая распространение технология высокоскоростной обработки (*HSM*) повышает и производительность станков, и качество обрабатываемых поверхностей. Непрерывный процесс улучшения стратегий обработки, усложнение станков с ЧПУ, использование инновационного режущего инструмента, высоких оборотов и подач – всё это стимулирует дальнейшее развитие САМ-систем и рынка САМ в целом.

Нехватка квалифицированных специалистов

В большинстве стран ощущается нехватка квалифицированных специалистов: инженеров, техников и рабочих, в особенности инструментальщиков. Этот дефицит растет по мере ухода на пенсию высококлассных специалистов. В такой ситуации предприятия часто прибегают к помощи САМ-систем с более высоким уровнем автоматизации, которые

проще освоить и использовать. По мнению таких предприятий, вендоры САМ-систем должны предоставлять ПО, которое предназначено для работников низкой квалификации, но позволяет им работать как высококвалифицированному персоналу. Потребность в таких системах растет.

Существуют, без сомнения, и другие стимулы и движущие силы развития САМ-систем и рынка.

Объем, конфигурация и динамика мирового САМ-рынка

Историю роста и падения международного рынка САМ за время наших наблюдений прекрасно иллюстрируют диаграммы на рис. 8, 9. Здесь рынок представлен в двух привычных измерениях: в ценах конечных пользователей и в ценах разработчиков (вендоров) САМ-систем.

Высота каждого годового столбца диаграммы на рис. 8 соответствует величине совокупных доходов на рынке САМ в этом году, эквивалентных совокупным расходам пользователей на этом рынке. В этом случае принято говорить, что размер рынка представлен доходами в ценах конечных пользователей. Для понимания этого измерения рынка САМ нужно вспомнить простую истину, не требующую доказательств: за всё платит пользователь. В нашем случае в зачет идут следующие траты пользователей: на покупку новых САМ-систем, дозакупку рабочих мест (или лицензий) и модулей, переход на конфигурации с расширенной функциональностью, обновление, а также на оплату годовой поддержки и других услуг (инсталляция софта, его настройка и кастомизация, разработка пост-процессоров, обучение и пр.). Суммарные траты пользователей САМ-систем на указанные цели во всём мире и дают представление о размере рынка САМ в этом году в ценах конечных пользователей.

Ни один официальный орган ни в одной стране мира не располагает официальной статистикой по рынку САМ – её просто нет. Наибольший интерес такая статистика представляет для самих вендоров – разработчиков и поставщиков САМ-систем, а также сопутствующих услуг. Не помешает знание статистики студентам, преподавателям и тем, кто выбирает себе САМ-систему.

Предлагаемая оценка мирового рынка САМ в ценах конечных пользователей – расчетная. Базой для расчета служит объем САМ-рынка в ценах разработчиков – то есть, совокупная годовая выручка всех разработчиков САМ-систем. Поскольку число значимых разработчиков (примерно 50 компаний) на три-четыре порядка меньше числа компаний, являющихся их клиентами, то собрать данные о доходах вендоров не составляет особого труда.

Аналитическая компания CIMdata ежегодно опрашивает разработчиков САМ-систем о результатах их деятельности за предыдущий год. Обработка собранных данных позволяет компании довольно точно оценивать объем рынка в ценах вендоров и затем по простой методике рассчитывать его объем в ценах конечных пользователей. Нетрудно догадаться, что разница между совокупными расходами

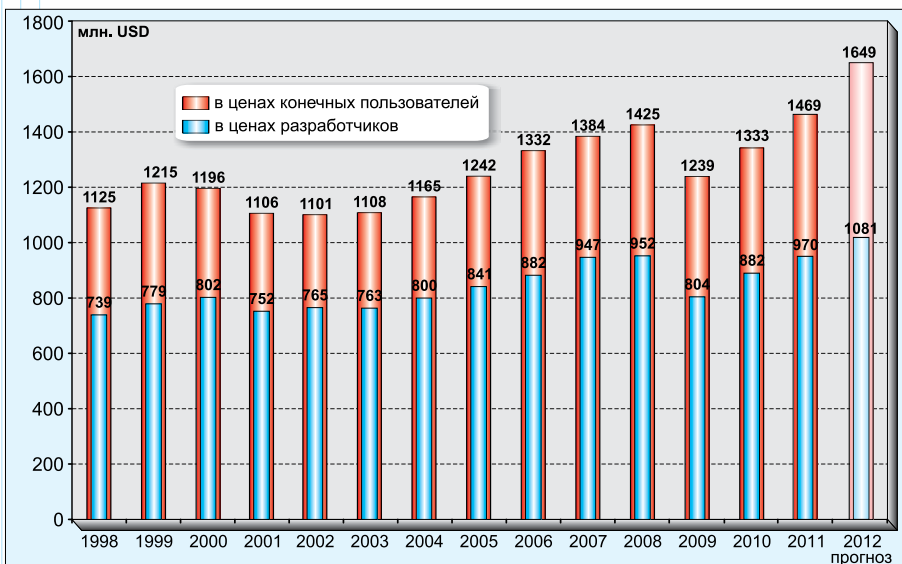


Рис. 8. Динамика мирового рынка САМ-систем за период 1998–2011 гг.

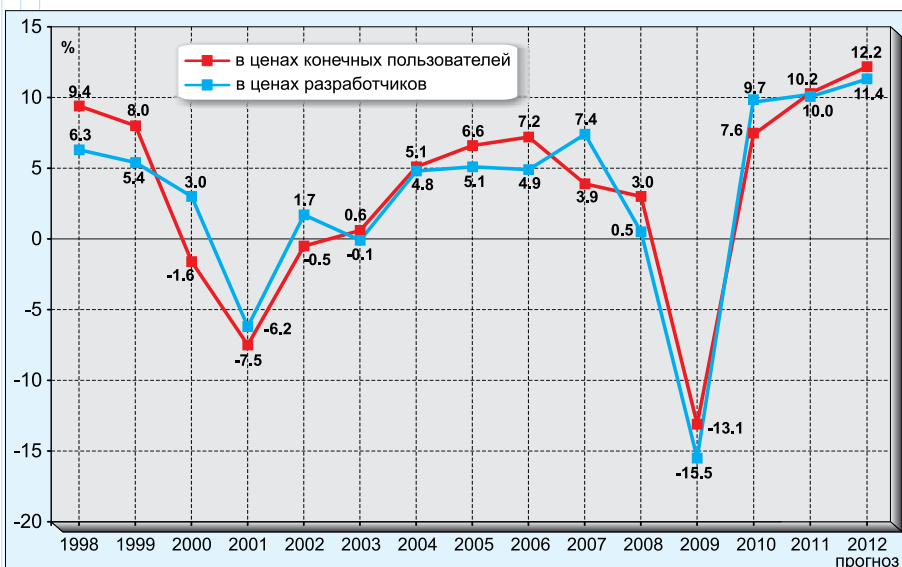


Рис. 9. Темпы роста/снижения рынка САМ-систем за период 1998–2011 гг.

пользователей на рынке САМ и совокупными доходами разработчиков САМ-продуктов представляет собой доходы их многочисленных партнеров всех мастей – дистрибьюторов, дилеров и др.

2010-й принято считать годом выхода из мирового кризиса, исправления допущенных ошибок, возобновления роста, восстановления утраченных позиций на рынке, закладки фундамента для будущего роста и, конечно, годом новых надежд. 2011-й войдет в историю как год получения компенсаций за все унижения и страхи, которые принес и породил кризис. Это прекрасный период новых достижений и свершений, который станет платформой (а для кого-то, возможно, и трамплином) для нового рывка в будущее.

По сравнению с 2010 годом, в 2011 году мировой рынок САМ вырос на 10.2% (в 2010-м – на 7.6%), и его объем в ценах конечных пользователей достиг 1.469 млрд. долларов (в 2010-м – 1.333 млрд.). Это – новый рекорд, перечеркивающий прежний (1.425 млрд.), зафиксированный в 2008 году в самый канун кризиса.

Прогноз CIMdata на текущий, 2012 год, благоприятный: рост рынка на 12.2%, что обеспечит достижение показателя в 1.649 млрд. долларов.

Даёшь Maintenance!

Как уже неоднократно говорилось, совокупные доходы вендоров САМ-рынка складываются из доходов от продажи ПО и доходов от сопутствующих услуг (рис. 10). В структуре доходов вендоров первые оказываются более подвижными и зависящими от конъюнктуры рынка, а вторые, напротив, – консервативными с заметной тенденцией к постепенному росту.

Напомним, что в 2001 году доля доходов от услуг составляла всего 31% совокупных доходов вендора, в 2007 – уже 40.7%. В 2011 году, согласно оценке CIMdata, доля доходов от продажи софта

составила 56.5%, а от услуг – 43.5% совокупных доходов вендоров.

В денежном выражении, в 2002 году доходы вендоров от продажи софта составляли 520 млн. долларов; в 2007-м они достигли рекордного уровня в 565 млн.; в кризисном 2009-м упали до 449 млн., а в 2011-м вновь выросли до 549 млн. Согласно прогнозу CIMdata, в 2012 году эти доходы увеличатся до 615 млн. Другими словами, доходы от продажи софта ведут себя так же, как мировая экономика.

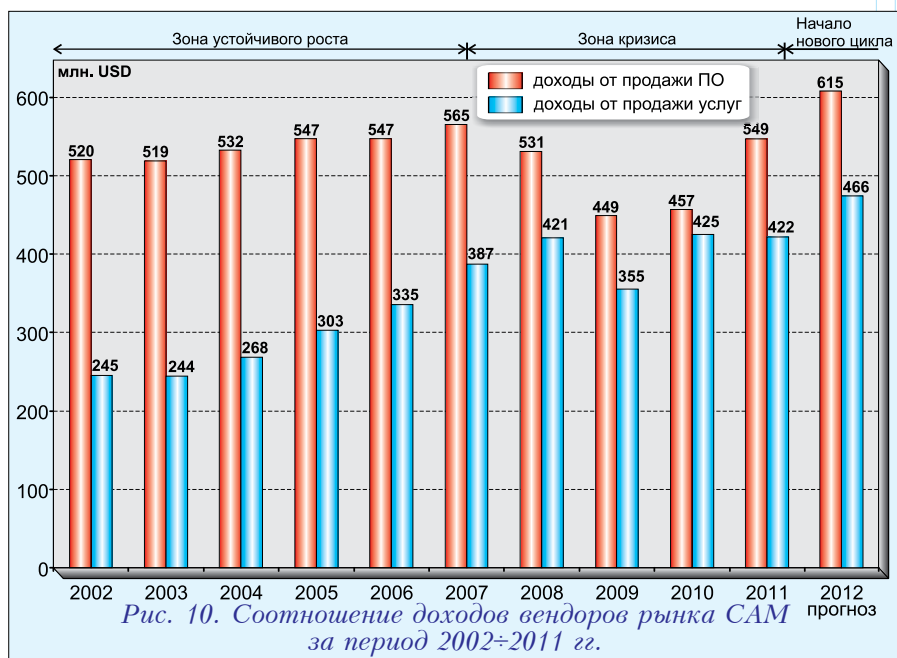
Иное дело – услуги. Например, такая разновидность услуг, как Maintenance, обеспечивающая пользователям надежный контакт со службой поддержки разработчика и поставщика (реселлера) и гарантирующая работу с актуальной версией системы, очень популярна на Западе (порядка 70% пользователей находятся на платной поддержке), да и в России становится всё более востребованной. Доходы вендоров от продажи Maintenance постоянно растут, поскольку увеличивается число пользователей САМ-продуктов, а вместе с ним и потребность в уверенной и комфортной работе с этими продуктами – это касается и получения новых версий САМ-системы, и своевременного обновления и совершенствования постпроцессоров, и онлайн-консультаций в процессе освоения нововведений, и прямой срочной помощи в выборе правильной стратегии обработки...

Стоимость поддержки у разных вендоров отличается довольно существенно, но в целом находится в диапазоне 10÷25% от цены САМ-решения. Например, для линейки продуктов Mastercam плата за Maintenance составляет 10% от цены, для SprutCAM – 15%, HSMWorks – 20%, NX CAM – 22%.

Если в 2002 году доходы вендоров от продажи услуг составили 245 млн. долларов, то в 2011-м – уже 422 млн., а в 2012-м вендоры планируют заработать на этом 466 млн. В 2008–2009 гг., в период кризиса, когда доходы от продажи софта начали опасно снижаться,

доходы от оказания услуг сыграли роль стабилизатора и помогли многим разработчикам САМ-продуктов выжить.

Однако Maintenance – не единственный вид услуг, на которые есть спрос у потребителей САМ-систем. Многие вендоры и их реселлеры оказывают такие услуги, как инженерный консалтинг, реинжиниринг, системная интеграция, кастомизация и кантрификация ПО, разработка постпроцессоров, специальных приложений, библиотек и каталогов, обучение и создание различных учебных материалов, видеокурсов и интерактивных систем. В мире торжествующего аутсорсинга производители становятся всё более восприимчивыми к покупке внешних услуг. Интернет и Skype, разумеется, открыли вендорам САМ-систем и их партнерам



новые возможности для предоставления услуг производственным предприятиям. **Сегодня уже нет нужды в физическом присутствии сотрудников службы технической поддержки в каждом городе, области или регионе. Современные технологии и средства коммуникации позволяют пользователям оперативно взаимодействовать с такими службами на любом расстоянии.**

Несколько поставщиков ПО (таких, например, как *Siemens PLM Software*) уделяют особое внимание сервисной составляющей рынка. Это дает им возможность развивать более тесные отношения с клиентами, лучше понимать их требования и получать дополнительные доходы (в том числе, перепродавая ПО сторонних разработчиков). Хотя маржа от продажи услуг меньше, чем от ПО, сервисный бизнес выгоден САМ-вендорам. Несмотря на конкуренцию и ценовое давление в основных сегментах бизнеса САМ-вендоров, стоимость этих видов услуг из года в год не только не снижается, но и растет – по крайней мере, в соответствии с уровнем инфляции.

На некоторых рынках (например, *PLM*) доходы от оказания услуг просто затмевают доходы от продажи ПО. Это, в первую очередь, является следствием оплаты масштабных усилий вендора, внедряющей компании и других партнеров, предпринимаемых для анализа управленческой и производственной структуры предприятия, изменения существующих бизнес-процессов, а также деятельности по созданию современной инфраструктуры, усилий по поставке, установке и конфигурированию ПО, обеспечению межсистемной интеграции, разработке методического обеспечения и обучению персонала, выполнению пилотных проектов и пр.

Распределение рынка САМ

Этот раздел содержит полезные данные о сегментации рынка САМ по целому ряду аспектов и признаков, в основе которой лежит распределение прямых доходов вендоров.

✓ Географический аспект

В свете продолжающейся конкуренции – между Старым и Новым Светом, Западом и Востоком, Германией и Францией, Китаем и Японией, Китаем и всем миром – представляет несомненный интерес вклад этих стран и регионов в объем международного рынка САМ.

По оценкам *CIMdata*, на долю Европы (правильно этот регион следует называть *EMEA* – Европа, Ближний Восток и Африка) в

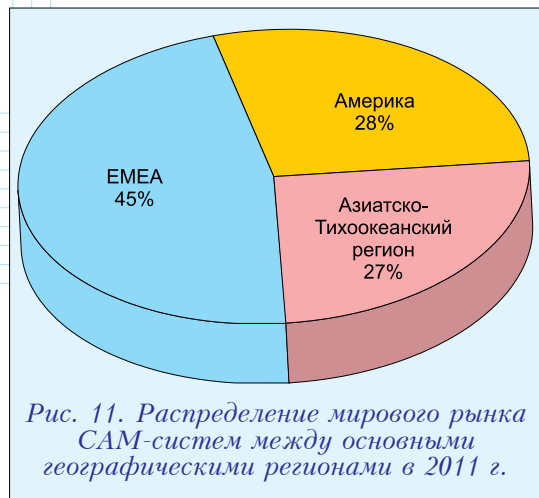


Рис. 11. Распределение мирового рынка САМ-систем между основными географическими регионами в 2011 г.

2011 году пришлось 45% (43% в 2010-м) прямых доходов вендоров САМ-систем; на долю Америки – 28% (27% в 2010-м); доля Азиатско-Тихоокеанского региона (АТР) составила 27% (рис. 11).

Больше всех на САМ-рынке заработали США – свыше 200 млн. долларов, причем зарабатывались эти деньги не только в Америке, но и в мире в целом (рис. 12).

В регионе *EMEA* на долю Германии в 2011 году приходится 38% регионального рынка САМ, Франции – 20% (22% в 2010-м), Соединенного Королевства – 11% (14% в 2010-м), Израиля – 2%; доля всех остальных стран региона – 29%. В 2011 году, по сравнению с 2010-м, доходы в ценах вендоров выросли в ФРГ и Франции, но снизились в Соединенном Королевстве.

В АТР абсолютное лидерство по-прежнему сохраняется за Японией: 61% азиатского рынка в ценах вендоров (49% в 2010-м). Китаю принадлежат 13% регионального рынка (26% в 2010-м), Южной Корее – 7%, Индии – 5%, Тайваню – 3%, Австралии и Новой Зеландии – 2%, остальным странам региона – 9%. В сравнении с 2010 годом доходы САМ-вендоров в Японии выросли, зато в Китае, Индии и других странах региона снизились.

Известно, что в АТР (и особенно в экономически активном Китае) очень высок уровень использования нелегального ПО. Из этого следует, что потенциал китайского производства недооценен, а его реальная окупаемость САМ-системами существенно выше той, что показывают цифры *CIMdata*.

✓ Отраслевой аспект

Самыми активными потребителями САМ-систем в 2011 году стали предприятия, занятые

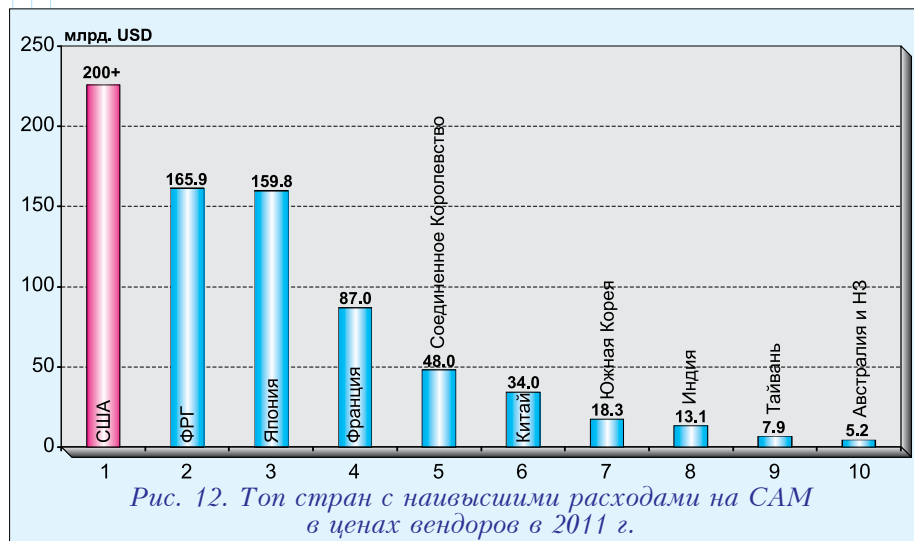


Рис. 12. Топ стран с наивысшими расходами на САМ в ценах вендоров в 2011 г.



Рис. 13. Соотношение в процентах доходов вендоров САМ-систем по отраслям промышленности в 2011 г.

в производстве инструмента и технологической оснастки, включая штампы и пресс-формы: на их долю приходится 31% совокупных доходов вендоров САМ-систем (в 2010-м – 32%). Эти предприятия, разумеется, относятся к различным отраслям промышленности, но для целей данного анализа они выделены в отдельную категорию. Далее в рейтинге (рис. 13) следуют авиакосмическая отрасль (18%), автомобилестроение (17%), производители оборудования (9%), потребительских товаров (7%), электроника и приборостроение (5%) и др.

✓ **По размерам компаний-пользователей**

Представляет определенный интерес и структура потребителей на рынке САМ: размер компаний-пользователей (малые, средние, крупные и очень крупные) и их процентное участие в обеспечении вендоров доходами в 2011 году (рис. 14).

Оказывается, львиную долю (41% годовых доходов) вендорам САМ-систем принесли малые клиенты – компании, собственные доходы которых за год не превышают 10 млн. долларов. Доля средних клиентов (с величиной собственных доходов от 10 до 100 млн.) составила 22%, крупных (от 100 млн. до

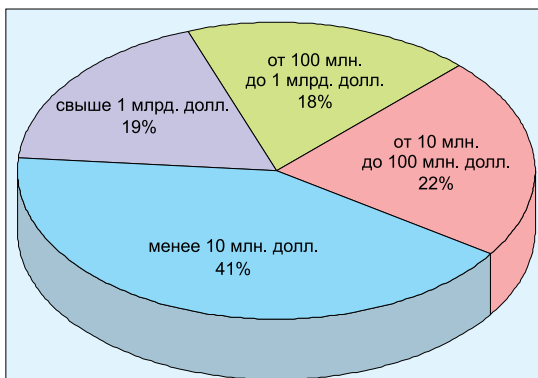


Рис. 14. Распределение САМ-рынка по размерам доходов компаний потребителей САМ в 2011 г.

1 млрд.) – 18%, а очень крупных (свыше 1 млрд. долларов) – 19%.

✓ **По группам САМ-функций или продуктов**

Очевидно, что самая важная функция САМ-системы – генерация траекторий обработки на станке с ЧПУ. На долю этого функционала приходится 44% прямых доходов САМ-вендоров в 2011 году.

САД-функционал САМ-систем (для изменения моделей обрабатываемых деталей, проектирования формообразующих, электродов и др.) вместе взятый обеспечил получение 34% прямых доходов.

На долю средств верификации и симуляции обработки пришлось 9% доходов вендоров, а на долю средств постпроцессирования – 7% (рис. 15).

✓ **По видам обработки**

В 2011 году 38% прямых доходов САМ-вендоров было получено за счет продажи ПО для программирования 3-осевого фрезерования (в том числе – высокоскоростного). На долю средств для программирования 4÷5-осевого фрезерования пришлось 30% доходов, 2÷2½-осевого – 13%, точения – 10%, электроэрозионной обработки – 2% (рис. 16).

✓ **По происхождению доходов в рамках модели продаж**

Согласно оценкам CIMdata, совокупные доходы САМ-вендоров в 2011 году имеют следующее происхождение (рис. 17): чуть меньше половины доходов (45%) получено путем прямых продаж клиентам; 41% доходов вендорам принесли их реселлеры, а оставшиеся 14% – продавцы станков с ЧПУ, с которыми заключены партнерские соглашения, и совместные предприятия, где у вендоров есть доля в бизнесе.

Модели продаж у разных вендоров могут различаться очень существенно, и, следовательно,

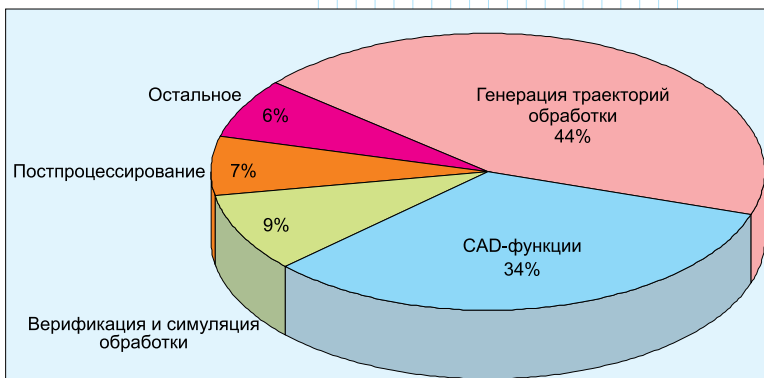
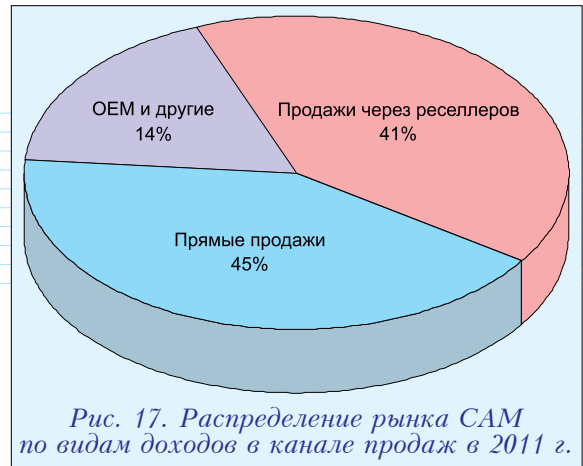
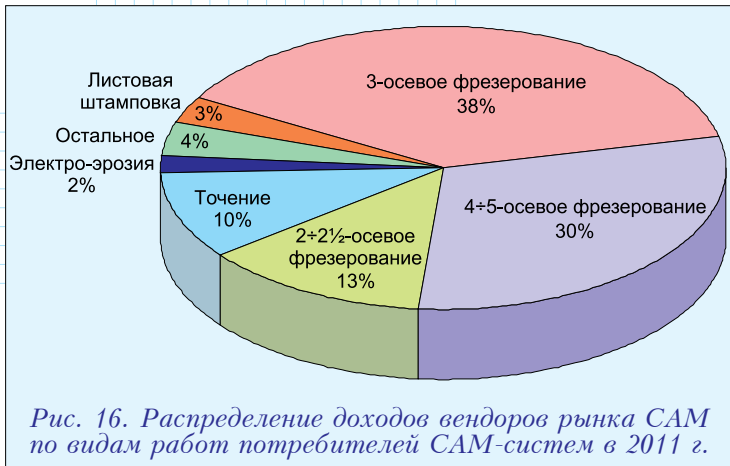


Рис. 15. Распределение доходов вендоров рынка САМ по группам функций САМ-систем в 2011 г.



соотношение доходов в рамках модели тоже может быть кардинально другим. К примеру, такие компании, как *Tebis*, *Plamit Holdings*, *Missler Software* являются приверженцами прямых продаж. В то же время другие – например, *CNC Software* – продают свой софт исключительно через реселлеров. На выбор модели продаж могут оказывать серьезное влияние такие аспекты, как исторические, географические, культурные и иные особенности бизнеса, а также его цели и задачи на конкретной территории.

В последние годы специалисты *CIMdata* отмечают наметившуюся тенденцию снижения доли доходов от

прямых продаж и одновременный рост доли доходов, получаемых от реселлеров. Однако постоянное рекрутирование новых реселлеров *CAM*-систем, обладающих опытом и компетенцией, в ряде регионов является далеко не простым делом. При этом в других регионах имеет место острая конкуренция реселлеров и претендентов, нередко принимающая весьма удручающие формы.

В следующем номере журнала мы продолжим обзор мирового рынка *CAM* и дадим комментарии к свежеспеченным рейтингам *CAM*-систем и их вендоров за 2011 год. 👁

◆ Выставки ◆ Форумы ◆ Конференции ◆ Семинары ◆

<p>Металлообработка. Машиностроение. Сварка</p>	<p>Энергетика. Электротехника. Энергосбережение</p>
<p>Управление Волгоградской области, Выставочный центр "Царицынская ярмарка"</p> <p>ПРОМЫШЛЕННАЯ НЕДЕЛЯ</p> <p><i>14-16 ноября 2012</i></p> <p>ВОЛГОГРАД Дворец Спорта</p>	
<p>www.ZAREXPO.ru</p>	<p>ВЦ "ЦАРИЦЫНСКАЯ ЯРМАРКА" 400005, Волгоград, пр. Ленина, 65</p> <p>тел./факс: (8442) 26-50-34 e-mail: i.andreeva@zarexpo.ru</p> 
<p>Автоматизация. Приборостроение. Электронные компоненты</p>	

Воплощение смелых
идей с SolidWorks



XIV ФОРУМ SOLIDWORKS В РОССИИ

18 октября 2012 года
Москва, здание РАН



Применение системы SkySails: экономия топлива за счет силы ветра.

www.solidworks.ru

От технологического проектирования к производству

Mirko Baecker, EMEA Marketing Director (Digital Manufacturing Solutions, Siemens)



Mirko Baecker – директор по маркетингу в странах Европы, Ближнего Востока и Африки; подразделение по разработке решений для цифрового производства (Siemens).

Слово “Siemens” стало синонимом инноваций во всех областях – от реализации ведущих мировых инженерных проектов до поставки программных средств, разработанных в Siemens PLM Software. Рассмотрим подробнее, каким образом компания Siemens может помочь в подготовке производства деталей при расширении линейки выпускаемых изделий.

Промышленное изготовление изделия – быстро меняющийся этап процесса, превращающего замысел сначала в конструкторско-технологический проект, а затем в готовый продукт.

Исторически большинство предприятий работало по схеме “конструирование–изготовление–продажа”, однако влияние глобализации, конкуренция со стороны экономик с более низкой стоимостью труда и битва за выживание в таких условиях требуют кардинальных перемен на производстве, которое уже не может вестись способами, применявшимися нашими отцами и дедами. Сегодня в сфере машиностроения средства проектирования изделий объединяются с производственными системами, что обеспечивает повторное использование данных. Этот же интеллектуальный источник 3D-информации можно применить при подготовке траекторий обработки, а также для создания и оптимизации процессов контроля, разработки наряд-заказов и производственных заданий. Проблема заключается в том, что данный процесс часто оказывается фрагментированным, несвязанным и неуправляемым. И здесь в дело вступает Siemens – организация, знаменитая своим колоссальным инженерно-производственным багажом. В машиностроительном секторе Siemens уже многие десятилетия является поставщиком систем управления и приводов станков. Системы числового программного управления SINUMERIK на протяжении многих лет остаются главными в авиационно-космической отрасли, и всё большее число производителей станочного оборудования оснащает свою продукцию контроллерами Siemens. Учреждение компании Siemens PLM

Software, поставляющей программный продукт NX, позволило вывести на рынок набор решений, автоматизирующих не только процесс конструирования новых изделий, но и технологическую подготовку производства. Сюда относятся средства проектирования пресс-форм и штамповой оснастки, высокоуровневые приложения для программирования обработки на многокоординатных и токарно-фрезерных станках, а также средства программирования операций контроля, выполняемых при помощи координатно-измерительных машин (СММ).

Изготовление деталей

Решение от Siemens для автоматизации подготовки производства деталей реализовано в контексте всего пакета NX, и создавалось оно на основе огромного опыта Siemens в области машиностроения. Это полнофункциональное решение принесет реальную пользу любому предприятию. С момента создания геометрии детали в контексте системы NX становятся возможными такие действия, как её проработка, рассмотрение различных вариантов конструкции, инженерный анализ и получение окончательного результата в отношении внешнего вида и функциональности изделия. При необходимости эта же геометрия (вместе со связанными с ней допусками и технологической информацией) передается на следующие этапы подготовки производства. Реализованная в NX синхронная технология, обеспечивающая редактирование геометрии без использования дерева построения,



Полный комплект решений от Siemens для производства деталей – от конструирования до изготовления и контроля качества. Данными и процессами управляет система Teamcenter

успешно применяется в проектировании оснастки, заготовок и выполнении других подготовительных процессов.

Программирование обработки на станках с ЧПУ – область, в которой система *NX* прославилась с самых первых версий, так как в её основу легли программные инструменты, успешно использовавшиеся в *Unigraphics*. С тех пор возможности *NX* только возросли. Система может создавать, оптимизировать и выводить в нужном виде готовые к применению управляющие программы. Затем полученный код объединяется с документацией, необходимой для изготовления детали, в общий интеллектуальный пакет, отправляемый в цех. Богатое наследие, которое вобрала в себя система *NX*, и огромный опыт компании *Siemens* в производстве систем ЧПУ позволяют не только программировать обработку для широко распространенного оборудования, но и привлекать такие современные технологии, как использование встроенных программных кодов контроллеров *Siemens* для циклов перемещения инструмента, что необходимо при постпроцессировании и при симуляции обработки на компьютере.

Управление данными и процессами

Вместе с базовыми средствами создания и доработки 3D-моделей компания *Siemens* предлагает *Teamcenter* – решение для управления жизненным циклом изделия. *PLM* часто рассматривается как “ориентированный на конструирование” подход, однако компания *Siemens* создала новый набор инструментов, образующих систему управления и контроля за всеми видами технологической и производственной информации.

Этот набор охватывает широкий спектр задач – от прямого редактирования геометрии детали до работы с различными элементами, используемыми *CAM*-системой при генерации траекторий обработки, включая модели приспособлений, станков, режущего инструмента, заготовок и отдельные операции.

Библиотека технологических ресурсов ***Manufacturing Resource Library*** обеспечивает новый уровень интеграции *NX* (как средства создания геометрии) и *Teamcenter*. Это позволяет как моделировать форму режущего инструмента, так и добавлять метаданные; при этом все службы предприятия получают доступ к централизованной стандартизированной библиотеке. Такой подход экономит и время, и затраты на поставки.

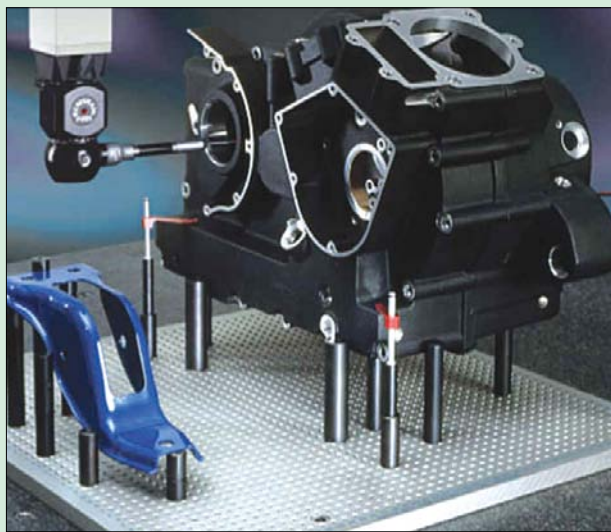
Система *Teamcenter* хорошо себя зарекомендовала в управлении процессами, а теперь в ней появились и специализированные рабочие процедуры для поддержки изготовления деталей. Сюда относятся разработка маршрутной технологии, назначение исполнителей, утверждение и выдача наряд-заказов, управление проведением изменений и обеспечение прослеживаемости – этот фактор становится всё более важным.

Эффективная связь с производством

Чтобы поддержать внедрение и использование всех этих средств, компания *Siemens* выпустила решение ***Shop Floor Connect*** для *Teamcenter*. Цех резко отличается от кабинета конструктора или технолога, но для повышения эффективности работы требуется обеспечить одинаковый доступ к данным и в цехах, и в кабинетах. Решение *Shop Floor Connect* для *Teamcenter*, базирующееся на *web*-архитектуре, будет полезно тем цеховым сотрудникам, которым

Компания *Delphi Thermal*: рост прибыли благодаря внедрению интеллектуальных процессов

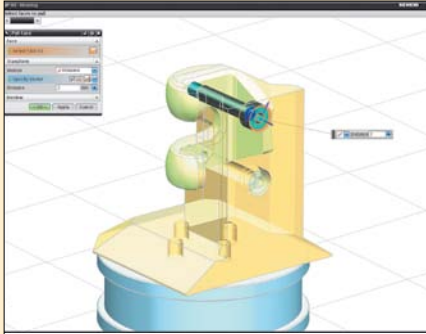
Компания *Delphi* (www.delphi.com) – ведущий мировой поставщик мобильной электроники и различных автомобильных узлов и систем, в том числе



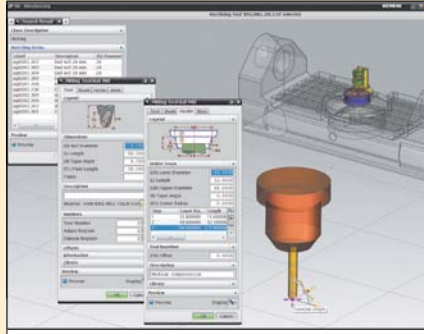
компонентов двигателя и коробки передач, средств безопасности, сигнализации, обогревательных систем, встраиваемых развлекательных систем и пр.

Столкнувшись с ростом конкуренции на рынке поставщиков для автомобилестроения, подразделение *Delphi Thermal* обнаружило, что делать “вполне хорошо” – это недостаточно для достижения амбициозных целей и не удовлетворяет автопроизводителей, которые хотят получать комплектующие всё более высокого качества по всё более низким ценам. Одна из ключевых составляющих процесса поставок автомобильных комплектующих – строгое соответствие требованиям к качеству, установленным автопроизводителями в рамках процедуры одобрения поставки комплектующих (*PPAP*). С помощью основанного на *Teamcenter* решения для управления качеством, программирования координатно-измерительных машин и поддержки автоматизированного контроля деталей, компания *Delphi Thermal* смогла гораздо более эффективно обеспечить выполнение требований *PPAP*, что повысило количество одобрений для её продукции. Это дало положительный эффект во многих областях, но особенно – в том, что уменьшились задержки при производстве.

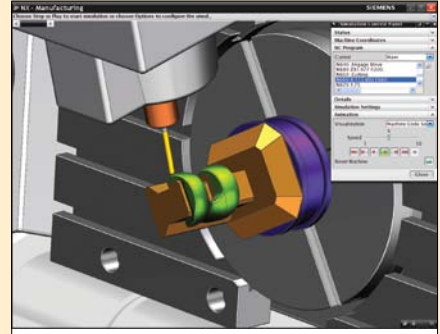
Цепочка процессов CAD/CAM/CNC



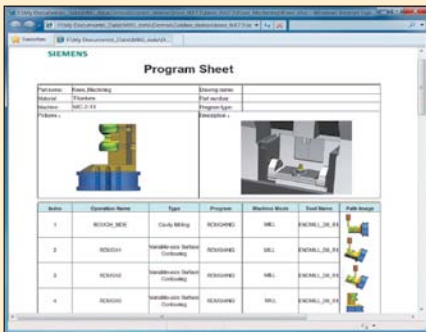
1 Созданная компанией Siemens синхронная технология позволяет редактировать геометрию (и детали, и оснастки) вне зависимости от источника, из которого получена модель, и от того, в какой последовательности создавались её элементы



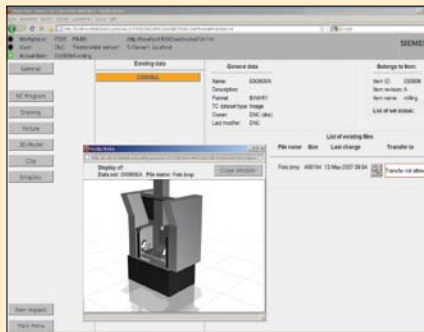
2 При использовании новой библиотеки технологических ресурсов *Manufacturing Resource Library* для *Teamcenter*, режущие инструменты выбираются из централизованного хранилища. Библиотека оптимизируется и управляется в масштабах всего предприятия



3 NX CAM – это средство создания траекторий обработки, их оптимизации и вывода управляющих программ для различного оборудования с ЧПУ



4 Применение *Teamcenter* вместе с имеющимися в NX решениями для подготовки производства позволяет создавать единый пакет с заданием на изготовление детали, который направляется нужным исполнителям



5 Решение *Shop Floor Connect* обеспечивает доступ к таким актуальным пакетам прямо с контроллера станка в цехе, а также поддерживает обратную связь



6 NX умеет всё – от проектирования простых деталей до программирования сложной обработки на многшпиндельных, токарно-фрезерных, 5-координатных станках. Кроме того, NX помогает обеспечить автоматизированный контроль качества изготовленных деталей

требуется работать в интерактивном режиме с управляемыми в среде *Teamcenter* пакетами документации и вспомогательной информацией при полной интеграции всех процессов. Решение поставляется в таком виде, что может работать на маломощных ПК, планшетных компьютерах и даже на современных стойках ЧПУ – прямо там, где в нём есть нужда.

Интегрированное решение по управлению качеством

Когда речь идет о разработке полного рабочего процесса с помощью интеллектуальных решений по управлению данными и процессами, важно сделать его сквозным и законченным.

В производстве деталей конечная стадия процесса – это контроль качества. И зачастую здесь снова наблюдается разрыв между деятельностью отдела качества, контролем деталей в цехах и основным массивом информации. Однако использование комбинации NX и *Teamcenter* позволяет устранить этот разрыв и замкнуть производственный цикл. В функционал NX входят новые инструменты для программирования координатно-измерительных машин, а при помощи *Teamcenter* обеспечивается управление файлами полученных УП, выдача их в цеха и отслеживание исполнения, а также хранение отчетов об измерениях и доступ к ним заинтересованных специалистов.

Передача документации в производство

©2012 Siemens PLM Software

Управление данными и процессами становится всё более популярным, но зачастую все его преимущества заканчиваются в момент передачи проектов в производство. Новое приложение **Shop Floor Connect** для **Teamcenter** наводит порядок в этом хаосе, создавая замкнутый цикл проектирования и производства.

В контексте всего процесса создания изделия собственно изготовление оказывается одним из наиболее сложных этапов. Однако именно этот этап зачастую плохо управляется, оказывается фрагментированным и не имеет связи с источниками данных. Поэтому возникает вопрос о передаче в цех критически важной информации, необходимой в реальном производстве. Даже в тех организациях, которые используют решения по управлению данными, нередко возникают проблемы с неверной или устаревшей информацией, порождаемые применением бумажной документации и отсутствием подходящих средств поиска и извлечения информации. Надежные сведения о внесенных изменениях зачастую отсутствуют, что затрудняет предоставление ответственным за производство лицам нужной информации в нужное время. В цехах применяются многочисленные и не связанные между собой базы данных



Современные системы ЧПУ отличаются большой вычислительной мощностью и обеспечивают доступ к важнейшей технологической информации прямо в местах её использования – то есть, в цехах

и программные приложения. К ним относятся базы приспособлений, каталоги поставщиков оснастки, библиотеки режущего инструмента, средства управления 3D-моделями деталей и заготовок и даже приложения для контроллеров конкретных станков. Все эти несвязанные источники информации повышают сложность и увеличивают вероятность внесения ошибок.

Многие из указанных проблем связаны с используемыми на предприятии методами получения информации, уже являющейся частью процесса управления данными, и методами её передачи в цеха. Однако имеющиеся инструменты поиска, просмотра и извлечения важнейшей информации, эффективные в конструкторских или административных отделах, часто оказываются совершенно неприменимыми в условиях

цеха. Именно здесь за дело берется новое приложение **Shop Floor Connect (SFC)** для **Teamcenter**, созданное компанией **Siemens PLM Software**. На верхнем уровне концепция **SFC** строится на возможностях **Teamcenter** по управлению данными об изделии на предприятии любой отрасли, их отслеживанию и контролю, с дальнейшим предоставлением доступа к технологической информации непосредственно в местах её применения – а именно, в заводских цехах.

Оптимальные способы взаимодействия

Решение **Teamcenter** было расширено по сравнению с прежним набором инструментов для управления созданной в **CAD**-среде геометрией и жизненным циклом изделия на этапах проектирования – с тем, чтобы управлять еще и технологической подготовкой моделей деталей, конструированием оснастки и приспособлений, процессами программирования станков с ЧПУ и координатно-измерительных машин, а также библиотеками инструмента.

Приложение **Shop Floor Connect** предоставляет сотрудникам в цехах ряд способов взаимодействия с **Teamcenter**. Использование архитектуры “клиент-сервер” обеспечивает сетевой доступ к **SFC** с любого имеющегося устройства. Значительная часть возможностей полнофункциональной системы **Teamcenter** была обрезана, а пользовательский интерфейс сильно упрощен. Это означает, что доступ к данным можно получить не только с обычного низкопроизводительного ПК, но и с других аппаратных платформ, обладающих меньшими возможностями, будь то **iPad** или современный контроллер ЧПУ со встроенным веб-браузером.



Приложение Shop Floor Connect предоставляет упрощенный пользовательский интерфейс для доступа к хранящимся в базе Teamcenter данным в режиме реального времени. Информация может выводиться на самые различные устройства – от контроллера ЧПУ до iPad от Apple

Библиотека технологических ресурсов

©2012 Siemens PLM Software

Библиотека технологических ресурсов **Manufacturing Resource Library** от *Siemens PLM Software* воплощает новый подход к управлению режущим инструментом, позволяющий добиться максимальной отдачи от имеющихся ресурсов.

Хватит терять время на поиск информации в неудобной библиотеке и на листание кучи каталогов поставщиков, когда вам нужно выбрать инструмент или разработать управляющую программу для станка ЧПУ! В новейшей версии *Teamcenter* компания *Siemens PLM Software* реализовала библиотеку **Manufacturing Resource Library (MRL)**, которая предлагает новый подход к управлению ресурсами – с её помощью вы сможете легко найти и применить требуемую технологическую оснастку, что многим приходится делать каждый день.

Современные САМ-системы чаще всего поставляются в комплекте со встроенными библиотеками инструмента. К сожалению, многие из них таят в себе необходимость дополнительных затрат. Подобные библиотеки отнимают ваше время и при их заполнении данными об инструментах, и при обновлении информации всякий раз, когда выходит новый каталог их поставщика. Кроме того, у каждого поставщика каталог организован по-разному, поэтому вам вряд ли удастся просто импортировать данные в свою систему, и придется потратить многие часы на поиск в этих каталогах нужного инструмента.

Библиотека **MRL** хранит свое систематизированное содержимое в базе *Teamcenter* и имеет полный набор функций для быстрого и

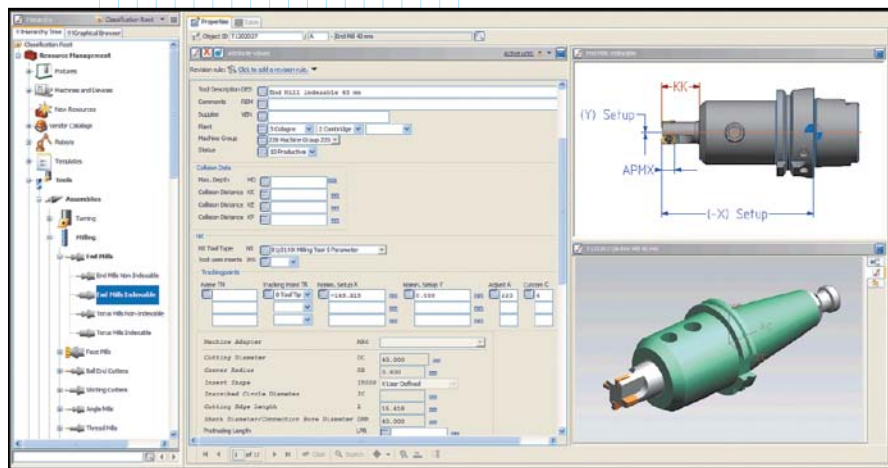


Использование технологом-программистом стандартного инструмента из рабочей библиотеки (а не из каталогов поставщиков) снижает стоимость управления запасами

удобного поиска и графического отображения информации об инструментах. Самое важное – вы сможете легко импортировать каталоги поставщиков и затем выбирать из них необходимые инструменты в свою рабочую библиотеку. Вы даже можете вводить в библиотеку свою собственную информацию в случае применения специализированного инструмента, а также добавлять в нее другие данные – например, о специальных технологических приспособлениях.

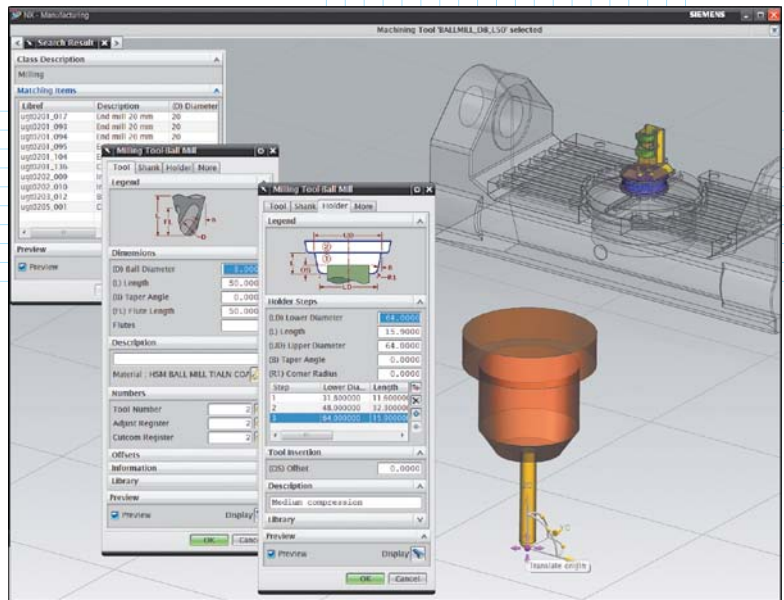
Прямой доступ к библиотеке инструмента

Интегрированная с *Teamcenter* система **NX CAM** от *Siemens PLM Software* обеспечивает прямой доступ ко всей информации об имеющихся ресурсах с помощью встроенных меню. Пользователь **NX CAM** может легко выполнить поиск в библиотеке и загрузить точную 3D-модель выбранного инструмента прямо в ходе сеанса разработки управляющей программы. Это сокращает сроки разработки программ для станков с ЧПУ, повышает точность имитационного моделирования процесса обработки, а также позволяет автоматически создавать комплект технологической документации, содержащий точную и актуальную информацию о применяемых инструментах.



Teamcenter можно настроить так, чтобы ведомости инструмента и выданные наряд-заказы отправлялись в цех для проверки наличия запасов требуемого инструмента

Библиотека *MRL* поддерживает современные стандарты описания и классификации режущего инструмента, в том числе *ISO* и *DIN*. Кроме того, библиотека отличается гибкостью. Хотя она сразу же предлагает развитую структуру для поддержки классификации инструмента, но вы можете создать и свою собственную структуру. К тому же, библиотеку можно применять и для хранения информации о других цеховых ресурсах – станках, приспособлениях, промышленных роботах и устройствах смены инструмента. Более того, в библиотеке можно организованно хранить такие цифровые активы, как шаблоны и мастера процессов разработки УП, шаблоны для оформления чертежей, настройки, а также практически любые другие цифровые объекты.



Данные из библиотеки применяются в САМ-системе для заполнения выходных ведомостей инструмента, подготовки технологической документации и для симуляции процесса обработки

Работа с каталогами поставщиков инструмента

Библиотека *MRL* делится на три раздела, в которых отдельно хранятся каталоги поставщиков, используемые вами инструменты и сборный инструмент. Если поставщик режущего инструмента предоставляет *CD*- или *DVD*-диск с каталогом продукции, то такой каталог можно всего несколькими щелчками мыши импортировать прямо в раздел “Каталоги поставщиков”. Библиотека *MRL* интеллектуально сопоставляет назначенные поставщиком классы и атрибуты инструментов с соответствующими полями базы данных. Загрузив каталог в систему, вы можете перенести данные в раздел “Используемые инструменты” (рабочая библиотека), содержащий те инструменты и сборки инструментов, которые применяются на предприятии. Благодаря этому рабочая библиотека не будет перегружена тысячами описаний инструментов, которые вам никогда не понадобятся.

Сборный режущий инструмент

Система работает как с отдельными компонентами инструмента (державками, штангами, твердосплавными вставками и пр.), так и с полностью собранными и готовыми к применению инструментами. Библиотека *MRL* помогает собирать инструменты на основе правил, задающих точки сопряжения различных элементов.

Интеграция с PLM-системами

Поскольку библиотека *MRL* использует технологию *Teamcenter*, то в управлении инструментами становится доступным весь диапазон *PDM*-функций. Например, можно выполнять поиск всех производственных заданий,

в которых используется конкретный сборный инструмент или его составная часть. Если набор применяемых инструментов (в рабочей библиотеке) изменился, вы легко сможете выяснить, на какие задания и управляющие программы повлияет такое изменение. Это позволит принимать решения о правилах ведения рабочей базы данных режущего инструмента.

Что не умеет MRL

Библиотека *MRL* не может заменить собой цеховые и прочие производственные системы, которые управляют физическими запасами и закупками инструмента. Библиотека *MRL* предназначена для использования на этапе технологической подготовки производства, когда технологи определяют методы обработки и разрабатывают комплекты технологической документации. Библиотека настраивается для синхронизации с системами управления работой цеха. Например, при выборе инструмента для выполнения какой-то операции, технолог-программист может проверить его запасы на складе.

Основные преимущества

Огромное преимущество библиотеки технологических ресурсов – простота, с которой вы сможете работать с каталогами различных поставщиков инструмента и создавать свою собственную рабочую библиотеку. Вкупе с плотной интеграцией с пакетом *NX CAM*, основанной на применении трехмерных моделей, это делает *MRL* новым словом в управлении критически важной информацией о режущем инструменте.

Система разработки эксплуатационной, ремонтной и сервисной документации в ОАО “Автодизель”

А.В. Комиссаров, директор ИТ-департамента ОАО “Автодизель” (ЯМЗ)

В начале 2011 года в ОАО “Автодизель” стартовал проект внедрения системы разработки эксплуатационной, ремонтной и сервисной документации.

Основной причиной начала работ в данном направлении стало повышение требований со стороны потребителей продукции к информационному обеспечению постпроизводственных стадий жизненного цикла двигателей, выпускаемых ОАО “Автодизель”. Особая актуальность проблемы создания качественной и современной технической документации обуславливается запуском в 2011 году нового производства двигателей семейства ЯМЗ-530, отвечающих экологическим стандартам Евро-4.

Основные цели проекта:

- повышение управляемости проектной деятельности в рамках разработки, изменения и распространения сервисной, эксплуатационной и ремонтной документации;
- сокращение сроков разработки, изменения и распространения сервисной, эксплуатационной и ремонтной документации;
- сокращение затрат и обеспечение наглядности обучения сервисному обслуживанию контрагентов ОАО “Автодизель”;
- уменьшение числа ошибок при подготовке документации.

Выбор поставщика программного обеспечения осуществлялся по результатам тендера. После анализа предложений, представленных на тендер, была выбрана компания “Иторум”. В основе предложенного компанией решения лежит система **Technical Guide Builder**, разработанная АНО “НИЦ CALS-технологий “Прикладная логистика”. Данное решение в максимальной степени удовлетворяет требованиям, предъявленным

О компании “Автодизель”

ОАО “Автодизель” (Ярославский моторный завод) – одно из крупнейших российских предприятий, специализирующихся на производстве дизельных двигателей многоцелевого назначения, сцеплений и коробок передач. Ярославские двигатели устанавливаются на коммерческие автомобили, автобусы, магистральные автопоезда, карьерные самосвалы, аэродромные тягачи, зерноуборочные комбайны, лесовозы, экскаваторы и другую технику.

специалистами ОАО “Автодизель”, в том числе и по соотношению цена/качество. Важным фактором послужило и то, что разработчиком ПО является российская компания. Соответственно, это упрощает многие вопросы, связанные с модернизацией системы и реализацией дополнительных возможностей в дальнейшем. Как показала практика – это достаточно важный аспект, который необходимо учитывать при выборе подобных систем.

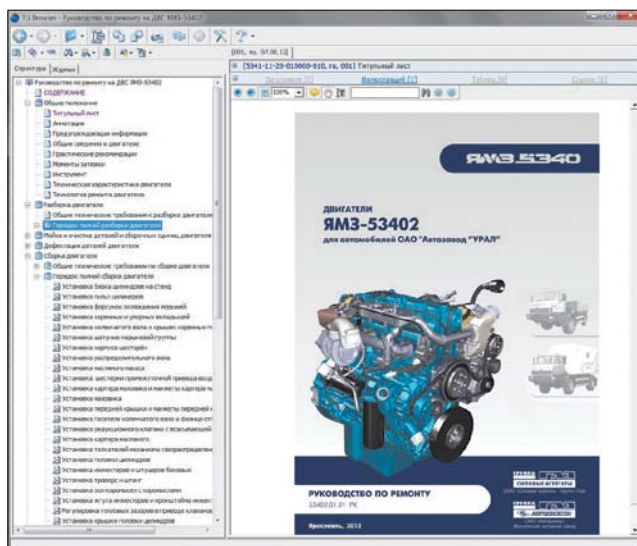
На начальном этапе внедрения, после анализа существующих процессов создания документации, были сформированы функциональные диаграммы, отражающие состояние процессов до и после внедрения системы. В результате удалось интегрировать в технологические процессы разработки документации все исходные данные и их источники, с одновременным отражением ресурсов, необходимых для создания документации.

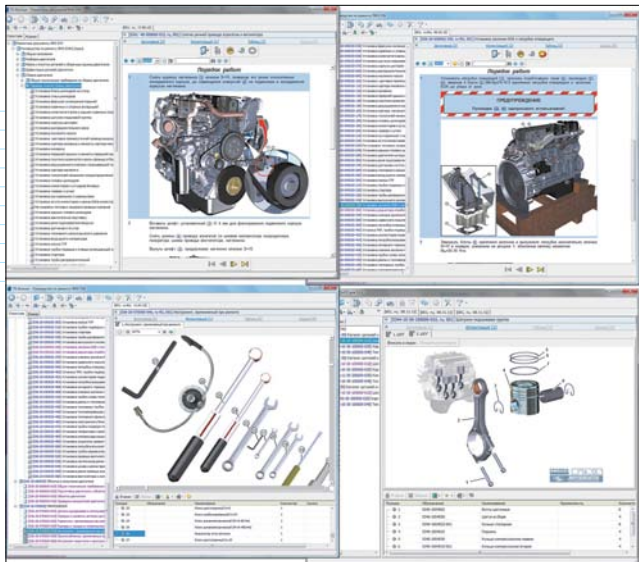
Новый процесс разработки документации объединял в рамках одной системы ресурсы двух подразделений: группы разработки эксплуатационной документации Инженерно-конструкторского центра (ИКЦ) и группы разработки ремонтной документации Управления по гарантийному и сервисному обслуживанию (УГиСО). При



ООО “Иторум” – инженеринговая компания, оказывающая широкий спектр услуг по проектированию изделий, созданию эксплуатационной и ремонтной документации, разработке и внедрению обучающих систем на предприятиях промышленности. Специалисты компании имеют огромный опыт выполнения самых сложных проектов – как для российских, так и для зарубежных заказчиков. Клиентами компании являются предприятия ОАО РЖД, ЗАО “Трансмашхолдинг”, “Группы ГАЗ”, Корпорации “ТехноНиколь” и многие другие. Во всех своих проектах специалисты ООО “Иторум” основной акцент делают на качестве выполняемых работ.

Девиз компании: “Или вы делаете свое дело лучше всех, или это дело долго не протянет”.





этом специалисты ИКЦ отвечали за эксплуатационную документацию, а специалисты УГиСО – за ремонтную.

Одним из наиболее сложных аспектов при разработке документации является создание графической информации. Благодаря наличию в решении, предложенном компанией “Иторум”, такого программного средства, как **Corel Designer Technical Suite X5**, удалось существенно сократить трудоемкость процесса создания графики. Что немаловажно: помимо обычных и привычных статических иллюстраций (растровых или векторных), данный пакет позволяет создавать сложные 3D-анимации, которые разработчики стали широко использовать для иллюстрирования технологических операций, описанных в руководствах по эксплуатации и ремонту.

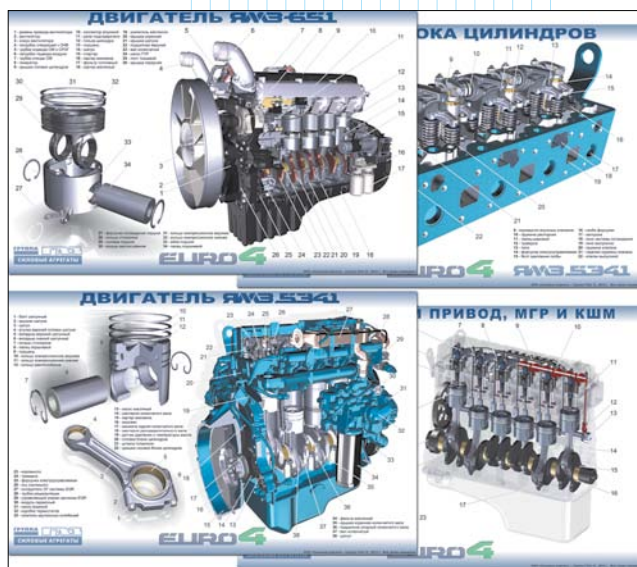
Новая система предопределила и новый подход к формированию технической документации. Теперь каждый документ создается как совокупность взаимосвязанных информационных блоков – модулей. Из таких модулей можно сформировать документ, отвечающий требованиям конкретного потребителя. Благодаря модульной структуре, существенно упростились задачи подготовки документов на унифицированные изделия и поддержания документации в актуальном состоянии.

Другим важным преимуществом стало централизованное хранение информации, что позволило

предоставить одновременный доступ к данным всем участникам процесса разработки документации.

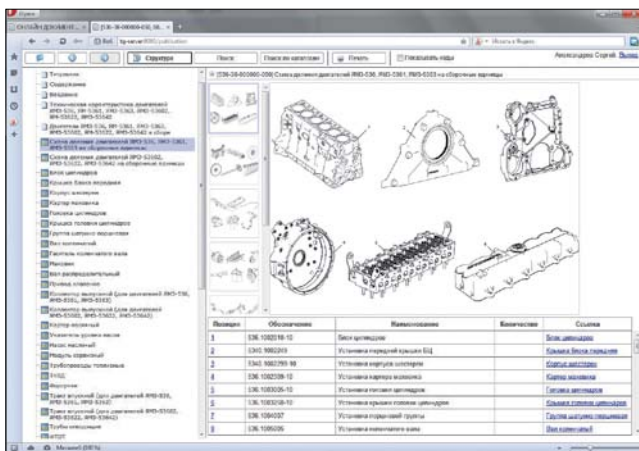
Функционал системы обеспечивает публикацию документации для поставки её потребителям на различных носителях информации (CD, DVD, флеш-накопители и пр.) как в виде документов в формате PDF, так и в виде интерактивных электронных технических руководств (ИЭТР). Помимо этого, созданная документация доступна в интернете на специализированном веб-портале, развернутом на базе *TG WebServer* (так называется один из дополнительных модулей системы). Такой подход позволяет без каких-либо дополнительных затрат по доработке документации предоставить к ней удаленный доступ посредством стандартных интернет-браузеров, существующих практически в любой операционной системе. Использование подобной формы представления позволяет размещать новые документы (или новые версии документов) прямо на сервере ОАО “Автодизель” без необходимости их рассылки всем пользователям. При этом функциональность веб-документов практически не отличается от функциональности ИЭТР, создаваемых при помощи системы.

Помимо технической документации, специалисты ИКЦ и УГиСО научились создавать средствами *Corel Designer Technical Suite X5* учебные плакаты.



По оценкам разработчиков документации, использование новой системы позволяет **сократить срок подготовки документации на новые изделия на 30÷50%, а на их модификации – на 80÷90%**. Что немаловажно: электронная форма поставки документации потребителям позволила уменьшить затраты на её тиражирование и рассылку в десятки раз!

В заключение хотелось бы отметить, что описываемая система получила гран-при конкурса, проведенного в рамках Научно-практической конференции работников “Группы ГАЗ”, как лучший проект по актуальным для деятельности “Группы ГАЗ” направлениям: повышение качества продукта и улучшение сервиса, внедрение передовых технологий, развитие информационных технологий, логистика и закупки. 🏆



Этой публикацией Группа компаний “COLLA & ЦОЛЛА”, авторизованный дистрибьютор САМ-системы Mastercam в странах Балтии, Украине, России и других странах СНГ, продолжает серию статей, написанных пользователями этого программного продукта или непосредственно отражающих их мнение. В лаконичной форме эти материалы знакомят читателей с различными аспектами применения Mastercam для решения задач подготовки УП для станков с ЧПУ на предприятиях разного профиля. Предыдущие статьи цикла (“Mastercam на “Красном Октябре”, Observer #6/2010; “Mastercam на “Арсенале”, Observer #7/2010) можно найти по адресу www.mastercam-russia.ru/presscentr_doc_113.html.

Предприятия, заинтересованные в подготовке подобных материалов, раскрывающих их достижения и потребности, могут присылать заявки по адресу anesterchuk@mastercam-russia.ru или обращаться непосредственно в редакцию журнала.

Mastercam на “Насосэнергомаше”

Интервью А.Л. Ермоленко и Е.П. Куркчи, инженеров-технологов АО “Сумский завод “Насосэнергомаш”

Максим Логвинов (ООО ЦОЛЛА, Москва), Сергей Шрейбер (COLLA, Рига)

– Расскажите, пожалуйста, что стало причиной появления Mastercam на АО “Сумский завод “Насосэнергомаш”?

– В последние годы наш завод стремительно развивался, что отразилось и на модернизации станочного парка. Приобретение нового высокотехнологичного оборудования с числовым программным управлением (ЧПУ) повлекло за собой пересмотр методов и подходов к программированию обработки, прежде применявшихся на предприятии. В былые времена для программирования использовался проволочный визуализатор с возможностью съема координат точек с чертежей формата DXF и DWG. Такой метод в принципе не мог обеспечить обработку поверхностей второго и третьего порядков, в то время как необходимость в такой обработке постоянно возрастала. Этот метод был крайне непродуктивным. Стало очевидным, что нам нужна мощная современная САМ-система.

– Для программирования обработки деталей каких классов была приобретена САМ-система?

– Наше предприятие выпускает, в основном, насосы динамического типа, что подразумевает использование вращающегося ротора, передающего кинетическую энергию вращения жидкости за счет вращения рабочих колес. По конструкции насосы разделяют на одноступенчатые (одно рабочее колесо) и многоступенчатые (в некоторых насосах количество ступеней превышает



Ермоленко Артем Леонидович – инженер-технолог, специализирующийся на программировании вертикальных токарно-фрезерных обрабатывающих центров с ЧПУ



Куркчи Евгений Петрович – инженер-технолог, специализирующийся на программировании фрезерных 3- и 5-координатных станков с ЧПУ

десяток) с последовательно соединенными ступенями. Mastercam изначально выбирался как универсальный САМ-продукт, который может перекрыть большинство потребностей предприятия в отношении автоматизации разработки управляющих программ для всех классов деталей насосов. При этом одним из критериев выбора было то, что продукт должен был как решать задачи быстрого и удобного программирования обработки простых деталей, так и быть максимально гибким при подготовке синхронной пятикоординатной обработки сложных поверхностей ответственных деталей наших насосов.

Средствами Mastercam мы программируем, например, фрезерную обработку деталей проточной части насосов (таких, как “аппарат направляющий”, “каналы диффузорные” или “корпус подшипника”), а также деталей литейной оснастки.

На токарных станках с ЧПУ производится комплексная обработка валов и точение покрывающих дисков рабочих колес насосов. Здесь мы используем для подготовки УП модуль Mastercam Lathe.

Кроме того, в среде Mastercam программируется комплексная обработка крупногабаритных заготовок корпусов насосов, включающая в себя токарно-карусельные, фрезерные, сверлильные и расточные операции, которые производятся на уникальном вертикальном токарно-фрезерном обрабатывающем центре с ЧПУ.

– Охарактеризуйте сложность задач, для решения которых используется *Mastercam*. Есть ли у вас необходимость в разработке УП для обработки сложных изделий с лопатками (шнеков, турбин, крыльчаток)?

– Как уже было сказано, *Mastercam* на нашем предприятии используется для решения задач различной сложности. Но наиболее удачным, по нашему мнению, оказалось применение системы *Mastercam* для разработки поверхностных траекторий, особенно траекторий высокоскоростной обработки, которые нам необходимы для обработки каналов и лопаток деталей проточной части насосов. В связи с повышением требований заказчиков к качеству нашей продукции, требования к точности этих деталей и их сложность постоянно увеличиваются.

– Специфика вашего предприятия требует обработки крупногабаритных корпусов. Как справляется *Mastercam* с задачами программирования обработки деталей данного класса – в том числе на вертикальных токарных станках с возможностью фрезерной, сверлильной и расточной обработки?

– Методы работы, заложенные в функционале *Mastercam*, позволяют программировать комплексную обработку корпусных деталей, причем, не отрываясь от технологии. Например, у нас нет необходимости сначала выполнять всю обработку точением, а потом фрезерованием и сверлением или же пользоваться для этого разными файлами. Вся технология обработки в *Mastercam* проектируется комплексно и записывается в одном файле – в том порядке, который необходим для изготовления. Для нас это важно.

Дело в том, что первоначально мы рассматривали вариант приобретения *Delcam PowerMILL* и, дополнительно, недорогой *CAM*-системы *Esprit* для программирования токарной обработки, поскольку этого нет в *PowerMILL*. Но в этом случае нам пришлось бы пользоваться целым набором файлов и изучать особенности нескольких *CAM*-систем, что негативно отразилось бы на продуктивности нашей работы. При наличии *Mastercam* проблемы такого рода у нас не возникают.

– Кто разрабатывал и поставлял вам необходимые постпроцессоры, в том числе 4- и 5-координатные?

– Разработку всех 11-ти постпроцессоров выполнил специалист фирмы *COLLA* **Александр Шуляк** (shura@colla.lv). В процессе внедрения постпроцессоров мы остались довольны качеством работы, равно как и оперативностью – большинство требуемых корректировок выполнялись им в течение нескольких часов. Без сомнения, здесь сказывается огромный опыт в этой сфере. Качество разработанных постпроцессоров позволяет нам в 90% случаев обходиться без ручной корректировки УП, которая обуславливается специфическими требованиями в отдельных задачах.

– Опираетесь ли вы в своей работе на платную поддержку специалистов *Mastercam*? Нуждаетесь ли вы в ней, и если да, то в чём конкретно?



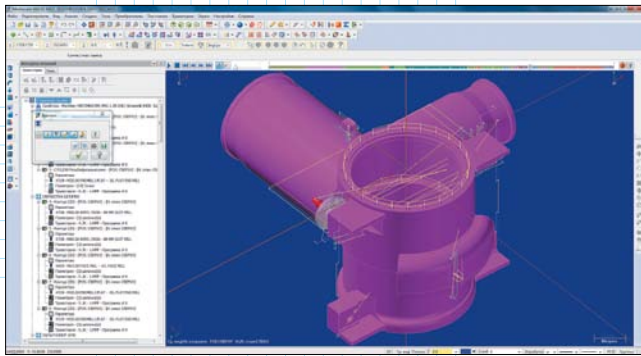
АО «Сумский завод «Насосэнергомаш» – одно из самых больших предприятий в машиностроительном комплексе Украины, специализирующихся на изготовлении насосного оборудования. Предприятие производит насосное оборудование для атомных электростанций, общепромышленные и нефтяные насосы. Заказчики в более чем 50-ти странах мира знают «Насосэнергомаш» как надежного и ответственного партнера.

– При глубоком освоении программного обеспечения *Mastercam* мы, разумеется, сталкивались с сиюминутными трудностями. Наличие оплаченной поддержки как раз и позволило решить все возникавшие проблемы с минимальными потерями времени. Проблемы снимались посредством качественных консультаций со стороны компании *COLLA* и непосредственной помощи в решении конкретных задач – например, при программировании обработки весьма непростого шнека. Мы обратили внимание на то, что в этой компании трудятся очень квалифицированные специалисты с большим стажем работы, в том числе непосредственно на производстве, не говоря уже о внушительном опыте внедрения и поддержки *Mastercam*.

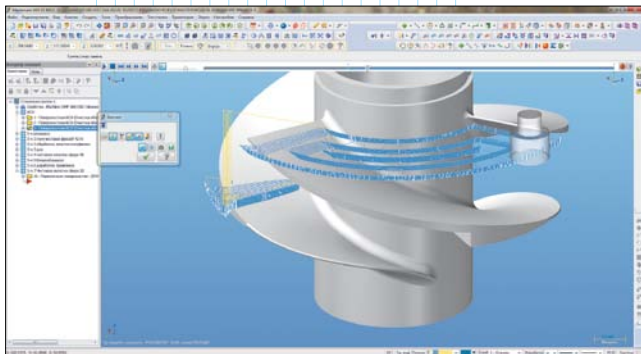
Очень важно также и то, что платная поддержка позволяет нам сразу же получать текущие обновления программного обеспечения и новые версии. Благодаря этому мы можем максимально быстро освоить и начать использовать новые возможности *Mastercam*, расширяющие и обогащающие полезный функционал системы.

– Как Вы оцениваете качество обучения, проведенного специалистами компании – поставщика *Mastercam*?

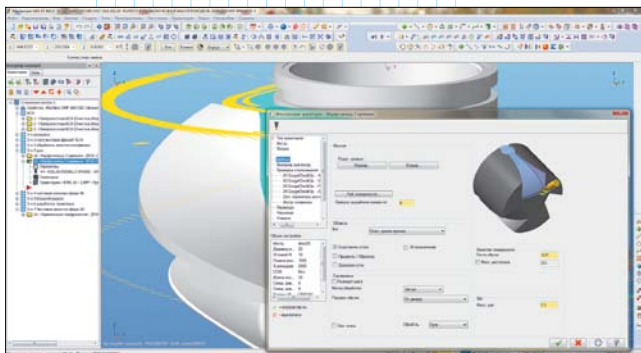
– При приобретении лицензий *Mastercam* наш завод предусмотрительно заказал и обучение специалистов. Обучение проводил **Александр Бортс**, заместитель директора компании *COLLA* по продажам и технической поддержке, и оно было успешным. В процессе обучения, которое проводилось на территории завода, был качественно подан весь материал, необходимый для освоения ПО. По окончании обучения наши специалисты получили соответствующие сертификаты.



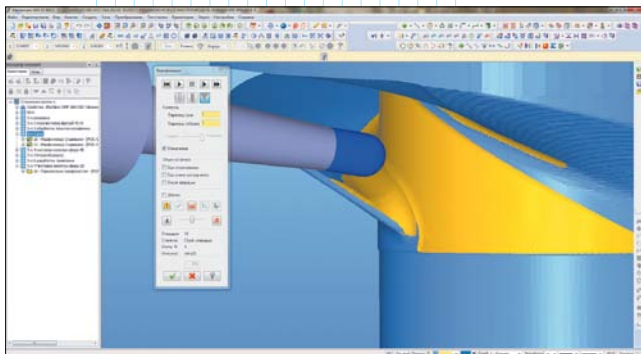
Просмотр в среде Mastercam траекторий обработки корпуса на уникальном вертикальном токарно-фрезерном обрабатывающем центре с ЧПУ



Проектирование трёхосевой фрезерной обработки колеса с лопатками



Проектирование пятиосевой фрезерной обработки колеса с лопатками. Диалоговое окно многоосевых траекторий



Верификация пятиосевой фрезерной обработки колеса с лопатками с учётом заготовки в среде Mastercam

– Что вам нравится в Mastercam? Что вы считаете достоинствами системы – простой и понятный интерфейс, обилие трансляторов для связи с другими CAD- и CAD/CAM-системами, наличие собственных CAD-модулей, функционал FBM и HSM, большое разнообразие стратегий обработки на все случаи жизни, динамические планы, какие-то другие инновационные решения?

– В первую очередь хотелось бы выделить удобный и интуитивно понятный интерфейс, благодаря которому не возникает проблем в освоении нового функционала системы. Кроме того, нельзя не отметить обширные возможности стратегий обработки, заложенных в функционал системы. Отдельно надо отметить CAD-модуль, который оказался очень удобным и эффективным для проведения технологических построений. Помимо этого, для простых и средних по сложности деталей мы используем CAD-модуль для построения трехмерной геометрии по чертежам.

– А что в функционале системы требует, по мнению специалистов вашего завода, улучшения, доработки и развития?

– В релизе Mastercam X5 в траекториях, генерируемых с учетом заготовки, было необходимо ссылаться на внешний STL-файл. Это было не очень удобно. В релизе Mastercam X6 появилась новая функция определения модели заготовки, которая теперь создается на любых этапах проектирования и затем сохраняется в текущем файле. Но, на наш взгляд, необходимо уменьшить время расчета при создании модели заготовки – особенно это касается сложной пятиосевой обработки. Также необходимо ускорить расчеты при генерировании “петлеобразных” высокоскоростных траекторий фрезерной обработки, позволяющих вести черновую обработку с использованием больших глубин резания. Эта уникальная технология, расширенная в Mastercam X6, позволяет существенно сократить машинный цикл черновой обработки деталей.

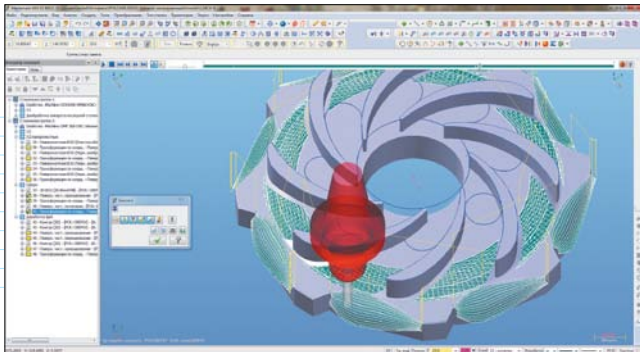
Помимо сказанного, для нас было бы очень полезным дальнейшее развитие существующих CAD-функций, а также добавление новых – в том числе специальных функций, облегчающих создание и преобразование геометрии, необходимой технологом-программистам в их ежедневной работе.

Есть еще пожелания расширить функционал некоторых поверхностных стратегий фрезерной обработки, дополнив его опциями из ВСО-траекторий.

– Довольны ли специалисты “Насосэнергомаш” тем, что стали пользователями Mastercam?

– Мы довольны результатами, достигаемыми при работе в среде Mastercam. Наше положительное мнение подтверждено известными результатами обработки сложных поверхностей лопаток колес насосов, равно как и корпусных деталей.

– Ждете ли вы выхода новой версии Mastercam X7 или имеющегося функционала вполне хватает для решения каждодневных задач?

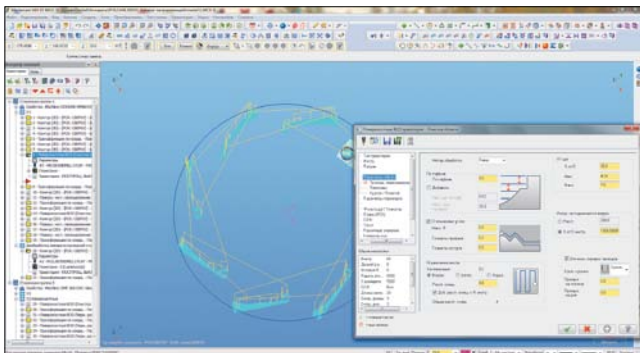


Просмотр в среде Mastercam траекторий обработки детали “Аппарат направляющий”

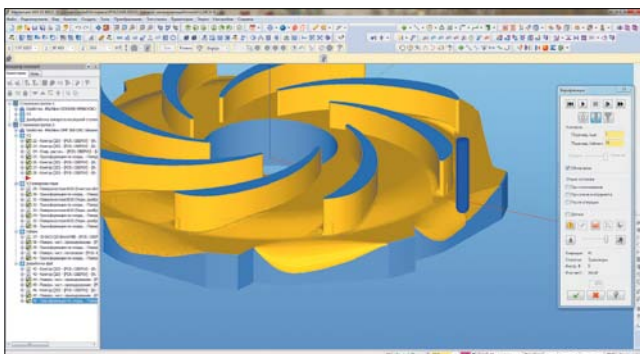
– Ждем. Мы убедились, что *Mastercam X6* является мощным инструментом для разработки управляющих программ для станков с ЧПУ, но сегодня, учитывая стремительные темпы развития оборудования, инструмента и технологий, в постоянном совершенствовании нуждаются все САМ-системы без исключения. Поэтому мы, естественно, ожидаем выхода новой версии *Mastercam*, которая поможет нам решать производственные задачи еще быстрее, удобнее и проще.

– Сколько технологов “Насосэнергомаш” смогли осилить функционал *Mastercam* для программирования обработки на 5-осевых станках?

– На данный момент программированием 5-осевого оборудования в среде *Mastercam* на заводе “Насосэнергомаш” занимаются два инженера-технолога.



Проектирование фрезерной ВСО обработки детали “Аппарат направляющий”. Диалоговое окно высокоскоростных траекторий



Верификация фрезерной обработки детали “Аппарат направляющий”

– Из каких САМ-систем ваши технологи получают 3D-модели и файлы чертежей? Какие трансляторы, имеющиеся в составе *Mastercam*, наиболее популярны на вашем предприятии?

– Как правило, мы получаем 3D-модели, созданные средствами САМ-системы *SolidWorks*, а также 2D-чертежи в формате *DWG*. При этом у нас ни разу не возникало проблем с чтением САМ-геометрии в *Mastercam*. Так что, видимо, *Mastercam* не зря называют “всеядным”...

– Обосновывался ли ваш выбор *Mastercam* результатами предварительного тестирования? Если да, то какие САМ-системы вы сравнивали и каким образом?

– В 2010 году нашим руководством было принято решение о покупке САМ-системы, отвечающей нуждам предприятия. В рамках этого решения в наш обзор попали следующие программные продукты, предлагаемые в Украине: *SolidCAM*, *Delcam PowerMILL*, *Esprit* и *Mastercam*. При тестировании этих систем мы выполняли проектирование обработки точением, фрезерованием и сверлением.

– Что для вас было критически важным в процессе тестирования? По каким показателям система *Mastercam* оказалась лучше других?

Исходя из поставленных руководством задач, САМ-система должна была быть независимой от САД-систем и поддерживать достаточное количество форматов для чтения. Таким образом, из списка претендентов пришлось убрать систему *SolidCAM*. Аналогично пришлось поступить и с мощным продуктом для фрезерования – *Delcam PowerMILL* – из-за невозможности программировать токарную обработку. В результате для окончательного выбора остались *Mastercam* и *Esprit*. В конечном счете, мы отдали предпочтение системе *Mastercam*: нам больше понравились удобство, логика интерфейса, новейшие стратегии фрезерования, а также верификация обработки, предлагаемые разработчиком этой системы.

– Обращались ли вы к поставщикам систем-претендентов с запросом на выполнение тестовой задачи и каковы были результаты?

– Для более обоснованного выбора САМ-системы мы предложили выполнить обработку тестовой детали “Аппарат направляющий” специалистам компаний, представляющих *Mastercam* и *Esprit*. Результат от *Mastercam* был предоставлен нам на следующий день, а от специалистов *Esprit* результат тестовой обработки мы не получили.

– Планируется ли дальнейшее увеличение количества лицензий *Mastercam*?

– На данный момент мы с уверенностью можем говорить о том, что приобретение *Mastercam* полностью оправдало себя на нашем предприятии. В связи с этим, в ближайшее время мы планируем увеличить количество рабочих мест. ☺

◆ Выставки ◆ Форумы ◆ Конференции ◆ Семинары ◆

EXHIBITION METEOR

Организатор: ООО Экспо-центр «Метеор»
49008, Украина, г. Днепропетровск, ул. Макарова, 27а
тел./факс: +38 (056) 373-93-70, 357-357
e-mail: mashprom@expometeor.com



www.expometeor.com



16-19
ОКТОБРА
2012

МАШПРОМ - 2012

MASHPR0M-2012

12-я Международная **ВЫСТАВКА** промышленного оборудования и металлообработки
12-th International EXHIBITION of industrial equipment and metal-working

При поддержке:



Информационный партнер:



XI МЕЖДУНАРОДНЫЙ ПРОМЫШЛЕННЫЙ ФОРУМ – 2012

МЕЖДУНАРОДНЫЕ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ ВЫСТАВКИ И КОНФЕРЕНЦИИ

20-23
НОЯБРЯ

МЕТАЛЛО-ОБРАБОТКА
Металлообработка

УКРАИНА
Украина

УКРТЕХ
Укртех

УКРБИСТ
Укрбист

ГАЗОВАЯ ТЕХНИКА
Газовая техника

ПОДВИЖНИКИ
Подвижники

УКРПРОМ АВТОМАТИЗАЦИЯ
Укрпром автоматизация

УКРСАРКА
Укрсарка

ОБРАЗЦЫ СТАНДАРТЫ, ЭТАЛОНА, ПРИБОРЫ
Образцы стандарты эталона приборы

ИЩЕМАШИНОСТРОЕНИЕ
Ищемашиностроение

БЕЗОПАСНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА
Безопасность производства

СУБИНТРАНТЫ
Субинтранты

Генеральные информационные партнеры:



Технический партнер:







ОРГАНИЗАТОР
Международный выставочный центр

ПРИ ПОДДЕРЖКЕ:
Государственного агентства Украины по управлению государственными корпоративными правами и имуществом Украинской Национальной Компании "Укрстанкоинструмент"



Международный выставочный центр
Украина, 02660, Киев
Броварской пр-т, 15
М "Левобережная"
☎ (044) 201-11-65, 201-11-56
e-mail: lilia@iec-expo.com.ua
www.iec-expo.com.ua
www.tech-expo.com.ua

Gardner Aerospace Basildon и компания Delcam: СОВМЕСТНЫЙ ПУТЬ К УСПЕХУ ВО МНОГООСЕВОЙ МЕХАНООБРАБОТКЕ

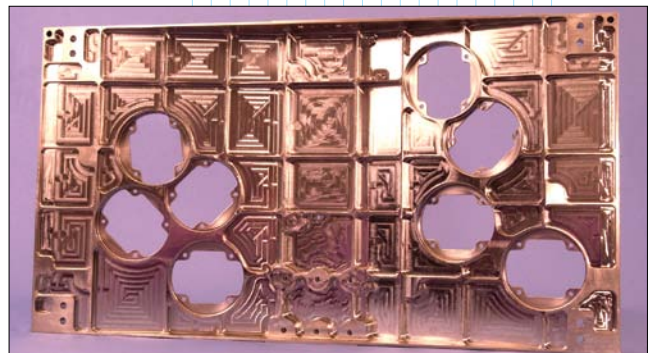
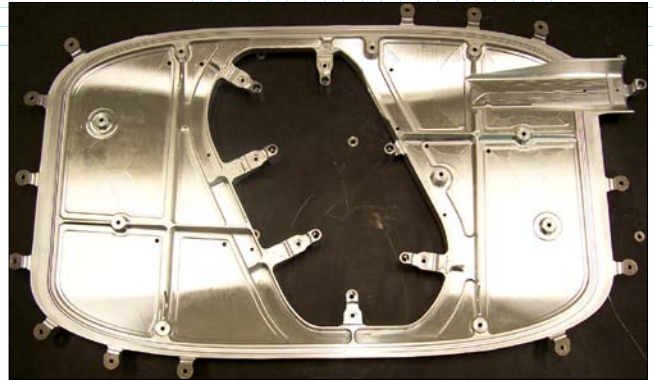
©2012 Delcam plc

Высокая скорость выполнения заказов является одним из главных конкурентных преимуществ для поставщиков комплектующих и запчастей для авиационной техники, особенно когда дело касается технического обслуживания или срочного внепланового ремонта. Фактически, в гражданской авиации прибыль авиакомпаний напрямую зависит от количества летных часов авиапарка, поэтому вынужденный простой авиатехники из-за отсутствия запчастей приводит к большим убыткам. Кроме того, высокая скорость изготовления заказов исключительно важна при доводке и наземных стендовых испытаниях новых образцов авиационной техники, когда количество изменений в конструкции планера еще велико и каждая доработка вызывает задержку сроков поставки нового самолета в коммерческую эксплуатацию.

Английская компания *Gardner Aerospace Basildon*, входящая в *Gardner Group*, специализируется на изготовлении и поставке запчастей для самолетов – как для двигателей, так и для компонентов планера. Компания оказывает полный спектр услуг по ремонту различных видов авиационной техники, включая изготовление из авиационных сплавов новых деталей, ремонт различных механических узлов, а также демонтаж и монтаж изделий. Основными задачами компании при этом являются своевременное изготовление деталей с требуемой высокой степенью точности, их быстрая доставка и установка на летательный аппарат заказчика.

“Я начал использовать программные продукты компании *Delcam* с того самого дня, как я пришел работать в *Gardner Aerospace Basildon*”, – вспоминает главный инженер Энди Кук (*Andy Cook*). – “Мне нужно было очень быстро взяться за дело и освоить производство труднообрабатываемых компонентов, которые заказчики чаще всего просят изготовить нашу компанию. Поэтому я прошел недельный учебный курс в головном офисе компании *Delcam* в Бирмингеме. В то время наша компания искала себе *CAM*-систему, которая позволила бы выполнять разработку управляющих программ для станков с ЧПУ на основе *3D*-моделей – как противоположность традиционным методикам на основе чертежей. Хотя для программирования простой *2D*-обработки мы до сих пор используем *CAM*-систему, полученную в комплекте со станком, но в тех случаях, когда имеется *3D*-модель изделия, мы предпочитаем ПО *Delcam*, потому что оно наиболее подходит для решения наших задач”.

Г-н Кук считает, что основными причинами, почему компания *Gardner Aerospace Basildon* предпочитает *CAM*-систему *PowerMILL* и *CAD*-систему



PowerSHAPE похожим конкурирующим программным продуктам, являются их возможности по обработке трехмерных деталей, простота использования и то, что эти системы поддерживают все особенности производства в их компании.

“Программное обеспечение компании *Delcam* позволяет повышать нашу производительность труда благодаря различным усовершенствованиям, содержащимся в регулярных обновлениях, что способствует также и укреплению наших партнерских взаимоотношений”, – объясняет г-н Кук. – “Я был свидетелем множества значительных улучшений в

программном обеспечении *Delcam*, и я лично неоднократно посещал их головной офис, чтобы помочь разработчикам усовершенствовать стратегии пятиосевой обработки в соответствии с требованиями нашего производства. Мы высоко ценим налаженные хорошие взаимоотношения с разработчиками *Delcam*, которые всегда готовы прислушаться к нашим пожеланиям и идеям”.

“В прошлом, при программировании некоторых видов сложной пятиосевой обработки для деталей с труднодоступными зонами, мы нуждались в технической поддержке со стороны *Delcam*, что означало наше частое общение, обсуждение различных предложений и совместный поиск решения технических проблем. Наша совместная работа позволила нам не только удовлетворить наши потребности, как заказчика, но и улучшить ПО *Delcam*, которое с каждым годом становится всё более удобным и совершенным”.

Г-н Кук также добавил, что, по его мнению, одним из ключевых преимуществ *CAM*-системы *PowerMILL* по сравнению с конкурентами является скорость и удобство разработки в ней высокоэффективных управляющих программ, обеспечивающих высокую производительность станков с ЧПУ.

“Когда нам надо выпускать небольшие партии изделий, мы быстро создаем набор УП, основываясь



на надежных и хорошо проверенных нами стратегиях обработки, позволяющих без лишних хлопот изготовить деталь на пятиосевом станке с ЧПУ за один или два установка. Когда же мы изготавливаем большую партию, нам требуются более совершенные управляющие программы, и мы уделяем большое внимание оптимизации различных параметров, чтобы повысить производительность оборудования”, – пояснил г-н Кук. ☺

Перевод Константина Евченко

◆ Новости компании *Delcam* ◆

Компания *Delcam* 12-й год подряд признаётся лидирующим разработчиком *CAM*-систем в мире

Независимая американская аналитическая компания *CIMdata* опубликовала свой ежегодный доклад о состоянии рынка *CAM*-систем за 2011 год, в котором говорится, что компания *Delcam* в очередной раз достигла самого высокого дохода и получила наибольшую сумму платежей от конечных пользователей среди всех вендоров, специализирующихся на разработке и поставке *CAM*-систем. Это означает, что с 2000 года, то есть на протяжении уже 12-ти лет, *Delcam* является крупнейшим в мире специализированным поставщиком *CAM*-систем и сопутствующих услуг – даже несмотря на то, что в среде конкурентов за это время произошли крупные слияния и поглощения.

При этом *Delcam* продолжает увеличивать свое присутствие на мировом рынке *CAM*-систем: доля компании в общем объеме платежей конечных пользователей выросла с 6.7% в 2010 году до чуть более 7% в 2011-м. По прогнозам *CIMdata*, в 2012 году доля рынка, принадлежащая *Delcam*, составит примерно 7.5%.

В докладе *CIMdata* также говорится, что именно компания *Delcam* имеет самый большой по численности штат сотрудников, непосредственно связанных с продвижением *CAM*-систем: 629 человек. Это количество включает в себя самую крупную в отрасли команду программистов из 190 человек, занятых непосредственно разработкой программного

обеспечения. Ни в одной другой *CAM*-компании не работает более 300 человек, так или иначе связанных с продвижением *CAM*-систем.

Согласно данным *CIMdata*, в 2011 году расходы конечных пользователей на *CAM*-системы и сопутствующие услуги выросли на 10.2%, что свидетельствует об оживлении производственного сектора экономики в большинстве стран по всему миру. Благодаря этому, в 2011 году был установлен новый рекорд объема рынка *CAM*-систем в денежном выражении, немного превосходящий уровень 2008 года. Аналитики *CIMdata* прогнозируют, что в 2012 году рост производственного сектора экономики ускорится, поэтому расходы конечных пользователей на *CAM*-системы увеличатся до 12.2%.

Исполнительный директор *Delcam Plc* Клайв Мартел (*Clive Martell*) так прокомментировал это формальное подтверждение лидерства своей компании на рынке *CAM*-систем: “Обладая крупнейшей в отрасли командой разработчиков, *Delcam* может гарантировать, что каждая из создаваемых ею программ является лучшей в своём классе. Кроме того, это позволяет нам идти в ногу с развивающимися быстрыми темпами лидерами станкостроительной отрасли и предлагать *CAM*-системы, максимально раскрывающие весь потенциал сложных современных механообрабатывающих станков”. ☺

Применение CAD/CAM-систем *Delcam* в компании *Weta Workshop* для реализации фантастических проектов

©2012 Delcam plc

Многие заказчики компании *Delcam* утверждают, что при помощи её CAD/CAM-решений можно изготовить практически всё, что может возникнуть в их воображении. Тем не менее, не многим из них на практике приходится выполнять действительно настолько фантастические проекты, как воплощает в жизнь фирма *Weta Workshop*.

Новозеландская фирма *Weta Workshop*, базирующаяся в г. Веллингтон, получила всемирную известность прежде всего на создании декораций для кинематографа. Компания изготавливала изделия и декорации в стиле фэнтези для трилогии “Властелин колец”, фильмов “Кинг-Конг”, “Хроники Нарнии”, “Аватар” и многих других. За заслуги в этой области *Weta Workshop* пять(!) раз получала Оскара за дизайн и спецэффекты в кинематографе. Помимо этого, *Weta Workshop* занимается производством разнообразной продукции для рекламных агентств и типографий, мерчандайзинга, а также выпускает литые художественные изделия из бронзы и коллекционные наборы.

Для того чтобы сохранять свою конкурентоспособность на мировом рынке изделий для киноиндустрии, фирма *Weta Workshop* была вынуждена перейти от ручного производства на более продуктивные цифровые технологии. К настоящему времени специалисты *Weta Workshop* уже освоили 3D-моделирование, лазерную и плазменную резку, технологию быстрого прототипирования, а также пятиосевое фрезерование на станках с ЧПУ.

Джордан Томсон (**Jordan Thomson**) и его производственное подразделение фирмы *Weta Workshop* были пионерами в области освоения новых цифровых технологий проектирования и изготовления. В короткие сроки они смогли наладить новый производственный процесс, обеспечивающий коммерческий успех предприятия. Следует особо отметить, что практически все станки с ЧПУ были подвергнуты значительной переделке с целью их адаптации к особенностям производства.

В департаменте цифровых 3D-технологий, который возглавляет Мэри Пайк (**Mary Pike**), работает 13 дизайнеров, использующих в своей повседневной работе CAD/CAM-системы английской компании *Delcam* – в том числе, CAM-системы *PowerMILL* и *ArtCAM*. Г-жа Пайк подчеркивает, что производство работает в очень быстром темпе, позволяющем выполнять несколько проектов за одну неделю. “Соблюдение сроков выполнения заказов – наша основная задача”, – говорит г-жа Пайк. – “Наша производственные возможности, накопленные знания и опыт позволяют нам справиться с любой задачей, но времени на изготовление проектов всегда



Компания *Weta Workshop* сотрудничала со скульптором *Les Johnson* при изготовлении статуи командира Королевских ВВС, сэра *Keith Rodney Park*, героя Второй мировой войны

отводится мало. Это требует непрерывной налаженной командной работы всей производственной цепочки, включая 3D-дизайнеров и программистов-технологов. Кроме того, требуется абсолютная надежность от нашего производственного оборудования и станков с ЧПУ, за работу которых отвечает Джордан Томсон”.

Ричард Тейлор (**Richard Taylor**), основатель и совладелец компании *Weta Workshop*, так прокомментировал освоение цифровых технологий: “Сначала мы пошли проторенным путем и приобрели у компании *Complex* стандартное станочное оборудование и рекомендованное продавцом за свою надежность программное обеспечение *Delcam*. Но

вскоре стало очевидно, что Джордан Томсон может самостоятельно проектировать и изготавливать оборудование с ЧПУ с учетом наших прагматических пожеланий. Таким образом, практически все станки, на которых изготавливаются наши изделия, были им существенно адаптированы под решение именно наших специфических задач, а в ряде случаев, оборудование создано им и вовсе с нуля!”

Г-н Томсон, в свою очередь заверил, что “... независимо от типа применяемого оборудования, программные продукты *Delcam* позволяют достичь фантастической легкости 3D-проектирования и надежности управляющих программ для наших станков с ЧПУ, благодаря чему обеспечивается непрерывность производственного процесса. Ежедневно меня просят помочь в выполнении самых разных проектов, зачастую необычных или эксцентричных, воплощаемых с помощью одного из шести наших станков с ЧПУ. Наша работа напоминает мне выступление жонглера-эквилибриста: мы всегда одновременно изготавливаем сразу несколько деталей, которые нужно вовремя перемещать с одного станка с ЧПУ на другой, причем для каждого станка используются собственные управляющие программы. Независимо от размеров будущего изделия, будь то миллиметровые кнопки или многометровые скульптуры, программное обеспечение *Delcam* обеспечивает необходимую гибкость для программирования модифицированных нами станков с ЧПУ. Благодаря этому, я могу обеспечить непрерывную работу производства, на которой основан коммерческий успех нашего бизнеса”.

Программное обеспечение *Delcam* фирма *Weta Workshop* использует уже на протяжении семи



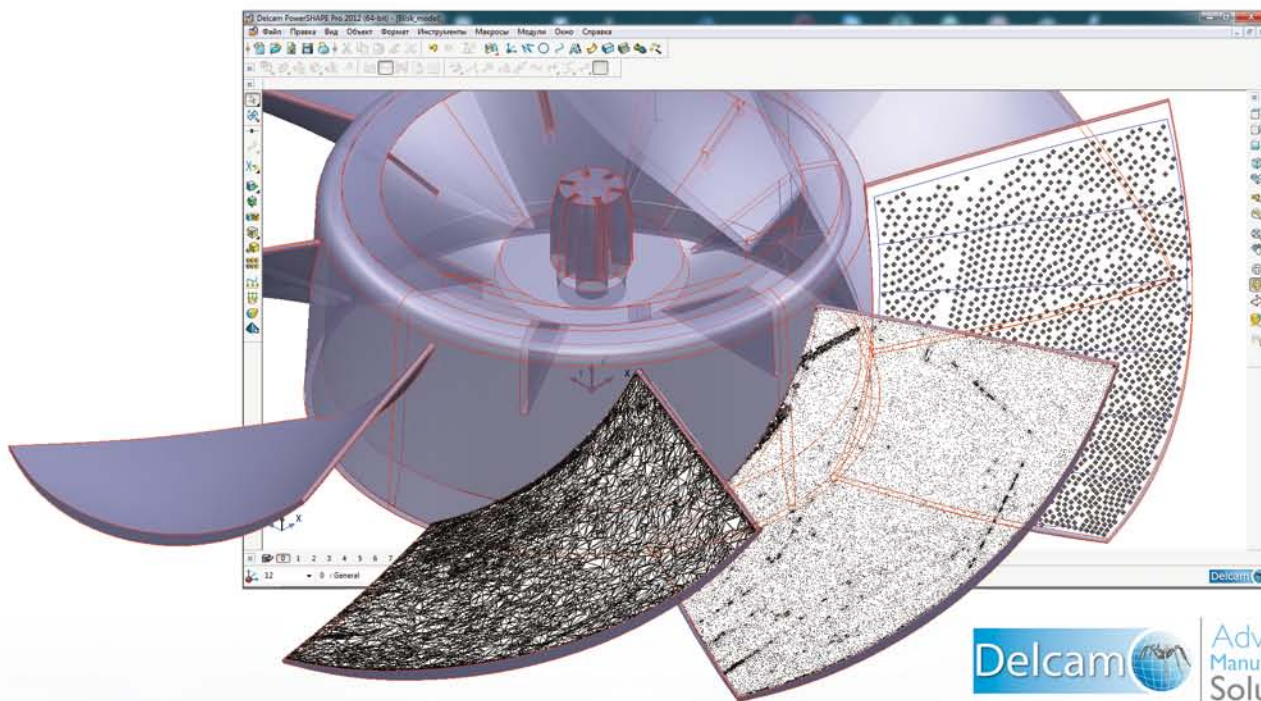
Действующий макет футуристической машины Warthog, изготовленный для съемок эпизодов с участием реальных актеров в популярной компьютерной игре Halo

лет, причем она планирует и дальше активно развивать направление фрезерной обработки на станках с ЧПУ, поскольку эта технология обеспечивает конкурентоспособность производства в условиях постоянно обостряющейся конкуренции на мировом рынке. Г-н Томсон продолжает: “Недавно мы приобрели 7-осевой промышленный робот-манипулятор, какие применяются на конвейерах по сборке автомобилей. Его можно с успехом использовать для фрезерной обработки крупномасштабных скульптур с труднодоступными зонами – например, он позволит нам с достаточно высокой степенью детализации обработать нос и ушные раковины скульптуры. Программирование фрезерной обработки, осуществляемой при помощи роботов, – непростая задача, требующая применения первоклассной САМ-системы. Но я считаю, что даже сложные технологии не должны докучать над художником. Поэтому я уверен, что сотрудничество *Weta Workshop* с *Delcam* гарантирует нашим 3D-дизайнерам, что всё то, что они могут придумать, может быть успешно нами изготовлено!”



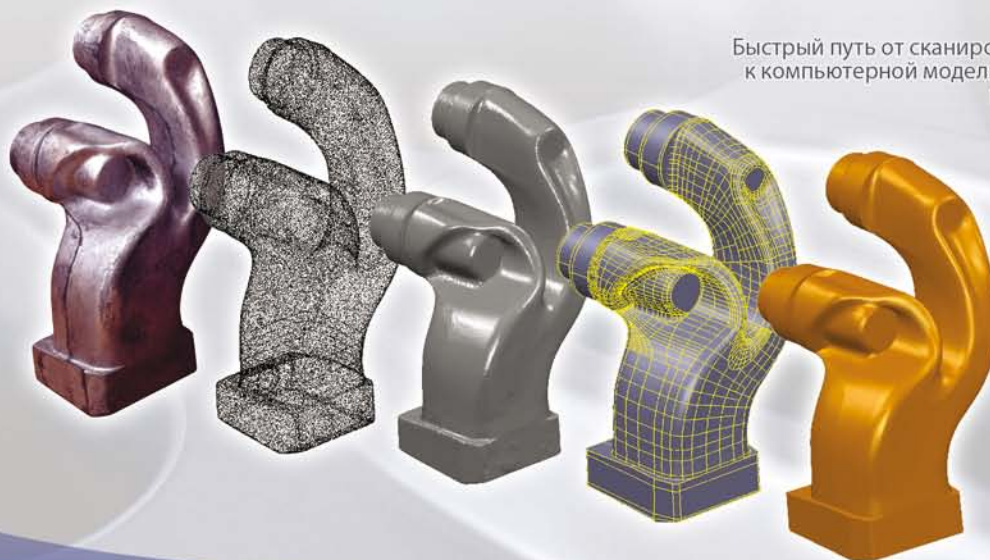
Коллектив компании Weta Workshop с квадроциклами Mongoose, созданными по заказу Microsoft для съемок эпизодов игры Halo

*Перевод
Константина Евченко*



РЕВЕРСИВНЫЙ ИНЖИНИРИНГ от компании Delcam

PowerSHAPE Pro – простая в использовании универсальная CAD-система с широкими возможностями реверсивного инжиниринга, поверхностного и твердотельного проектирования. Имеет средства каркасного моделирования, а также функции морфинга и наложения фасетных 3D-моделей.



Быстрый путь от сканирования прототипа к компьютерной модели и изготовлению готового изделия

За подробной информацией обращайтесь на web-сайт www.delcam.ru или в ближайший офис компании Delcam:

Делкам-Москва
Тел.: +7-495-380-0514
moscow@delcam.com

Делкам-Урал (Екатеринбург)
Тел.: +7-343-214-4670
ural@delcam.com

Центр САПР (Львов)
Тел.: +38-032-242-8640
ukraine@delcam.com

Делкам-Новосибирск
Тел.: +7-383-346-0455
novosibirsk@delcam.com

Делкам-С.Петербург
Тел.: +7-812-305-9008
st-petersburg@delcam.com

Делкам-Самара
Тел.: +7-846-954-0292
samara@delcam.com

Адекватные системы (Минск)
Тел.: +375-17-331-1544
belarus@delcam.com

Делкам-Иркутск
Тел.: +7-3952-48-1740
irkutsk@delcam.com

ВЫСТАВКА

9-12 октября



11-я международная специализированная выставка **ПРОМЫШЛЕННЫЙ САЛОН**

- МАШИНОСТРОЕНИЕ
- СТАНКОСТРОЕНИЕ
- ДВИГАТЕЛЕСТРОЕНИЕ
- МЕТАЛЛООБРАБОТКА
- МЕТАЛЛОИЗДЕЛИЯ
- ИНСТРУМЕНТЫ И ОСНАСТКА
- МЕТРОЛОГИЯ И СТАНДАРТИЗАЦИЯ
- СРЕДСТВА АВТОМАТИЗАЦИИ



ЭКСПО-ВОЛГА
организатор выставок с 1986 г.



ПРИ ПОДДЕРЖКЕ:



ПРАВИТЕЛЬСТВА
САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ



МИНИСТЕРСТВА
ПРОМЫШЛЕННОСТИ
И ТЕХНОЛОГИЙ
САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ



СОЮЗА
МАШИНОСТРОИТЕЛЕЙ
РОССИИ



АССОЦИАЦИИ
«СТАНДОИНСТРУМЕНТ»

ПОД ПАТРОНАЖЕМ:



ТСП Р&D

Самара, Мичурина, 23а
тел: 279-04-90, 270-34-11
www.promsalon.ru



2-4 октября 2012 г.

Екатеринбург, ОАО «УРАЛТРАНСМАШ» Ул. Фронтových бригад, 29

Организаторы Форума:

ОБЪЕДИНЕНИЕ
УНИВЕРСАЛЬНЫЕ
ВЫСТАВКИ



Урал НИТИ



При поддержке:



Международный научно-промышленный форум
«ТЕХНИЧЕСКОЕ ПЕРЕВООРУЖЕНИЕ
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ РОССИИ.»

7-я специализированная выставка

«СТАНКОСТРОЕНИЕ. ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ - 2012»

Приглашаем к участию в Форуме и выставке!

ОБЪЕДИНЕНИЕ
УНИВЕРСАЛЬНЫЕ
ВЫСТАВКИ

Тел./факс: (343) 355-01-42, e-mail: olga@unexpo.ru, www.unexpo.ru

АДЕМ – фундамент эффективной подготовки производства

Андрей Аввакумов (Группа компаний АДЕМ)

Все предложения на рынке САПР можно условно разделить на две группы: так называемые “коробочные” решения и системы, требующие адаптации под требования конкретного предприятия. Продукты, предлагаемые Группой компаний (ГК) АДЕМ, можно отнести к обеим группам. Если речь идет только о конструкторской подготовке производства, то обеспечивающий её модуль АДЕМ CAD можно считать “коробочным софтом”. Если же говорить о сквозной подготовке производства и организации единого информационного пространства (ЕИП), то тут уже не обойтись без адаптации системы под конкретное предприятие и даже под отдельных пользователей. Все проводимые работы по настройке, доработке и адаптации системы и составляют комплекс мероприятий по внедрению САПР на предприятии.

Интегрированная CAD/CAM/CAPP-система АДЕМ, являясь решением, предназначенным для сквозной подготовки производства (рис. 1), подразумевает использование различных средств и инструментов на разных этапах конструкторско-технологической подготовки производства (КТПП).

Любой производственный процесс, в рамках одного предприятия считающийся типовым, является уникальным в рамках всей отрасли. Соответственно и этап подготовки производства будет также по-своему уникален для каждого предприятия, в зависимости от его специфики. Из этого можно сделать вывод, что этап технологической подготовки производства, связанный с применением САПР, изначально не может быть одинаковым для всех предприятий. Отсюда и вытекает необходимость адаптации системы под нужды конкретного предприятия и его отдельных подразделений.

В зависимости от функций, возложенных на конкретное подразделение, адаптация системы АДЕМ может сводиться к нескольким ключевым этапам:

- 1 Организация единого информационного пространства;
- 2 Адаптация и разработка выходных форм документов;
- 3 Разработка постпроцессоров;
- 4 Интеграция с другими программными системами.

Вкратце раскроем суть работ, проводимых на каждом этапе внедрения.

Организация ЕИП

Организация единого информационного пространства служит отправной точкой для полной автоматизации КТПП. Эта работа состоит из нескольких отдельных этапов, связанных воедино (рис. 2):

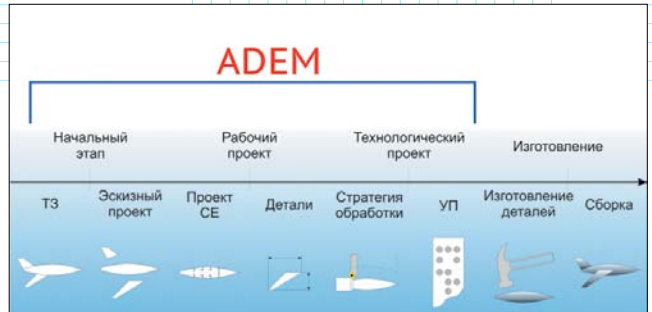


Рис. 1. Место, занимаемое CAD/CAM/CAPP-системой АДЕМ в производственном процессе

- построение единого конструкторского пространства;
- построение единого технологического пространства;
- построение единого пространства нормативно-справочной информации (НСИ).

Решения АДЕМ в области управления проектными данными позволяют держать под контролем весь процесс проектирования – начиная от получения технического задания и заканчивая созданием электронной структуры изделия (ЭСИ). Получаемая в результате конструкторской подготовки производства ЭСИ позволяет к каждому элементу структуры изделия присоединить конструкторские документы (2D-чертеж, 3D-модель детали, 3D-модель сборки и др.), а также сформировать всю номенклатуру вторичных документов (спецификации, ведомость покупных изделий и др.) в соответствии с требованиями ЕСКД и СТП.

Единое технологическое пространство, выстроенное на базе системы АДЕМ, позволяет выполнять полный спектр задач по ТПП: начиная с составления межцеховых технологических маршрутов обработки деталей и сборки изделий (расцеховка) и разработки предварительных технологических нормативов трудоемкости и норм расхода материалов и заканчивая разработкой технологических процессов, управляющих программ для станков с ЧПУ, специальной технологической оснастки, технологических нормативов трудоемкости, норм расхода материалов и технологическим оснащением производства.

Построение единого пространства НСИ при внедрении CAD/CAM/CAPP-системы АДЕМ ведется на основе корпоративной справочной системы i-Ris. В этом случае обеспечивается централизованное хранение и использование справочной информации различного назначения (материалы и сортаменты, инструмент и



Рис. 2. Организация ЕИП на базе интегрированной системы АДЕМ

оборудование) специалистами различных подразделений (конструкторских, технологических, служб снабжения).

Таким образом, формирование ЕИП, которое позволило бы решить полный спектр задач, стоящих перед специалистами предприятия на этапе КТПП, можно осуществить с использованием функционала всего одного программного продукта – интегрированной системы *ADEM*.

Адаптация и разработка выходных форм документов

Базовая поставка системы *ADEM* подразумевает использование при формировании технологической документации бланков выходных форм, подготовленных согласно нормам действующего ГОСТа. Кроме того, в комплект поставки входят и другие варианты бланков, которые тоже могут применяться для получения документации (как правило, это бланки под устаревшие ГОСТы, либо специфические бланки для отдельных отраслей промышленности и т.п.).

Настройка бланков выходных форм может осуществляться непосредственно самим пользователем системы в соответствии с требованиями, предъявляемыми к технологической документации. Однако, если технологическую документацию надо выпускать не по ГОСТу, а по стандарту предприятия (**СТП**), то возникает необходимость в подготовке своих собственных бланков и выходных форм документов; они тоже формируются средствами системы *ADEM* (рис. 3).

Для разработки новых выходных форм документов в системе *ADEM* предусмотрен соответствующий инструментарий, который позволяет создавать требуемые бланки (модуль *ADEM CAD*) и осуществлять заполнение полей этих бланков (модуль *ADEM CAPP Developer*, служащий инструментом для подготовки алгоритмов заполнения) в полном соответствии с требованиями СТП.

Этот инструментарий, как и любой другой, требует соответствующего умения и опыта для грамотного и полноценного использования всего своего потенциала. Группа компаний *ADEM* предлагает два варианта решения этого вопроса:

- обучение сотрудников предприятия;
- выполнение всех работ, связанных с адаптацией, силами специалистов ГК *ADEM*.

Разработка постпроцессоров

Если систему предполагается использовать, в том числе, и для программирования оборудования с ЧПУ, то неотъемлемым этапом внедрения является адаптация получаемых управляющих программ под станочный парк предприятия-заказчика.

ГК *ADEM* оказывает услуги по разработке постпроцессоров, обеспечивающих получение управляющих



Рис. 4. Разработка постпроцессоров осуществляется средствами модуля *ADEM GPP*

программ для станков с ЧПУ различных типов и сложности (включая многоканальное ЧПУ). Мы можем написать постпроцессоры для любого оборудования с числом одновременно управляемых осей от одной до пяти (включая многоканальное ЧПУ): сверлильного, токарного, фрезерного, координатно-пробивного (прессы с ЧПУ), установок для резки (лазерной, газовой плазменной, эрозионной и др.). Огромный опыт позволяет нашим специалистам в короткие сроки подготовить постпроцессор для любого станка, а также выполнить его отладку (рис. 4).

Процесс создания постпроцессора условно разделяется на два основных этапа: собственно написание постпроцессора и отладка на станке. Первый этап, в случае предоставления всей необходимой документации на оборудование, может происходить дистанционно, без выезда специалиста ГК *ADEM* на предприятие. Второй этап предусматривает обязательное присутствие специалиста непосредственно возле станка. Исключение могут составлять только простые станки (до трех одновременно управляемых координат); в этом случае отладка

тоже может вестись дистанционно.

Если в процессе дальнейшей эксплуатации системы *ADEM* в целом и постпроцессора в частности возникает необходимость доработки постпроцессора, то эти работы также выполняются специалистами ГК *ADEM* – в рамках гарантийного обслуживания и техподдержки.

Интеграция с другими программными системами

Одним из этапов внедрения системы *ADEM* на предприятия является её интеграция с другими системами – уже применяющимися на предприятии, либо приобретаемыми (рис. 5).

Суть интеграции сводится к тому, чтобы наладить обмен актуальной информацией между несколькими различными системами, будь то системы подготовки производства (*CAD*, *CAM*, *CAE*, *CAPP* и т.д.), справочные системы, либо системы верхнего



Рис. 5. Интеграция *ADEM* с другими системами



Рис. 3. Адаптация выпускаемой с помощью системы *ADEM* документации под требования предприятия – с учетом требований ГОСТов и СТП

уровня – планирования производства и управления предприятием (*MES, ERP, PDM, PLM* и т.д.).

Процесс интеграции с другими системами ведется, как правило, в тесном сотрудничестве с их разработчиками и подразумевает получение от заказчика предварительно сформированного технического задания с описанием ожидаемого результата.

Успешной интеграции способствует наличие у системы *ADEM* нескольких отличительных особенностей:

- возможность интеграции с различными *CAD*-системами через прямые интерфейсы и стандартные форматы обмена;
- возможность обмена информацией с системами других типов (*PDM, MES, ERP* и др.);
- конфигурирование параметров объектов технологического процесса;
- наличие собственного *API* для:
 - подключения внешних справочников;
 - подключения внешних приложений (в том числе для решения расчетных задач);
- возможность взаимодействия с различными СУБД (*Oracle, MS SQL Server, PostgreSQL, MySQL, Firebird* и др.);
- поддержка формата *XML*.

Таким образом, наличие необходимого функционала и большого потенциала у системы *ADEM*, а также достаточного опыта решения подобных задач у специалистов ГК *ADEM* позволяет проводить интеграцию с другими системами в максимально короткие сроки и принимать во внимание особенности и специфику конкретного предприятия. При этом учитываются все пожелания предприятия-заказчика к конечной схеме взаимодействия всех объединяемых систем.

Примером интеграции в области конструкторско-технологической подготовки производства может служить совместный проект с компанией *Autodesk*. Продукт, выпущенный ГК *ADEM* в 2011 году под названием *ADEM CAMpack*, подразумевает использование функционала системы *Autodesk Inventor 2012* для конструкторской

подготовки производства, и модуля *ADEM CAM* – для технологической подготовки производства в аспекте программирования обработки на оборудовании с ЧПУ.

Примерами интеграции в области планирования производства являются совместные решения с такими системами, как “Галактика” (МПК, г. Магнитогорск), “Парус” (НПЦ АП им. Пилюгина, г. Москва; “Факел”, г. Химки), “Омега” (ИЭМЗ “Купол”, г. Ижевск), “Мультиагентная система” от компании *Smart Solution* и др. Такая интеграция позволяет из всего объема технологической информации, формируемой средствами *ADEM*, выделить необходимые актуальные данные и передать их в *MES* (управление производством) или *ERP*-систему (планирование ресурсов предприятия). При этом одним из главных пунктов процесса интеграции является синхронизация справочников НСИ, таких как справочник ДСЕ (деталей и сборочных единиц) и справочники по материалам, единицам измерений, оборудованию, операциям, профессиям, инструментам и оснастке.

Столь детальный подход к процессу внедрения *CAD/CAM/CAPP*-системы *ADEM* на предприятия оправдывается тем, что механизм взаимодействия различных подразделений и различных САПР, единожды отлаженный, впоследствии избавляет от огромного количества мелких проблем и неприятностей, отнимающих в итоге рабочее время и силы сотрудников. Кроме того хочется отметить, что весь процесс внедрения интегрированной *CAD/CAM/CAPP*-системы *ADEM* проходит при неременной поддержке специалистов Группы компаний *ADEM*. Это обусловлено, во-первых, тем, что никто не знает систему лучше её разработчиков; во-вторых, не на всех, даже крупных предприятиях, на сегодняшний день сохранились свои собственные службы САПР, способные заниматься подобными работами.

Таким образом, процесс внедрения САПР закладывает фундамент для дальнейшей непрерывной и бесперебойной работы огромного и сложного механизма всего предприятия в целом. ☺



Группа компаний ADEM

Москва:

ул. Иркутская, д. 11/17, корп. 1,3, офис 244
тел/факс. (7-495) 462 01 56, (495) 502 13 41
e-mail: omegat@aha.ru;

Ижевск:

ул. Красноармейская, д. 69, 3-й этаж
тел.: +7 (3412) 52 23 41,
+7 (3412) 52 24 33, +7 (3412) 52 81 32
e-mail: izhevsk@adem.ru

Екатеринбург:

ООО "Уральское Отделение ADEM"
620147, а/я 70
тел/факс: +7 (343) 267 44 25
Моб: +7 (922) 224 31 90
e-mail: adem@urmail.ru

Пространство для мыслей

Автоматизированное проектирование в ADEM

<http://www.adem.ru>

Комплексное применение трехмерного лазерного сканирования и технологий AVEVA для контроля строящихся объектов

А. Вальдовский, И. Зверев (ООО "Навгеоком инжиниринг"), Н. Максименко (ЗАО ГК "РусгазИнжиниринг")

Строительство сложных технологических объектов является длительным и трудоемким процессом, от качества которого в будущем будет зависеть как экономическая эффективность, так и безопасность производства.

Неотъемлемой частью любого строительства является геодезический контроль в процессе строительномонтажных работ и исполнительная съемка результатов монтажа конструкций и оборудования. Они призваны определить отклонение геометрических размеров объекта, его элементов, а также монтируемого внутри объекта оборудования от проектных значений.

Работы по геодезическому контролю и исполнительной съемке традиционно выполняются с помощью нивелиров, тахеометров, GPS-приемников. Скорость измерений координат отдельных точек объектов не превышает одного-двух измерений в минуту.

В последнее время проектировщики сложных промышленных объектов всё чаще прибегают к использованию технологии 3D-проектирования, реализованной на базе программных продуктов AVEVA. Высокая степень детальности 3D-модели позволяет сохранять большое количество информации о форме и параметрах технологического оборудования. Как следствие, проектировщики, являющиеся заказчиками обмерных работ, сегодня хотят получать в качестве результата съемки не исполнительные геодезические схемы с нанесенными проектными значениями и фактическими размерами отдельных конструктивных элементов, а данные в трехмерном представлении, содержащем большой объем информации, сопоставимый по детальности с проектной цифровой моделью.

В связи с этим в последнее время на смену тахеометру, нивелиру и GPS приходит лазерный сканер. Такой сканер производит десятки тысяч измерений в секунду, а количество измерений с одной станции достигает нескольких миллионов. При шаге измерений порядка 0.15 угловой секунды, достигаемое расстояние между точками измерения на поверхности объекта составляет доли сантиметра. Такая плотность измерений позволяет с высокой точностью и детальностью воспроизвести геометрическую форму построенных или смонтированных объектов, а затем наложить результаты измерения на проектную трехмерную модель этих же объектов.

Технология трехмерного лазерного сканирования была применена специалистами ГК "РусГазИнжиниринг" при съемке производственного корпуса на одном из газовых месторождений с целью контроля качества строительномонтажных работ. Этот проект заслуживает того, чтобы рассказать о нём подробнее.

Проверяемый производственный корпус (в дальнейшем – корпус) состоял из десяти изолированных технологических помещений различного

Группа компаний "РусГазИнжиниринг" всегда стремится к повышению качества своих услуг. Мы всегда идем в ногу со временем и используем в процессе своей деятельности как новые, так и хорошо зарекомендовавшие себя технологии. Поэтому, когда возник вопрос точной проверки соответствия документации и реального состояния дел на площадке строящегося объекта, ответ для нас был очевиден – лазерное сканирование! Изначально проектирование этого объекта выполнялось в AVEVA PDMS. Следовательно, нам была необходима как возможность загрузки облака точек в эту систему, так и возможность обработки и сравнения данных внутри PDMS.

Николай Максименко, ГК "РусГазИнжиниринг"

функционального назначения и конфигурации, общий объем которых составлял 45 000 куб. метров.

В техническом задании на исполнительную съемку была поставлена непростая задача: погрешность определения координат элементов конструкции корпуса и смонтированного внутри него оборудования не должна превышать 1 см. Для достижения требуемого результата на всей территории объекта необходимо добиться предельной точности измерений на каждом этапе работ по наземному лазерному сканированию, таких как:

- 1 создание сети съемочного планово-высотного обоснования;
- 2 создание рабочего съемочного обоснования (создание сети привязочных станций);
- 3 лазерное сканирование объекта;
- 4 сшивка результатов измерений (сканов), полученных с одной сканерной станции, в единое облако точек измерений всего объекта.

Соответственно и итоговая среднеквадратическая ошибка (СКО) определения координат точек сканирования складывается из СКО, полученных на каждом из этапов работ:

- СКО создания основного планово-высотного обоснования;
- СКО создания рабочего съемочного обоснования;
- СКО внешнего ориентирования сканов;
- СКО лазерного сканирования, вызванная влиянием инструментальных ошибок сканера и воздействием внешней среды;
- СКО сшивки сканов в единое облако точек.

Основное планово-высотное обоснование в настоящее время может быть создано различными способами. Обычно сеть планово-высотного обоснования создается путем сгущения действующей сети предприятия с помощью проложения тахеометрических и нивелирных ходов. СКО сети основного планово-высотного обоснования вычисляется традиционными

геодезическими методами и зависит от точности и степени развитости действующей сети предприятия.

При выполнении данного проекта съемочной бригаде была предоставлена информация только о трех пунктах сети предприятия вне здания (рис. 1, 2), а о реперах, заложенных внутри здания, никакой информации не было вообще. Это существенно увеличило объем работ и усложнило деятельность бригады – как по построению основного планово-высотного обоснования, так и по созданию съемочного обоснования. Всего в ходе работ было создано 25 пунктов съемочного обоснования. Координирование пунктов съемочного обоснования производилось с помощью тахеометра *Nikon NPL362*.

СКО создания рабочего съемочного обоснования зависит от точности определения координат

специальных марок (рис. 3), по которым выполняется внешнее ориентирование привязочных станций сканирования. Количество и расположение привязочных марок определяется специалистом в каждом конкретном случае индивидуально, и этот процесс полностью зависит от его знаний и опыта.

Для точной привязки сканов на территории промышленного корпуса было установлено и закоординировано 109 плоских марок.

Съемка производилась сканером *Z+F Imager 5006*, и общее число сканов составило 507. Необходимость в большом количестве сканов была обусловлена загруженностью объекта оборудованием и строительными материалами, закрывающими обзор (рис. 4). Для исключения потери информации сканер устанавливался



Рис. 1. Репер под трубой



Рис. 2. Репер с лебедкой



Рис. 3. Привязочная марка



Рис. 4. Сканируемый объект был перегружен оборудованием, закрывающим обзор

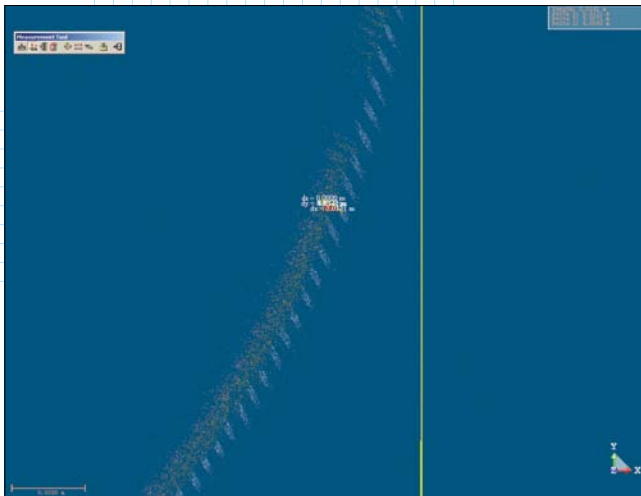


Рис. 5. Контроль точности сканирования и сшивки облаков точек

практически во всех доступных местах; в отдельных случаях плотность сканирования достигала нескольких сканов на 10 кв. метров.

Контроль качества сшивки сканов может быть произведен путем визуального анализа сечений шитого облака точек. В нашем случае это осуществлялось в программной среде *Trimble RealWorks Survey*. Для оценки точности полученных точечных моделей были построены горизонтальные и вертикальные сечения шитых точечных моделей на различных участках корпуса. На этих сечениях точки были окрашены в разные цвета, соответствующие различным станциям сканирования (рис. 5). Результаты

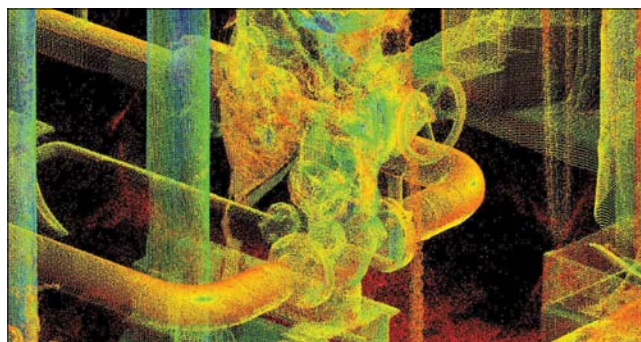
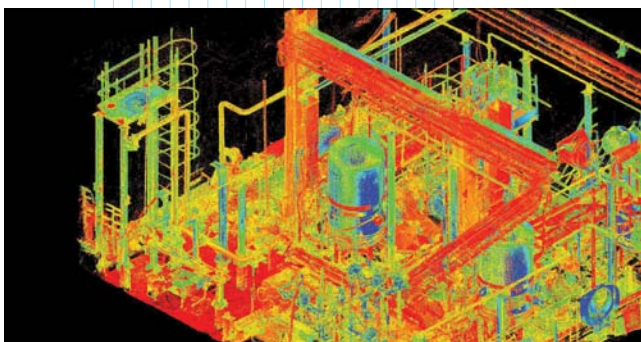


Рис. 6. Облако точек в разном увеличении

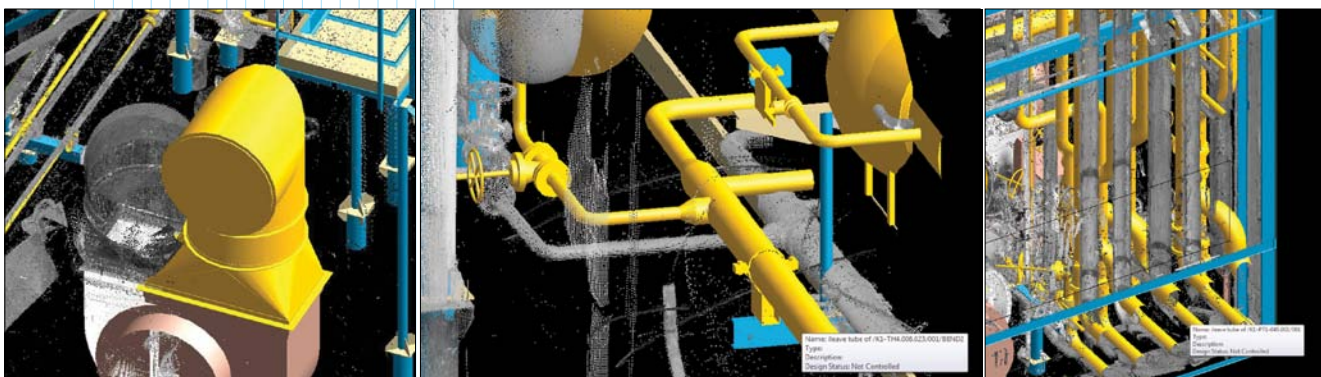


Рис. 7. Примеры обнаруженных несоответствий

контроля оказались положительными: максимальные расхождения между точками сканов от разных станций не превысили 5 мм.


Конечным результатом лазерного сканирования явилось шитое и уравненное облако точек в формате *IMP* (рис. 6). Итоговая точность взаимоположения точек съемки в условной системе координат помещений корпуса составила 10 мм.

Как уже было сказано, возможность загрузить облако точек в программную среду *AVEVA PDMS* была для нас критически важной. Для загрузки облаков точек и последующей их обработки использовалось следующее программное обеспечение:

- *Leica Cyclone*;
- *Leica CloudWorx for PDMS*;
- *AVEVA Laser Model Interface*.

Файл, содержащий 1.4 млрд. точек, был загружен в тот же рабочий проект, на основании которого строился объект, что дало возможность совмещения проектной модели и фактических данных (*as build*).

Далее объект был разбит на участки согласно разбивочным строительным осям, после чего мы произвели анализ этих участков на соответствие – с выявлением (рис. 7) и протоколированием расхождений.

Таким образом, в результате проделанной работы мы получили перечень фактических расхождений, подкрепленных наглядными материалами. Это позволило оперативно устранить обнаруженные несоответствия еще на этапе строительства и существенно повысить качество конечного объекта, добившись в конечном итоге его полного соответствия рабочей документации. 

ПРИГЛАШАЕМ УЧАСТВОВАТЬ

В крупнейшей и важнейшей отраслевой выставке в регионе Балтии !

Будут представлены: машиностроение, металлообработка, автоматизация, электроника, электротехника, производственные материалы, инструменты и новые технологии.

29.11. - 01.12.

**Tech Industry
2012**

**В МЕЖДУНАРОДНОМ
ВЫСТАВОЧНОМ ЦЕНТРЕ НА КИПСАЛЕ**

3 ДНЯ НЕПРЕРЫВНО:

контакты с новыми деловыми партнерами, инвесторами и предпринимателями из стран Балтии, Скандинавии, Западной Европы и СНГ

ОДНОВРЕМЕННО С ВЫСТАВКОЙ ПРОВОДЯТСЯ международные **конференции, семинары и контактные биржи**

Участвуй и используй возможности выставки:

- увеличивай сбыт продукции на латвийском, балтийском и зарубежных рынках;
- встречайся с потенциальными клиентами из Латвии, Скандинавии, Европы и других стран.

ОДНОВРЕМЕННО ПРОХОДИТ:

6-й международный конкурс сварки

"Baltic Welder 2012"

"Научно-инновационный стенд"

"Безопасность на работе 2012" - выставка, посвященная безопасности рабочей среды, охране труда и защите работников.

Возможность увидеть показательные соревнования роботов из Латвии и других стран на выставке **"Robotika"**.



руководитель проекта
Кардийс Брокс

ул. Кипсалас, 8, Рига, LV-1048, Латвия

Тел.: +371 67065059

Факс: +371 67937838

GSM: +371 29498989

Э-почта: kardijs.broks@bt1.lv

<http://www.bt1.lv/techindustry>

Рига, Латвия

 **BT 1**

SolidWorks в электротехнике. Проектируем и управляем данными

Антон Долгополов, ведущий инженер компании *SolidWorks Russia*

Введение

В современной жизни конструкция подавляющего большинства изделий и устройств сочетает в себе механическую и электрическую составляющие. Встроенная электроника обеспечивает выполнение вычислительных операций и функций управления, проводные соединения – электропитание, а механические детали и узлы описывают конструктивно-силовую схему и дизайн изделия. Вследствие этого проектировать изделия, включающие механическую и электрическую составляющие, нужно в едином информационном пространстве с учетом всех ограничений, налагаемых каждой из этих частей друг на друга. В данной статье мы рассмотрим комплексную методику проектирования электронных блоков с использованием программного комплекса *SolidWorks*.

Полный цикл проектирования, или Автоматом от схемы – к 3D

Идеальным решением для любого предприятия, разрабатывающего изделия, сочетающие в себе механическую и электрическую составляющие, было бы решение, при котором от разработчиков принципиальных электрических схем данные об электрических компонентах и их соединениях (номенклатура, количество, схемные обозначения, проводка и т.д.) в автоматическом режиме передавались из этих схем непосредственно к разработчикам механической составляющей изделия, для последующей компоновки в составе того или иного блока или узла. Кроме того, необходимо постоянно обеспечивать актуальность электрической информации как в схеме, так и в компоновке, что зачастую является практически неразрешимой проблемой – ведь данные, по сути, должны обновляться в режиме реального времени, чего не умеет практически ни один программный комплекс. И логично встает вопрос: неужели не существует решения, способного увязать в режиме реального времени работу с данными на схеме и в 3D?

В то время, когда другие отвечают “нет”, *SolidWorks* говорит – “у нас есть!”

Итак, по порядку. Разработка схемной составляющей изделия ведется средствами специализированного модуля программного комплекса. Для удобства организации работы с документами одного проекта, в модуле существует диспетчер проектов, отображающий список проектов предприятия, как рабочих, так и завершенных. При открытии проекта, пользователю он представляется в виде дерева блоков, узлов, папок и документов, наглядно и удобно отображающих иерархическую структуру проектируемого изделия. Все документы хранятся в единой базе данных, с использованием механизма версионного контроля. Для удобства работы, а также с целью исключения некорректного повторного ввода данных пользователем, в системе предусмотрена возможность сквозного использования во всех документах данных, являющихся

общими для отдельных областей проекта или проекта в целом. К примеру, указанный в настройках шифр проекта система будет автоматически проставлять на всех документах, избавляя пользователя от необходимости вводить эти данные вручную каждый раз при создании нового документа в рамках существующего проекта.

Разработка любого электронного блока начинается с расчета и формирования схем как минимум трех видов:

1) схема электрическая структурная (Э1), на которой показываются все функциональные части РЭА и основные взаимосвязи между ними;

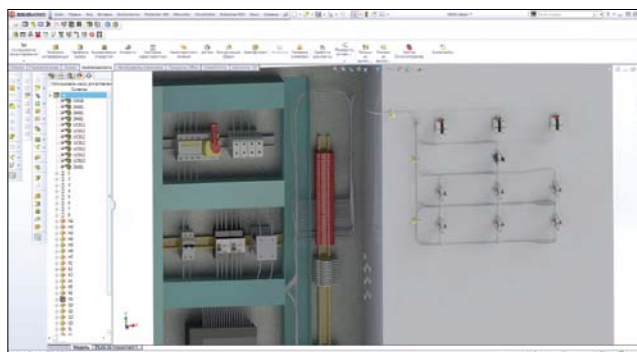
2) схема электрическая функциональная (Э2), на которой, как правило, в виде условных графических обозначений показываются функциональные части аппаратуры, участвующие в процессе, и связи между этими частями;

3) схема электрическая принципиальная (Э3), отображающая информацию обо всех элементах, необходимых для построения РЭА или отдельного узла, связях между элементами и элементами, которыми заканчиваются входные и выходные цепи.

Каждый из видов схем выполняется по своим правилам и со своими особенностями.

В модуле, для удобства работы (и, как следствие, экономии времени на проектирование), для каждого типа схем существует набор специализированных команд, доступных и использующихся только для определенного типа схемы. Так, например, для структурной схемы, помимо стандартного набора чертежных команд, доступна команда определения зоны чертежа, при помещении элементов в которую им будет автоматически назначаться принадлежность к тому или иному блоку изделия. Для принципиальной схемы примером может служить команда создания на схеме отображения сразу нескольких линий связи разного типа или команда добавления в схему сразу группы элементов с соединениями между ними.

Как правило, все элементы на схемах, вне зависимости от их типа, изображаются в виде условных графических



Шкаф с проводкой, проведенной по данным из принципиальной схемы

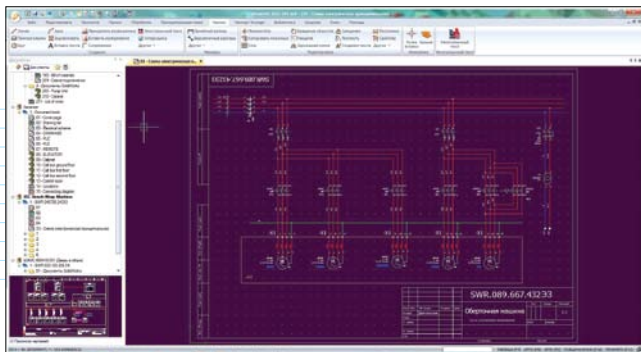


Схема электрическая принципиальная

обозначений (УГО); при этом на схеме должны быть указаны:

- для каждой функциональной группы – наименование;
- для каждого устройства, изображенного прямоугольником – наименование, обозначение или тип;
- для каждого устройства, изображенного в виде условного графического обозначения – обозначение или тип;
- для каждого элемента – позиционное обозначение, присвоенное ему на принципиальной схеме, или тип. Наименования, обозначения или типы рекомендуется вписывать в прямоугольники;
- каждый элемент, входящий в схему, должен иметь буквенно-цифровое позиционное обозначение, составленное из буквенного индекса и порядкового номера.

Для каждого из вышеперечисленных пунктов в системе по умолчанию заложен настраиваемый механизм автоматического назначения наименований, буквенно-цифровых позиционных обозначений, нумерации цепей и пр. Наличие такого функционала сильно облегчает работу пользователя, избавляя его от назначения всякого рода обозначений и наименований вручную и последующего отслеживания корректности этого назначения при изменении схемы.

Модуль в автоматическом режиме на основе данных проекта умеет формировать и другие документы, такие как кабельный журнал, монтажный чертеж, чертежи клеммных блоков, таблицы соединений, различные произвольные отчеты.

Если же говорить об элементной базе, то она поистине огромна. На сегодняшний день база включает в себя описание более полумиллиона компонентов ведущих производителей оборудования, и она постоянно пополняется. В описание каждого компонента входят его символическое изображение на структурной и принципиальной схемах, 2D-эскиз и 3D-модель.

Коллективная работа над проектом предполагает и коллективное использование информации. Именно поэтому логика работы комплекса должна предусматривать необходимость получения самых актуальных данных о

проекте в режиме реального времени, что и было реализовано в программном комплексе *SolidWorks*. Так, вся информация об элементной составляющей проекта (схемные обозначения элементов и связи между ними) доступна не только схемотехнику в 2D-виде (принципиальная схема), но и 3D-проектировщику механической составляющей изделия в виде набора 3D-компонентов на соответствующей панели задач *SolidWorks*, компоновку которых внутри изделия, собственно, ему и необходимо провести. Для размещения последних в системе предусмотрен ряд полезных инструментов – таких, как размещение сразу группы элементов с определенным шагом на рейке внутри шкафа управления, прокладка кабель-каналов различной длины, автоматическая компоновка клеммного блока в указанной области шкафа и пр. Если же структура принципиальной схемы будет изменена, то сразу же на панель задач автоматически будут добавлены новые компоненты, требующие размещения, а уже размещенные компоненты, удаленные в схеме, также будут автоматически удалены и из состава 3D-сборки.

По завершению компоновки в *SolidWorks*, по нажатию одной кнопки может быть выполнено и автоматическое добавление в состав блока проводов, кабелей и жгутов с автоматической же укладкой их в кабель-каналы. Данные о соединениях в этом случае будут забираться в *SolidWorks* непосредственно из принципиальной схемы, избавляя пользователя от необходимости добавлять каждый провод вручную. Существует и возможность распределения сигнальных и силовых линий отдельно по кабель-каналам. Предусмотрена и возможность подсчета процента заполняемости последних.

Вся КД для хранения, дальнейшего согласования и учета помещается в хранилище *SolidWorks Enterprise PDM* с возможностью автоматического составления отчетных документов – спецификаций, ВП, ВС, ПЭ и т.д., полностью описывающих состав изделия с учетом комплектующих и материалов.

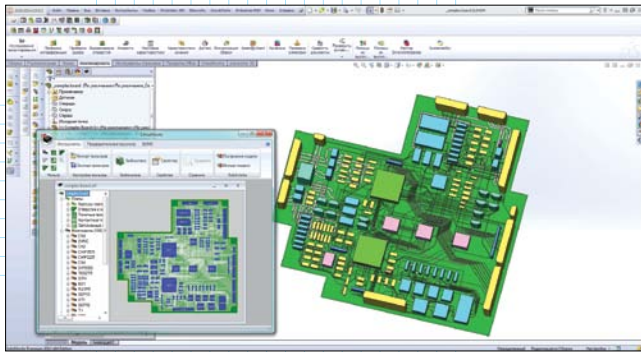
Резюмируя вышеописанное: для предприятий, которые только выбирают подходящее комплексное решение, закрывающее весь цикл проектирования “электрического” изделия от “А” до “Я”, наиболее подходящим будет именно этот вариант набора компонентов программного комплекса *SolidWorks*.

Импортирование данных из систем проектирования печатных плат

Для предприятий, уже частично оснащенных каким-либо ПО, могут быть предложены и другие решения от *SolidWorks*. Например, в случае, если в составе электронного блока планируется использование печатных плат, то разработка принципиальных схем и их трассировка может проводиться и во внешней ECAD-системе. Результатом проектирования платы будет в таком случае комплект файлов, описывающих её геометрию, элементную базу и схему соединений. Эта информация может

№	Обозначение	Наименование	Единица измерения	Кол-во	Примечание
1	0101010101	Резистор	шт	1	
2	0101010102	Конденсатор	шт	1	
3	0101010103	Диод	шт	1	
Материалы					
11	0101010104	Стеклоэпоксидная смола	кг	1	
Спецификация					
12	0101010105	Диск АМС48 50 030	шт	40	
13	0101010106	Микроб А3 ГОСТ 18450-78	шт	40	
14	0101010107	Кабель АБ ГОСТ 15230-76	шт	40	
Цепи					
15	0101010108	Элементы цепи 364 118 ТУ	шт	100	
16	0101010109	Элементы цепи 364 118 ТУ	шт	100	
17	0101010110	Элементы цепи 364 118 ТУ	шт	100	
18	0101010111	Элементы цепи 364 118 ТУ	шт	100	

Спецификация с разделом “Устанавливать при электромонтаже”



Импортирование из ECAD-системы данных печатной платы с проводниками и её 3D-модель в SolidWorks

быть представлена в формате *IDF* (*Intermediate Data Format*) – промышленного стандарта для обмена данными между ECAD-системами и механическими САПР.

САПР *SolidWorks* позволяет напрямую импортировать *IDF*-файлы (*.EMN, *.BRD, *.BDF, *.IDB, *.IDX, *.ASC, *.IDF, *.XML, *.CWX) из различных ECAD-систем с помощью специализированного двунаправленного транслятора данных, и создавать твердотельные модели печатных плат и их компонентов. Для создания 3D-модели печатной платы модуль использует данные из пополняемой библиотеки электронных компонентов и размещает элементы на печатной плате в соответствии с координатами, заданными в *IDF*-файле. При отсутствии необходимого компонента в базе данных, его габаритная модель – прямоугольный параллелепипед – будет создана и размещена на печатной плате автоматически. После импортирования каждая модель представляет собой сборку, состоящую из совокупности 3D-моделей компонентов, входящих в состав печатной платы.

Вышеописанный модуль комплекса *SolidWorks* может автоматически распознавать следующие конструктивные особенности печатной платы: контур, монтажные отверстия, отверстия с контактными площадками и без них, печатные проводники, а также проводить автоматическую фильтрацию элементов по типу и по высоте (координата Z). Модуль позволяет также и экспортировать модели *SolidWorks* в формате *IDF* – с этой целью в *SolidWorks* в контексте сборки необходимо нарисовать эскиз, описывающий контур печатной платы. Эта возможность будет удобна в тех случаях, когда габариты печатной платы зависят от формы и размера корпуса прибора или отсека оборудования, в котором будет размещена иная печатная плата. Кроме того, можно передвигать элементы по плате, а при экспорте в файл *IDF* будут записаны новые координаты элементов. Модуль поддерживает *IDF*-файлы, оптимизированные на работу с большинством существующих ECAD-систем (*OrCAD*, *Veribest*, *Cadence Allegro*, *P-CAD*, *PADS-PCB*), и интегрирован с САПР *SolidWorks* на уровне единого пользовательского интерфейса, что значительно упрощает освоение системы.

Проектирование электрожгутов

Разработчиками САПР *SolidWorks* реализовано и комплексное решение, базирующееся на принципах

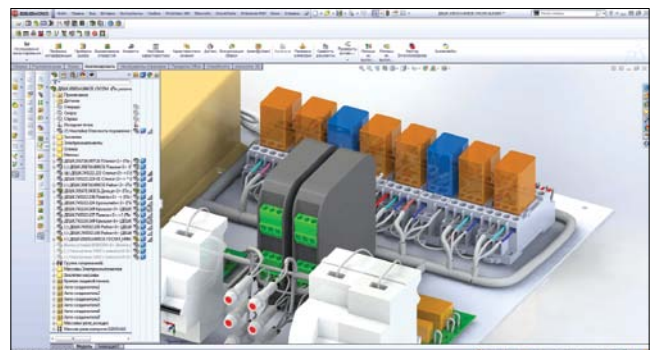
ассоциативного параметрического моделирования и включающее специальные интегрированные модули для трехмерного проектирования электрожгутов и интеграции с внешними ECAD-системами в рамках единого информационного пространства.

Для проектирования электрожгутов в среде *SolidWorks* необходимо использовать модуль **SWR-Электрика**, который предлагает проектировщикам целый набор удобных и высокофункциональных инструментов для выполнения различных видов электромонтажа. Характерными особенностями *SWR-Электрики* являются наличие пополняемой библиотеки соединителей и проводов, высокопроизводительные алгоритмы трассировки проводов с укладкой в жгуты, автоматический расчет массогабаритных характеристик и расхода проводов каждого типа, возможность генерации отчетов, 100-процентная поддержка ГОСТов, наивысшая степень интеграции с *SolidWorks*, наличие русскоязычных интерфейса и документации.

Прежде всего, *SWR-Электрика* создает в сборке *SolidWorks* специальную монтажную деталь, в которой будут осуществляться все операции по объемному монтажу. После этого в сборку необходимо добавить электрические соединители и приступить к построению трасс для укладки проводов. Трассы создаются в интерактивном режиме: пользователь щелкает мышью по граням модели в графическом окне *SolidWorks*, а система автоматически протягивает осевую линию трассы через указанные точки с заданным отступом от наружной поверхности модели.

Трассы строятся с помощью элементов по траектории на основе 3D-сплайнов *SolidWorks*, что обеспечивает их редактирование в любом режиме – в том числе и тогда, когда модуль *SWR-Электрика* не используется на данном компьютере. При вызове команды «Редактировать трассу» *SWR-Электрика* переводит систему в режим контекстного редактирования трехмерного эскиза, идентичный стандартной функции редактирования сплайна в 3D-эскизе *SolidWorks*. В этом режиме можно добавлять/удалять контрольные точки трассы, а также осуществить привязку точек к элементам геометрии сборки, в том числе с использованием размеров и уравнений.

После добавления трасс, можно приступать к созданию электрических соединений между контактами. Установка соединений представляет собой добавление в сборку *SolidWorks* проводов, связывающих попарно отдельные контакты соединителей. Для однозначности



Результат работы модуля SWR-Электрика

идентификации соединителей каждому из них на данном уровне иерархии сборки присваивается уникальное обозначение *REFDES*, соответствующее обозначению на принципиальной или монтажной схеме изделия. На разных уровнях иерархии сборки один соединитель может получить разные обозначения, а комбинация этого обозначения и номера контакта однозначно определяет каждый контакт на данном уровне сборки.

Соединения могут создаваться как в ручном, так и в автоматическом режиме. Однако ручной режим создания проводов является не слишком продуктивным, и потому в большинстве случаев используется импортирование схемы соединений из внешнего файла. Входной файл описывает схему расположения проводов в проекте в структурированном виде; различные *ECAD*-системы (*P-CAD*, *Protel*, *E3*) могут создавать такие файлы автоматически. *SWR-Электрика* анализирует содержимое файла и автоматически создает соответствующие проводные соединения в сборке *SolidWorks*. По результатам импортирования формируется файл отчета, который содержит описание возможных ошибок, возникших в процессе импорта.


Созданные в результате импортирования провода необходимо уложить в трассы жгута, выбрав соответствующие маршруты. При укладке проводов диаметр трассы рассчитывается автоматически.

Следует отметить, что, кроме создания проводов, в *SWR-Электрике* в полном объеме реализован механизм работы со стандартными и нестандартными кабелями. Стандартные кабели хранятся в библиотеке стандартных элементов, а нестандартные создаются путем группировки одного или нескольких проводов. При автоматическом пересчете диаметра трассы в процессе укладки проводов или стандартного кабеля, диаметр трассы, в которую будет уложен кабель, при прочих равных условиях будет отличным

от совокупной толщины пучка проводов, так как диаметр библиотечного кабеля определяется ГОСТом. В модуле *SWR-Электрика* предусмотрено несколько вариантов графического изображения результатов монтажа. Провода и трассы могут быть отображены как *3D*-кривыми, так и в виде твердого тела. Могут также использоваться различные комбинации режимов отображения проводов и трасс (тело-тело, тело-кривая, кривая-кривая).

SWR-Электрика автоматически рассчитывает длину и массу проводов, диаметры трасс и многие другие параметры, причем, при изменении геометрии сборки параметры всех объектов электроустановки автоматически обновляются. По результатам проектирования модуль позволяет создать четыре вида отчетов: таблицу соединений, сводный перечень проводов, перечень соединителей и сводный перечень соединителей. В случае же использования *SolidWorks Enterprise PDM*, результаты проектирования жгутов будут учтены и в составе изделия, и, как следствие, во всех типах отчетов.

Заключение

Итак, мы рассмотрели методику проектирования электронных блоков с использованием программного комплекса *SolidWorks*. Естественно, в рамках одной статьи практически невозможно рассказать обо всем с высокой степенью детализации, однако мы надеемся, что даже этого краткого описания вполне достаточно для того, чтобы читатели смогли составить общее представление о том, каким образом и с помощью каких специализированных модулей *SolidWorks* разрабатываются изделия, состоящие из электронно-механических компонентов. За более подробной информацией о программных продуктах следует обращаться к специалистам компании *SolidWorks Russia*. 



**Воплощение смелых идей
с SOLIDWORKS**

Самолет – автомобиль.
Быстрая трансформация нажатием
одной кнопки.

solidworks.ru

15-я международная специализированная выставка



ТЕХНОФОРУМ

При поддержке:

22 – 25 октября 2012 года
Москва, ЦВК «Экспоцентр»

подайте заявку на участие



www.mtexpo.ru

- роботы
- лазеры
- материалы, композиты
- прецизионные машины

- гидравлика
- литейные и формовочные машины
- металлообработка
- cad/cam (plm)

Организаторы:



При поддержке:



Нововведения 14-й версии PC|SCHEMATIC Automation

(Продолжение. Начало в #5/2012)

Александр Бортс (COLLA, Ltd.)

alex@colla.lv



Возможность фильтрации

В окне доступных (свободных) компонентов составных элементов теперь можно осуществить такие операции, как сортировку и фильтрацию (рис. 5).

Щелчком мышкой по строке заголовка таблицы все колонки в окне можно отсортировать в прямом (от А до Z) или в обратном (от Z до А) порядке.

При щелчке по названию колонки правой клавишей мышки открывается окно фильтров А-Z и многовариантный текстовый фильтр. При активации фильтра те компоненты, которые прошли отбор, будут размещены в нижней части окна под заголовком “Filtered out” (рис. 6).

Чтобы скрыть ненужные компоненты, надо воспользоваться командой *Hide*, которая доступна в контекстном меню, открывающемся по нажатию правой клавиши мыши, или же через кнопку на панели инструментов. Отбор скрываемых компонентов производится нажатием на клавиши *Ctrl+* или *Shift+*.

При необходимости скрытые компоненты можно сделать видимыми, щелкнув по кнопке со стрелкой. Скрытые символы можно размещать на схеме прямо из этого окна; кроме того, их можно вернуть в исходный, видимый список.

Чтобы облегчить выбор правильного символа, окно доступных компонентов дополнено закладками *In*, *Out*, *Ref* для символов входа, выхода и ссылок соответственно (рис. 7).

Для программируемых логических контроллеров (PLC) имеется еще и фильтр адресов, который можно активировать кнопкой с изображением воронки (рис. 8). Значения для фильтрация можно выбрать из выпадающего меню клавишей “стрелочка вниз”. Фильтры можно использовать и для адресов входа, и для адресов выхода.

Модуль *PanelBuilder*

Модуль *PanelBuilder* для проектирования небольших панелей и электрических шкафов и подготовки документации в соответствии с требованиями *EN60439-3* по расчету мощности, появился не так давно. Первая его реализация была довольно простой, но теперь функционал получил дальнейшее развитие. Перечислим особенности и функциональные возможности *PanelBuilder*:

- простой пользовательский интерфейс;
- размещение компонентов в древовидной схеме путем перетаскивания;
- выбор компонентов по их функциям, по току, количеству фаз и производителю;
- генерация маркировочных бирок на выходы;
- балансировка фаз в реальном времени;
- онлайн-отслеживание распределения фаз;
- онлайн-отслеживание нагрузки на фазу;
- расчет мощности рассеяния с учетом температуры окружающей среды;
- автоматическое размещение компонентов на панели;
- создание нескольких панелей в одном проекте;
- черчение однолинейной схемы.

Изменения в интерфейсе модуля *PanelBuilder*

Запустив модуль *PanelBuilder*, вы увидите разделенное на две части окно (рис. 9). В левой половине окна отображается дерево распределения компонентов проекта, в правой – информационные закладки для каждого рабочего процесса проекта. Те компоненты, которые уже помещены на панель, выглядят темными, а еще не размещенные – светлыми.

Выбор компонентов

Выбор компонентов осуществляется на основе данных, которые могут быть представлены в окне в отсортированном виде: по функциональному назначению компонента, по производителю, по количеству фаз, по силе тока. Фильтрация с учетом предыдущей селекции облегчает поиск.

Наличие трех окон компонентов дает возможность иметь свои избранные компоненты (*Favorites*) с их значениями и сохранять их при закрытии модуля *PanelBuilder*.

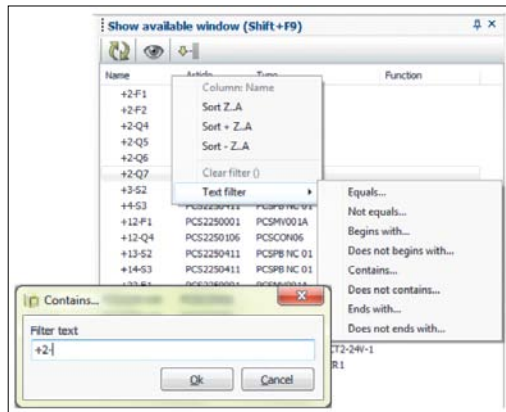


Рис. 5. В окне свободных компонентов составных элементов теперь доступны такие действия, как сортировка и фильтрация

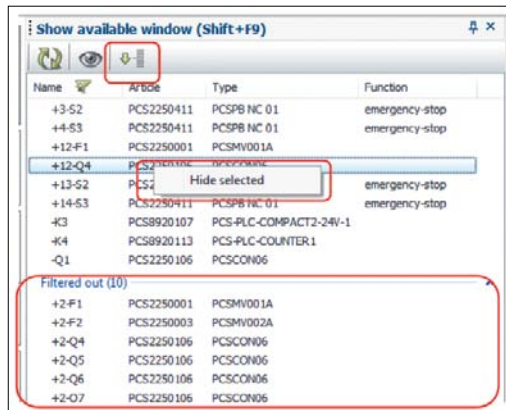


Рис. 6. Активация фильтра и окно отобранных элементов

Когда осуществляется выбор компонента, для которого нужны вспомогательные приспособления (такого, как блок предохранителей), перечисленные в базе данных, то их можно выбрать в диалоговом окне, которое всплывает при размещении такого компонента. Сообразительный пользователь может сохранить множество избранных компонентов в окне *Favorites*, из которого их можно легко перетаскивать прямо в проект.

Размещение компонентов в дереве проекта

Все компоненты имеют свои иконки, которые отображаются в проекте. С помощью мышки эту иконку можно перетащить в дерево проекта (компоненты могут быть размещены в тот момент, когда выплывает маленький “квадрат”). Первый компонент должен быть размещен под большой стрелкой (рис. 9), которая обозначает питание на входе.

Древовидная структура возникнет по мере того, как вы помещаете компоненты друг под другом. Компоненты можно перетаскивать мышкой, причем вместе с размещенными под ними компонентами. Для замены компонента надо нажать и удерживать клавишу *Ctrl* при перетаскивании и размещении нового компонента.

Помимо компонентов, размещаемых в древовидной структуре, можно выбирать и другие, которые не являются частью дерева (например, аварийные кнопки и сигнальные лампы), но тоже находятся на панели.

Под компонентом можно поместить функциональную графическую метку с текстом. Помимо стандартных меток можно применять и свои собственные – в формате *BMP* или *JPG*.

Нагрузка постоянно распределяется между фазами, однако пользователь может сам указать фазу для какого-то компонента (рис. 10). Естественно, что это отразится и на элементах, иерархически стоящих ниже. При наведении мышки на размещенный компонент

выплывает подсказка с необходимыми данными об этом компоненте.

Отслеживание состояния проекта в режиме онлайн

В нижней части рабочего окна отображается и постоянно обновляется следующая информация: количество модулей (гнезд) в проекте; количество модулей, размещенных в шкафах, нагрузка на фазу.

Чтобы получить более подробную информацию в одном из разрезов, надо нажать и удерживать одну из следующих кнопок: *Amps*, *Modules below* или *Phases* (рис. 9).

Для автоматического распределения нагрузки по фазам надо нажать на кнопку *Balance phases*.

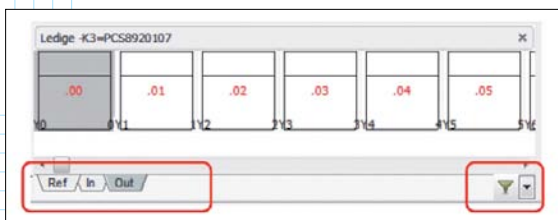


Рис. 7. Дополнительные закладки для символов входа, выхода и ссылок

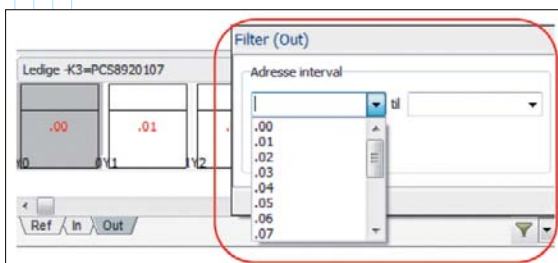


Рис. 8. Выпадающее меню фильтра адресации выводов PLC

Автоматическое размещение компонентов

После создания структурного дерева проекта, *PanelBuilder* может автоматически подготовить чертеж электрощафа.

Начните с выбора шкафа – необходимое количество посадочных гнезд можно увидеть в строке состояний в нижней части окна. Выбранный шкаф показан на закладке.

Размещение компонентов

Компоненты могут быть размещены автоматически, начиная с одного из углов панели. Позиция компонента в корпусе электрощафа определяется его позицией в древовидной структуре распределения тока.

Если вы хотите управлять процессом размещения (например, чтобы оставить пространство для каких-то других компонентов), то можете вручную разместить на направляющей пустые модули, или же брать и перетаскивать компоненты из древовидной структуры на панель, позиционируя их самостоятельно. При этом

остальные компоненты можно будет разместить автоматически. Если окажется, что какой-то компонент размещен неверно, его можно легко удалить: для этого надо щелкнуть по нему правой клавишей мышки. Удалить сразу все компоненты можно нажав кнопки удаления.

Размещенные компоненты отмечаются в структуре (дереве) серым цветом. На закладке *Panel* можно увидеть, как элементы будут размещены на чертеже после экспорта в основную программу – *PC|SCHEMATIC Automation*.

(Продолжение следует)

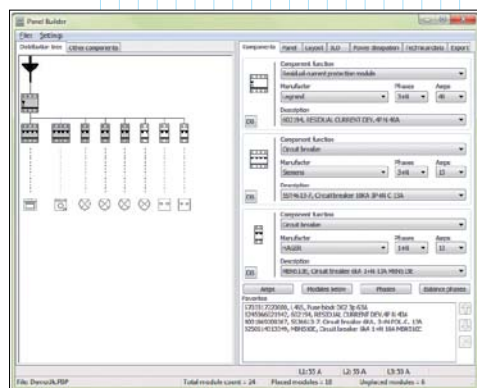


Рис. 9. Окно модуля PanelBuilder

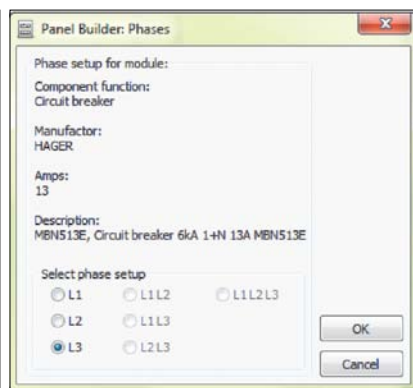
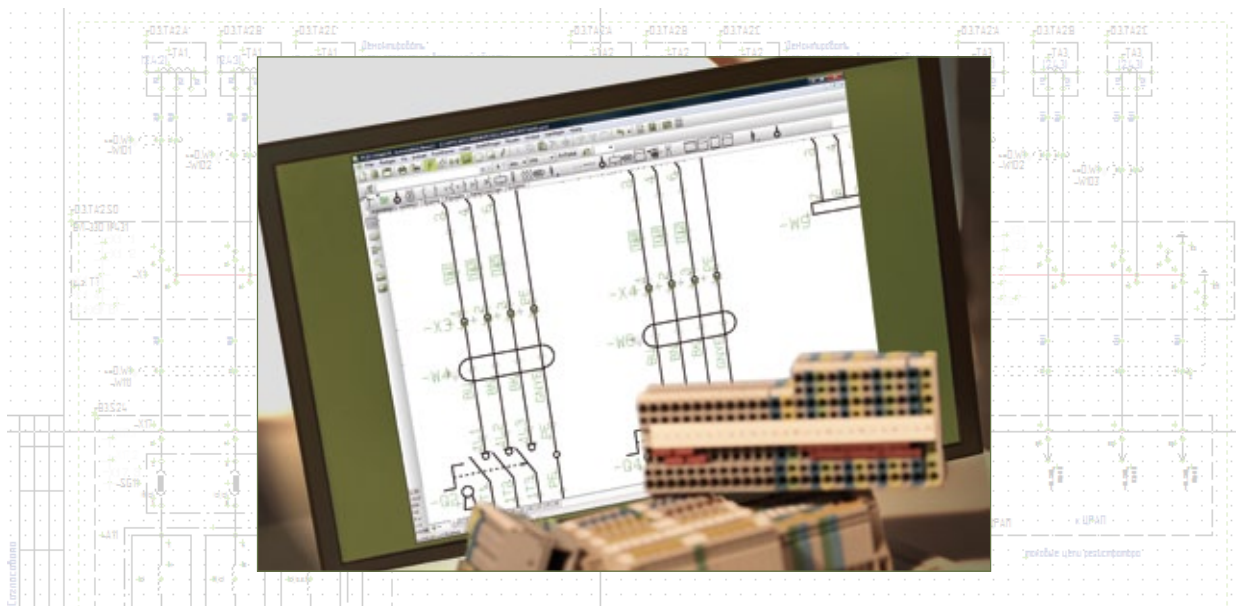


Рис. 10. Выбор фазы вручную

AUTOMATION

Электротехническая САД-система от PC|SCHEMATIC по разумной цене



PC|SCHEMATIC AUTOMATION включает:

- типовой функционал электротехнической САД;
- готовые библиотеки символов, выполненных по стандартам IEC/EN для создания схем по электротехнике, электромонтажу, электронике, PLC, охранной сигнализации, EIB, компьютерным и телекоммуникационным сетям, блок-схемам, гидравлике, пневматике, строительству;
- базы данных компонентов от 35 ведущих производителей – ABB, AEG, Hager, Mitsubishi, Moeller, Omron, Phoenix Contact, Allen-Bradley, Brodersen, Continental, Danfoss, Siemens, Weber and Weidmuller, Legrand, Duelco, Falcom, Rockwell Automation, Schneider Electric, Wago и других.

Более подробная информация о системе, а также список дилеров в России, СНГ и странах Балтии:
www.pcschematic.com и www.pcschematic.ru

Дистрибьютор в России и СНГ – ООО ЦОЛЛА, Москва, тел.: +499 940 1079

AUTOMATION

TELE

POWERDISTRIBUTION

PC|SCHEMATIC

Системы электронного и электротехнического проектирования в 2011 году: обзор достижений и анализ рынка

Сергей Павлов, Dr. Phys.

Предлагаем нашим читателям уже четвертый обзор достижений и анализ рынка систем электронного и электротехнического проектирования (*Electronic Design Automation – EDA*), подготовленный в рамках проекта “Короли” и “капуста” за последние три года. Предыдущие обзоры [2–4], в том числе и первый, “затравочный”, написанный как часть статьи о САЕ-технологиях [1], можно, при необходимости, освежить в памяти, посетив сайт журнала.

Собранная за прошедший 2011 год информация традиционно подразделяется на три части:

- 1 топ-10 игроков рынка EDA;
- 2 оценки объема рынка EDA;
- 3 результаты работы мировой полупроводниковой промышленности.

При составлении обзора использовались опубликованные в открытой печати данные следующих аналитических компаний, специализирующихся на исследованиях рынка полупроводниковых изделий:

- Gartner (www.gartner.com), биржевой индекс IT (NYSE), штаб-квартира в гор. Стамфорд (Коннектикут, США);
- IHS iSuppli (www.isuppli.com), биржевой индекс IHS (NYSE), штаб-квартира в гор. El Segundo (Калифорния, США);
- IC Insights (www.icinsights.com), штаб-квартира в гор. Скоттсдейл (Аризона, США), а также ежеквартальная статистика EDA Consortium (www.edac.org).

Топ-10 игроков рынка EDA

По результатам 2011 года наш рейтинг, еще недавно охватывавший дюжину компаний, теперь превратился в “горячую десятку”. События развивались так:

- в ноябре 2011 года было подписано соглашение о покупке Magma Design Automation (9-е место нашего топ-11 за 2010 год) лидером рынка EDA, компанией Synopsys (сделка завершена в феврале 2012 года);
- в середине 2011 года лидер рынка MCAE, компания ANSYS (10-е место в нашем топ-11 за 2010 год) присоединил быстрорастущий стартап Apache Design Solutions (12-е место в нашем топ-12 за 2009 год), который мы исключили уже из рейтинга за 2010 год.

Напомним основные условия при формировании рейтинга:

- нижняя черта доходов для включения компании в рейтинг находится на отметке примерно 50 млн. долларов;

- планка минимального дохода для причисления к числу “королей” EDA – примерно 500 млн. долларов (таким образом, лидеры рынка у нас образуют “королевскую” четверку);

- доходы компаний из рейтинга приводятся для финансового года (который, как известно, может и не совпадать с календарным);

- для “короля”-лидера рынка производится пересчет на условный календарный год – с 1 февраля по 31 января (за неимением помесечных данных, пересчет возможен только с использованием квартальных);

- финансовые результаты “королей” комментируются более подробно.

Финансовые показатели “королевской” четверки

В 2011 году произошло знаменательное событие – заветную черту в миллиард долларов годового дохода второй раз в своей истории преодолела компания Cadence Design Systems, вернувшись, таким образом, в клуб миллиардеров. Кроме того эту планку впервые взяла компания Mentor Graphics. Таким образом, лидерами рынка EDA теперь является тройка компаний-миллиардеров во главе с Synopsys.

Занимающая четвертое место британская компания ARM Holdings на пути к вступлению в этот виртуальный клуб уже преодолела промежуточный финиш (750 млн. долларов) и продолжает уверенно наращивать мускулы, благодаря востребованности её IP-продуктов, которые лицензируются для компаний, использующих ARM-архитектуру в своих процессорах.

1 Synopsys, Inc.

Компания Synopsys (www.synopsys.com, биржевой индекс SNPS) была основана в 1986 году, миллиардером впервые стала в 2003-м. Член EDA Consortium. Штаб-квартира находится в городе Mountain View (штат Калифорния, США).

Доход Synopsys в 2011 условно-календарном году – за период с 01.02.2010 по 31.01.2011 гг. – составил **1.597 млрд. долларов** (рис. 1), что на 12.8% больше (рис. 2), чем в 2010 году, когда компания заработала 1.415 млрд. долларов. Пересчет сделан с использованием квартальных данных (рис. 3), поскольку финансовый год Synopsys завершается на квартал раньше – 31 октября.

За пять лет средний темп роста объемов Synopsys получился равным 8%. Темп роста доходов в 2007-м, 2008-м и 2010-м годах составлял 10.7%, 12.3% и 4.8%, что позволило достичь объемов 1.212, 1.361 и 1.415 млрд. долларов соответственно.

Компания немного потеряла в доходах только в кризисном 2009-м (-0.8% в сравнении с 2008 г.), записав на свой счет 1.35 млрд. долларов.

Лидерскую позицию *Synopsys* занимает четвертый год подряд. Компания уже вплотную приближается к отраслевому рекорду (1.615 млрд. долларов), установленному в 2007 году главным конкурентом – *Cadence Design Systems*, ныне занимающим второе место (компания *Synopsys* впервые обошла *Cadence* в 2008 году). Запас прочности у *Synopsys* солидный – отрыв от бывшего лидера в 2008–2011 годах составлял 323, 498, 489 и 447 млн. долларов соответственно. Таким образом, за эти четыре года *Synopsys* заработала больше *Cadence* на 1.746 млрд. долларов – эта сумма превышает доход *Synopsys* за 2011 год.

Чистая прибыль компании в период 2007–2011 гг. была следующей: 165.4, 232.5, 248, 152.5 и 229.8 млн. долларов соответственно. Суммарная прибыль за пять лет перевалила за миллиард – 1.028 млрд. долларов. Среднегодовая рентабельность в течение пяти последних лет – 14.8%.

Заработанная прибыль успешно используется компанией для расширения портфеля предлагаемых продуктов и решений. В 2011 году в собственность *Synopsys* перешли следующие компании: *nSys Design Systems Private Limited* (сентябрь), *Extreme DA* (октябрь), *Magma Design Automation Inc.* (ноябрь, сделка завершена в феврале 2012 года). В 2012 году *Synopsys* уже успела поглотить компании *ExpertIO, Inc.* (январь), *RSoft Design Group, Inc.* (май), *Ciranova* (июль), *SpringSoft* (август). Для наиболее значимых приобретений объявлены затраченные на это суммы: *Magma* и *SpringSoft* были куплены за 507 млн. и 305 млн. долларов соответственно.

Удачные приобретения, наряду с органическим ростом, способствуют росту дохода *Synopsys*. Если учитывать доходы *Magma* и *SpringSoft* (в 2011 финансовом году они составили 139.3 и 75.9 млн. долларов соответственно), то в 2012 календарном году только за счет поглощения этих двух компаний

можно ожидать увеличение дохода *Synopsys* примерно на 160–170 млн. долларов. Эта тенденция просматривается, например, если попытаться спрогнозировать доход по результатам II, III, IV кварталов 2011 года и рекордного I квартала 2012 года (432.6 млн. – рис. 3). В этом случае оценочная величина годового дохода будет равна 1.635 млрд. – то есть уже на 38 млн. долларов больше, чем в календарном 2011 году.

Число сотрудников *Synopsys* неуклонно растет. В 2011 году на компанию работало 6850 человек, и по этому показателю она занимает 1-е место в четверке лидеров (рис. 4). По эффективности использования сотрудников *Synopsys* находится на 3-м месте среди лидеров: в 2011 году средний доход на одного работающего составил 233 тыс. долларов (рис. 5).

2 Cadence Design Systems, Inc.

Компания *Cadence Design Systems* (www.cadence.com, биржевой индекс CDNS) была основана в 1988 году; миллиардером впервые стала в 1997 году, утратила этот статус в 2009 году, и, наконец, вернула его по результатам 2011 года. Штаб-квартира располагается в городе Сан-Хосе (штат Калифорния, США). Компания является членом *EDA Consortium*.

Уже четвертый год, после утраты лидерства в 2008 году, *Cadence* занимает в нашем рейтинге 2-е место. В 2011 году (финансовый год компании совпадает с календарным) *Cadence* продемонстрировала рекордные для себя темпы роста – 22.9% (рис. 2) и снова преодолела миллиардную планку, заработав **1.15 млрд. долларов** (рис. 1). Напомним, что в 2010-м у компании впервые наблюдался рост доходов на 8.6% (до 926 млн. долларов) после резкого падения, зафиксированного в недавнем прошлом (в 2008 году – на 35.7%, с 1615 млрд. до 1.038 млрд.; в 2009 году – еще на 17.9%, до 0.853 млрд.). Тем не менее, доход 2011 года не дотягивает до рекордного показателя 2007 года еще на 28.8%.

EDA market leaders' annual revenues for 2007÷2011

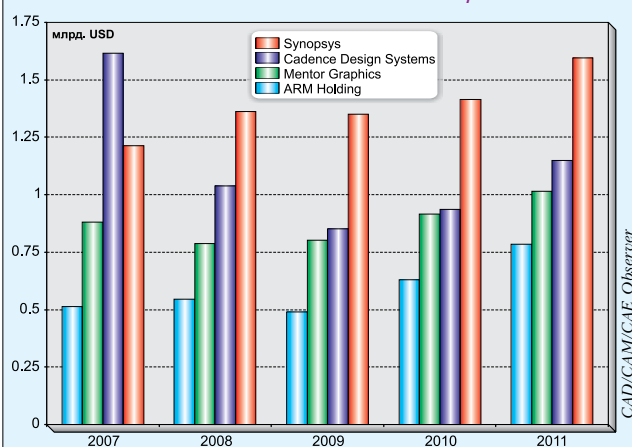


Рис. 1. Годовые доходы лидеров рынка EDA в 2007÷2011 гг.

EDA market leaders' annual revenues' growth rates (%) for 2007÷2011

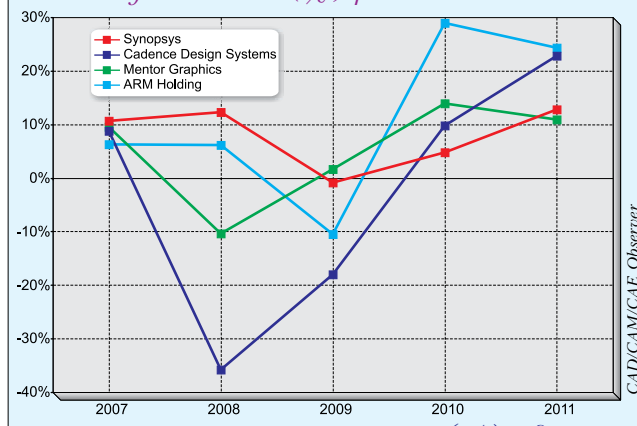


Рис. 2. Темпы роста/снижения (%) годовых доходов лидеров рынка EDA в 2007÷2011 гг.

Компания продолжает демонстрировать рост квартальных показателей (рис. 3), и хотя ей еще далеко до собственного рекорда (458 млн. долларов в IV кв. 2007 г.), показатель I кв. 2012 г. (316 млн.) сулит дальнейшее увеличение дохода. Действительно, если рассчитать предполагаемый годовой доход *Cadence* по результатам II, III, IV кварталов 2011 г. и I кв. 2012 г., то он получается равным 1.199 млрд. долларов.

Прибыль компании в 2011 году (72.2 млн. долларов, рентабельность 6.3%) оказалась меньше прошлогодней (126.5 млн., рентабельность 13.2%), впервые полученной после черной полосы, которая наступила вслед за рекордным 2007 годом, когда прибыль достигла 296.3 млн. долларов. Напомним, что после не менее рекордных убытков в 2008 году (1.85 млрд. долларов!) и на порядок меньших убытков в 2009-м (149.9 млн.), за пять лет накопились огромные суммарные убытки – 1.511 млрд. долларов.

После удачного поглощения за 315 млн. долларов крупной компании *Denali Software, Inc.* (июнь 2010 года), которое, безусловно, способствовало увеличению годового дохода *Cadence* в 2011 году, эта тенденция была продолжена: с интервалом в год *Cadence* купила еще две компании – *Azuro, Inc.* (июль 2011 года) и *Sigrity, Inc.* (июль 2012 года).

После кризисного 2009 года число сотрудников *Cadence* продолжает расти – с примерно 4400 до 4700 в 2011-м (рис. 4); это третий показатель после *Synopsys* и *Mentor Graphics*. По средней выручке в расчете на одного сотрудника компания вышла на 2-е после *ARM Holdings* место среди лидеров, опередив *Synopsys* и *Mentor* (рис. 5).

3 Mentor Graphics

Компания *Mentor Graphics* (www.mentor.com, биржевой индекс *MENT*) является самой старой среди лидеров – она зарегистрирована в 1981 году. Член *EDA Consortium*; штаб-квартира находится в городе *Wilsonville* (штат Орегон, США).

В 2011 условно-календарном году, за период с 01.02.2011 по 31.01.2012 гг. (финансовый год завершился 31 января), был получен доход в размере **1.015 млрд. долларов (рис. 1)**. Таким образом, компания *Mentor Graphics* впервые вошла в клуб миллиардеров!

Несмотря на “двухзначный” рост – на 10.9% (рис. 2) в сравнении с 2010 годом (0.915 млрд. долларов), который наблюдается у компании уже второй год (14% в сравнении с 2009 годом, когда доход был равен 0.803 млрд.), – обойти своего ближайшего конкурента, *Cadence*, ей не удалось. Хотя компания *Mentor* была единственной из четверки лидеров, продемонстрировавшей рост дохода в кризисном 2009 году (на 1.7% в сравнении с 2008-м, когда доход был 0.789 млрд.), но из-за убытков 2008 года (-10.8%) средний темп

EDA market leaders' quarterly revenues for 2007÷2012

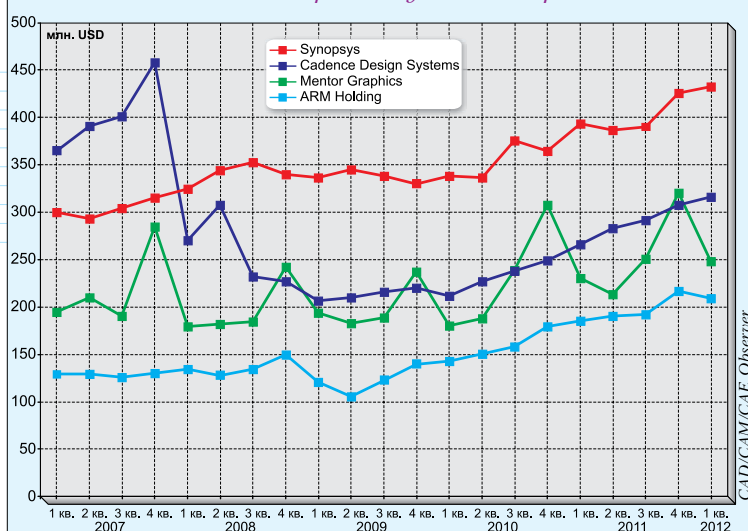


Рис. 3. Квартальные доходы лидеров рынка EDA в 2007÷2012 гг.

роста объемов *Mentor* за пять лет получился равным 5.2%.

Судя по квартальным результатам, компания стремится закрепить свой статус миллиардера. Если рассчитать годовой доход *Mentor* по результатам II, III, IV кварталов 2011 г. и I кв. 2012 г. (рис. 3), то получается 1.033 млрд. долларов. Сравнение с аналогичным показателем ближайшего конкурента – *Cadence* – говорит о том, что компании *Mentor*, стабильно занимающей 3-е место, свои претензии в отношении замены бронзовой медали на серебряную пока придется отложить.

Прибыль *Mentor* в 2011 году достигла 83.9 млн. долларов, что почти в три раза больше, чем в 2010-м (28.6 млн.). Таким образом, по сумме показателей пяти прошедших лет (23.6 млн. долларов) компании удалось, наконец, “выйти в плюса” – покрыть накопившиеся в 2008 и 2009 годах убытки (91.3 и 21.9 млн. соответственно).

Наряду с тем, что компания *Mentor* является одним из лидеров рынка *EDA*, она отметилась и на рынке *МСАЕ*-технологий. В 2011 условно-календарном году ею была приобретена компания *Flowmaster Group* (январь 2012 года), что расширило портфель решений *Mentor* в области вычислительной гидромеханики (*Computational Fluid Dynamics – CFD*).

В 2011 финансовом году средний доход в расчете на каждого из 4800 сотрудников компании оказался равным 211 тыс. долларов (рис. 4, 5).

4 ARM Holdings plc

Название британской компании *ARM Holdings* (www.arm.com, биржевой индекс *ARMH*) расшифровывается как *Advanced RISC Machines*. Как самостоятельная компания *ARM* работает с 1990 года; до этого, начиная с 1983-го, она

существовала в качестве проекта под названием *Acorn RISC Machines* в рамках компании *Acorn Computers*. Штаб-квартира *ARM*, являющейся членом *EDA Consortium*, находится в городе Кембридж (Великобритания).

В 2011 году компания *ARM* получила доход в размере 491.8 млн. фунтов стерлингов (примерно **785 млн. долларов** – рис. 1). Таким образом, пройдена большая часть пути от отметки в 500 млн. до 1 млрд. долларов. Если сравнить с 2010 годом, когда она заработала 406.6 млн. фунтов стерлингов (примерно 631.3 млн. долл.), то, в зависимости от выбранной валюты, наблюдается либо 21%-ный, либо 24.4%-ный рост (рис. 2). (Средневзвешенное соотношение *USD/GBP* в 2010 и 2011 гг. – 1.553 и 1.596 соответственно.)

Рекордный темп роста за пятилетний период (при учете как в фунтах, так и в долларах) был зафиксирован в 2009 году (33.3% либо 29%), когда заработок компании составил 305 млн. фунтов стерлингов (489.4 млн. долларов). Уже второй год подряд темпы роста *ARM* являются рекордными среди четверки лидеров. Наибольшими среди лидеров являются и средние темпы роста *ARM* за прошедшие пять лет – 11.1%.

Квартальные доходы компании перевалили за 200 млн. долларов: в IV кв. 2011 года и I кв. 2012 года эти показатели достигали 217 млн. и 209.4 млн. соответственно (рис. 3). Поэтому годовой доход компании с опозданием на квартал впервые превысил отметку 0.8 млрд.: по результатам II, III, IV кварталов 2011 г. и I кв. 2012 г. он получился равным 0.809 млрд. долларов.

В 2011 году прибыль компании *ARM* достигла рекордной величины 179.8 млн. долларов, а рентабельность – 22.9%. За пять лет, в период с 2007 по 2011 гг., рентабельность составляла в среднем 17.1%, а суммарная прибыль превысила полмиллиарда – 0.528 млрд. долларов.

После пятилетнего перерыва *ARM* сделала в 2011 году два приобретения – компании *Obsidian Software* (июнь) и *Prolific, Inc.* (ноябрь).

По состоянию на конец 2011 года в компании *ARM* работало 2116 сотрудников (рис. 4). Последние четыре года *ARM* является рекордсменом среди четверки лидеров по среднему доходу в расчете на одного работника. В 2011 году этот показатель вырос до 371 тыс. долларов (рис. 5).

Остальные игроки рынка EDA

5) Rambus Inc.

Штаб-квартира *Rambus* (www.rambus.com, биржевой индекс *RMBS*, член *EDA Consortium*) разместились в городе *Los Altos* (Калифорния, США). Компания специализируется на разработке высокоскоростной памяти (*high-speed memory*), которая лицензируется для ведущих производителей полупроводниковых приборов.

Доход *Rambus* в 2011 году составил **312.4 млн. долларов** – это чуть меньше, чем в 2010 году (323.4 млн.). Напомним, что существенный рост дохода стал результатом долговременного контракта, подписанного с *Samsung* в 2010 году. Прежде доходы были значительно, в два-три раза, скромнее: в 2009 году компания заработала всего 113 млн., а в 2008-м – 142.5 млн. долларов.

Таким образом, по результатам 2011 года компания *Rambus* сохраняет за собой 5-е место.

6) Agilent EEsof

Компания *Agilent EEsof*, основанная в 1983 году, с 2000 года является подразделением компании *Agilent Technologies* (www.agilent.com), которая входит в *EDA Consortium*. Штаб-квартира *Agilent EEsof* находится в городе *Санта-Клара* (Калифорния, США). *Agilent EEsof* предлагает программные продукты для проектирования, инженерного анализа и тестирования высокочастотных электронных схем.

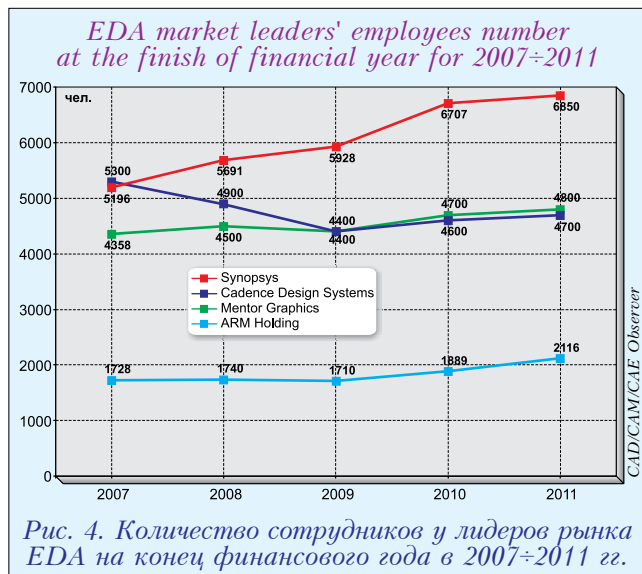


Рис. 4. Количество сотрудников у лидеров рынка EDA на конец финансового года в 2007÷2011 гг.

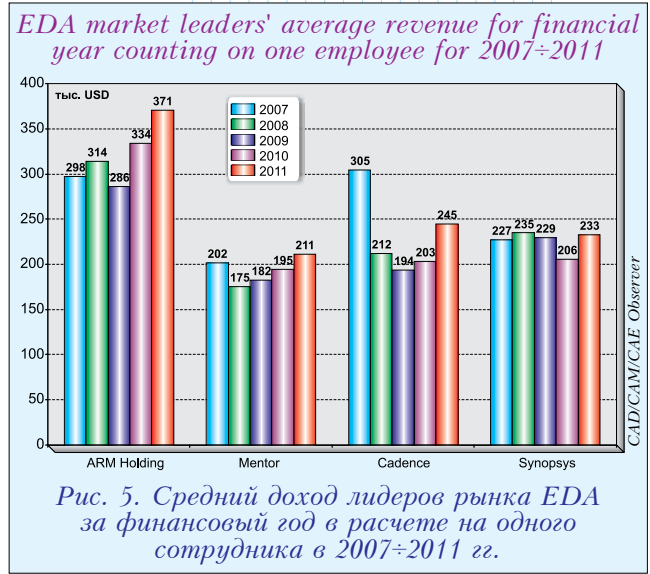


Рис. 5. Средний доход лидеров рынка EDA за финансовый год в расчете на одного сотрудника в 2007÷2011 гг.

Годовой доход всей *Agilent Technologies* (финансовый год компании завершается 31 октября) в период с 2007 по 2011 гг. составлял соответственно 5.420; 5.774; 4.481 и 5.444 и 6.6 млрд. долларов. По состоянию на октябрь 2011 года, в компании работало 18 700 сотрудников.

К сожалению, в финансовых отчетах *Agilent Technologies* доля от продажи продуктов *EEsof* отдельной строкой не указывается. В 2009 финансовом году доход направления *Semiconductor and Board Test*, связанный с разработкой и тестированием полупроводниковых приборов и печатных схем, составил 161 млн. долларов. После реструктуризации подразделение *Agilent EEsof* вошло в направление *Electronic Measurement*, на которое в 2009, 2010 и 2011 годах приходится доход 2.418; 2.784 и 3.316 млрд. долларов соответственно. Если допустить, что рост дохода *Agilent EEsof* соответствует росту дохода всего направления в целом, тогда оценки дохода в 2010 и 2011 годах получаются следующие – 185.4 и 220.8 млн. долларов.

Оценочный доход за 2011 год в размере **220.8 млн. долларов** позволяет *Agilent EEsof* занять 6-е место в нынешнем рейтинге.

Среди приобретений, которые компания *Agilent Technologies* совершила в 2011 году, отметим ноябрьскую покупку *Accelicon Technologies*, соответствующую профилю *Agilent EEsof*.

7 *Zuken, Inc.*

Японская компания *Zuken* (www.zuken.com), зарегистрированная на Токийской фондовой бирже под номером 6947, не входит в *EDA Consortium*. Образована компания в 1976 году, её штаб-квартира расположена в городе Йокогама (Япония). Специализируется на разработке систем для проектирования печатных плат, многокристальных моделей, а также электротехнических систем.

Когда речь идет о доходах этой компании, мы вынуждены пользоваться информацией годичной давности. Вот и сейчас, на момент написания обзора, на сайте *Zuken* был доступен отчет за 2011 финансовый год – то есть с 01.04.2010 г. по 31.03.2011 г. За этот период компания заработала 17 969 млрд. иен (примерно **216.5 млн. долларов**). По сравнению с 2010 финансовым годом, когда доходы составили 17 099 млрд. иен (183.9 млн. долларов), это больше на 5.1% при учете в иенах, либо на 17.7% – в долларах. Любопытно сравнить показатели 2009 и 2011 годов в разных валютах: в иенах наблюдается уменьшение дохода на 9.5% (с 19 847 млрд. иен), тогда как в долларах – увеличение дохода на 6.9% (с 202.5 млн. долларов).

Приведенные данные не позволяют компании *Zuken* подняться выше 7-го места.

Эффективность использования рабочей силы в компании повысилась. К концу 2011 финансового

года в *Zuken* работало 1282 сотрудника, каждый из которых в среднем заработал для компании по 169 тыс. долларов (в 2010 году – 139 тыс.).

8 *Imagination Technologies Group plc*

Английская *Imagination Technologies Group* (www.imgtec.com, биржевой индекс *IMG.L*) не входит в *EDA Consortium*. Компания образована в 1985 году, штаб-квартира размещается в городе *Hertfordshire* (Великобритания). Специализируется *ITG* на разработке *IP*-блоков.

В 2012 финансовом году, в период с 01.05.2011 по 30.04.2012, компания заработала 127.5 млн. фунтов стерлингов (примерно **203.5 млн. долларов**). В 2009, 2010 и 2011 финансовых годах доход составил 64.1; 80.9 и 98 млн. фунтов стерлингов или же 117.1; 129.9 и 152.2 млн. долларов соответственно.

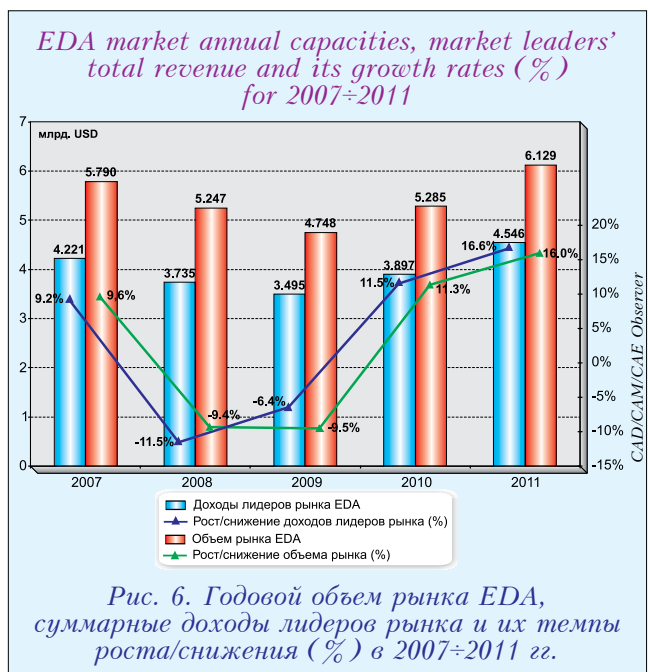
Достигнутые результаты позволяют компании *Imagination Technologies* занять 8-е место в нашем рейтинге.

К концу 2012 финансового года в *ITG* работало 1200 человек, а средний доход на одного сотрудника составлял 170 тыс. долларов. Практически такую же выработку (169 тыс.) показали 900 работников компании по результатам 2011 финансового года.

9 *ANSYS, Inc.*

Компания *ANSYS* (www.ansys.com, биржевой индекс *ANSS*) зарегистрирована в 1970 году, штаб-квартира располагается в городе *Canonsburg* (Пенсильвания, США).

С 2008 года компания *ANSYS*, хорошо известная как лидер рынка *MCAE*, стала также участником рынка *EDA*, совершив покупку компании *Ansoft*. Приобретение в июле 2011 года



американской компании *Apache Design Solutions* (www.apache-da.com) расширило присутствие ANSYS на рынке EDA, а также сделало компанией членом EDA Consortium. Портфель продуктов ANSYS включает инструменты для автоматизации электронного проектирования, а также для инженерного анализа изделий, функционирование которых связано с высокочастотными электромагнитными полями, включая электро-механические устройства и встроенные электронные системы.

Таким образом, вхождение в рынок EDA для компании ANSYS уже вылилось в кругленькую сумму, превышающую миллиард долларов: 852 млн. долларов за Ansoft и 310 млн. долларов за Apache.

Поскольку доходы от продажи EDA-инструментов отдельной строкой в финансовых отчетах ANSYS не указываются, то, учитывая темпы роста компании в целом, по результатам 2011 года их можно оценить величиной порядка **135 млн. долларов**. В эту сумму входит доход Apache Design Solutions за вторую половину 2011 года – примерно 23 млн. долларов (за основу для такой оценки взят доход в размере 46 млн. долларов, заработанных за год, предшествовавший поглощению компанией ANSYS)

10 Altium Group

Австралийская Altium (www.altium.com, биржевой индекс ALU) не входит в EDA Consortium. Компания основана в 1985 году, штаб-квартира находится в Сиднее (Австралия). Продукты Altium обеспечивают автоматизацию различных аспектов электронного проектирования.

В 2011 году, в период с 1 января по 31 декабря, компания получила доход в размере **53 млн.**

долларов. В соответствии с ранее опубликованными данными для 2011 финансового года, за период с 01.07.2010 г. по 30.06.2011 г. компания получила доход в размере 48 млн. долларов. В 2008, 2009 и 2010 финансовых годах доход компании составил 53.1; 50.6 и 45 млн. долларов соответственно.

В 2011 финансовом году в компании Altium работало 290 сотрудников, при этом средний доход на каждого составил 167 тыс. долларов.

Объем рынка EDA

Для оценок мы, по традиции, воспользуемся информацией, опубликованной в финансовых отчетах публичных компаний, возглавляющих рейтинг игроков EDA-рынка, а также квартальными статистическими данными EDA Consortium.

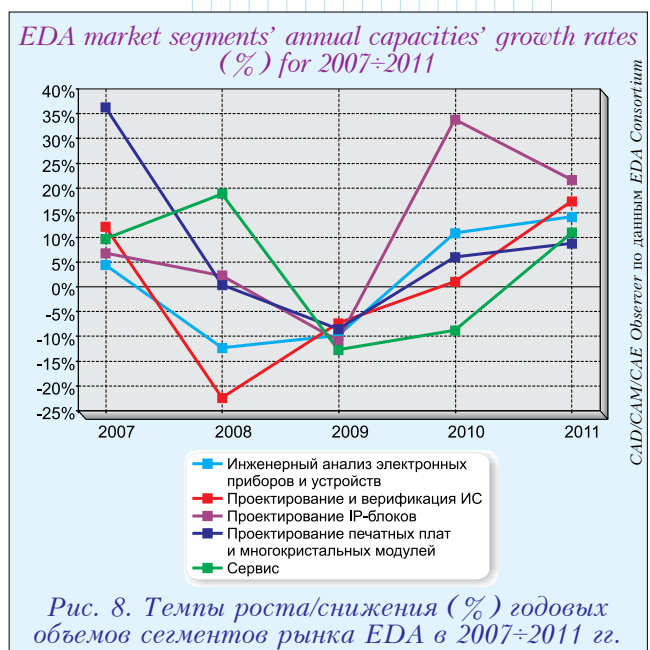
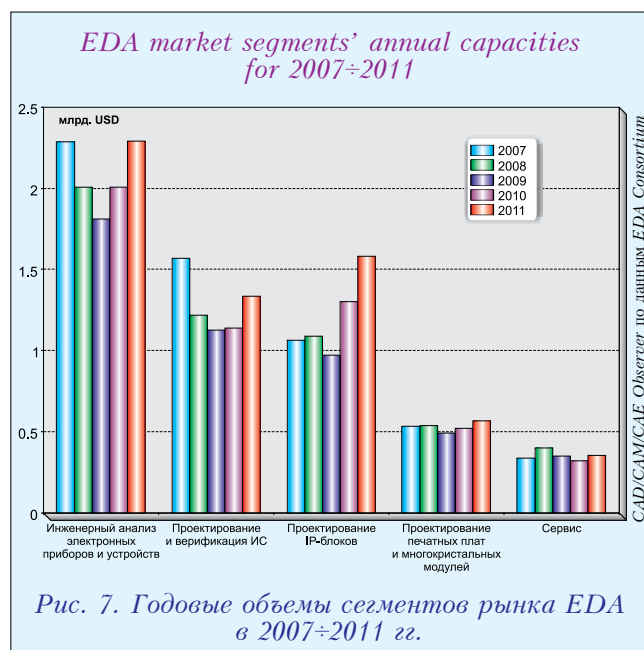
✓ Доходы “королевской” четверки

Об основных тенденциях развития рынка EDA можно судить по суммарным показателям четырех лидеров: Synopsys, Cadence Design Systems, Mentor Graphics и ARM Holding.

В 2011 году объединенные доходы лидеров рынка EDA снова преодолели знаковый 4-миллиардный рубеж и достигли величины 4.546 млрд. долларов (рис. 6). Таким образом, был перекрыт рекордный докризисный показатель – 4.221 млрд. долларов в 2007 году, когда доходы впервые превысили 4 миллиарда.

Темпы роста выручки “королевской” четверки в 2011 году составили рекордные 16.6% в сравнении с предыдущим, 2010 годом. Прежний, еще докризисный, рекорд темпов роста (11.6%) был установлен в 2006 году.

История изменения суммарных показателей королевской четверки видна на рис. 6.



Суммарный доход четырех “королей” рынка EDA – компаний *Synopsys*, *Cadence Design Systems*, *Mentor Graphics* и *ARM Holding* – в 2011 году увеличился на 16.6% по сравнению с 2010 годом и составил 4.546 млрд. долларов. Обе эти цифры – рекордные, они перекрывают докризисные показатели.

✓ Объем рынка EDA по версии EDA Consortium

Объем рынка EDA, определенный консорциумом поставщиков инструментов для электронного и электротехнического проектирования, в 2011 году впервые преодолел 6-миллиардный рубеж (рис. 6). По данным консорциума, объем рынка достиг 6.129 млрд. долларов – таким образом, перекрыт рекордный показатель докризисно-го 2007 года (5.79 млрд.).

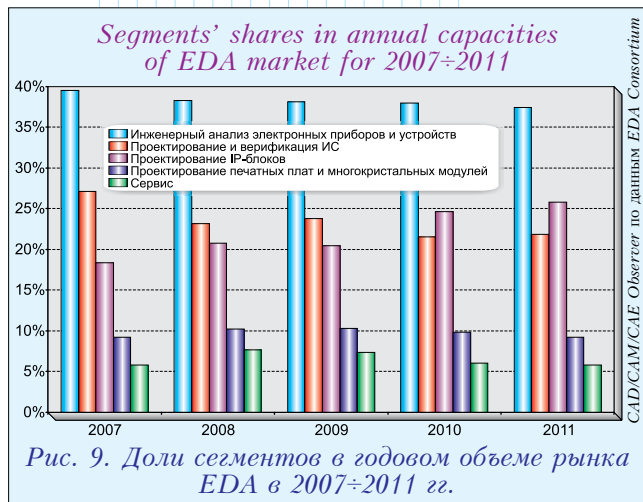
Темпы роста объема рынка в 2011 году составили 16% – с 5.285 млрд. долларов в 2010 году. Это тоже стало новым рекордом; прежний держался с 2006 года (15.6%).

По данным *EDA Consortium*, объем рынка EDA в 2011 году вырос на рекордную величину 16% по сравнению с 2010 годом и составил 6.129 млрд. долларов, что тоже является рекордным показателем.

Отметим, что лидеры рынка вместе зарабатывают почти три четверти всех денег на рынке EDA – в 2011 году этот показатель составил 74.2%. Этим объясняется и практическое совпадение темпов роста суммарных доходов “большой четверки” и объема рынка – 16.6% и 16% соответственно.

✓ Суммарный доход всех компаний, входящих в Топ-10

В 2011 году суммарный годовой доход компаний, включенных в наш Топ-10, был равен примерно 5.687 млрд. долларов, что составляет 92.8% от



объема рынка по версии *EDA Consortium*. Годом ранее, для Топ-11, соответствующие показатели равнялись 5 млрд. долларов и 94.6%. Напомним, что и в 2010-м, и в 2011 году для двух компаний, входящих в наш рейтинг, отсутствовали точные цифры годового дохода; кроме того, три компании не входят в консорциум.

Таким образом, в распоряжении читателя имеются, помимо данных *EDA Consortium*, еще две оценки объема рынка EDA.

Структура рынка EDA

Напомним классификацию, предложенную *EDA Consortium*, в соответствии с которой этот рынок (рис. 7-11) подразделяется на следующие пять сегментов (здесь приводятся и их оригинальные названия):

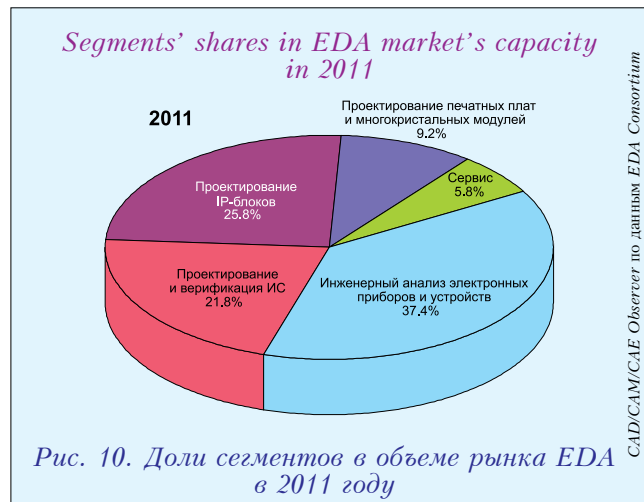
- 1 инженерный анализ электронных приборов и устройств – *Computer Aided Engineering* (для пущей корректности следует писать *ECAE*);
- 2 проектирование и верификация интегральных схем – *Integral Circuit Physical Design & Verification*;
- 3 проектирование полупроводниковых IP-блоков – *Semiconductor Intellectual Property (SIP)*;
- 4 проектирование печатных плат и многокристалльных модулей – *Printed Circuit Board (PCB) and MultiChip Module (MCM)*;
- 5 услуги.

Утвержденный в 2010 году классификатор консорциума, непритязательно названный “*EDA & IP product categories*” (www.edac.org/mss/MSS_2010_Category_Definitions_FINAL.pdf), позволяет ознакомиться и с “тонкой структурой” каждого из сегментов.

Краткая характеристика сегментов рынка EDA, расположенных в порядке убывания объема, следующая:

✓ Системы ECAE

Объем сегмента в 2011 году вырос на 14.2% и достиг 2.292 млрд. долларов, побив рекорд 2006 года. С 2004 года доля этого, самого крупного, сегмента уменьшилась с 43.1% до 37.4%.



Geographical distribution of EDA market's annual capacities for 2007÷2011

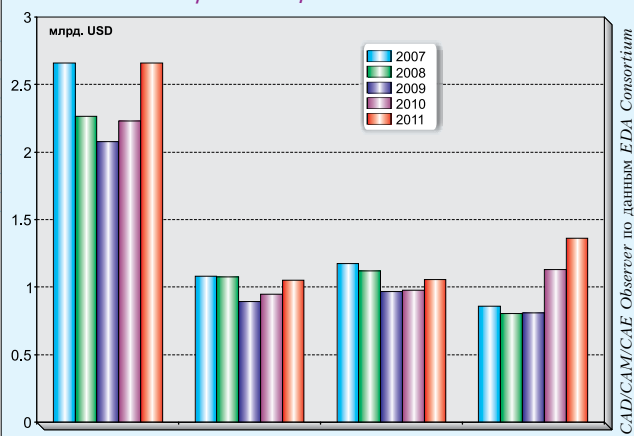


Рис. 13. Географическое распределение годовых объемов рынка EDA в 2007÷2011 гг.

Growth rates (%) of geographical shares of EDA market's annual capacities for 2007÷2011

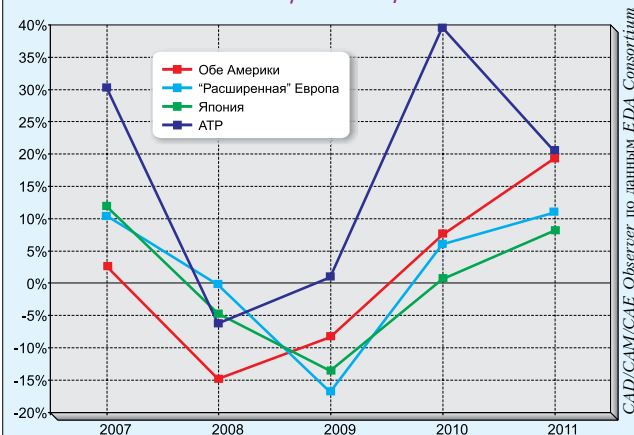


Рис. 14. Темпы роста/снижения (%) годовых объемов рынка EDA по географическим регионам в 2007÷2011 гг.

Европа и Япония – по 17.2%; АТР – 22.2%, обе Америки – 43.4%; (рис. 15, 16). Напомним, что в 2010 году расклад был таким: обе Америки – 42.2%; расширенная Европа – 18%; Япония – 18.4%; АТР – 21.4%. По сравнению с состоянием на 2004 год, быстрорастущий рынок АТР практически удвоил свою долю – с 11.6% до 22.2%.

Объем европейского рынка в период 2007–2011 гг. составлял 1.097; 1.076; 0.895; 0.949 и 1.052 млрд. долларов соответственно. Если эти цифры пересчитать в евро по средним значениям годового курса USD/EUR (1.37, 1.472, 1.394, 1.328 и 1.393 соответственно), то получим 0.787; 0.731; 0.642; 0.715 и 0.756 млрд. евро. Темпы роста/снижения объемов в 2007–2011 годах, выраженные в долларах (10.5%; -0.3%; -16.8%; 6.0%; 10.9%) и в евро (1.2%; -7.2%; -12.2%; 11.3%; 5.6%),

различаются в зависимости от соотношения курсов доллара и евро.

Состояние мировой полупроводниковой промышленности

В заключение обзора кратко остановимся на состоянии дел в мировой полупроводниковой промышленности, которое оказывает значительное влияние на рынок EDA.

По оценкам аналитической компании *Gartner*, объем рынка полупроводниковых изделий в 2011 году достиг 302 млрд. долларов (рис. 17). При этом рынок продемонстрировал рост всего на 1% в сравнении с показателями 2010 года (299 млрд. долларов); это достаточно скромные темпы – посткризисный скачок в 2010 году составил 30.9%.

В соответствии с прогнозом компании *Gartner* на 2012 год, объем выпуска полупроводниковых приборов вырастет на 4.6% (в денежном выражении – до 316 млрд. долларов).

Аналитики компании *Gartner* оптимистически оценивают финансовые перспективы отрасли до 2016 года, прогнозируя рост объемов более чем на треть – до 415 млрд. долларов (рис. 17).

Regional shares in annual capacities of EDA market for 2007÷2011

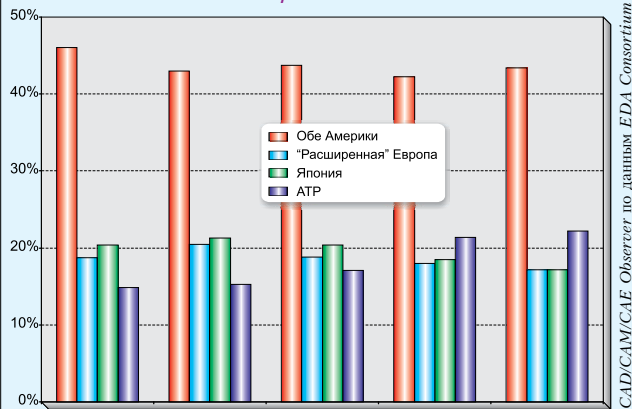


Рис. 15. Доли регионов в годовых объемах рынка EDA в 2007–2011 гг.

Regional shares in EDA market's capacity in 2011



Рис. 16. Доли регионов в объеме рынка EDA в 2011 году

По оценкам аналитической компании *Gartner*, в 2011 году мировой объем выпуска полупроводниковых приборов достиг 302 млрд. долларов, на 1% увеличив рекорд 2010 года (299 млрд.).

Свыше 70% продукции полупроводниковой промышленности в стоимостном выражении производят компании, перечисленные в списке Топ-25 (табл. 1), составленном аналитической компанией *IHS iSuppli*. (Обращаем внимание читателей на 3%-ное расхождение дохода отрасли в целом по данным *Gartner* и *IHS iSuppli*; это отнюдь не пренебрегает качественный уровень предлагаемой компаниями аналитики и, скорее всего, объясняется особенностями применяемых методик).

Вышеупомянутая таблица позволяет получить представление о той позиции, которую занимают на рынке интересующие нас компании (выделены жирным шрифтом) – производители

World semiconductor industry's annual revenues and its growth rates (%) for 2007÷2011 and forecast for 2012÷2016

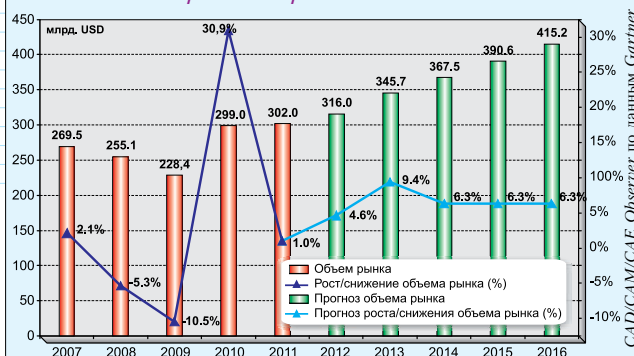


Рис. 17. Годовой доход мировой полупроводниковой промышленности и темпы его роста/снижения (%) в 2007÷2011 гг. и прогноз на 2012÷2016 гг.

Табл. 1. Крупнейшие производители полупроводниковых изделий в 2010–2011 гг.

Компания	Страна	2010 г.			2011 г.			2011 г. в сравнении с 2010 г., %
		Доход, млрд. USD	Доля, %	Место в рейтинге	Доход, млрд. USD	Доля, %	Место в рейтинге	
Intel	США	40.394	13.3%	1	49.685	16.0%	1	23.0%
Samsung Electronics	Корея	28.380	9.3%	2	29.242	9.4%	2	3.0%
Texas Instruments	США	12.994	4.3%	4	14.081	4.5%	3	8.4%
Toshiba	Япония	13.010	4.3%	3	13.362	4.3%	4	2.7%
Renesas Electronics	Япония	11.893	3.9%	5	11.153	3.6%	5	-6.2%
* Qualcomm	США	7.204	2.4%	9	10.080	3.2%	6	39.9%
STMicroelectronics	Франция, Италия	10.346	3.4%	7	9.792	3.1%	7	-5.4%
Hynix Semiconductor	Корея	10.380	3.4%	6	8.911	2.9%	8	-14.2%
Micron Technology	США	8.876	2.9%	8	7.344	2.4%	9	-17.3%
* Broadcom	США	6.682	2.2%	10	7.153	2.3%	10	7.0%
* AMD	США	6.345	2.1%	12	6.483	2.1%	11	2.2%
Infineon Technologies	Германия	6.319	2.1%	13	5.403	1.7%	12	-14.5%
Sony	Япония	5.224	1.7%	14	5.153	1.7%	13	-1.4%
Freescale Semiconductor	США	4.357	1.4%	16	4.465	1.4%	14	2.5%
Elpida Memory	Япония	6.446	2.1%	11	3.854	1.2%	15	-40.2%
NXP	Нидерланды	4.028	1.3%	17	3.838	1.2%	16	-4.7%
* NVIDIA	США	3.196	1.1%	20	3.672	1.2%	17	14.9%
* Mervell Technology	США	3.633	1.2%	18	3.448	1.1%	18	-5.1%
ON Semiconductor	США	2.291	0.8%	26	3.423	1.1%	19	49.4%
Panasonic	Япония	4.946	1.6%	15	3.365	1.1%	20	-32.0%
Rohm Semiconductor	Япония	3.118	1.0%	21	3.187	1.0%	21	2.2%
* MediaTek	Тайвань	3.552	1.2%	19	2.952	0.9%	22	-16.9%
Nichia	Япония	2.189	0.7%	28	2.936	0.9%	23	34.1%
Analog Devices	США	2.862	0.9%	23	2.846	0.9%	24	-0.6%
Fujitsu Semiconductors	Япония	3.090	1.0%	22	2.742	0.9%	25	-11.3%
IBM Microelectronics	США	1.938	0.6%	—	2.254	0.7%	—	16.3%
Топ 25+		213.693	70.3%		220.824	70.9%		3.3%
Другие компании		90.382	29.7%		90.536	29.1%		0.2%
Доход мировой полупроводниковой промышленности		304.075	100.0%		311.36	100.0%		2.4%

Примечание: таблица составлена на основании данных компании *IHS iSuppli*
* компания не располагает собственными производственными мощностями (fables)

Таблица 2. Крупнейшие потребители полупроводниковых изделий в 2010–2011 гг.

Компания	Страна	2010 г.			2011 г.			2011 г. в сравнении с 2010 г., %
		Объем потребления, млрд. USD	Доля, %	Место в рейтинге	Объем потребления в 2011 г., млрд. USD	Доля в 2011 г., (%)	Место в рейтинге	
Apple	США	12.819	4.3%	3	17.257	5.7%	1	34.6%
Samsung Electronics	Корея	15.272	5.1%	2	16.681	5.5%	2	9.2%
Hewlett-Packard	США	17.585	5.9%	1	16.618	5.5%	3	-5.5%
Dell	США	10.497	3.5%	5	9.792	3.2%	4	-6.7%
Nokia	Финляндия	11.318	3.8%	4	9.042	3.0%	5	-20.1%
<i>Sony</i>	Япония	9.020	3.0%	6	8.210	2.7%	6	-9.0%
<i>Toshiba</i>	Япония	7.768	2.6%	7	7.589	2.5%	7	-2.3%
Lenovo Group	Китай	6.091	2.0%	10	7.537	2.5%	8	23.7%
LG Electronics	Корея	6.738	2.3%	8	6.645	2.2%	9	-1.4%
<i>Panasonic</i>	Япония	6.704	2.2%	9	6.267	2.1%	10	-6.5%
Топ 10		103.812	34.7%		105.638	35.0%		1.8%
Другие компании		195.552	65.3%		196.413	65.0%		0.4%
Доход полупроводниковой промышленности		299.364	100.0%		302.051	100.0%		0.9%

Примечание: таблица составлена на основании данных компании Gartner

процессоров для суперкомпьютеров, включенных в Top500. Теперь к компаниям Intel, AMD, IBM Microelectronics и NVIDIA, которые традиционно рассматривались в нашем обзоре, будет добавлена Fujitsu Semiconductors (это позволит нам выполнить прошлогоднее домашнее задание ☺, в котором речь шла о включении в обзор финансовых данных Fujitsu). Что касается подразделения IBM Microelectronics, то в конце 2010-х годов оно также набирало проходной бал в рейтинг Топ-25.

В списке крупнейших потребителей полупроводниковых изделий (табл. 2) есть семь компаний (они тоже выделены жирным шрифтом), упоминаемых в нашем недавнем обзоре (#5/2012). Надо отметить, что в этом обзоре, помимо рассмотрения финансовых показателей вендоров

систем высокопроизводительных вычислений (ВПВ), впервые проводился анализ рыночных достижений поставщиков мобильных систем. Любопытно, что южнокорейская компания Samsung Electronics, занимающая второе место в обеих таблицах, недавно обнаружила амбиции стать производителем процессоров для серверов. Так что в ближайшем будущем, по всей вероятности, к одному из лидеров рынка EDA – компании ARM Holdings (которая авансом была включена в пятерку разработчиков процессоров для систем ВПВ в связи с ожиданиями, связанными с разработкой ARM-архитектуры для серверных процессоров), присоединится также и Samsung Electronics.

В Топ-25 производителей полупроводниковой продукции не входят так называемые

Табл. 3. Крупнейшие контрактные производители микросхем (foundries), специализирующиеся только на производстве (pure-play), в 2010–2011 гг.


Компания	Страна	2010 г.		2011 г.		2011 г. в сравнении с 2010 г., %
		Доход, млрд. USD	Доля, %	Доход, млрд. USD	Доля, %	
<i>Taiwan Semiconductor Manufacturing Company (TSMC)</i>	Тайвань	13.332	60.0%	14.600	62.8%	9.5%
<i>United Microelectronics Corporation (UMC)</i>	Тайвань	3.824	17.2%	3.760	16.2%	-1.7%
<i>GlobalFoundries</i>	США	3.520	15.8%	3.580	15.4%	1.7%
<i>Semiconductor Manufacturing International Corporation (SMIC)</i>	Китай	1.554	7.0%	1.315	5.7%	-15.4%
Топ 4		22.230	100.0%	23.255	100.0%	4.6%

Примечание: таблица составлена на основании данных компании IC Insights

контрактные производители (табл. 3), которые сами не занимаются разработкой микросхем. Названия этих компаний часто встречаются в пресс-релизах компаний, входящих в “королевский квартет” рынка EDA, в связи с разработкой инструментов, поддерживающих цикл производства микросхем в соответствии с всё уменьшающейся технологической нормой.

На наш взгляд, из современных трендов, которые будут способствовать, если можно так выразиться, мейнстримизации систем ВПВ, надо отметить два:

1) Внедрение производства микросхем на кремниевых пластинах (*wafer*) диаметром 450 мм. Успешное решение этой задачи будет способствовать снижению затрат, а значит и удешевлению процессоров. Исследования в этом направлении независимо ведут компании *Intel*, *Samsung* и *TSMC*;

2) Освоение всё более жестких технологических норм. Сейчас в повестке дня – литографический процесс с проектными нормами 14 nm. Исследования в этом направлении ведут компании *Intel*, *IBM Microelectronics* и *ARM Holdings*, *Samsung Electronics* и *Synopsys*, а также *Mentor Graphics*. Достижение этого рубежа будет способствовать снижению энергопотребления процессоров. 

Литература

1. Павлов С. Финансовый анализ рынка САЕ-технологий в 2007 году. Проект “Короли” и “капуста” на nive инженерного анализа. Часть III. MCAE-“король” идёт на рынок ECAE. Краткий обзор рынка EDA // *CAD/CAM/CAE Observer*, 2008, №7, с. 70–72.

2. Павлов С. Финансовый анализ рынка EDA в 2008 году. Проект “Короли” и “капуста” на nive моделирования в электронике // *CAD/CAM/CAE Observer*, 2009, № 7, с. 72–79.

3. Павлов С. Системы электронного и электротехнического проектирования в 2009 году: обзор достижений и анализ рынка // *CAD/CAM/CAE Observer*, 2010, №6, с. 73–85.

4. Павлов С. Системы электронного и электротехнического проектирования в 2010 году: обзор достижений и анализ рынка // *CAD/CAM/CAE Observer*, 2011, №7, с. 82–91.

Об авторе:

Павлов Сергей Иванович – *Dr. Phys.*, редактор аналитического PLM-журнала “CAD/CAM/CAE Observer” (sergey@cadcamcae.lv), научный сотрудник Лаборатории математического моделирования окружающей среды и технологических процессов Латвийского университета (Sergejs.Pavlovs@lu.lv).

◆ Новинки технической литературы ◆

Адаптация AutoCAD под стандарты предприятия



Книга предназначена для пользователей, имеющих базовые навыки работы в AutoCAD. Освоив основные приемы работы в системе и выполнив реальный проект, каждый проектировщик видит, что при оформлении работы не удастся достичь идеала. В частности, несмотря на большое количество типов линий в стандартной поставке системы, ни одна из них не удовлетворяет стандартам, принятым на предприятии. То же касается штриховок. Острую необходимость уметь создавать свои типы линий ощущают геодезисты, проектировщики систем энергоснабжения, строители и многие другие специалисты. Книга восполняет данный пробел, подробно, с большим количеством примеров описывая алгоритмы создания форм и типов линий.

Часть разделов книги посвящена блокам. Признаком высокой культуры работы в AutoCAD является умение пользоваться блоками с атрибутами и динамическими блоками. Ведь в каждой отрасли используются однотипные элементы, имеющие различные индивидуальные характеристики. Созданный однажды динамический блок позволит надолго разрешить проблему создания однотипных элементов, а использование атрибутов поможет создавать автоматизированные таблицы и спецификации.

И, наконец, изучив материал данной книги, читатель научится настраивать пользовательский интерфейс, создавать собственные команды и модифицировать существующие.

Скоро в продаже!

Покупка и заказ: dm@dmk-press.ru, www.dmk-press.ru

УРАЛЬСКИЙ ПРОМЫШЛЕННЫЙ ФОРУМ

ВЫСТАВКИ:



СВАРКА И КОНТРОЛЬ



Металлообработка:

станки, инструмент, Технологии

ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

ЭНЕРГЕТИКА И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ



НЕФТЕГАЗ

УФА

7-9 ноября

БАШЭКСПО
ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР

Тел.: (347) 256-51-80, 256-51-86, 256-58-21
E-mail: welding@bashexpo.ru, mash@bashexpo.ru
<http://www.bashexpo.ru>

12-14 декабря

ТЕХНО форум

Волгоград 2012

Дворец спорта профсоюзов



Волгоградский Выставочный Центр "Регион"
400007, Волгоград, а/я 3400
тел/факс: (8442) 23-28-99,
24-26-02, 26-51-86,
e-mail: tehno@regionex.ru,
www.regionex.ru

Промышленно-техническая выставка

Металлургия и литейное дело Обработка металлов Машиностроение

softline

РЫНОК Электротехники

НОВОСТИ Электротехники

ИНДУСТРИЯ

ELEKTROPORTAL.RU
Центральный электротехнический портал

Медиа102
Издательский Дом

ЭнергоStyle

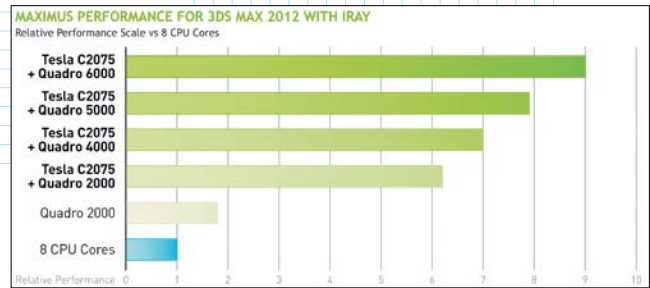


Трудолюбивые станции *Fujitsu*

©2012 *Fujitsu Limited*

Рабочие станции ориентированы на использование в решении специализированных ресурсоемких задач. Современные процессоры способны работать на частотах выше стандартных при благоприятных температурных условиях и наоборот, снижают производительность, если надо избежать перегрева. Поэтому фирменное проектирование и качество сборки могут кардинально влиять на совокупную функциональность устройства и дать ему конкурентное преимущество. Учитывая это, компания *Fujitsu* собирает рабочие станции **CELSIUS** не в Китае, как делают многие конкуренты, а в Германии.

Семейство **CELSIUS** разбито на линейки, чтобы облегчить пользователю выбор конфигураций. Все модели **CELSIUS** могут быть оснащены как жесткими дисками, так и накопителями *SSD*. Последние особенно важны для задач, требующих интенсивных операций ввода-вывода, так как производят их на порядок (!) быстрее, чем жесткие диски. В остальном линейки **CELSIUS** отличаются, главным образом, процессорами, видеоплатами и максимально доступным объемом оперативной памяти. Отметим мобильную линейку **H**, предоставляющую



Результаты сравнительного тестирования

владельцам возможность всегда иметь с собой высокопроизводительную рабочую станцию в формате ноутбука. А в старшей линейке **R** пользователям доступны вычислительные модули *Tesla*, обеспечивающие выполнение параллельных вычислений.

Вычислительные процессоры *NVIDIA Tesla* предназначены для массовых параллельных вычислений. Они берут на себя многие операции процессора и видеокарты и выполняют их быстрее, благодаря большому количеству вычислительных ядер. Правда, программное обеспечение должно быть соответствующим образом оптимизировано для выполнения расчетов на графических процессорах. Приложения, способные ускорять свою работу за счет *NVIDIA Tesla*, на данный момент существуют в научной, медицинской, финансовой, нефтегазовой, автомобильной и других отраслях.

Оптимизация работы с 3D-графикой

Компания *Fujitsu* провела экспертизу, чтобы предложить пользователю наиболее эффективные конфигурации своего оборудования для программ профессиональной графики таких компаний, как *Adobe*, *Autodesk*, *Dassault Systèmes* и др.

Например, если вы выбираете рабочую станцию **CELSIUS** для достижения максимального уровня производительности при работе с программным комплексом *Autodesk Building Design Suite Standard* (проектирование и моделирование зданий), то производитель рекомендует настольную станцию среднего уровня **CELSIUS M720** или мобильную **CELSIUS H920**. Для обеспечения оптимального уровня быстродействия достаточно настольной станции начального уровня **CELSIUS W520** или мобильной **CELSIUS H720 Quad Core**.

Благодаря таким рекомендациям, клиент может точно спрогнозировать свои затраты – например, понять, что в большинстве случаев не придется тратиться на старшую серию **CELSIUS R920**. Более подробные рекомендации по выбору оборудования приведены на http://ru.fujitsu.com/ru/celsius_autodesk/index.html.

Например, пользователям программы *Autodesk 3DS MAX* будет интересно узнать, что применение *NVIDIA Quadro 2000* позволяет почти удвоить производительность по сравнению с использованием только 8-ядерного процессора, а в сочетании с *Tesla C2075* такое аппаратное решение ускорит расчеты более чем в шесть раз! ☺

Примеры применения рабочих станций **CELSIUS**

- Компания *Realtime Technology AG* разработала решение, которое позволяет потенциальным покупателям взглянуть на трехмерные модели будущей автомашины. Мощные рабочие станции **CELSIUS M** дают возможность в режиме реального времени изменять цвет или обвес автомобиля (бамперы, спойлеры и пр.) в зависимости от параметров, выбранных клиентом.



Рабочая станция *Fujitsu CELSIUS*

- В институте медицинской физики Эрланда (Германия) для повышения качества изображения на рентгенограммах используются компьютеры **CELSIUS R670** с процессорами *Xeon* и видеокартами *NVIDIA Tesla* – это аппаратное решение *Fujitsu* предназначено для улучшения рентгенограмм, снятых томографом.

- Компания *BUMA Engineering* проектирует объемные электронные микросхемы, требующие учета трехмерных конфигураций элементов. Применение рабочих станций **CELSIUS** позволило поднять производительность расчетов в два-три раза.



Семейство компьютеров **CELSIUS**

Итоги студенческого конкурса “Смелые идеи с Siemens PLM Software”

Александра Суханова (Observer)

aleksandra@cadcamcae.lv

16 июля с.г. в московском офисе компании *Siemens* (что на Большой Татарской) состоялась церемония награждения победителей и призеров студенческого конкурса конструкторских работ, организованного российским представительством *Siemens PLM Software (SPLM)*. Особенность этого конкурса заключалась в том, что он впервые проводился исключительно для студентов технических специальностей учебных заведений России и стран СНГ. При этом, международный студенческий конкурс компания *SPLM* проводит давно и на ежегодной основе. На конкурс, завершившийся в первых числах июня, было представлено 65 проектов из 56-ти учебных заведений, которые представляли 10 субъектов РФ, Украину и Казахстан. По условиям конкурса требовалось, чтобы при разработке проектов студенты использовали только лицензионное программное обеспечение. В сфере образования России и СНГ официальными пользователями ПО *SPLM* считаются 70 вузов, поэтому участие в конкурсе 56 вузов можно считать высокой “явкой”.

Статистика, любезно предоставленная оргкомитетом, свидетельствует, что подавляющее число (66%) заявленных на конкурс проектов было выполнено средствами системы *NX*, 22% – *Solid Edge*; в 9% проектов при разработке применялся САЕ-пакет *Femap* и в 3% – PDM-система *Teamcenter*. Тот факт, что на студенческий (!) конкурс в таком количестве были представлены работы, сделанные с помощью *high-end*-системы *NX*, можно считать закономерным, принимая во внимание сильные и даже доминирующие позиции *NX* в ряде ведущих отраслей промышленности. Вполне естественно, что вузы при формировании учебной программы и оснащении кафедр и лабораторий инженерным софтом четко ориентируются на спрос в промышленности. А вот то, что для выполнения пятой части студенческих проектов использовалась система *Solid Edge*, заслуживает аплодисментов.

По словам организаторов российского конкурса, помимо мотивирования и поддержки талантливых и продвинутых студентов, у данного начинания была и еще одна цель: оценить, насколько эффективно и глубоко российские вузы используют ПО *Siemens PLM Software* в процессе обучения студентов. Некоторые оценки в отношении уровня владения студентами техникой моделирования и возможностями ПО можно было сделать, рассмотрев их проекты, один из которых подробно представлен в нашем журнале. Как нам кажется, отзывчивость вузов, их готовность конкурировать и стремление не ударить в грязь лицом, равно как и уровень проектов в целом, должны были порадовать менеджмент российского представительства *SPLM*.

А судьи кто?

Оргкомитет конкурса состоял из 12-ти человек. Не без гордости замечу, что наряду с ОАО “ОКБ Сухого”, ОАО НПО “Искра”, компаниями-партнерами *SPLM* (ЛАНИТ и

“Борлас”), к процессу “судейства” была приглашена и редакция *Observer*’а. Наша роль заключалась в оценке десяти работ, прошедших второй отборочный тур, по таким критериям, как инновационность, оригинальность идеи, качество визуального оформления, привлекательность дизайна. Признаюсь, что выбирать лучшие из лучших было не просто, поскольку уровень вышедших в финал работ был очень хорошим для студенческого конкурса.

Результаты

Итак, первое место в конкурсе студенческих работ *SPLM* и приз “графическая станция” были присуждены **Л.А. Войтовой**, студентке Белгородского государственного технологического университета имени В.Г. Шухова, за проект “Кинематический и динамический анализ бегунов с целью оптимизации их работы” (рис. 1). Второе место и *iPad* завоевал **И.И. Кармаков**, студент Воронежского государственного технического университета, с проектом “*Sportcar Star Way*” (рис. 2). Третье место и манипулятор *3DConnexion* достались **А.А. Роговому**, студенту Чувашского государственного университета имени И.Н. Ульянова, за проект

“Трансформер-БелАЗ” (рис. 3). Все победители стали также и обладателями годовой подписки на журнал “*CAD/CAM/CAE Observer*”. Поздравляем! 🎉



Рис. 1. Проект “Бегуны”



Рис. 2. Проект “Sportcar Star Way”

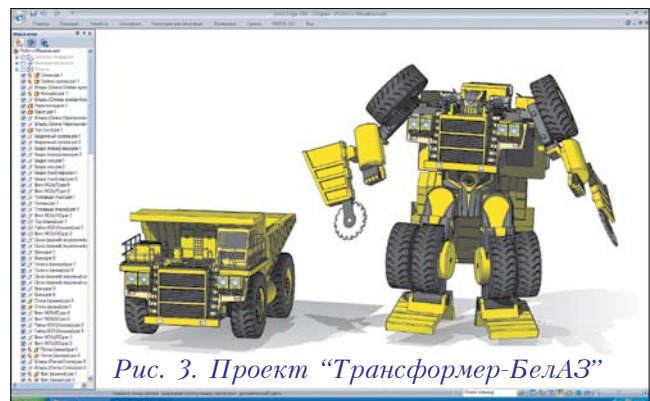


Рис. 3. Проект “Трансформер-БелАЗ”

Предлагаем вниманию читателей работу, ставшую в 2012 году победителем студенческого конкурса, который проводит российское представительство компании *Siemens PLM Software*. Автор проекта – Л.А. Войтова, руководитель – М.Ю. Ельцов (Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова). Оригинальное название проекта – “Кинематический и динамический анализ бегунов с целью оптимизации их работы в *PLM*-системе *Teamcenter*”.

Усовершенствование конструкции бегунов в среде *NX* и *Teamcenter*

Л.А. Войтова, М.Ю. Ельцов (БГТУ им. В.Г. Шухова)

Предметом проектирования в данной работе являются бегуны – машина, относящаяся к классу дробильного оборудования (рис. 1). Такие машины используются для мелкого дробления и грубого помола извести, глины и других материалов. Кроме того, бегуны могут также обеспечить растирание, гомогенизацию, уплотнение и обезвоздушивание материала.

Задачи проекта

В задачи проекта входило:

- создание цифрового макета бегунов в *CAD/CAM/CAE*-системе *NX* под управлением системы *Teamcenter*;
- усовершенствование конструкции бегунов с целью повышения эффективности работы;
- создание виртуального механизма бегунов для кинематического и динамического анализа (приложение *Motion Simulation NX*);
- расчет распределения динамической нагрузки для отдельных деталей (приложение *Advanced Simulation NX*);
- расчет распределения статической нагрузки для станины (приложение *Advanced Simulation NX*);
- оптимизация геометрических параметров отдельных деталей;
- создание рабочих чертежей.

Создание цифровой модели

Полный цифровой макет бегунов был создан авторами в *CAD/CAM/CAE*-системе *NX* под управлением *PLM*-системы *Teamcenter*, которая обеспечивает управление всей информацией об изделии и связанных с ним процессах на всём протяжении жизненного цикла изделия. Системы такого уровня позволяют осуществлять контроль над большими массивами данных, содержащихся в научной, нормативно-технической и инженерной документации, необходимой при создании изделия, а также при его дальнейшей эксплуатации, модернизации и утилизации. В проекте был использован следующий функционал *Teamcenter*: работа с базами данных, содержащих различные виды документации, относящейся к изделию; поиск внутри системы; просмотр сборок, чертежей и отдельных компонентов; проведение измерений; просмотр иерархии зависимостей компонентов сборки; редактирование

Бегуны (бегунные чаши) – аппарат для измельчения и смешивания материалов путем раздавливания и истирания катками, перекатываемыми по дну чаши. Бегуны применяются в горнорудной промышленности, металлургии, промышленности стройматериалов и др.



Рис. 1. Бегуны

структуры изделия; работа в режиме *NX Manager* и использование классификатора, содержащего базу стандартных элементов.

Работа в системе *Teamcenter* проиллюстрирована на рис. 2, 3; использование классификатора *Teamcenter* представлено на рис. 4.

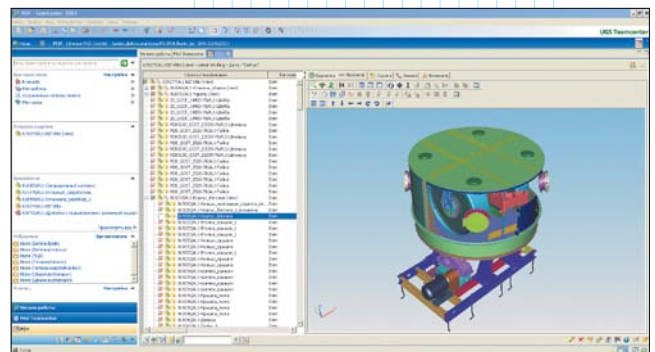


Рис. 2. Просмотр цифровой модели бегунов в среде *Teamcenter*

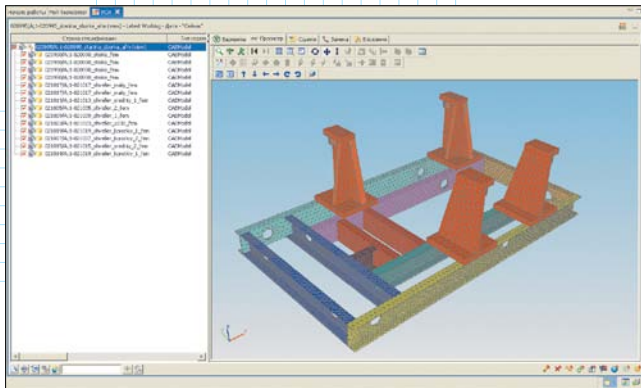


Рис. 3. Просмотр FEM-сборки в среде Teamcenter

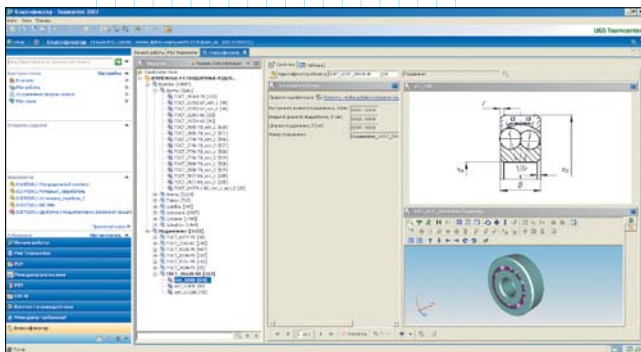


Рис. 4. Классификатор Teamcenter

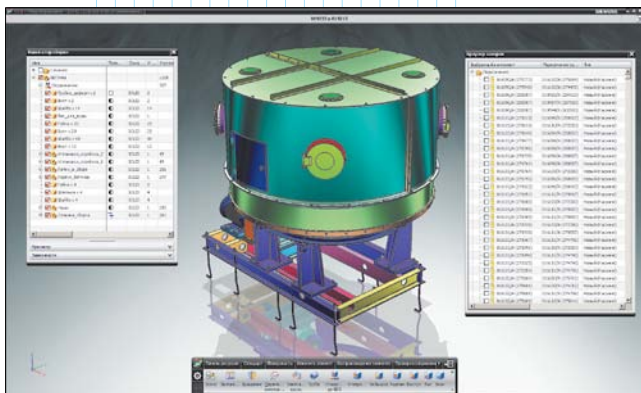


Рис. 5. Цифровая 3D-модель бегунов

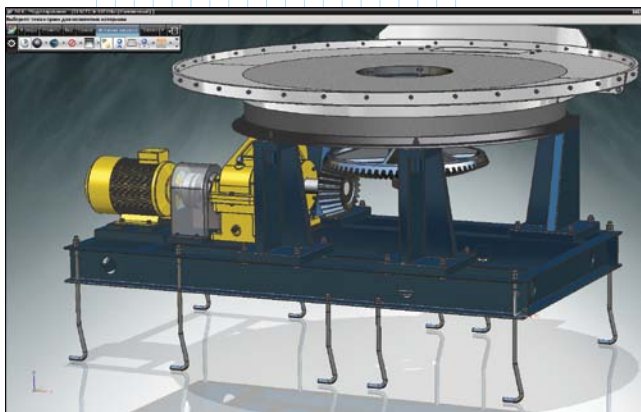


Рис. 6. Трехмерная модель привода бегунов

На рис. 5 представлена цифровая модель бегунов. Основными узлами бегунов являются: корпус, чаша, два катка, установленных на различном расстоянии, вертикальный вал, станция и привод, состоящий из электродвигателя, муфты, редуктора и конической зубчатой передачи. Привод бегунов представлен на рис. 6.

Недостатки и сущность предлагаемых конструктивных изменений

Недостатками бегунов являются сложность обслуживания и ремонта и невысокая производительность. На основании этих недостатков был проведен патентный поиск и предложено решение по усовершенствованию машины.

Предложенное изобретение позволяет создавать дополнительное раздавливающее усилие в катках и, тем самым, снизить энергозатраты и повысить производительность. Помимо этого, предложенный способ подвеса катков позволяет им при вращении вертикального вала подниматься и опускаться на незначительную высоту, что снижает вероятность поломки бегунов при наезде катка на твердое недробимое препятствие. Модернизированный узел бегунов (механизм обработки) представлен на рис. 7.



Рис. 7. Модернизированный узел

Создание и проверка сборочной модели

Для создания цифрового макета бегунов были построены 3D-модели деталей в приложении NX Моделирование. Детали были объединены в под сборки, и далее – в главную сборку бегунов. Для сборочных моделей был проведен анализ зазоров и пересечений.

Проверка правильности построения сборок была осуществлена с помощью Check Mate – реализованной в NX технологии интерактивной проверки моделей, сборок и чертежей на соответствие их отраслевым и корпоративным стандартам моделирования изделий и оформления документации. Применение технологии

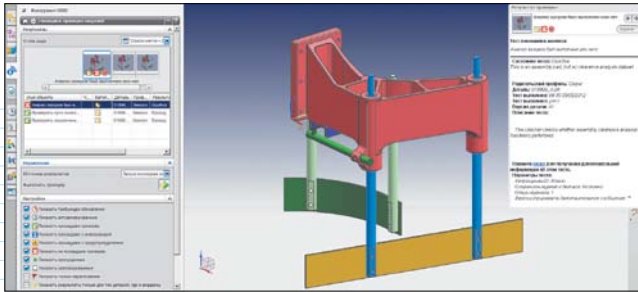


Рис. 8. Результаты применения технологии Check Mate для сборки

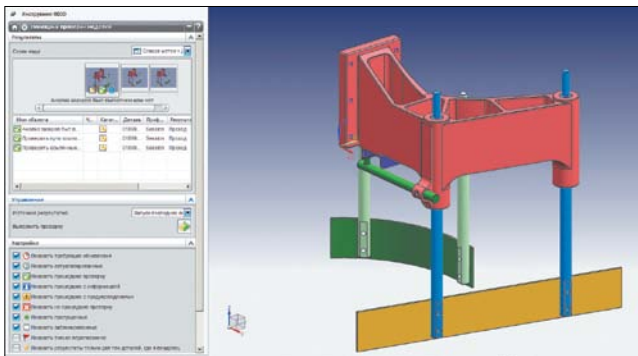


Рис. 9. Результат Check Mate после исправления ошибок

Check Mate позволяет выявить и устранить ошибки на ранней стадии проектирования. Осуществлялась проверка следующих видов: анализ зазоров, проверка путей компонентов, проверка ссылочных наборов (некоторые результаты представлены на рис. 8, 9). После выполнения всех проверок был получен готовый цифровой макет бегунов.

Инженерный анализ

После создания цифрового макета машины настала очередь инженерного анализа, который проводился с помощью приложений *NX Advanced Simulation* и *NX Motion Simulation*.

Приложение *Motion Simulation* поддерживает кинематический и динамический виды анализа. При динамическом анализе, в отличие от

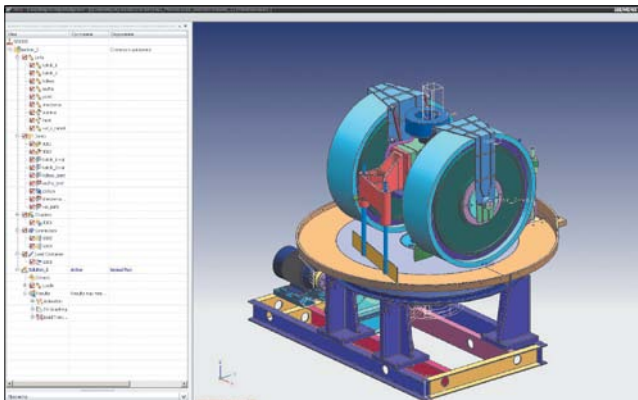


Рис. 10. Виртуальный механизм бегунов

кинематического, учитываются инерционно-массовые характеристики, а также имеется возможность приложения внешних нагрузок и учета взаимодействия тел.

Как известно, принцип работы бегунов заключается в следующем: подаваемый материал подвергается раздавливанию и растиранию под действием двух катков, которые совершают вращательное движение вокруг вертикального вала и вокруг собственной оси. Чаша бегунов неподвижна. Вращение каткам передается от вертикального вала через коническую зубчатую передачу от привода, состоящего из электродвигателя, муфты и редуктора.

Авторами был создан виртуальный механизм (3D-модель для приложения *Motion Simulation*) бегунов (рис. 10). Такой подход позволяет еще на стадии проектирования проверить работоспособность механизма, выявить недостатки и внести необходимые конструктивные изменения. Основным принципом создания

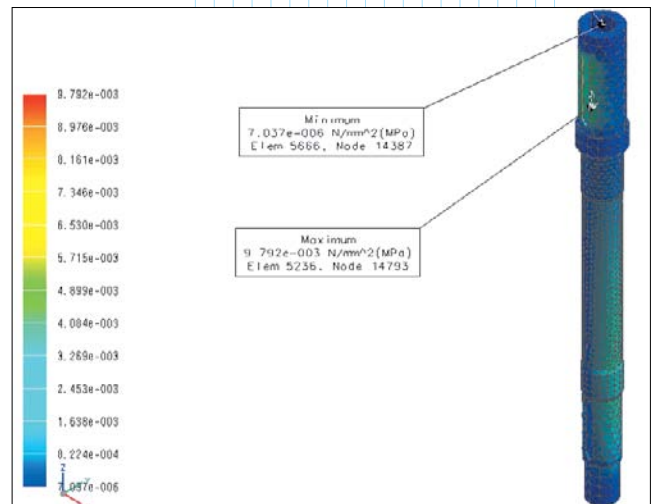


Рис. 11. Диаграмма распределения напряжений для вертикального вала

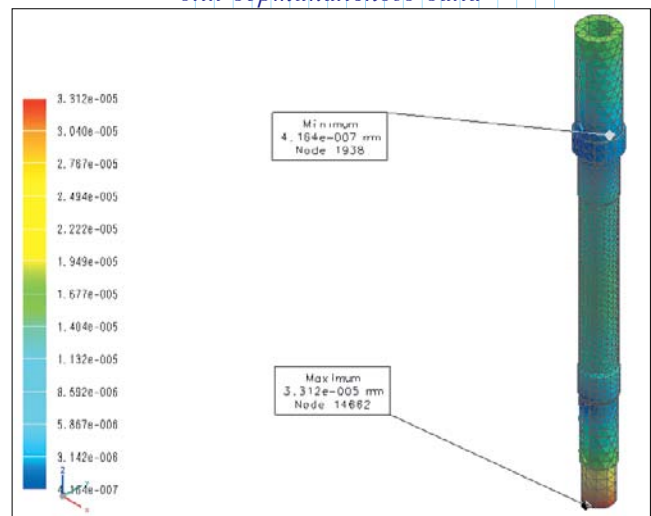


Рис. 12. Диаграмма распределений перемещений для вертикального вала

виртуального механизма является разбиение его на узлы и задание связей между ними. Таким образом, для всех движущихся частей бегунов были созданы соответствующие узлы, на которые были наложены ограничения (связи) типа “Вращение”.

В результате расчетов для виртуального механизма можно получить данные о нагрузках в любой момент времени в любом узле, входящем в этот механизм. В системе NX предусмотрена возможность передачи нагрузки из приложения *Motion Simulation* в *Advanced Simulation* с помощью соответствующей команды.

Для расчета авторами был выбран вертикальный вал, так как именно он несет основную нагрузку при работе бегунов. В ходе расчетов система автоматически выводит данные о нагрузках в виде таблицы *Excel*, в которой содержатся численные значения компонентов главного вектора и главного момента, распределенные по шагам. Для расчета выбирается шаг с максимальными нагрузками. Следующим действием запускается *Advanced Simulation*, где создается расчетная модель для вала путем наложения на него тетраэдральной 3D-сетки; в это приложение передаются данные из *Motion Simulation*.

Анализ результатов расчета для выбранного материала показал выполнение условий прочности и жесткости с необходимым запасом.

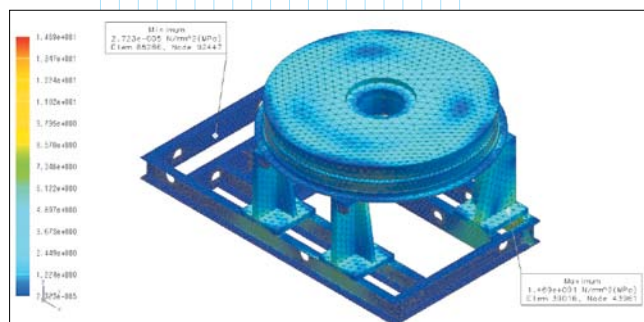


Рис. 13. Распределение напряжений в станине бегунов

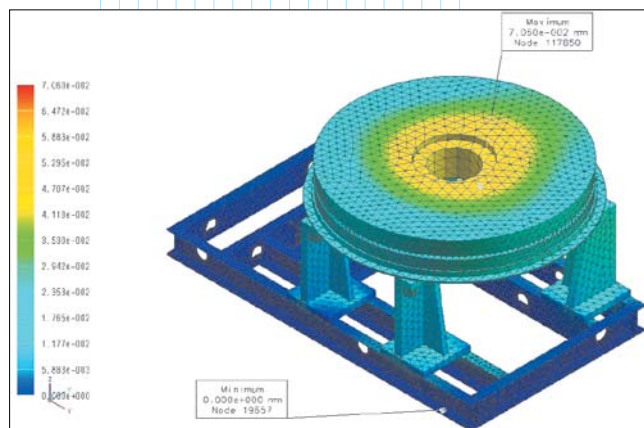


Рис. 14. Распределение перемещений в станине бегунов

Результаты анализа вертикального вала представлены на рис. 11, 12.

Приложение *NX Advanced Simulation* позволяет проводить инженерный анализ различных видов на основе метода конечных элементов – как для отдельных деталей, так и для сборок. С помощью этого приложения был выполнен расчет статической прочности станины бегунов. Для этого была сформирована *FEM*-сборка станины, включающая чашу, стойки и стэнд. Нижние грани *FEM*-сборки жестко зафиксированы. Для *FEM*-сборки были заданы следующие нагрузки: вес вертикального вала, давление катков на чашу и собственный вес конструкции. Собственный вес система *NX* рассчитывает автоматически, так как при создании 3D-моделей деталей для них был задан материал, из которого они изготавливаются.

Анализ результатов расчета показал выполнение условий прочности и жесткости в станине. Результаты анализа представлены на рис. 13+16.

Коэффициент запаса прочности для детали “стойка” получился большим – равным 40. Это послужило основанием для проведения (средствами *NX*) оптимизации геометрических параметров детали с целью снижения её металлоемкости. В параметрах оптимизации было указано, что необходимо минимизировать вес, и были заданы верхний предел допускаемых максимальных

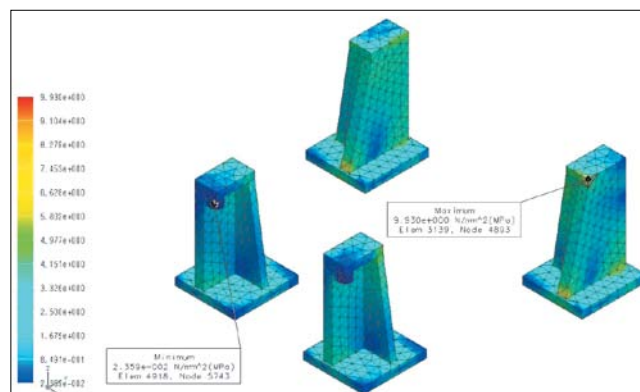


Рис. 15. Распределение напряжений в стойках

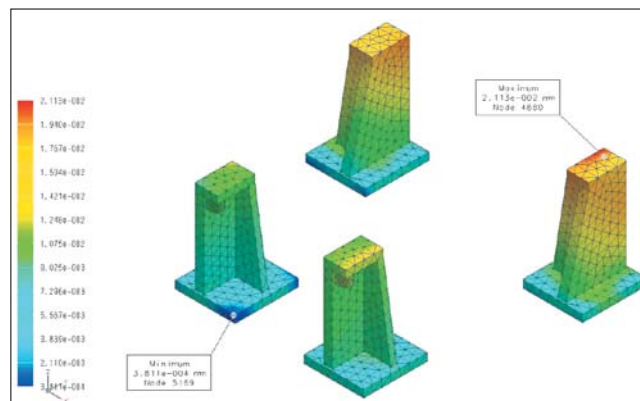
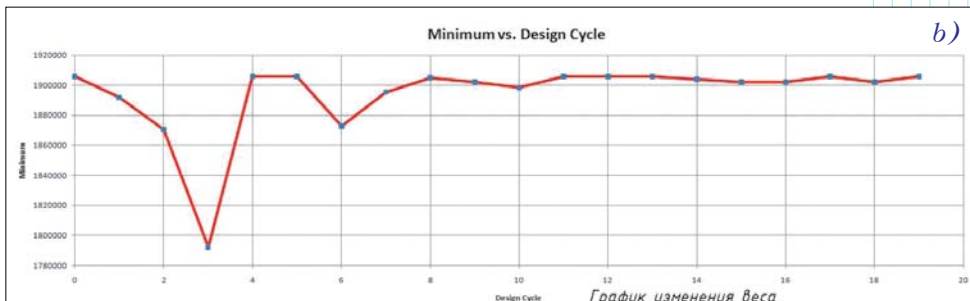


Рис. 16. Распределение перемещений в стойках

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
4 Optimization History	Based on Altair HyperOpt																				
4 Design Objective Function Results																					
5 Minimum Weight	1905926	1891922	1870477	1792140	1905926	1905926	1872840	1895485	1904868	1902116	1898293	1905926	1905926	1904020	1902116	1902116	1905926	1902116	1905926	1905926	
8 Design Variable Results																					
9 Name	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
10 st0kac1=180	180	164	180	180	180	180	142,2	168,0714	178,7911	175,6472	171,7791	180	180	180	177,8225	175,6472	175,6471	180	175,6472	180	
11 st0kac2=40	40	40	34	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	
12 st0kac3=60	60	60	60	52	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	
13 st0kac2=150	150	150	150	150	136	150	121,5	133,1217	127,9628	99,81099	117,777	90	90	90	90	90	90	90	90	109,8	
14 st0kac0=0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	12,1	14,21059	16,76849	19,95451	20,12219	24,34785	15,69531	20,1201	20,11874	20,11908	15,89653	20,11938	23,74418
15																					
16 Design Constraint Results																					
17																					
18 Element Nodal Unaveraged Von Mises	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
19 Upper Limit = 400.000000	8581,862	8578,962	9912,381	9831,738	8565,129	8197,517	9028,562	8075,935	7972,605	7881,032	8134,666	7940,289	7997,065	7897,317	7707,438	7729,813	8124,834	8288,405	8122,33	7990,5	
20																					
21																					

a)



b)

Рис. 17. Результаты оптимизации геометрических параметров детали в виде таблицы (a) и графика (b)

напряжений и проектные переменные: толщина стойки, толщина ребра жесткости, ширина ребра жесткости у основания и положение ребра жесткости. В результате оптимизации масса детали снизилась на 7.72 % (рис. 17).

После проведения всех необходимых расчетов были созданы чертежи отдельных деталей и узлов бегунов в приложении NX Черчение.

Система NX позволяет подготовить чертежи любой сложности. Помимо стандартных сборочных чертежей и чертежей отдельных деталей можно сформировать, например, чертежи с вырезом четверти или разнесенные виды сборки, которые дают наглядное представление о конструкции сборочной единицы и являются альтернативой обычным сборочным чертежам. Соответствие оформления требованиям ГОСТ было проверено с помощью Check Mate (рис. 18, 19).

Заключение

С помощью программных продуктов NX и Teamcenter авторам удалось разработать конструкцию бегунов с улучшенными техническими характеристиками, что ведет к повышению эффективности работы бегунов и, в конечном счете, к повышению качества продукции.

В проекте были использованы самые современные технологии Siemens PLM Software, которые позволяют сократить сроки проектирования и утверждения, ускорить выход готовой продукции на рынок, что в итоге повышает конкурентоспособность предприятия.

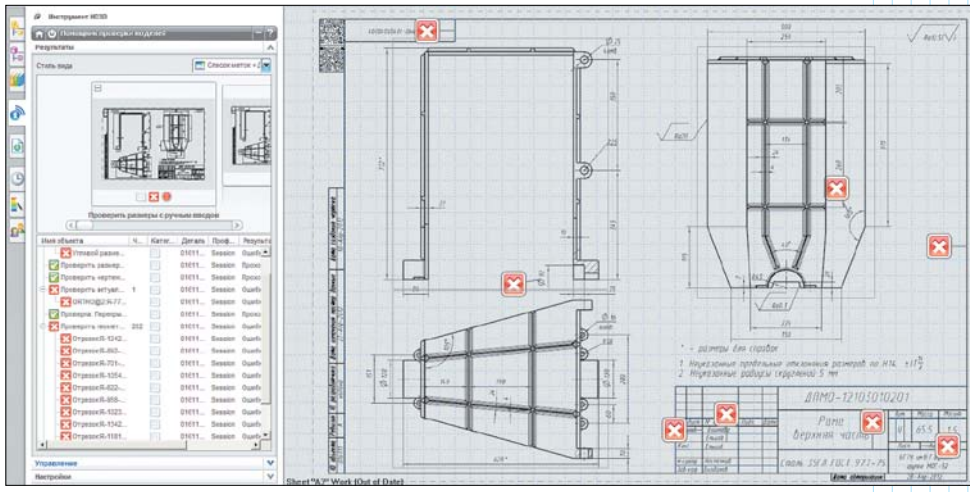


Рис. 18. Результат проверки чертежа с помощью Check Mate

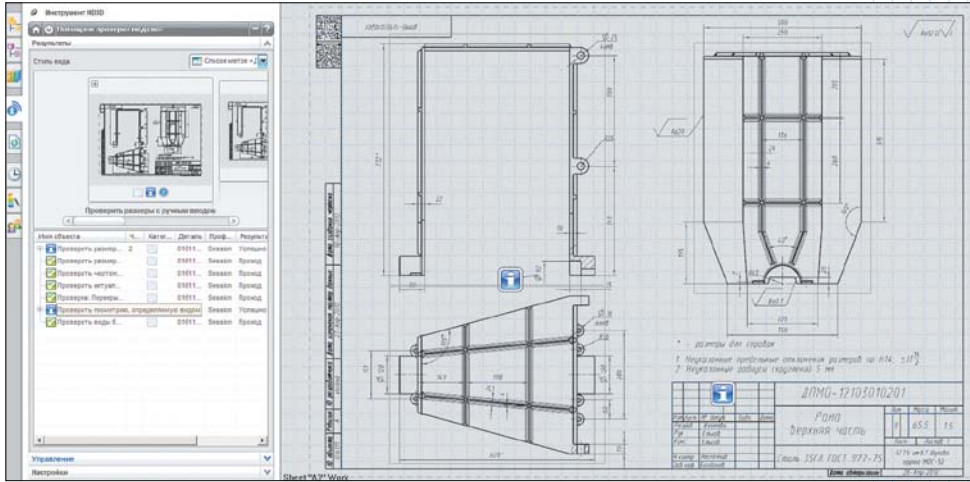


Рис. 19. Результат проверки Check Mate после устранения ошибок

Объединение вычислительных кластеров в проекте NumGRID

М.А. Гордничев (Институт вычислительной математики и математической геофизики СО РАН)

В статье представлен программный комплекс *NumGRID* для организации вычислений на объединении высокопроизводительных вычислительных кластеров в целях крупномасштабного численного моделирования, дан анализ проблем организации распределенных вычислений на кластерах и обзор родственных проектов, а также продемонстрированы результаты экспериментального исследования системы *NumGRID*.

1. Введение

Программный комплекс *NumGRID* [1] предназначен для объединения разнородных вычислительных кластеров в единый вычислительный ресурс на основе частичной реализации стандарта **MPI-2.2** (*MPI*, *Message Passing Interface* – стандарт систем передачи сообщений между параллельно выполняемыми процессами). *NumGRID* обеспечивает возможность запускать *MPI*-приложение так, чтобы процессы были распределены по рабочим узлам нескольких кластеров. При этом процессы составляют один коммутатор *MPI* и могут обмениваться между собой *MPI*-сообщениями.

NumGRID позволяет:

- решать задачи, для которых недостаточно ресурсов отдельных кластеров;
- продлевать жизнь устаревающего вычислительного оборудования за счет объединения с новым;
- распределять части комплексных задач между специализированными кластерами в соответствии с индивидуальными требованиями частей к аппаратному и программному обеспечению;
- повысить гибкость при планировании распределения задач между кластерами в грид-среде;
- планировать постепенное наращивание мощностей распределенной системы.

Схема устройства объединенного вычислительного ресурса *NumGRID* представлена на рис. 1.

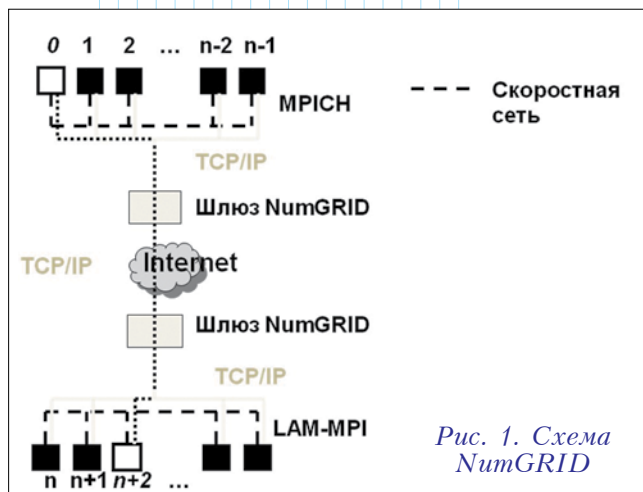


Рис. 1. Схема *NumGRID*

В нашем примере объединяются два кластера через интернет. Каждый кластер имеет рабочие узлы, объединенные высокоскоростной сетью (*Myrinet*, *InfiniBand* и др.). Кроме того, узлы связаны с головным узлом сетью с меньшей пропускной способностью, поддерживающей протокол *TCP*. Процессы приложения *MPI*, выполняемые на рабочих узлах одного кластера обмениваются между собой через высокоскоростную сеть с помощью средств специфичной для кластера библиотеки *MPI*, позволяющей использовать возможности высокоскоростной сети (на схеме в качестве примера показаны библиотеки *MPICH* и *LAM-MPI*). Для процессов, распределенных по рабочим узлам двух кластеров, поддерживается глобальная адресация в рамках одного коммутатора *MPI*. При взаимодействии между процессами, выполняемыми на разных кластерах, сообщения проходят путь через головные узлы кластеров, где для этих целей перед стартом приложения запускаются шлюзы.

Пользователь вначале запускает шлюзы на каждом кластере. Шлюзы устанавливают между собой связь. Пользователь загружает на головные узлы кластеров исходный код своего приложения и исходные данные, собирает приложение на каждом кластере с библиотекой *NumGRID-MPI* и запускает необходимое число процессов на каждом кластере как локальные задачи *MPI*. Локальная задача получает в параметрах информацию о месте данной группы процессов в общей распределенной задаче, что позволяет обеспечить глобальную адресацию процессов. В конце работы пользователь забирает с каждого кластера результаты работы программы.

2. Задача объединения вычислительных кластеров

2.1. Объединение вычислительных систем сегодня

В целях обеспечения ученых вычислительными ресурсами разрабатываются сверхмощные суперкомпьютеры, развиваются инфраструктурные проекты по организации доступа ученых к распределенным вычислительным ресурсам (грид), к вычислительным центрам коллективного пользования, создаются распределенные вычислительные системы на основе объединения персональных компьютеров добровольцев [2] через интернет. Широкое распространение получили относительно малые вычислительные системы (порядка десятков *TFLOPS*) кластерного типа (кластеры), которые приобретают университеты, институты и прочие организации. Такие малые системы являются наиболее доступными для ученых средствами решения вычислительных задач. Обычно, системы используются в многопользовательском режиме, и пользователи ставят свои задачи в очередь. Такого рода

системы также объединяют в грид с целью распределения пользовательских задач между вычислительными ресурсами дружественных организаций. Однако, как правило, такое объединение предполагает, что задача пользователя назначается целиком в один из кластеров, а распределение процессов параллельной задачи по вычислительным узлам нескольких кластеров невозможно: штатные средства современных кластеров спроектированы так, чтобы обеспечивать высокоскоростные коммуникации между процессами, локализованными на узлах кластеров, и не предусматривают общения процессов между кластерами. Такое положение дел имеет исторические причины: во-первых, кластерные системы появились раньше, чем желание их объединить, и, во-вторых, существенно худшая производительность сетей связи между кластерами по сравнению с производительностью внутренних сетей кластеров делала нецелесообразным запуск параллельных программ с распределением процессов между кластерами. Считалось, что для распределенного счета подходят только задачи, где отсутствует необходимость в коммуникациях между процессами, либо коммуникации крайне малы. Инструменты для решения таких задач были разработаны [2, 3].

2.2. Зачем распределять процессы параллельных задач между кластерами?

Какие выгоды дала бы возможность запускать параллельные задачи с распределением процессов между кластерами? Во-первых, большее количество процессоров и памяти для одной задачи позволило бы увеличить масштаб решаемых задач. Во-вторых, возможность произвольного распределения процессов повысила бы гибкость при планировании распределения задач между кластерами в грид. В-третьих, появилась бы возможность вовлечь в расчеты устаревающие вычислительные комплексы, собственная производительность которых недостаточна для актуальных задач. В-четвертых, появилась бы возможность учитывать при распределении процессов параллельной программы наличие специализированного оборудования или программного обеспечения, в том числе дорогостоящего, на тех или иных кластерах: например, часть процессов программы в таком случае производила бы расчеты с использованием графических ускорителей на одном кластере, другая часть процессов получила бы возможность задействовать библиотеки численных методов, имеющиеся на втором кластере. В-пятых, наличие средств для подключения дополнительных компьютеров позволило бы планировать постепенное наращивание мощностей распределенной системы.

2.3. Три технологических прорыва

Интерес к совместному использованию вычислительных ресурсов, неоднородных как в смысле процессоров, так и в смысле связей между процессорами, приводит к следующему:

- развиваются вычислительные алгоритмы, допускающие гибкость в организации коммуникаций между процессами и даже частичную потерю сообщений [4, 5];

- развиваются методы организации вычислений, позволяющие выполнять коммуникации на фоне счета и динамически перераспределять вычисления с целью оптимизации загрузки вычислительных узлов и сетей связи [6, 7];

- пропускная способность каналов, связывающих кластеры, становится сопоставимой с пропускной способностью сетей связи между узлами кластеров.

Эти три технологических прорыва открывают перспективу для применения распределенных вычислительных систем к решению крупных задач с более интенсивными коммуникациями. В связи с этим актуальной является проблема разработки средств, которые позволили бы распределять процессы параллельных задач между вычислительными узлами нескольких кластеров и обеспечивать коммуникации между распределенными процессами.

2.4. Цель проекта *NumGRID* и требования к объединению вычислительных кластеров в проекте *NumGRID*

Цель проекта *NumGRID* заключается в разработке программного комплекса для поддержки выполнения параллельных программ на объединении вычислительных кластеров с распределением процессов параллельных программ между узлами вычислительных кластеров. В отличие от таких систем, как *Globus Toolkit*, ставящих задачу объединения вычислительных ресурсов в общем, проект *NumGRID* сконцентрирован на разработке простого инструмента пользовательского уровня для распределения процессов параллельной программы между кластерами, к которым пользователь имеет непосредственный доступ посредством личных учетных записей.

Принципиальным моментом является обеспечение единой коммуникационной среды для распределенных процессов на основе стандартов *MPI*. Выбор стандарта *MPI* в качестве коммуникационного протокола обосновывается доминирующим положением *MPI* среди средств разработки параллельных программ численного моделирования.

К разработке программного комплекса в проекте *NumGRID* предъявляются следующие требования, обоснованные сложившейся практикой организации вычислений и целью проекта:

- 1) Общая коммуникационная среда для процессов, распределенных по нескольким кластерам, должна быть реализована на основе стандартов *MPI*.

- 2) В отношении структуры кластеров и связей между ними необходимо следовать такой модели: каждый кластер состоит из головного/управляющего узла и вычислительных узлов. Вычислительные узлы предназначены для запуска на них вычислительных процессов; они связаны между собой высокоскоростной сетью, а с головным узлом – сетью, как правило, меньшей пропускной способности, поддерживающей протокол *TCP*. Головной узел имеет еще по крайней мере один сетевой интерфейс, поддерживающий протокол *TCP*, через который узел может общаться с головными узлами других кластеров. Головной узел используется для компиляции

задач, управления локальными очередями задач и мониторинга задач.

3 Процессы параллельной программы должны размещаться на вычислительных узлах кластеров, узлы не имеют прямого сообщения друг с другом.

4 Должен быть предоставлен удобный интерфейс для задания конфигурации объединения кластеров, управления ресурсами и задачами.

5 Должны быть созданы условия для обеспечения динамических свойств прикладных программ (динамическая настраиваемость на доступные ресурсы, динамическая балансировка нагрузки, системы мониторинга и т.д.).

6 В ходе вычислений должна обеспечиваться информационная безопасность.

7 Достаточным условием для запуска распределенных задач на нескольких кластерах для каждого пользователя должно служить наличие учетных записей на этих кластерах и пакета *NumGRID*. Организация *NumGRID* не должна требовать изменений в практике и политиках администрирования кластеров.

8 Кластеры могут быть разнородными в аспекте аппаратного и системного программного обеспечения, линии связи могут обладать разной пропускной способностью, кластеры могут иметь различную административную подчиненность.

2.5. Обзор родственных проектов

Известно несколько проектов [8–12], которые ставят своей задачей объединение вычислительных систем на основе стандартов *MPI*. Системы, разрабатываемые в рамках этих проектов, не удовлетворяют полностью списку требований к *NumGRID*, однако многие проблемы, стоящие перед разработчиками *NumGRID*, в этих проектах тоже решались.

Рассмотрим наиболее значимые проблемы и подходы, которые применяются для их решения.

2.5.1. Обеспечение эффективности коммуникации внутри кластеров

Как правило, в современных кластерах используется несколько типов сетей для объединения узлов. Сети с относительно малой пропускной способностью и относительно большой задержкой (латентностью) применяются для задач управления узлами кластера и организации распределенных файловых систем. Для обмена данными между процессами параллельных вычислительных приложений служат скоростные сети с высокой пропускной способностью и малыми латентностями. При объединении кластеров важно, чтобы коммуникации внутри кластеров оставались эффективными. Устанавливать соединение между кластерами без существенного изменения системного ПО можно только по протоколам *TCP/IP*. В то же время внутри кластеров, в зависимости от технологии скоростной сети, могут применяться различные реализации *MPI*, способные использовать оборудование более эффективно, чем на высоком уровне *TCP/IP*. Обычно производитель вычислительных систем предоставляет такие реализации вместе аппаратурой, если применяются специальные сетевые аппаратные решения, либо администраторы и

пользователи систем выбирают свободно или коммерчески распространяемые библиотеки (*MPICH-GM*, *OpenMPI*, *Intel MPI*, *Voltaire MPI*, *HP-MPI*) для распространяемых коммуникационных технологий (*Myrinet*, *InfiniBand*).

Необходимость применения специализированных реализаций *MPI* для внутрикластерных коммуникаций обусловила отказ от коммуникационной библиотеки *Nexus* [13] в проекте *MPICH-G* [14] и разработку новой версии системы *MPICH-G2* [9].

2.5.2. Обеспечение коммуникаций между внутренними узлами различных кластеров

Ранние подходы к объединению вычислительных систем на основе *MPI* [9, 14] предполагали, что процессы, выполняющиеся на одной вычислительной системе, могут установить прямое соединение (в смысле *TCP*) с процессами на другой системе.

Для современных кластерных систем установление таких прямых соединений невозможно (см. требования в разделе 2.4, п.2), поэтому необходимо организовывать трансляцию сообщений с внутренних узлов кластера через узел, имеющий сетевые интерфейсы как внутри кластера, так и в сеть связи между кластерами. Далее такой узел будем называть *узлом трансляции*.

Трансляция может быть осуществлена неявно с помощью технологии *NAT*. Технология обеспечивает возможность установления соединения *TCP* между процессами, запущенными на компьютерах в различных частных сетях. Таким образом, создается иллюзия, что процессы локализованы в одной сети и для организации межкластерных взаимодействий могут быть применены такие средства, как, например, *MPICH-G2* [9]. Однако, такая организация вычислений не будет учитывать фактическую топологию сети связи, и, соответственно, организация межкластерных коммуникаций будет неэффективной – особенно для операций коллективного взаимодействия процессов (см. раздел 2.5.4 о коллективных коммуникациях).

В проекте *PACX-MPI* [10] предполагается, что узел трансляции имеет доступ как в высокоскоростную сеть внутри кластера, так и в сеть между кластерами. Для организации трансляции на узле трансляции запускается дополнительный процесс *MPI* – помимо процессов, необходимых для выполнения прикладной логики параллельной программы. Через этот процесс все остальные процессы внутри данного кластера общаются с внешним миром. Преимущество такого подхода заключается в том, что *PACX-MPI* осведомлен о топологии сети и на этой основе может оптимизировать межкластерные взаимодействия; высокоскоростная сеть используется эффективно. Есть и недостатки. Во-первых, в современных кластерах узлы, имеющие доступ во внешние сети, зачастую не имеют подключения к скоростной сети – в таких системах требуется реализация трансляции сообщений через внутреннюю медленную *TCP/IP*-сеть. Во-вторых, для трансляции требуются дополнительные *MPI*-процессы, не соответствующие логике приложения.

Поскольку идеология грид предполагает сохранение локальных политик администрирования отдельных

вычислительных систем при включении их в метакомпьютер, то все порты *TCP* (за исключением, обычно, порта для доступа по протоколу *SSH*) закрыты с помощью сетевого экрана (файрвола). Поэтому, для передачи сообщений между внутренними узлами разных кластеров применяются технологии проксирования и туннелирования через доступные порты.

В *NumGRID* предполагается привлечение ограниченного числа доверенных кластеров с выделенными линиями связи между ними, поэтому необходимые порты для связи между кластерами могут быть открыты. В случае если *NumGRID* нужно использовать в общественных сетях, возможно применения туннелирования соединений через *SSH*.

2.5.3. Учет особенностей сетевой организации для реализации эффективных межкластерных коммуникаций

Учет топологии сети рассматривается на уровне реализации взаимодействия между двумя процессами (*p2p*-взаимодействие) и на уровне реализации коллективных операций (см. раздел 2.5.2). Передача *p2p* может быть оптимизирована, когда существует более одного физического пути между коммуницирующими узлами. В таком случае применяется разбиение сообщения на части и параллельная доставка частей по разным путям [15].

В случае, когда для доставки сообщения требуется задействовать узлы трансляции, необходимо контролировать использование памяти на узлах трансляции; кроме того, нельзя допускать блокирование узла трансляции в процессе доставки сообщения большого размера: нужно обеспечивать прохождение сообщений малого размера на фоне доставки большого. Контроль памяти возможен только посредством разбиения сообщения на части. Избежать блокирования можно, если поддерживать многопоточную обработку сообщений на узле трансляции, либо посредством разбиения сообщений на части. Таким образом, для решения рассмотренных задач целесообразно пакетировать сообщения.

Применение классификации сообщений по приоритетам [16] целесообразно для обеспечения приоритетной доставки сообщений малого размера, имеющих смысл для управления ходом вычислений.

2.5.4. Эффективная реализация коллективных коммуникаций в неоднородной коммуникационной среде

Большинство упомянутых проектов занималось вопросом оптимизации коллективных коммуникаций в неоднородных сетях.

В работе [17] показано, что если время завершения посылки сообщения близко ко времени завершения приема сообщения, то оптимальной схемой рассылки сообщений для реализации ширококвещательной рассылки будет бинарное дерево. Если же время завершения отправки, то оптимальная схема рассылки иная: корневой узел самостоятельно посылает сообщение непосредственно получателям. В случае объединения

кластеров, оптимальной схемой коллективных коммуникаций будет бинарное дерево внутри кластеров, а между кластерами – посылка сообщений каждому кластеру по отдельности [11]. Дополнительная оптимизация возможна, если кластеры не связаны физически в полный граф. В таком случае между кластерами, не имеющими непосредственной связи, сообщения могут двигаться через промежуточные кластеры. Поэтому, если требуется ширококвещательная рассылка, то корневой процесс должен послать лишь одно сообщение по каждому физическому соединению, а промежуточные кластеры должны самостоятельно распространить это сообщение дальше. Таким образом удастся избежать многократной передачи одних и тех же данных по одним и тем же отрезкам сети.

2.5.5. Оптимизация приложений с учетом неоднородностей распределенной вычислительной среды

Несмотря на любые оптимизации алгоритмов межкластерных коммуникаций, проблема относительно низкой пропускной способности и высоких задержек в сети между кластерами не устраняется. В таких условиях приложения, которые по своей природе требуют частых (и в большом объеме) коммуникаций между всеми своими процессами, не могут эффективно выполняться в распределенной среде. Чтобы приложение могло выполняться эффективно, требуется возможность равномерного распределения вычислительной нагрузки между всеми узлами вычислительной системы и передачи сообщений на фоне счета: то есть, сообщения должны идти по сети тогда, когда процессоры в это время заняты другой работой. Для минимизации простоев процессоров может потребоваться реализация динамического перераспределения работы между процессорами.

В проектах [18, 19] реализовано автоматическое перераспределение загрузки на уровне процессов *MPI*: между узлами вычислительной системы передаются именно процессы *MPI*. Такой подход упрощает разработку приложений, однако не учитывает структуру взаимодействий процессов прикладной программы.

2.5.6. Авторизация и шифрование сообщений

В работе [20] даются основные требования к обеспечению безопасности распределенных вычислений:

- должно быть установлено взаимное доверие между тем, кто порождает процесс, и ресурсом, где он рождается; при этом порожденные процессы должны наследовать способность к аутентификации от породивших процессов;
- необходимо обеспечить шифрование данных на линиях передачи, где возможен перехват сообщений.

Для распределенных приложений *MPI* выполнение этих требований было обеспечено реализацией *MPICH-G* [14] на основе библиотеки *Nexus* [13].

В отличие от *MPICH-G*, где предусматривался запуск *MPI*-процессов на произвольных ресурсах, обнаруженных с помощью инструментария *Globus Toolkit*, пользователь *NumGRID* самостоятельно выбирает кластеры, которые он хочет объединить. Для объединения кластеров он должен обладать

учетными записями на каждом из них. Такая постановка облегчает проблему авторизации при порождении процессов. Авторизация может потребоваться для выполнения команд инструментария, обеспечивающих запуск процессов, например, при использовании очередей задач на выбранном вычислительном кластере. Применение выделенных сетевых линий между вычислительными кластерами позволяет на текущем этапе развития системы *NumGRID* отказаться от шифрования передаваемых данных. Если же надо использовать публичные линии связи, то можно задействовать внешние средства для организации шифрованных туннелей.

2.5.7. Устойчивость к сбоям

В проекте *LA-MPI* [15] надежность достигалась за счет применения проверки контрольных сумм и повторной пересылки данных. Признано, что использовать протокол *TCP* для обеспечения надежности доставки внутри вычислительных систем нецелесообразно из-за больших накладных расходов. Проект [21] предоставляет возможности восстановления прерванных *MPI*-процессов даже после сбоя $N-1$ из N процессов. *FT-MPI* предоставляет прикладной программе сведения о состоянии процесса: завершен аварийно, прерван, восстановлен, перезапущен сначала. Сведения извлекаются с помощью обработчиков ошибок. Такой подход требует применения техник восстановления после сбоев внутри самой прикладной программы. Поскольку *NumGRID* в настоящее время ориентирован на объединение сравнительно небольших кластеров, предполагается, что стабильность вычислительных процессов обеспечивается уровнем защищенности аппаратных компонентов вычислительной системы, на которой эти процессы запущены.

3. Программный комплекс *NumGRID*

Программный комплекс *NumGRID* состоит из трех компонентов:

- 1) шлюз;
- 2) библиотека *NumGRID-MPI*;
- 3) графическая система управления *NumGRID*.

С помощью графической системы управления *NumGRID* пользователь задает набор кластеров, которые он хочет объединить для решения задачи, указывает параметры авторизации на каждом из кластеров (пользователь должен иметь личные учетные записи на кластерах) и параметры подзадач: сколько процессов на каждом кластере должно быть запущено и как они должны быть распределены, а также путь до архивного файла, содержащего программы и входные данные, на его рабочей машине.

Система управления, по команде запуска задачи, делает следующее: осуществляет авторизацию на кластерах, отправляет файлы пользователя и системные файлы *NumGRID* на кластеры, выполняет сборку программы пользователя. Сборка осуществляется на основе предоставленных пользователем инструкций (в виде *Makefile*). На головных узлах кластеров запускаются шлюзы и устанавливают между собой каналы

связи в соответствии с топологией, заданной пользователем. Затем, на каждом кластере, в соответствии с параметрами подзадач, запускается (или ставится в очередь) программа пользователя.

Сборка программы пользователя с библиотекой *NumGRID-MPI* вместо обычных библиотек *MPI* наделяет эту программу способностью ориентироваться в объединении кластеров. Поэтому запущенная программа пользователя в начале своей работы осуществляет подключение к шлюзу, работающему на головном узле данного кластера. Шлюзы обмениваются между собой информацией о том, какие подзадачи к ним подключены. Когда все подзадачи подключились к своим шлюзам, шлюзы информируют подзадачи об общей конфигурации системы. Эти инициализационные действия обеспечивают возможность адресации всех распределенных процессов приложения в смысле *MPI*, и процессы могут начать обмен сообщениями.

С помощью графической системы управления *NumGRID* пользователь имеет возможность наблюдать за состоянием выполняющихся задач, завершать задачи, забирать результаты вычислений.

Все обращения к функциям *MPI* анализируются библиотекой *NumGRID-MPI*. Если требуемые коммуникации охватывают лишь процессы в рамках одного кластера, то вызывается предустановленная на кластере библиотека *MPI*, способная эффективно использовать высокоскоростную сеть кластера. Если необходимо осуществлять коммуникацию между процессами на разных кластерах, то сообщения транслируются через шлюзы.

При трансляции сообщений через шлюзы применяется метод коммутации пакетов. Это позволяет контролировать расход памяти на головных узлах, параллельно отсылать несколько сообщений, использовать для повышения производительности сети несколько путей доставки сообщения.

Следует отметить, что $p2p$ -функционал стандарта *MPI* был расширен функциями с заданием приоритета сообщений (см. 2.5.3). При реализации коллективных операций учитывается топология сети (см. 2.5.4).

4. Экспериментальное исследование *NumGRID*

Эксперименты по запуску приложений проводились на объединении кластеров Сибирского суперкомпьютерного центра (ССКЦ) и Новосибирского государственного университета (НГУ). Кластеры построены на основе двухпроцессорных узлов с процессорами *Intel Xeon E5540* (4 ядра) и внутренней коммуникационной сетью *InfiniBand*. Пропускная способность канала между головными узлами кластера – 10 *Gbit/s*.

4.1 Решение волнового уравнения

Ниже представлены графики, демонстрирующие характеристики выполнения программы для решения волнового уравнения с помощью двухслойной явной схемы. На всех диаграммах запись вида “ P ($N \times S$)” означает “всего имеется P ядер, из них N – на кластере 1, а S – на кластере 2”.

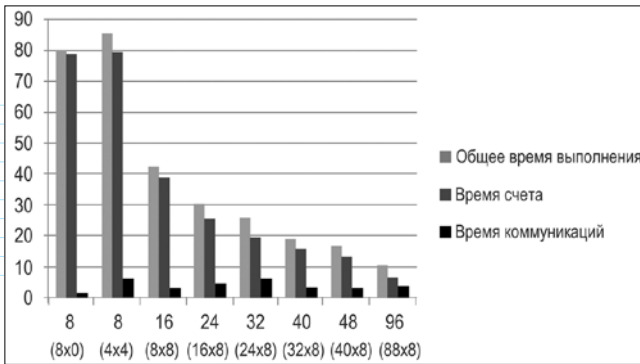


Рис. 2. Время решения на NumGRID волнового уравнения явным методом (в секундах)

На рис. 2 видно, что при переходе к распределенным вычислениям (с 8×0 на 4×4) общее время работы программы увеличивается за счет увеличения расходов на коммуникации. В данном примере расходы на коммуникации увеличиваются в пять раз, что приводит к росту времени работы программы примерно на 6%.

На рис. 3 показано, как изменяется время решения двумерного волнового уравнения при использовании двух параллельных процессов в зависимости от размера задачи и способа распределения вычислений. Обозначения:

- *mpiOverall* – время работы программы, процессы которой выполняются в рамках одного кластера;
- *mpiCommunication* – время, потраченное программой на коммуникацию;
- соответствующие графики *numgrid* показывают время для процессов, выполняемых на разных кластерах.

Распределение вычислений осуществляется методом декомпозиции области. Таким образом, каждый процесс обрабатывает половину области. Диаграмма на рис. 3а иллюстрирует ситуацию, когда область моделирования увеличивается (горизонтальная ось) по разрезанной размерности. При этом размер границы разреза, очевидно, не изменяется, и объем коммуникаций между процессами остается постоянным. На рис. 3б показано,

что происходит, когда изменяется размер области по другой размерности: в этом случае с изменением размера области соответственно увеличивается длина разреза и объем коммуникаций. Если сравнивать с ситуацией *a*, то видно, что в ситуации *b* время коммуникаций между процессами на разных кластерах существенно увеличивается относительно времени коммуникаций между процессами внутри кластера.

4.1. Генерация случайных чисел и расчет статистик

Ниже представлены результаты тестирования программы, которая параллельно генерирует случайные величины и вычисляет статистики. Эта программа используется для моделирования физических процессов методами Монте-Карло. Изредка она осуществляет коллективные коммуникации для сбора статистик, а в остальное время процессоры независимо выполняют существенные по объему вычисления. Это позволяет ожидать, что относительно плохая пропускная способность сети между кластерами незначительно скажется на общей производительности.

Время выполнения программы при переходе от решения на одном ядре к решению на 16-ти ядрах (по 8 ядер на каждом кластере) уменьшается в 21 раз (рис. 4). Объяснить подобное сверхлинейное ускорение можно более эффективным использованием кэшера процессоров при увеличении количества процессоров и низкими коммуникационными расходами, свойственными данной задаче. При дальнейшем увеличении количества вовлеченных ресурсов также отмечается сверхлинейное ускорение. Диаграмма на рис. 5 дает более ясное представление об ускорении работы при увеличении количества процессоров.

4.3. Анализ результатов экспериментов

В ходе экспериментов автором было установлено, что эффективность работы приложений меняется в зависимости от способа распределения вычислений между кластерами. Показано, что использование дополнительных процессоров из другого кластера позволяет уменьшать время выполнения приложения при

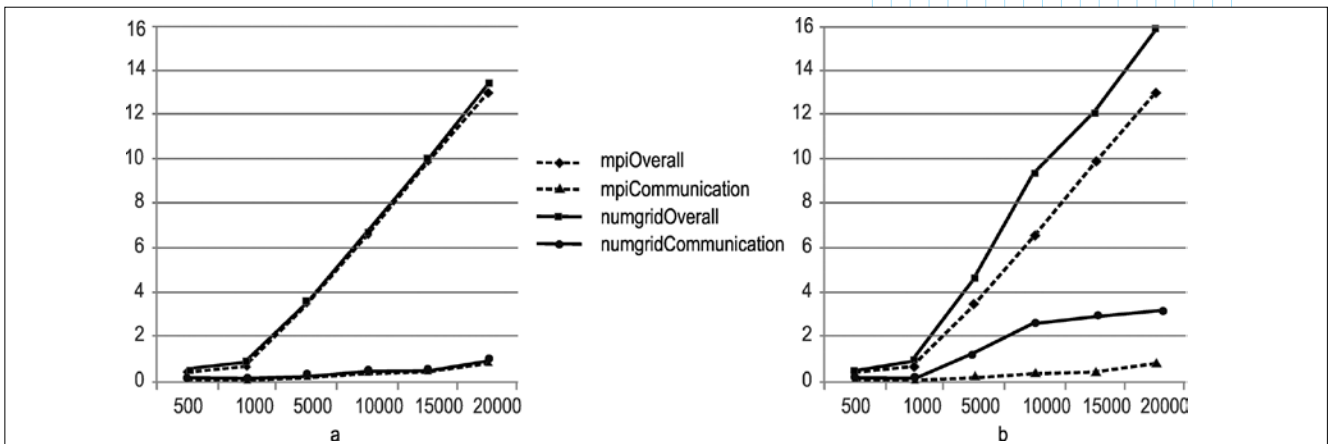


Рис. 3. Зависимость времени выполнения программы от увеличения объема коммуникаций на примере решения волнового уравнения для разных размеров задачи и способов распределения вычислений (время указано в секундах)

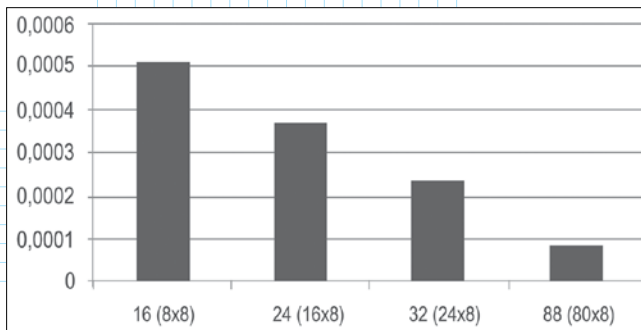


Рис. 4. Время генерации 2000 случайных значений и расчета статистик на NumGRID (в секундах).
Для сравнения: аналогичная работа на одном ядре кластера 1 занимает 0.0109 с

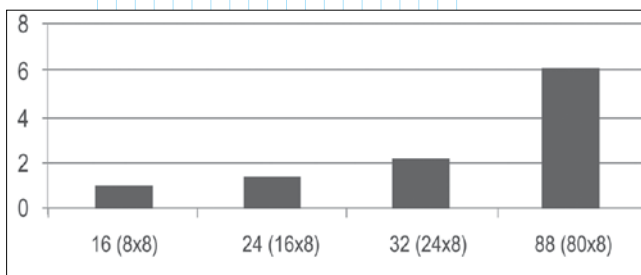


Рис. 5. Ускорение генерации 2000 случайных значений и расчета статистик на NumGRID относительно времени работы программы на двух узлах (узел кластера НГУ из 8 ядер и узел кластера ССКЦ из 8 ядер)

определенных конфигурациях запуска. В частности, для задачи решения волнового уравнения эффективность (соотношение времени простоев и загруженности процессоров) достигает 90% на 40 процессорных ядрах относительно производительности программы на 8-ми ядрах, и 65% – на 96-ти ядрах. Для задачи генерации случайных чисел была достигнута эффективность 92% на 24-х ядрах и 109% – на 88-ми ядрах.

Несмотря на существенную разницу в производительности систем коммуникации внутри кластеров и между кластерами, время решения задач увеличивается умеренно при решении волнового уравнения на том же количестве процессоров и уменьшается при решении задачи расчета статистик. Можно заключить, что существует класс задач, которые могут быть решены на объединении кластеров за приемлемое для пользователей время. Вместе с тем, объединение кластеров может позволить решать задачи большего объема, чем был бы способен решить один кластер за то же время.

5. Заключение

Растущий интерес к объединению разнородных вычислительных ресурсов для решения крупномасштабных задач и повышения эффективности использования вычислительных систем стимулирует развитие численных алгоритмов, методов планирования распределенной обработки данных, инструментов взаимодействия программных систем и средств взаимодействия пользователя с объединенными вычислительными системами.

В рамках проекта NumGRID проведен анализ проблем объединения вычислительных кластеров и существующих подходов к решению этой задачи, сформулированы требования к программному комплексу для организации распределенных вычислений на объединении вычислительных кластеров, реализован программный комплекс. Проведены испытания по объединению кластеров ССКЦ и НГУ. Эксперименты демонстрируют, что существуют такие классы задач численного моделирования, которые целесообразно решать на объединенных системах.

Дальнейшая работа заключается в расширении поддержки стандарта MPI-2.2, реализации нового функционала грядущего стандарта MPI-3.0, адаптации существующих приложений для работы в среде NumGRID, создании методов и средств разработки программ численного моделирования для неоднородных вычислительных сред. 📄

Литература

1. Fougere D., Gorodnichev M., Malyshkin N., Malyshkin V., Merkulov A., Roux B. NumGrid Middleware: MPI Support for Computational Grids // Proceedings of the 8th International Conference “Parallel Computing Technologies”. (Krasnoyarsk, Russia, September 5–9, 2005). Springer, 2005, LNCS, Vol. 3606, pp. 313–320.
2. BOINC. Open-source software for volunteer computing and grid computing // boinc.berkeley.edu
3. Воеводин В.В., Жолудев Ю.А., Соболев С.И., Стефанов К.С. Эволюция системы метакомпьютинга X-Com // Вестник Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского, 2009, №4, с. 157–164.
4. Oboril F., Tahoori M.B., Heuveline V., Lukarski D., Weiss J.-Ph. Fault Tolerance Technique for Iterative Solvers / Karlsruhe Institute of Technology // www.emcl.kit.edu/preprints/emcl-preprint-2011-10.pdf
5. Du P., Luszczek P., Dongarra J. High Performance Dense Linear System Solver with Soft Error Resilience // Proceedings of International Conference on Cluster Computing, September 26–30, 2011 (Austin, Texas, USA), pp. 272–280.
6. Malyshkin V.E., Perepelkin V.A. LuNA Fragmented Programming System, Main Functions and Peculiarities of Runtime Subsystem // Proceedings of the 11th Conference on Parallel Computing Technologies, LNCS 6873, Springer, 2011, pp. 53–61.
7. Abramov S., Adamovich A., Inyukhin A., Moskovsky A., Roganov V., Shevchuk E., Shevchuk Y., Vodomerov A. OpenTS: An Outline of Dynamic Parallelization Approach // Proceedings of the 8th International Conference “Parallel Computing Technologies”. (Krasnoyarsk, Russia, September 5–9, 2005). Springer, 2005, LNCS, Vol. 3606, pp. 303–312.
8. George W.L., Hagedorn J.G., Devaney J.E. IMP: Making MPI Interoperable // Journal of Research of the National Institute of Standards and Technology, 2000, Vol. 105, pp. 343–428.
9. Karonis N.T., Toonen B., Foster I. MPICH-G2: a Grid-enabled implementation of the Message Passing Interface // Journal of Parallel and Distributed Computing, 2003, Vol. 63, No. 5.
10. Gabriel E., Resch M., Ruehle R. Implementing MPI with Optimized Algorithms for Metacomputing // Proceedings of Message Passing Interface Developer’s and User’s Conference, March 10–12, 1999 (Atlanta, Georgia, USA), pp. 31–41.

11. Kielmann T., Hofman R.F.H., Bal H.E., Plaat A., Bhoedjang R.A.F. MagPie: MPI's Collective Communication Operations for Clustered Wide Area Systems // Proceedings of the 7th ACM SIGPLAN symposium on Principles and practice of parallel programming (New York, USA), 1999.
12. Takano R., Matsuda M., Kudoh T., Kodama Y., Okazaki F., Ishikawa Y., Yoshizawa Y. IMPI Relay Trunking for Improving the Communication Performance on Private IP Clusters // The 8th IEEE International Symposium on Cluster Computing and the Grid, 2008.
13. Foster I., Kesselman C., Tuecke S. The Nexus Approach to Integrating Multithreading and Communication // Journal of Parallel and Distributed Computing, 1996, Vol. 37, pp. 70–82.
14. Foster I., Geisler J., Gropp W., Karonis N., Lusk E., Thiruvathukal G., Tuecke S. A wide-area implementation of the Message Passing Interface // Parallel Computations, 1998, Vol. 24, No. 12, pp. 1735–1749.
15. Aulwes R.T., Daniel D.J., Desai N.N., Graham R.L., Risinger L.D., Taylor M.A., Woodall T.S., Sukalski M.W. Architecture of LA-MPI, A Network-Fault-Tolerant MPI // 18th International Parallel and Distributed Processing Symposium, 2004, Vol. 1, p.15.
16. Real-Time Message Passing Specification based on MPI // www.mpirt.org
17. Bernaschi M., Iannello G. Collective Communication Operations: Experimental Results vs. Theory // Concurrency: Practice and Experience, 1998, No. 10(5), pp. 359–386.
18. Kale L.V., Bohm E., Mendes C.L., Wilmarth T., Zheng G. Programming Petascale Applications with Charm++ and AMPI. Petascale Computing: Algorithms and Applications. Chapman & Hall / CRC Press (USA), 2008, pp. 421–441.
19. Barak A., La'adan O., Shiloh A. Scalable Cluster Computing with MOSIX for Linux // Proceedings of Linux Expo, May 1999 (Raleigh, North Carolina, USA), pp. 95–100.
20. Foster I., Karonis N.T., Kesselman C., Koenig G., Tuecke S. A secure communications infrastructure for high-performance distributed computing // Proceedings of the 6th IEEE International Symposium on High Performance Distributed Computing, 1997 (Washington, District of Columbia, USA).
21. Fagg G.E., Dongarra J.J. FT-MPI: Fault Tolerant MPI, Supporting Dynamic Applications in a Dynamic World // Recent Advances in Parallel Virtual Machine and Message Passing Interface, LNCS, Vol. 1908, 2000, pp. 346–353.

◆ Выставки ◆ Форумы ◆ Конференции ◆ Семинары ◆



**III международная
научно-практическая конференция**

Приглашаем вас принять участие в Третьей международной научно-практической конференции **“Системы управления жизненным циклом изделий авиационной техники: актуальные проблемы, исследования, опыт внедрения и перспективы развития”**, которая состоится **1–2 ноября 2012 года** в Ульяновске, на базе ЗАО “Авиастар-СП”.

Первая и вторая конференции **“Опыт и проблемы внедрения систем управления жизненным циклом изделий авиационной техники”** прошли в 2010–2011 гг. и получили высокую оценку специалистов в области авиастроения. В работе этих конференций принимали участие представители ОАК, администрации области, опытно-конструкторских бюро и научно-исследовательских организаций, заводов – изготовителей авиационной техники, а также высших учебных заведений авиационного профиля.

Цель конференции – повышение эффективности разработки, внедрения и применения наукоемких технологий управления жизненным циклом за счет обсуждения и обмена наиболее важными и актуальными результатами научно-практической деятельности при изготовлении и эксплуатации изделий авиационной техники.

Направления работы: интегрированные автоматизированные системы информационной поддержки жизненного цикла изделий авиационной техники; автоматизированные системы и программные комплексы обеспечения эксплуатации, обслуживания и безопасности полетов; современные методы проектного управления инвестициями в производство изделий авиационной техники; применение современных композиционных материалов в изделиях авиационной техники; подготовка и переподготовка кадров для предприятий и организаций авиационной отрасли.

Адрес места проведения конференции: г. Ульяновск, пр. Антонова 1, ЗАО “Авиастар-СП”.

Дата проведения конференции: 1–2 ноября 2012 года.

Материалы конференции будут опубликованы до начала её работы в рецензируемом журнале “Известия Самарского научного центра РАН”, входящем в перечень ведущих периодических изданий ВАК. Тезисы докладов будут опубликованы в сборнике научных статей УЛГУ.

Выступления должны носить практический характер, быть проблемными (постановочными) или предлагать новую информацию научного, конструкторского, технологического, организационного или иного полезного характера.

Тезисы и материалы для конференции должны быть представлены до 15 сентября 2012 года по адресу:
contact@cals-conf.ru

Стоимость участия: Организационный взнос для участников конференции из России и стран СНГ составляет 500 рублей. Для зарубежных участников – 50 USD.

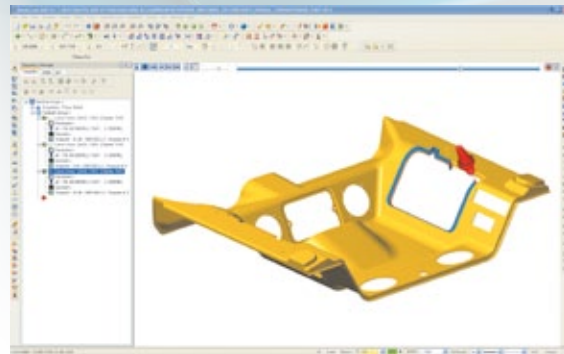
Заявка на участие в конференции должна быть направлена в оргкомитет конференции по электронной почте или факсу.

Оргкомитет: 432072, г. Ульяновск, пр. Антонова, 1, d077@aviastar-sp.ru, contact@cals-conf.ru;
тел.: +78422 282114, +78422 412080, факс: +78422 280454,
<http://www.cals-conf.ru>

С помощью комбинации ПО Mastercam и Robotmaster создавать УП для промышленных роботов так же просто, как для станков с ЧПУ

1: Создайте нужные траектории обработки с помощью Mastercam Mill или Router

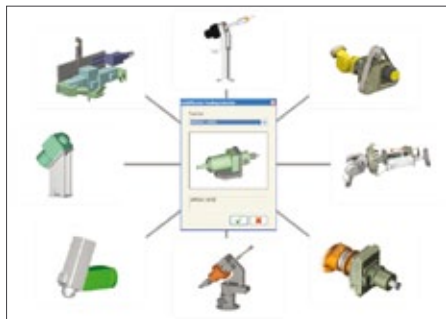
- используются те же процессы и инструменты, что и для станков с ЧПУ;
- доступен весь мощный функционал Mastercam:
 - инструменты построения геометрии и развитые средства редактирования,
 - трансляторы данных, представленных в форматах IGES, Parasolid, SAT (твердотельная модель ACIS), AutoCAD (файлы DXF, DWG), Inventor, SolidWorks, Solid Edge, STEP, EPS, CADL, STL, VDA, ASCII, CATIA, Pro/E и др.,
 - ассоциативное программирование траектории и на ее основе автоматическая генерация траектории,
 - средства распознавания внесенных в CAD-модель изменений геометрии помогают в актуализации траекторий.



*Подробное описание функциональных возможностей продуктов Mastercam см. на www.mastercam.ru

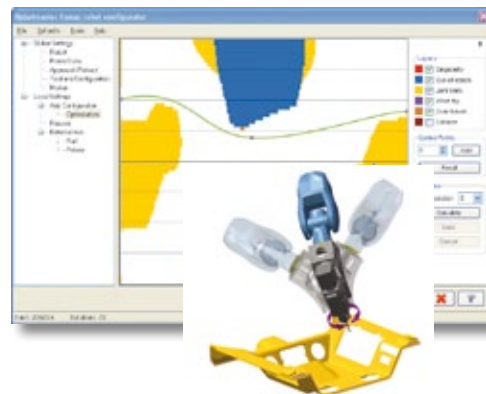
2: Воспользуйтесь библиотекой конфигураций Robotmaster для включения вашего робота в станочную группу системы Mastercam

- выберите из списка нужный бренд: FANUC, ABB, MOTOMAN, KUKA, STAUBLI, др.;
- введите рабочие параметры робота, такие как:
 - вид навесного оборудования с инструментом,
 - начальные установки,
 - параметры управления принципами и правилами выполнения движений.



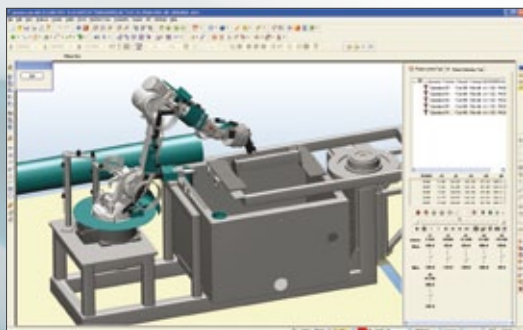
3: Используйте графический интерфейс Robotmaster для настройки параметров преобразования траекторий Mastercam с учетом особенностей робота

- введите конфигурацию робота, соответствующую его оптимальному положению;
- определитесь и задайте движения робота между операциями;
- уточните управление перемещениями и вращениями, чтобы:
 - избежать появления функциональных сингулярностей и предельных положений в сочленениях робота,
 - оптимизировать скорости движения сочленений робота для достижения плавности его движений;
 - обеспечить поддержку внешних координатных осей (линейных направляющих и/или поворотных столов).



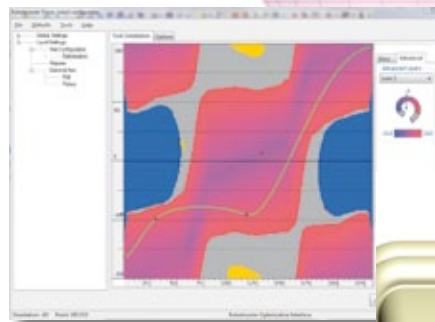
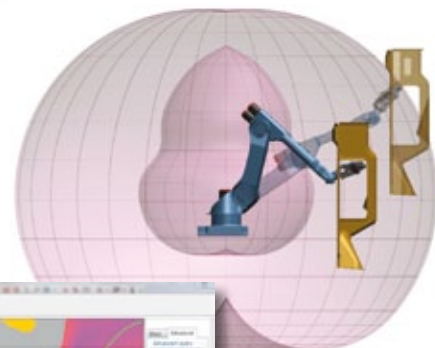
4: Проверьте движения робота с помощью встроенного симулятора

- просмотр движений выполнения обработки в пошаговом режиме и в режиме непрерывного движения;
- симуляция отдельных операций или всей обработки;
- автоматическое выявление возможных коллизий;
- отображение полностью оборудованной ячейки или отдельно робота.



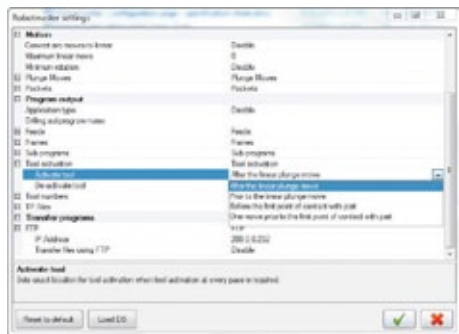
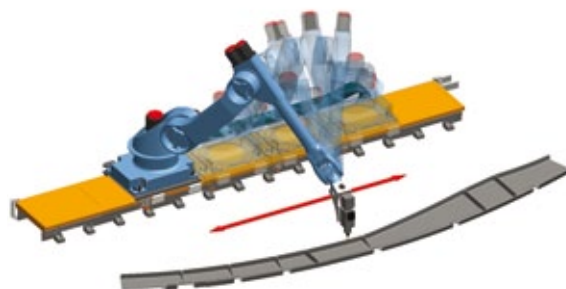
5: Оптимизируйте траектории, если точной настройки недостаточно

- графические средства среды оптимизации помогут определить местонахождение и вид возможной ошибки траектории;
- средства оптимизации обеспечат контроль возможных ошибок по всей траектории движения инструмента;
- взаимодействующие средства оптимизации перемещений и вращений помогут:
 - определить оптимальное положение обрабатываемой детали в рабочем пространстве робота,
 - устранить типичные коллизии (выход за пределы досягаемости, сингулярность, переворот кисти и др.),
 - избегать разного рода столкновений нерабочих частей робота и оборудования ячейки робота,
 - при использовании линейной направляющей, обеспечить максимально эффективное использование всего рабочего пространства робота и синхронизировать его движения с его перемещениями по линейной направляющей,
 - добиться необходимой ориентации каждого из суставов робота, минимизируя диапазон вращения его суставов.



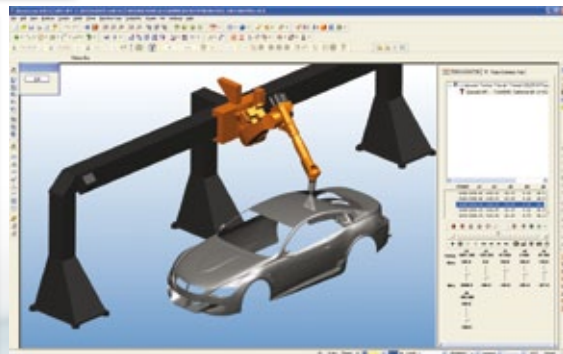
6: С помощью средств постпроцессирования Robotmaster сгенерируйте готовую УП для робота

- программа создается на “родном” языке программирования робота;
- процедура вывода УП для робота может быть настроена пользователем;
- ввиду ограниченности объема памяти у роботов, поддерживается разбиение УП на подпрограммы.



7: Расширьте диапазон передвижений робота для обработки крупных деталей

- простое программирование внешних осей (линейные направляющие и / или поворотные столы);
- возможность одновременного управления перемещениями по 11 осям.



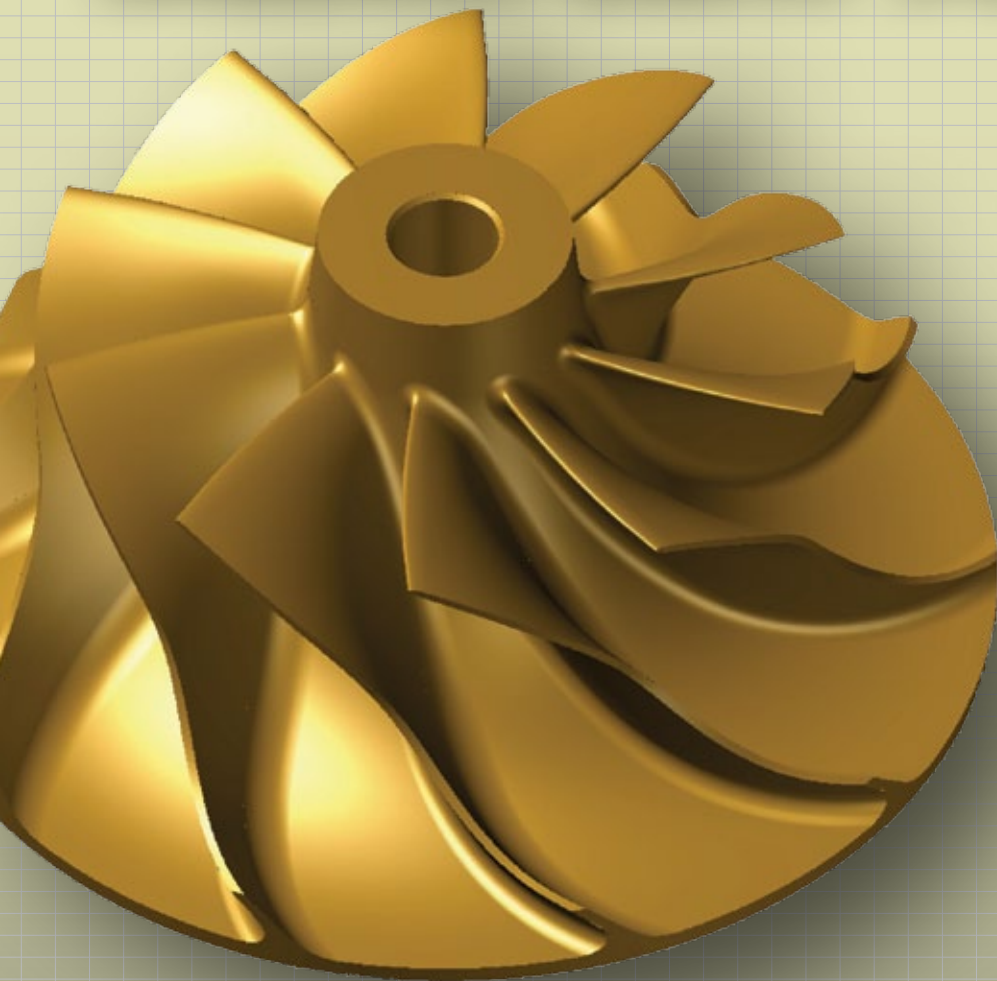
Авторизованный дистрибьютор в России и СНГ:

ООО ЦОЛЛА
129164, г. Москва,
ул. Ярославская, д.8,
корп.3, офис 412
Тел./факс: (499) 940-10-79
anesterchuk@mastercam-russia.ru
maxim@mastercam-russia.ru
www.mastercam.ru
www.robotmaster.ru

в Беларуси и странах Балтии:

Рига, COLLA Ltd.
Тел.: (371) 6740-93-42
Факс: (371) 6740-93-46
ivo@colla.lv www.colla.lv
www.mastercam.org

Mastercam X⁶



Blade Expert –

новое приложение
для обработки
лопаток и импеллеров

ЦОЛЛА

Авторизованный дистрибьютор
Mastercam в России и СНГ
тел. (499) 940-10-79

www.mastercam.ru

