

CAD/CAM/CAE[®]

OBSERVER

ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ PLM-ЖУРНАЛ

3(119)/2018

Системы HPC в 2017–2018 гг.:
Серверы, облачная ИТ-инфраструктура,
квантовые вычисления

Siemens: Тенденции в сфере
численного моделирования

ANSYS: Платформа
численного моделирования
на основе SDPD

**Интегрированный
инжиниринг и анализ
авиационных
конструкций**

**Опыт порождающего
проектирования
в “КБ Южное”**

**MES – инструмент
бережливого
производства**

**CIMdata:
SOLIDWORKS
и 3DEXPERIENCE**

**T-FLEX VR – инновационные
технологии проектирования**

**Многоосевой образ мышления
у пользователей Mastercam**

**Технологии
DMG MORI
для рынка РФ**





SIEMENS

Ingenuity for life

Дигитализация создает будущее

Вы готовы к технологическому прорыву в отрасли? Передовые цифровые решения Siemens позволяют дигитализировать создание инноваций на предприятии: от возникновения идеи до ее реализации с учетом эксплуатационных данных. Будьте первыми. Действуйте быстро. Мыслите шире. Узнайте больше, как дигитализация может трансформировать ваш бизнес.

[siemens.com/plm](https://www.siemens.com/plm)

Кто может сравниться с Матильдой моей?!



Хотя по содержанию текущий номер получился, на мой взгляд, разнообразным и насыщенный, кому-то он может показаться недостаточно сбалансированным в аспекте соотношения “общего” и “частного”. Отсюда и появилась идея этой колонки: вновь скользнуть пером и оценить в двух словах состояние рынка *PLM* через текущие показатели его крупнейших игроков.

Нас, сотрудников редакции *PLM*-журнала, не могут не воодушевлять нынешние кондиции глобального рынка *PLM*. После спада в 2009-м (в результате разразившегося накануне мирового финансового кризиса) этот рынок неуклонно растет из года в год, а с ним растет и развивается близкая нам отрасль САПР/*PLM*. Обслуживая информационные запросы многочисленных читателей и ряда активных участников *PLM*-рынка, мы, несомненно, делаем доброе дело. При этом, конечно же, хочется верить, что в успехах глобального рынка есть и толика нашего вклада в виде активной *PLM*-пропаганды инноваций: интернета вещей, технологий аддитивного производства, дополненной реальности, порождающего проектирования, искусственного интеллекта, облачных *PLM*-сервисов и пр. Сопричастность к большому и светлому (делу) повышает нашу самооценку и поддерживает ощущение собственной значимости. ☺

В отчетном 2017-м глобальный *PLM*-рынок вырос на +7.3% (при прогнозе +6.5%), и его объем достиг 43.6 млрд. долларов, по данным исследовательской компании *CIMdata*. При этом темпы роста у разных сегментов рынка различались. Так, в сегменте коллаборативных *PDM*-решений показатель оказался весьма скромным (+2.9%), впрочем, как и объем самого сегмента (15 млрд. долларов). Сегмент решений для цифрового производства (объем – 761.8 млн. долларов) рос существенно быстрее (+6.2%). Ожидаемо высокий прирост (+7.7%) зафиксирован в сегменте *CAD/CAM/CAE*-инструментов, увеличившемся до 27.8 млрд. долларов. Примечательно, что застрельщиком и лидером роста в этом сегменте стали вовсе не *MCAD*-, но *EDA*-решения, что для меня стало откровением.

Отличную динамику роста показателей бизнеса уже в начале текущего года демонстрируют так называемые “короли” рынка *PLM*. Например, “король” массовых подписок – компания *Autodesk* – свой первый квартал с.г. планирует завершить с выручкой в диапазоне 550÷560 млн. долларов, что на 13.2÷13.4% превышает выручку в соответствующем квартале год назад. Такая притягательная, в особенности в условиях хронических убытков, вызванных сменой бизнес-модели компании. Заметим, что с прежней бизнес-моделью *Autodesk* зарабатывала в квартал почти на 100 млн. больше – именно такой

уровень квартальной выручки и должен стать целью и заданием для её менеджмента. Будем ждать майскую публикацию финансового отчета *Autodesk*, чтобы оценить позитивное влияние тенденции роста доходов и снижения расходов на прибыльность/убыточность в I квартале нового финансового года.

Компания *PTC*, находящаяся, как и *Autodesk*, в процессе трансформации своей бизнес-модели, уже публично отчиталась о своих квартальных достижениях. Главное здесь – выход на безубыточность и превышение фактических цифр текущих доходов над максимально ожидаемыми. Отрадно, что уже три квартала подряд *PTC* отработывает с чистой прибылью, пусть и крохотной. Это – хороший знак!

Французскую компанию *Dassault Systèmes* уже становится как-то неловко величать “королем” рынка *PLM*, поскольку сфера её интересов и приложений нынче далеко выходит за пределы традиционных отраслей промышленности – в строительство и архитектуру, добычу полезных ископаемых и управление городским хозяйством, медицину и науку, торговлю и индустрию моды. Инвариантность платформы *3DEXPERIENCE* просто завораживает, а то ли ещё будет! Ведь потребности этих сфер в цифровизации и их ёмкость в смысле потребления решений *Dassault* – огромны. Текущие финансовые показатели компании выглядят просто замечательно: выручка за I квартал с.г. составила 818.7 млн. *EUR* (это чуть больше 1 млрд. *USD*), а чистая прибыль – 136 млн. *EUR*, или примерно 167.3 млн. долларов. Эти цифры напрочь опровергают устойчивое мнение о французах как о народе, не очень-то любящем *travailler* (работать). ☺

Компания *Siemens PLM Software*, ставшая абсолютным лидером рынка *PLM* по размеру выручки за прошлый финансовый год, не намерена ни терять этот весьма почетный статус, ни активно эксплуатировать его в целях саморекламы. Существующие ограничения на разглашение финансовых показателей бизнеса, к сожалению, остаются в силе, и, как следствие, мы в редакции (и наши читатели) по-прежнему лишены возможности сопоставлять результаты *Siemens* с показателями других “королей”. Но мы не унываем: 22–23 мая 2018 года *Siemens* проводит в Сколково форум ***PLM Connection*** – крупнейшее событие *PLM*-отрасли в регионе. *Observer* является информационным партнером форума, организаторы которого запланировали содержательное интервью топ-менеджеров *Siemens PLM Software* **Александр Сухановой**, нашему руководителю и издателю. Рассчитываем опубликовать эксклюзивный материал с форума уже в следующем номере.

Хотя “дел – за гланды”, уже просто невозможно не обращать внимание на приход весны, всеобщее пробуждение и возбуждение, надвигающиеся майские праздники и Чемпионат мира по хоккею. Берегите себя!

Юрий Суханов

Издается с 2000 года
Регистрационный номер 000702490 от 4 сентября 2000 года

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

Над номером также работали:
Dr. Phys. С.И. Павлов sergey@cadcamcae.lv
к.т.н. Л.С. Дриц leonid@cadcamcae.lv
И.Л. Рогача irina@cadcamcae.lv
М.М. Балаян margo@cadcamcae.lv
Л.Н. Лоде luda@cadcamcae.lv
Л.П. Терехова

Editorial office / Адрес редакции:

Arpuzes 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>

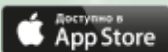
Полное или частичное воспроизведение или размножение каким бы то ни было способом материалов, опубликованных в настоящем издании, допускается только с письменного разрешения издательства.

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 ©2018



3 (119)/2018

КОЛОНКА РЕДАКТОРА

Editor's note

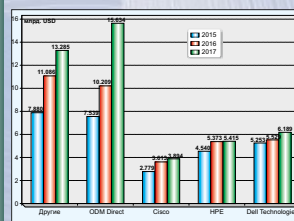
1 Кто может сравниться с Матильдой моей?!

Editor-in-chief column:
Who can be compared with my Matilda?!

СУПЕРКОМПЬЮТЕРЫ И ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ

High-performance computing & systems

6 Системы высокопроизводительных вычислений в 2017–2018 годах: обзор достижений и анализ рынков. Часть I. Серверы, облачная ИТ-инфраструктура, квантовые вычисления

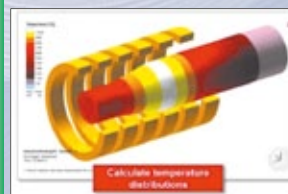


High-performance computing systems in 2017–2018: achievements review and markets analysis. Part 1. Servers, cloud IT-infrastructure, quantum computing

МАШИНОСТРОЕНИЕ И СМЕЖНЫЕ ОТРАСЛИ

Machine building and related industries

16 MSC Software объявляет о выпуске Simufact Forming v15.0



MSC Software announces Simufact Forming v15.0 release

17 Автомобиль как идеальный полигон разработки и испытаний передовых производственных технологий



CompMechLab: Automobile as ideal polygon for development and testing of advanced manufacturing technologies

25 Интегрированный инжиниринг и анализ авиационных конструкций



Advance Engineering: Integrated engineering and analysis of airframes

Siemens PLM Connection



Россия, г. Москва

22–23 мая 2018 г.

www.siemens.ru/plm

PLM Software

Воплощаем инновации

SIEMENS

МАШИНОСТРОЕНИЕ И СМЕЖНЫЕ ОТРАСЛИ

Machine building and related industries

32 Тенденции в сфере численного моделирования



Siemens PLM Software:
Simulation trends

34 Переход на новое поколение процессов проектирования

Siemens PLM Software:
Transition to the next generation
of design processes

38 MES – инструмент бережливого производства



NS Labs:
MES – lean
manufacturing tool

42 ПОЛИНОМ:MDM – новое решение для управления нормативно-справочной информацией промышленного предприятия

ASCONE: POLINOM:MDM – new solution
for industrial enterprise regulatory-reference
information management

44 Да пребудет с вами Сила! VERICUT с модулем Force на площадке Premium AEROTEC



May the Force be with
you. VERICUT Force
module at Premium
AEROTEC company

47 CGTech открывает офис в России

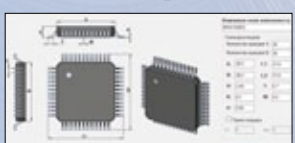


CGTech opens
office in Russia

49 Форум SOLIDWORKS World 2018: совершенствование SOLIDWORKS и использование платформы 3DEXPERIENCE

Комментарий компании CIMdata
SOLIDWORKS World 2018:
enhancing SOLIDWORKS and leveraging the
3DEXPERIENCE platform. CIMdata commentary

53 Как с помощью SWR-решений управлять данными цифрового предприятия



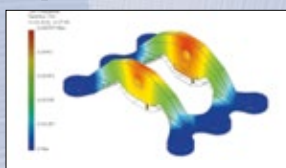
SWR Group:
Digital enterprise data
management with
SWR solutions

59 T-FLEX VR – инновационные технологии проектирования



Top Systems:
T-FLEX VR –
innovative design
technologies

65 Порождающее проектирование – инновационный подход к созданию цифрового макета изделия

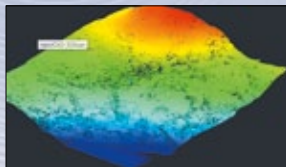


Yuzhnoye Design
Bureau: Generative
design – innovative
approach to product
digital mock-up
development

70 Эффективная платформа прикладных исследований и всестороннего численного моделирования на основе решений ANSYS

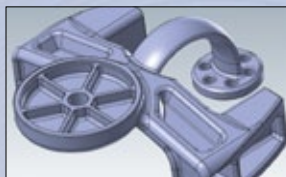
CADFEM CIS: Effective platform for
applied research and comprehensive numerical
simulation based on ANSYS solutions

76 Решение nanoCAD Облака точек: переход в 3D-образы



Nanosoft:
nanoCAD Points clouds –
transition to
3D representation

78 Многоосевой образ мышления По материалам пользователей Mastercam



The multiaxis state
of mind.
Following Mastercam
user blog materials

СТАНКИ, ИНСТРУМЕНТ, ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

Machines, Tools, Measuring devices

85 Передовые производственные технологии DMG MORI для российского рынка

На выставке “Металлообработка-2018” компания продемонстрирует комплексные решения для цифровизации и автоматизации



Advanced manufacturing
technologies from
DMG MORI for
Russian market. At
“Metalloobrabotka-2018”
exhibition company will
demonstrate complex
solutions for digitalization and automation

Российские решения

T-FLEX PLM

31 мая 2018, Москва, отель «Молодёжный»

В рамках Форума состоятся выступления на следующие темы:

- Параметризация 3.0:
Революция в параметрическом моделировании
- Работа с большими сборками:
еще больше деталей, еще удобнее,
ещё быстрее
- T-FLEX CAD Электротехника:
новый инструмент в линейке T-FLEX PLM
- T-FLEX VR - виртуальная реальность прямо в
среде проектирования T-FLEX CAD
- Отечественные решения T-FLEX PLM в основе
Умного производства для предприятий России



www.topsystems.ru

+7 (499) 978-85-28, 978-86-28

Системы высокопроизводительных вычислений в 2017–2018 годах: обзор достижений и анализ рынков

Часть I. Серверы, облачная ИТ-инфраструктура, квантовые вычисления

Сергей Павлов, Dr. Phys.

С чувством хорошо исполненного долга предлагаем вниманию читателей уже шестой по счету ежегодный комплексный обзор систем высокопроизводительных вычислений (ВПВ) или *High-Performance Computing (HPC)*, объединивший в прошлом году под общей “шапкой” шесть самостоятельных частей [1–6]. Все предыдущие публикации по-прежнему свободно доступны на нашем сайте www.cad-cam-cae.ru.

Как и в прошлом году, оптимизация структуры комплексного обзора в виде перераспределения материала между различными его частями будет продолжена; при этом возможна корректировка названий самостоятельных частей и изменение порядка их публикаций.

В первой части обзора актуализированная информация об интересующих нас сегментах компьютерного рынка распределена между следующими разделами (в скобках указана ссылка на недавнюю публикацию в предыдущем обзоре):

- 1 Соотношение традиционной и облачной ИТ-инфраструктур (часть I [1]);
- 2 Серверный рынок (часть I [1]);
- 3 Облачная ИТ-инфраструктура (часть I [1]);
- 4 Квантовые вычислители (часть IV [1]);
- 5 Услуги для публичных облаков (рассматривались в части IV позапрошлого обзора; там же обсуждалась облачная терминология [7]).

Об информационной базе настоящего обзора

Первым делом дадим несколько важных пояснений относительно информации, используемой при подготовке самостоятельных частей и всего комплексного обзора в целом. В отличие от предыдущих лет, эти ремарки в других самостоятельных частях обзора больше повторяться не будут.

Как мы не раз отмечали, отлов в безбрежном море информации значимых событий и тенденций, представляющих интерес для нашего обзора, традиционно производится с помощью ранее сформулированного подхода, практическое применение которого позволило составить наглядные диаграммы [8, рис. 4] и [9, рис. 29, табл. 6], отражающие заметные вехи в развитии технологий. Не исключено, что в рамках настоящего обзора упомянутые диаграммы будут обновлены с учетом достижений за прошедшую пятилетку.

О прорывных достижениях мы, как обычно, будем рассказывать в текущей части обзора, не дожидаясь выхода соответствующей по тематике части.

Что же касается финансовой аналитики, мы стараемся, по возможности, использовать данные какой-либо одной из зарекомендовавших себя исследовательских компаний, которая длительное

IT infrastructure's market size and growth rates for 2014–2017 and forecast for 2018 (IDC data on April 11, 2017; January 5, 2018 and April 10, 2018)

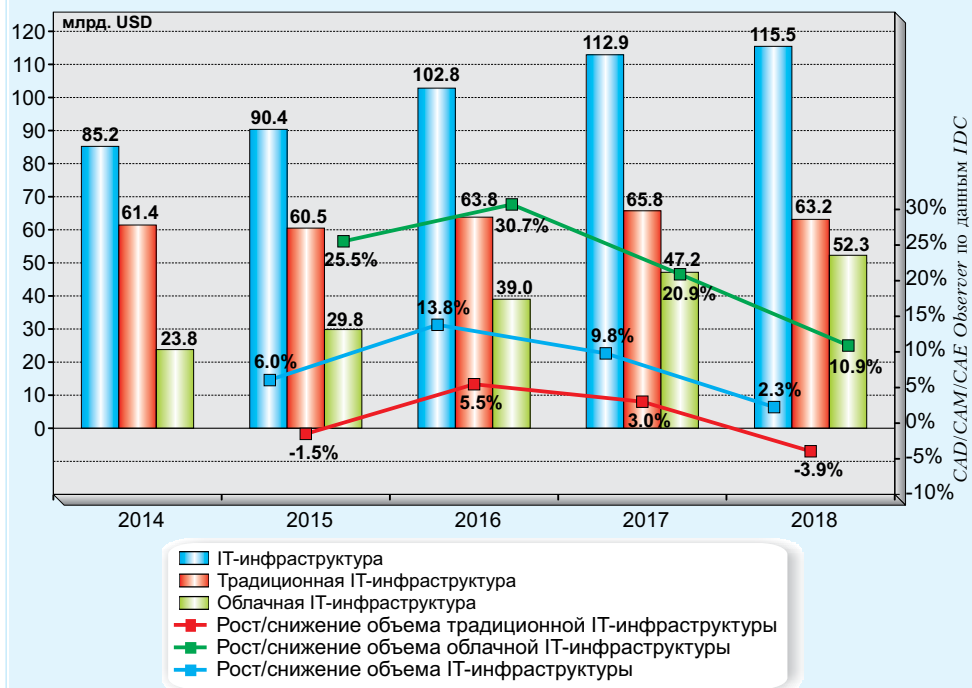


Рис. 1. Годовые объемы и темпы роста/снижения рынка ИТ-инфраструктуры в 2014–2017 гг. с прогнозом на 2018 г. (данные IDC на 11.04.2017 г., 05.01.2018 г. и 10.04.2018 г.)

время занимается систематическим анализом рассматриваемых нами рынков и их сегментов. Это позволяет следить за проходящей у нас на глазах эволюцией классификации, а также за трансформацией рынков и их сегментов.

Если публично доступными оказываются результаты рыночных исследований от разных аналитических компаний, в них обычно наблюдается расхождение данных по одним и тем же позициям. На наш взгляд, это отнюдь не принижает качественный уровень предлагаемой этими компаниями аналитики, поскольку расхождения объясняются различиями в классификации сегментов рынка и особенностями применяемых методик сбора и обработки данных.

Мы, со своей стороны, изучаем особенности классификации, применяемые конкурирующими командами аналитиков, чтобы, по возможности, сопоставлять информацию разных компаний или же восполнять недостаток данных у аналитиков одной компании за счет пула данных другой.

Многие диаграммы, предлагаемые читателям, построены в результате обратной “оцифровки” графиков в материалах аналитических компаний, поскольку числовые данные публикуются ими выборочно и фрагментарно. Для восполнения и верификации данных, а также для представления информации в наглядной форме, удобной для анализа, автору приходится проводить некоторые несложные расчеты.

Стоит подчеркнуть, что точность нашей “оцифровки” и последующей обработки в целом ничуть не ниже, чем у собственных числовых оценок аналитических компаний, которые впоследствии многократно уточняются.

Чтобы убедиться в существовании такого явления, как постоянное изменение/уточнение аналитическими компаниями ранее представленных ими статистических данных, достаточно сравнить их публикации за различные годы, кварталы или даже месяцы. Поэтому для цифр, которые мы использовали при составлении графиков и таблиц, при необходимости указывается дата публикации в первоисточнике. По этой же причине приведенные в настоящем

обзоре цифры могут незначительно отличаться от опубликованных в более ранних наших статьях – так выглядят диалектический подход в преломлении компьютерных рынков.

При изложении первой части настоящего обзора мы будем опираться, главным образом, на препарированные (дополненные и исправленные нами) данные систематических рыночных исследований, опубликованных в открытой печати аналитической компанией **International Data Corporation** или **IDC** (www.idc.com); её штаб-квартира расположена в гор. Фреммингем, шт. Массачусетс, США.

Кроме того, будем пользоваться некоторыми данными еще двух аналитических компаний:

- **Gartner** (www.gartner.com) со штаб-квартирой в гор. Стамфорд (шт. Коннектикут, США);
- **Synergy Research Group** (www.srgresearch.com) со штаб-квартирой в гор. Рино (шт. Невада, США).

1 Соотношение традиционной и облачной ИТ-инфраструктур

Вниманию аналитиков из **IDC** сосредоточено на изучении квартальных доходов вендоров от поставок серверов (*Servers*), систем хранения информации (*Storage*) и сетевых коммутационных модулей (*Ethernet Switch*). Отметим, что по отдельности объемы поставок устройств,

IT infrastructure market shares of segments – traditional, cloud as well as for private and public clouds – for 2014–2017 and forecast for 2018–2022 (IDC data on April 11, 2017; January 5, 2018 and April 10, 2018)

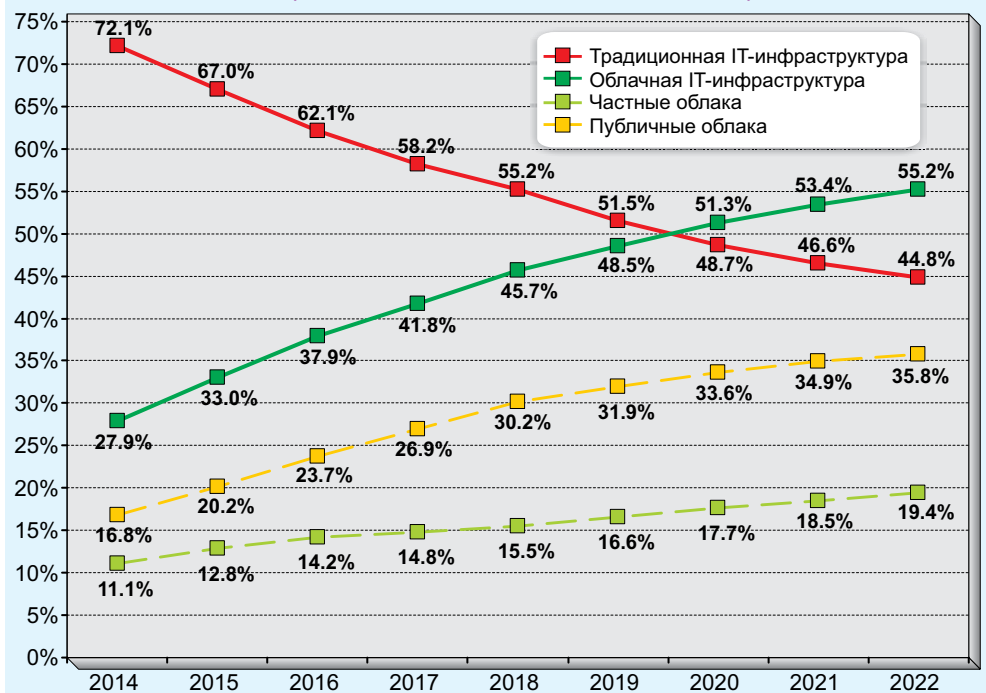


Рис. 2. Доли сегментов рынка ИТ-инфраструктуры (традиционной, облачной, а также для частных и публичных облаков) в 2014–2017 гг. с прогнозом на 2018–2022 гг. (данные IDC на 11.04.2017 г., 05.01.2018 г. и 10.04.2018 г.)

применяемых для создания традиционной и облачной ИТ-инфраструктуры, не рассматриваются.

Отдельное исследование аналитиков из *IDC* касается суммарных квартальных объемы поставок устройств, необходимых для создания облачной ИТ-инфраструктуры, а также прогнозов развития облачной ИТ-инфраструктуры в сравнении с традиционной.

✓ **Объемы сегментов рынка ИТ-инфраструктуры в 2017 году**

Общий объем рынка ИТ-инфраструктуры в 2017 году составил 112.9 млрд. долларов (рис. 1). В сравнении с 2016 годом (102.8 млрд.) прирост составил +9.8%. Годом ранее, в 2016 году, прирост по сравнению с 2015 годом (90.4 млрд.) был выше: +13.8%.

Объем облачной ИТ-инфраструктуры в 2017 году достиг 47.2 млрд. долларов при годовом росте +20.9% в сравнении с 2016 годом (39 млрд.). Годом ранее, в 2016 году, прирост по сравнению с 2015 годом (29.8 млрд.) был значительно выше: +30.7%.

Объем традиционной ИТ-инфраструктуры в 2017 году достиг 65.8 млрд. долларов при годовом росте +3% в сравнении с 2016 годом (63.8 млрд.). Годом ранее, в 2016 году, прирост по сравнению с 2015 годом (60.5 млрд.) тоже был выше: +5.5%.

✓ **Прогноз изменения долей сегментов рынка ИТ-инфраструктуры в 2018–2022 гг.**

За 2017 год доля облачной ИТ-инфраструктуры выросла с 37.9% в 2016 году до 41.8% в 2017 году. Соответственно, доля традиционной ИТ-инфраструктуры уменьшилась – с 62.1% в 2016 году до 58.2% в 2017 году.

Эта тенденция сокращения доли традиционной ИТ-инфраструктуры в пользу облачной наблюдается уже четыре года и будет наблюдаться в предстоящие пять лет (рис. 2). При этом, согласно прогнозам аналитической компании *IDC*, объемы традиционной и облачной ИТ-инфраструктур в денежном выражении сравниваются уже в 2019 году, и в дальнейшем облачная ИТ-инфраструктура будет превалировать.

Согласно прогнозу аналитической компании *IDC*, доля облачной ИТ-инфраструктуры в общем объеме ИТ-инфраструктуры вырастет с 27.9% в 2014 году до 55.2% в 2022 году, тогда как доля традиционной за это время уменьшится с 72.1% до 44.8%.

Прогнозируется, что объемы традиционной и облачной ИТ-инфраструктур в денежном выражении сравняются в 2019 году.

2 **Серверный рынок**

Настоящий раздел подготовлен с использованием данных *IDC* о квартальных доходах вендоров от поставок серверов. Напомним, что в отчетах *IDC*, начиная с 2013 года, помимо сведений о пятерке ведущих поставщиков серверов имеется строка с названием **ODM direct**. В этой позиции фиксируется объем заказов на оборудование для обеспечения облачных операций, обработки больших объемов данных и поддержки *Web 2.0*. Оригинальное оборудование проектируется и производится компаниями, которые *IDC* относит к классу *Original Design Manufacturers (ODM)*.

Анализ серверного рынка в наших обзорах проводится с 2003 года. Выбор данных от *IDC* в качестве основы обусловлен нашим интересом к рынку *HPC*-систем (являющемуся сегментом серверного рынка), сведения о котором ранее приводились в отчетах *IDC* (теперь, начиная с 2017 года, они присутствуют в исследованиях компании *Hyperion Research*,

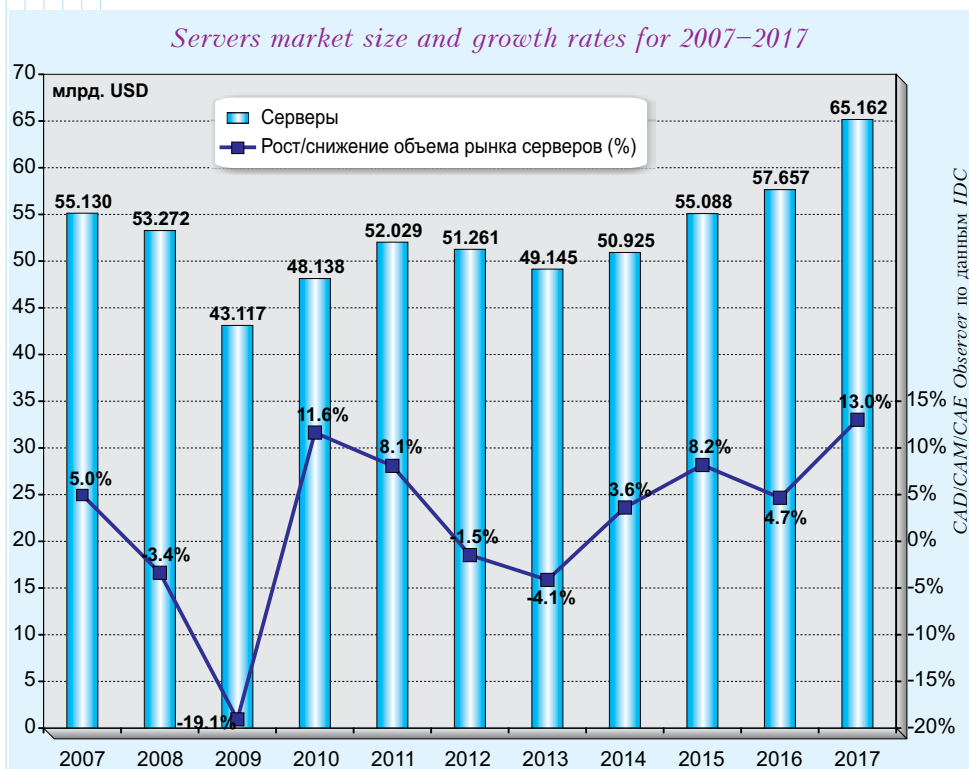


Рис. 3. Объемы и темпы роста/снижения рынков серверов в 2007–2017 гг.

образовавшейся на базе HPC-подразделения IDC после прошлогоднего изменения владельца IDC). В рамках нашего комплексного обзора, изменения на рынке HPC-систем за 2017 год будут рассматриваться позже, так как аналитика от Hyperion Research, по всей видимости, будет опубликована в период 24–28 июня 2018 года – на конференции ISC High Performance во Франкфурте (Германия), сопутствующей представлению очередного, 51-го списка рейтинга суперкомпьютеров Top500.

Отметим также, что данные о поставках серверных вендоров ежеквартально публикуются и аналитической компанией Gartner (как в натуральном, так и в денежном выражении).

Однако опираться на эти исследования мы, к сожалению, не можем, так как гартнеровская аналитика не покрывает все интересующие нас сегменты рынков, а потому не обеспечивает необходимую нам преемственность данных.

Далее мы приведем некоторые интегральные цифры из серверных пресс-релизов от Gartner. Однако корректно сопоставить аналитику от IDC и Gartner не получается – ввиду различий в применяемой ими классификации (что проявляется, как минимум, в отсутствии в релизах Gartner строки ODM direct).

✓ Объем серверного рынка

По сравнению с ситуацией на 2016 год, общий объем всего серверного рынка в денежном выражении в 2017 году увеличился на +13% – до 65.2 млрд. долларов (рис. 3).

Согласно данным аналитической компании IDC, объем серверного рынка в 2017 году составил 65.2 млрд. долларов, то есть увеличился на +13% по сравнению с 2016-м.

До этого рост наблюдался еще в течение трех лет: в 2016 году (57.7 млрд. долларов) увеличение составило +4.7% по сравнению с 2015 годом; в 2015 году (55.09 млрд. долларов) рынок вырос на +8.2% по сравнению с 2014 годом; в 2014 году

(50.9 млрд.) был зафиксирован рост на +3.6% по сравнению с 2013-м.

Однако в предыдущие два года рынок сжимался. В 2013 году (49.1 млрд.) уменьшение составило -4.1% по сравнению с 2012-м, а в 2012-м (51.3 млрд.) наблюдалась “усушка” на -1.5% в сравнении с 2011 годом.

Перед этим, тоже два года подряд, рынок уверенно рос. Так, в 2011 году его объем (52.0 млрд.) увеличился на +8.1%, а в 2010 году рынок вырос

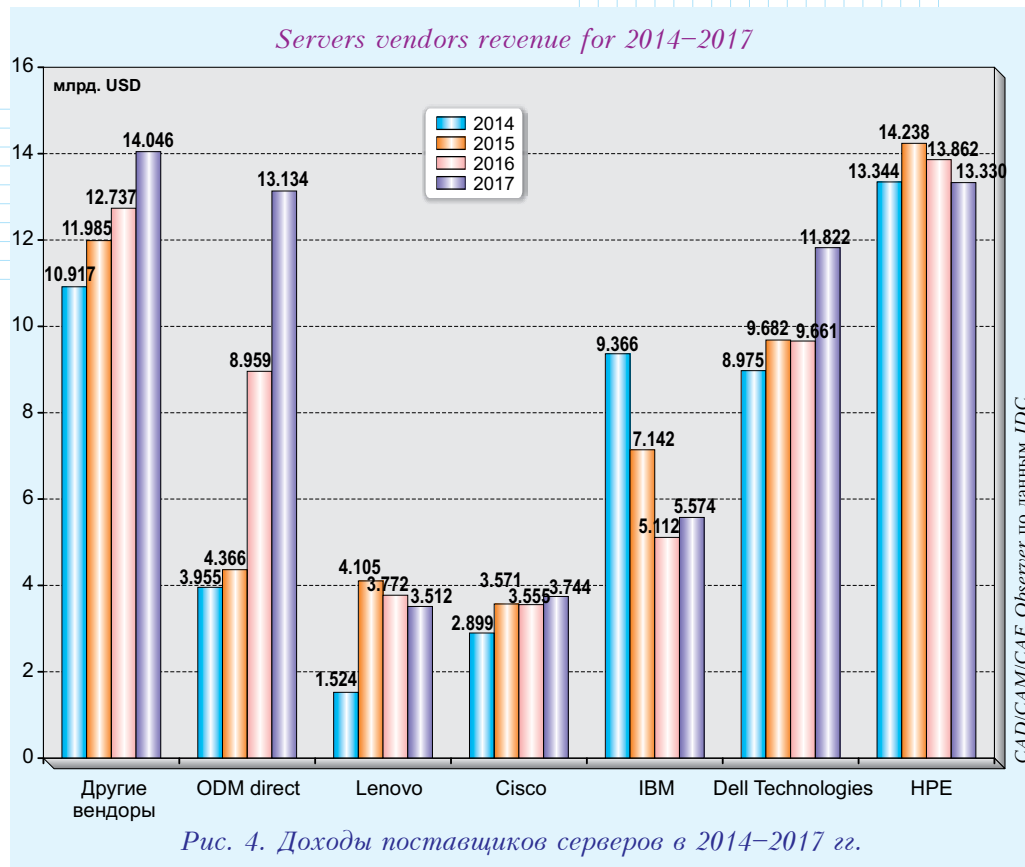


Рис. 4. Доходы поставщиков серверов в 2014–2017 гг.



Рис. 5. Доходы лидеров рынка серверов и их рыночные доли в 2017 г.

на +11.7%, и его объем достиг 48.1 млрд. долларов.

Напомним, что в период кризиса 2009 года серверный рынок сжался весьма существенно: в 2009 году его объем составил всего 43.1 млрд. долларов, что означает падение на -19.1% по сравнению с 2008 годом (53.3 млрд.) и на -21.8% по сравнению с 2007-м (55.13 млрд. долларов).

Таким образом, если рассматривать чисто денежный аспект, показатели рынка серверов стали превышать докризисные значения только в последние два года: рекорд 2007 года (55.13 млрд.) был побит лишь через десять лет, в 2016 году (57.7 млрд. долларов).

✓ Основные финансовые показатели лидеров серверного рынка

По состоянию на 2017 год, лидерами серверного рынка в целом стали, по версии IDC, пять хорошо известных компаний (рис. 4, 5):

- 1 Hewlett-Packard Enterprise (HPE);
- 2 Dell Technologies;
- 3 IBM;
- 4 Lenovo;
- 5 Cisco.

Напомним, что к результатам HPE приплюсованы результаты китайского предприятия *New H3C Group* (его штаб-квартиры находятся в городах *Hangzhou* и *Beijing*, то есть Пекин), образование которого было завершено 4 мая 2016 года в соответствии с соглашением между компанией HPE и китайским холдингом *Tsinghua Holdings*.

Следует отметить, что компания *Cisco*, впервые появившаяся в отчетах IDC в 2012 году, сначала нахально сдвинула с пятого места вниз компанию *Fujitsu*, а затем, в 2013 году, с четвертого места – компанию *Oracle*. В 2015 году на четвертое место вышла компания *Lenovo*, поэтому *Oracle* с тех пор в пятерку не попадет.

✓ IDC vs. Gartner: объем серверного рынка и финансовые показатели лидеров

Если сравнивать данные IDC и *Gartner* за 2017 год, то картина получается следующая (все цифры в млрд. долларов):

- объем рынка серверов – 65.162 vs. 59.759;
- HPE – 13.330 vs. 12.965;
- Dell Technologies – 11.822 vs. 11.798;
- IBM – 5.574 vs. 5.549.

Дальнейшее сравнение не будет корректным, поскольку в отчетах *Gartner* в пятерку

Cloud IT infrastructure market size and vendors revenue for 2015–2017

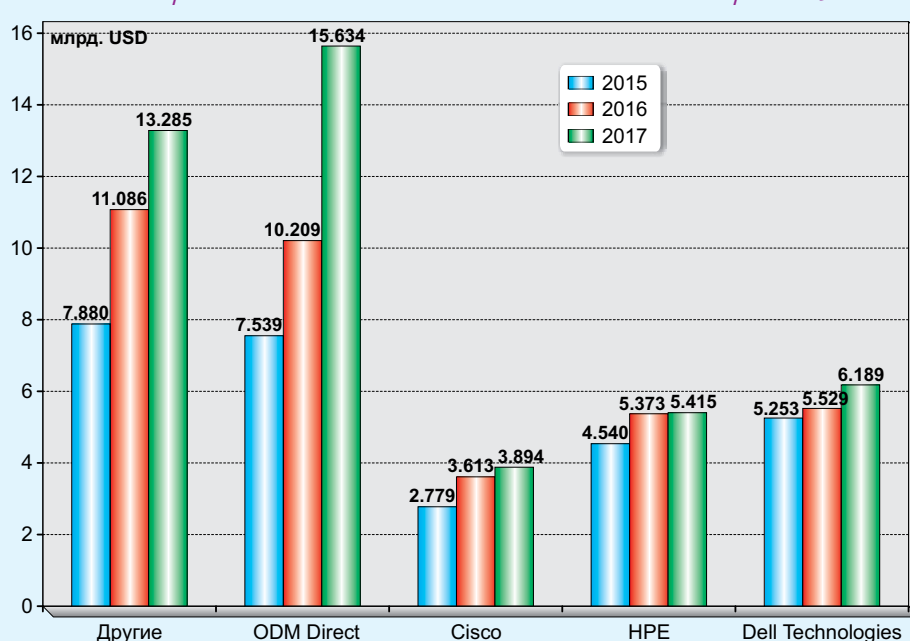


Рис. 6. Объемы рынка облачной ИТ-инфраструктуры в 2015–2017 гг. и доходы поставщиков

CAD/CAM/CAE Observer по данным IDC

квартальных лидеров присутствуют следующие компании *Cisco* (I, II, III кварталы), *Lenovo* (I квартал), *Huawei* (II, IV кварталы), *Inspur Electronics* (III, IV кварталы).

3 Облачная ИТ-инфраструктура

Этот раздел, как и предыдущий, серверный, подготовлен с использованием данных IDC для рынка ИТ-инфраструктуры, включающих в себя

Cloud IT infrastructure market leaders' revenues and shares in 2017

Лидеры рынка облачной ИТ-инфраструктуры в 2017 году (объем рынка 44.417 млрд. USD)

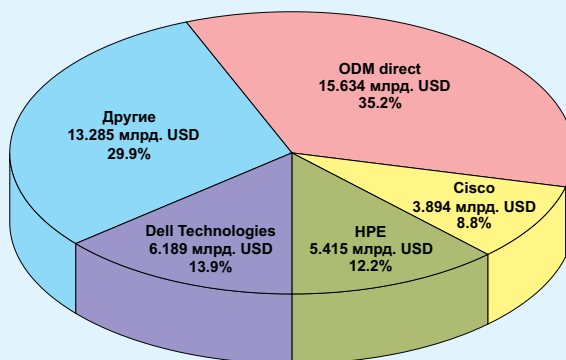


Рис. 7. Доходы лидеров рынка облачной ИТ-инфраструктуры и их рыночные доли в 2017 г.

CAD/CAM/CAE Observer по данным IDC

квартальные доходы пяти ведущих поставщиков, а также *ODM direct*.

✓ **Основные финансовые показатели лидеров рынка облачной ИТ-инфраструктуры**

По версии компании *IDC*, в трио лидирующих поставщиков облачной ИТ-инфраструктуры входят следующие компании (рис. 6, 7):

- 1 *Dell Technology*;
- 2 *HPE*;
- 3 *Cisco*.

Только для этих трех компаний данные о них, как о квартальных лидерах, появились в пресс-релизах *IDC* во всех четырех кварталах 2017 года. Ранжирование остальных компаний не будет корректным, поскольку в отчетах *IDC* в пятерке квартальных лидеров попеременно присутствовали: *Huawei* (II, III, IV кварталы), *NetApp* (II, III кварталы), *Inspur Electronics* (II, III кварталы), *IBM* (IV квартал).

Лидерство в 2017 году сохранила компания *Dell Technologies*, которая возглавила рейтинг в 2016 году после объединения компаний *Dell* и *EMC* (напомним, что об этой сделке было объявлено в октябре 2015 года, а закрыта она была лишь в сентябре 2016 года).

Как и в предыдущем разделе, к данным *HPE* добавлены результаты *New H3C Group*.

В совокупности на тройку лидеров рынка облачной ИТ-инфраструктуры в 2017 году приходится чуть больше трети (34.9%) рынка (рис. 7). Обращаем внимание, что эти три компании входят также и в пятерку ведущих поставщиков серверов, причем на их долю приходится 43.3% объема серверного рынка в 2017 году (рис. 5).

Что же касается “желтых маек”, то компании *Dell Technologies*, уже два года возглавляющей рейтинг ведущих поставщиков облачной ИТ-инфраструктуры, на рынке серверов приходится довольствоваться только вторым местом, и отрыв от *HPE* весьма значителен.

4 **Квантовые вычислители**

Раздел о квантовых вычислителях, которые кратко упоминались в процессорной части нашего прошлогоднего обзора [4], мы решили переместить в часть, посвященную облачным технологиям.

Сразу надо сказать, что в этом разделе мы не будем обсуждать тонкости функционирования таких систем.

Наша задача проще – наблюдать за достижениями ведущих игроков складывающегося рынка квантовых вычислений, а также отслеживать интересующую нас информацию о практических шагах, связанных с внедрением результатов фундаментальных научных исследований в этой области.

Среди поднадзорных, в первую очередь, отметим компании *IBM*, *Google*, *Intel*, *Microsoft*, *Alibaba*.

Прототипы квантовых компьютеров, учитывая их достаточно большие габариты, сложно отнести к изделиям для массового применения. Однако эту область уже нельзя относить и к отвлеченным изысканиям. Очередной раз первопроходцем стала компания *IBM*, которая сделала свое громоздкое “квантовое железо” облачно доступным для пользователей *IBM Cloud* с помощью платформы *IBM Quantum Experience*. А в декабре 2017 года *IBM* удалось получить первых коммерческих клиентов.

5 **Услуги для публичных облаков**

Настоящий раздел подготовлен, в основном, с использованием данных от компаний *IDC* и *Gartner*.

✓ **Рост объема рынка услуг для публичных облаков**

По прогнозу компании *IDC*, объем рынка услуг для публичных облаков в 2018 году вырастет на +23.2% и достигнет 160 млрд. долларов. В дальнейшем средний годовой прирост составит +20.9%, а объем рынка к 2021 году достигнет 277 млрд. долларов (рис. 8), то есть станет в два с лишним раза больше, чем в 2017-м (129.9 млрд. долларов).

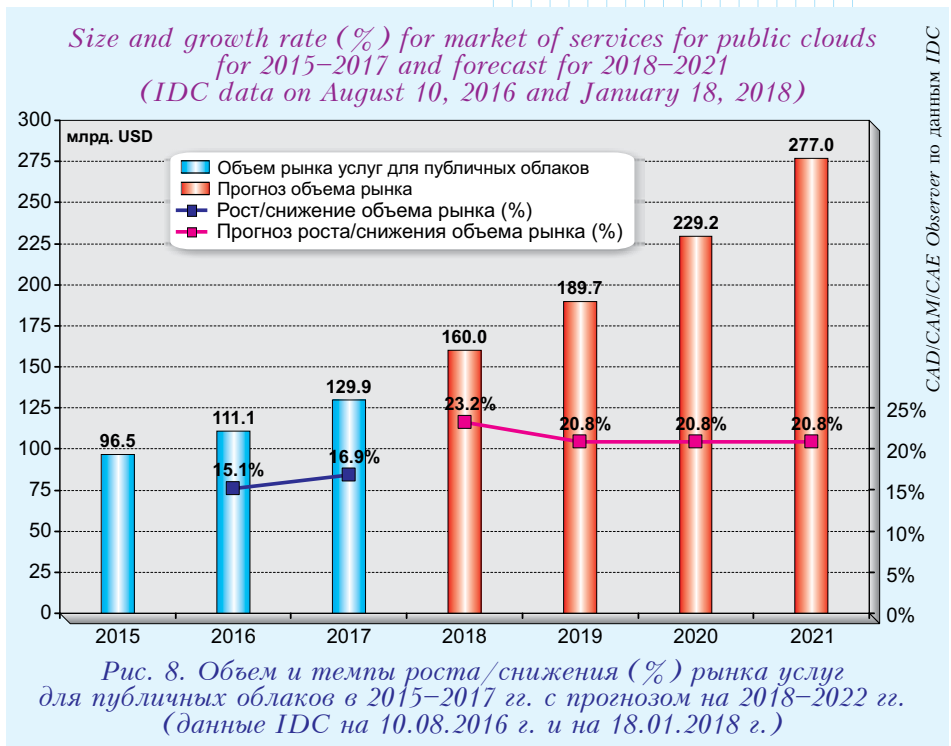


Рис. 8. Объем и темпы роста/снижения (%) рынка услуг для публичных облаков в 2015–2017 гг. с прогнозом на 2018–2022 гг. (данные IDC на 10.08.2016 г. и на 18.01.2018 г.)

Size of market of services for public clouds for 2015–2017 and forecast for 2018–2021 (Gartner data on January 25, 2016, October 12, 2017, April 12, 2018)

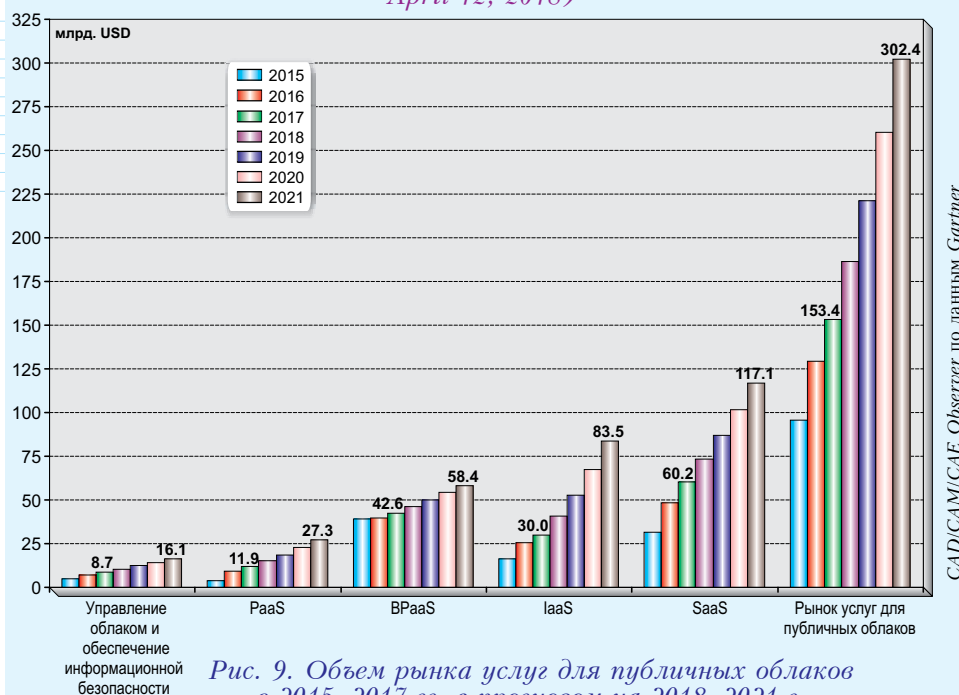


Рис. 9. Объем рынка услуг для публичных облаков в 2015–2017 гг. с прогнозом на 2018–2021 г. (данные Gartner на 25.01.2016 г., 12.10.2017 г. и 12.04.2018 г.)

качестве услуги (SaaS) принесет его владельцам 106.7 млрд. долларов или 66.7%. Суммарный заработок владельцев инфраструктуры от предоставления её в качестве услуги (IaaS) и предоставления платформы в качестве услуги (PaaS) в 2018 году составит 53.3 млрд. долларов или 33.3%. С более подробной классификацией от IDC и темпами роста отдельных сегментов можно ознакомиться в пресс-релизе компании от 18.01.2018 г., однако построение таблицы для периода 2016–2021 гг. по предложенным в нём free-of-charge данным оказалось затруднительным.

Разработанная аналитиками Gartner классификация сегментов рынка услуг для публичных облаков (рис. 9, 10, табл. 1)

По прогнозу компании IDC, объем рынка услуг для публичных облаков к 2021 году достигнет 277 млрд. долларов, при более чем двукратном росте (+113.3%) в сравнении с 2017 годом (129.9 млрд. долларов).

используется ими уже третий год, и, по всей видимости, можно считать, что она уже сложилась. Освежить в памяти толкование понятий, применяемых компанией Gartner, можно в терминологической части позапрошлого года обзора [7].

Согласно прогнозу компании Gartner, объем рынка услуг для публичных облаков в 2018 году вырастет на +21.4% и достигнет 186.3 млрд. долларов. Объем рынка к 2021 году вырастет на +97.1% в сравнении с 2017 годом и достигнет 302.4 млрд. долларов (рис. 9).

Согласно прогнозу компании Gartner, объем рынка услуг для публичных облаков к 2021 году достигнет 302.4 млрд. долларов, при почти двукратном росте (+97.1%) в сравнении с 2017-м (153.4 млрд. долларов).

В целом оценки компаний IDC и Gartner сопоставимы, а причина расхождений, по всей видимости, кроется в различиях применяемой аналитиками классификации.

Аналитики IDC оценивают структуру рынка в 2018 году следующим образом: предоставление программного обеспечения в

Structure of market of services for public clouds in 2017 (Gartner data on April 12, 2018)

Объем услуг для публичных облаков в 2017 году – 153.4 млрд. USD

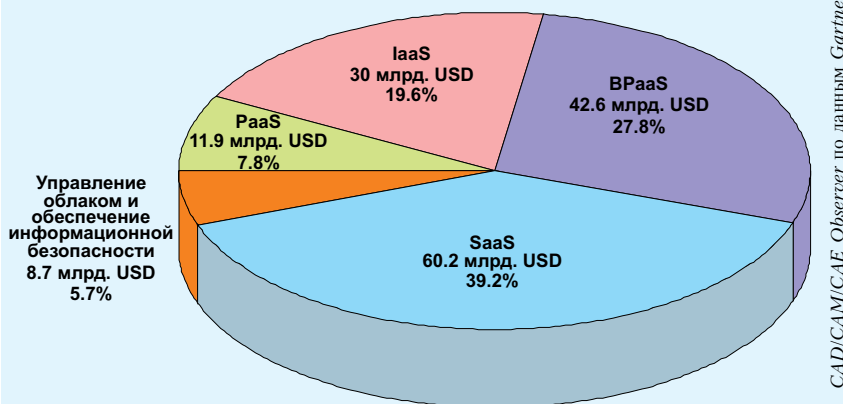
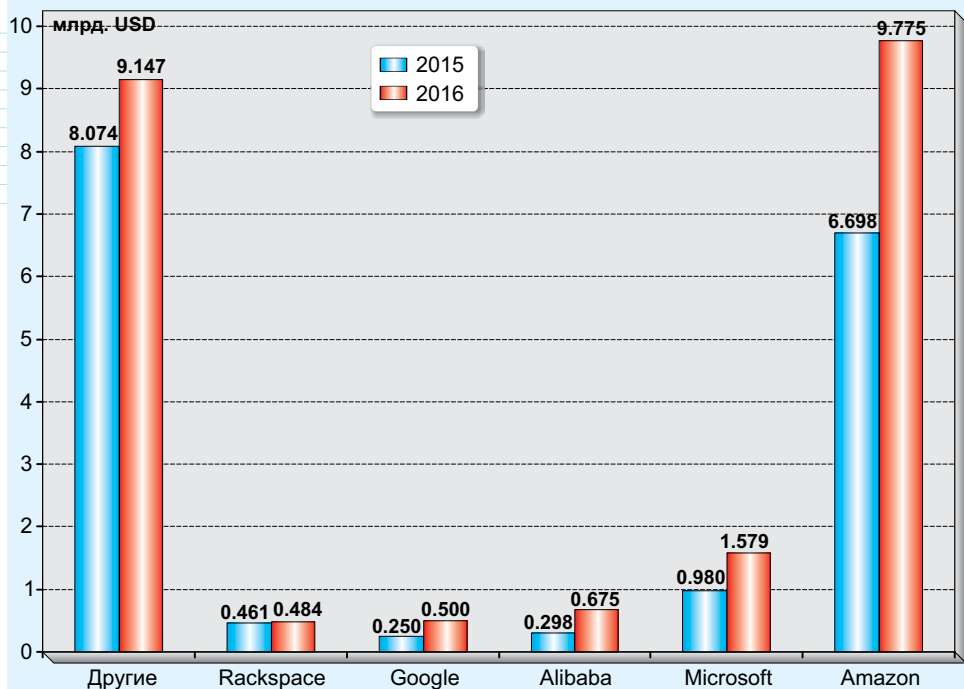


Рис. 10. Структура рынка услуг для публичных облаков в 2017 г. (данные Gartner на 12.04.2018 г.)

*Size and structure of IaaS market in 2015–2016
(Gartner data on September 27, 2017)*



CAD/CAM/CAE Observer по данным Gartner

*Рис. 11. Объем и структура рынка IaaS в 2015–2016 гг.
(по данным Gartner на 27.09.2017 г.)*

В качестве сравнения с прогнозами *IDC*, приведем для тех же сегментов рынка оценки компании *Gartner* для 2018 года (все цифры в млрд. долларов):

- объем услуг для публичных облаков – 129.9 vs. 153.4;
- *SaaS* – 106.7 vs. 73.6;

Alibaba, Google и *Rackspace*.

В свою очередь аналитики *Synergy Research Group* оценили объем рынка *IaaS* в 2017 году суммой в размере 46 млрд. долларов. Пятерка лидеров в них отранжирована следующим образом: *Amazon, Microsoft, IBM, Google* и *Alibaba*. К сожалению, составление годовой диаграммы на основе “обратного инжиниринга” квартальных диаграмм от *Synergy* оказалось затруднительным.

✓ **Лидеры рынка SaaS**

По версии компании *Synergy*, квинтет лидеров среди поставщиков *SaaS* (программное обеспечение как услуга) по данным на II квартал 2017 года (пресс-релиз опубликован 31.08.2017 г.) состоит из *Microsoft, Salesforce, Adobe, Oracle* и *SAP*. Квартальный объем рынка *SaaS* составляет порядка 15 млрд. долларов.

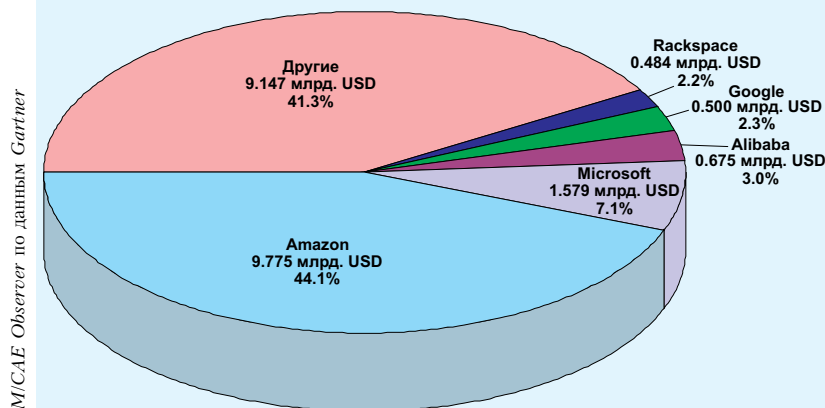
Резюме

Итак, в первой части нашего обзора с различной степенью глубины/поверхности рассмотрены следующие рынки:

- 1 серверов (лидеры – *HPE, Dell Technologies, IBM, Lenovo, Cisco*);
- 2 облачной ИТ-инфраструктуры (лидеры – *Dell Technology, HPE,*

*Structure of IaaS market in 2016
(Gartner data on September 27, 2017)*

Рынок IaaS для публичных облаков в 2016 году – 22.160 млрд. USD



CAD/CAM/CAE Observer по данным Gartner

*Рис. 12. Структура рынка IaaS в 2016 гг.
(по данным Gartner на 27.09.2017 г.)*

Табл. 1. Структура рынка услуг для публичных облаков в 2016–2017 гг. с прогнозом на 2018 г.

Виды услуг	2016 г.		2017 г.		2018 г.		2017 г. в сравнении с 2016 г., %	2018 г. в сравнении с 2017 г., %
	Доход, млрд. USD	Доля, %	Доход, млрд. USD	Доля, %	Доход, млрд. USD	Доля, %		
SaaS	48.2	37.3%	60.2	39.2%	73.6	39.5%	+24.9%	+22.3%
BPaaS	39.6	30.6%	42.6	27.8%	46.4	24.9%	+7.6%	+8.9%
IaaS	25.4	19.6%	30.0	19.6%	40.8	21.9%	+18.1%	+36.0%
PaaS	9.0	7.0%	11.9	7.8%	15.0	8.1%	+32.2%	+26.1%
Управление облаком, обеспечение информацион- ной безопасности	7.1	5.5%	8.7	5.7%	10.5	5.6%	+22.5%	+20.7%
Весь рынок услуг для публичных облаков	129.3	100.0%	153.4	100.0%	186.3	100.0%	+18.6%	+21.4%

Примечание: таблица составлена на основе данных компании Gartner (на 12.10.2017 г. и 12.04.2018 г.)

Cisco, **Huawei**, NetApp, **Inspur Electronics**, **IBM**);

3 квантовых вычислений (лидеры – **IBM**, **Google**, **Intel**, **Microsoft**, **Alibaba**);

4 предоставления инфраструктуры как услуги (лидеры – **Amazon**, **Microsoft**, **Alibaba**, **Google** и **Rackspace**);

5 поставщиков ПО как услуги (лидеры – **Microsoft**, **Salesforce**, **Adobe**, **Oracle** и **SAP**).

Чтобы получать достаточное представление об интересующих нас сегментах компьютерного рынка, при подготовке предыдущих обзоров мы обращали более пристальное внимание на компании, выделенные полужирным шрифтом.

Не исключено, что в нынешнем обзоре этот перечень будет расширен. В качестве кандидатов на расширение перечня можно рассматривать компании **Amazon** и **Alibaba**. ☺

Литература

1. Павлов С. Системы высокопроизводительных вычислений в 2016–2017 годах: обзор достижений и анализ рынков. Часть I. HPC-системы, серверы, облачная IT-инфраструктура // *CAD/CAM/CAE Observer*, 2017, №4, с. 6–15.

2. Павлов С. Системы высокопроизводительных вычислений в 2016–2017 годах: обзор достижений и анализ рынков. Часть II. Суперкомпьютеры // *CAD/CAM/CAE Observer*, 2017, №5, с. 71–86.

3. Павлов С. Системы высокопроизводительных вычислений в 2016–2017 годах: обзор достижений и анализ рынков. Часть III. Компьютеры, планшетики, смартфоны // *CAD/CAM/CAE Observer*, 2017, №7, с. 6–14.

4. Павлов С. Системы высокопроизводительных вычислений в 2016–2017 годах: обзор достижений и анализ рынков. Часть IV. Процессоры // *CAD/CAM/CAE Observer*, 2017, №8, с. 55–66.

5. Павлов С. Системы высокопроизводительных вычислений в 2016–2017 годах: обзор достижений и анализ рынков. Часть V. Итоги года // *CAD/CAM/CAE Observer*, 2018, №1, с. 70–81.

6. Павлов С. Системы высокопроизводительных вычислений в 2016–2017 годах: обзор

достижений и анализ рынков. Часть VI. Планы и прогнозы // *CAD/CAM/CAE Observer*, 2018, №2, с. 6–15.

7. Павлов С. Системы высокопроизводительных вычислений в 2015–2016 годах: обзор достижений и анализ рынков. Часть IV. Облачные вычисления // *CAD/CAM/CAE Observer*, 2016, №8, с. 80–88.

8. Павлов С. Системы высокопроизводительных вычислений в 2011–2012 годах: обзор достижений и анализ рынка. Часть III // *CAD/CAM/CAE Observer*, 2013, №1, с. 75–86.

9. Павлов С. Системы высокопроизводительных вычислений в 2012–2013 годах: обзор достижений и анализ рынков. Часть II. Процессоры для HPC-систем. EDA-системы // *CAD/CAM/CAE Observer*, 2013, №6, с. 77–88; №7, с. 85–92.

Об авторе:

Павлов Сергей Иванович – *Dr. Phys.*, ведущий научный сотрудник Лаборатории математического моделирования окружающей среды и технологических процессов Латвийского университета (Sergejs.Pavlovs@lu.lv), автор аналитического PLM-журнала “*CAD/CAM/CAE Observer*” (sergey@cadcamcae.lv).

Russia, Moscow,
September 24-25.

серия ежегодных
международных
суперкомпьютерных
конференций



International Conference Russian Supercomputing Days 2018

<http://RussianSCDays.org>

24-25 СЕНТЯБРЯ

ДВА ИСКЛЮЧИТЕЛЬНО НАПОЛНЕННЫХ СУПЕРКОМПЬЮТЕРНЫМИ СОБЫТИЯМИ ДНЯ
ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ, НАУЧНЫЕ СЕКЦИИ, СТЕНДОВАЯ СЕКЦИЯ, КОНФЕРЕНЦИЯ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ, СЕМИНАРЫ, ВЫСТАВКА

ТЕМАТИКА КОНФЕРЕНЦИИ – суперкомпьютерные технологии во всем многообразии: параллельные и распределенные вычисления, новые программные и аппаратные вычислительные решения, новые алгоритмы, большие задачи, суперкомпьютерное образование и многое другое.

АУДИТОРИЯ КОНФЕРЕНЦИИ – российские и зарубежные представители науки, промышленности, бизнеса, образования, государственных органов, учащихся.

ФОРМАТ КОНФЕРЕНЦИИ – два полных дня и множество параллельно идущих секций: приглашенные доклады, научные и индустриальные секции, семинары и мастер-классы, тренинги, постерная секция, конференция молодых ученых, выставка суперкомпьютерных технологий. Рабочие языки конференции – русский и английский.

КЛЮЧЕВЫЕ ДАТЫ

До 1 апреля 2018 г. – прием аннотаций докладов.

До 15 апреля – представление полных версий докладов.

15 мая – уведомление о включении доклада в программу конференции

30 мая – представление окончательного варианта статьи.

На конференцию принимаются полные и короткие статьи и аннотации постеров на русском и английском языке. Все работы, включенные в программу конференции, будут опубликованы в полном сборнике трудов с индексацией в РИНЦ. Статьи на английском языке (все полные и лучшие короткие) будут опубликованы в сборнике серии Communications in Computer and Information Science издательства Springer (направляется в Scopus и WoS) и в журнале Supercomputing Frontiers and Innovations (направляется в Scopus). Лучшие полные статьи на русском языке, в том числе работы с конференции молодых ученых, будут опубликованы в журналах из перечня ВАК.

ПРИГЛАШЕННЫЕ ДОКЛАДЧИКИ

Вас ждут выступления ведущих мировых специалистов в области НРС.

Jack Dongarra (USA)



Berni Mohr (Germany)



Thomas Sterling (USA)



Konstantin Anokhin (Russia)



◆ Новости компании *MSC Software* ◆

MSC Software объявляет о выпуске *Simufact Forming v15.0*

Программный комплекс *Simufact Forming* предназначен для компьютерного моделирования процессов обработки металлов давлением (ОМД) и термообработки (ТО). Сегодня этот комплекс широко используется в различных отраслях промышленности: авиакосмической, автомобильной, в общем машиностроении, а также поставщиками запчастей и материалов, крупными *OEM*-компаниями (производителями оригинального оборудования). Благодаря оптимизации производственных процессов с помощью моделирования, пользователи *Simufact Forming* добиваются значительной экономии средств.

Высококачественное численное моделирование в среде *Simufact Forming* основывается на применении лидирующих программных средств компании *MSC Software*:

- **Marc** – конечно-элементный решатель для нелинейных задач;
- **Dytran** – конечно-объемный решатель для нелинейных задач.

Оба пакета постоянно совершенствуются, и новые возможности этих решателей интегрируются в новые версии *Simufact*. Комплексные технологии виртуального моделирования и инженерного анализа компании *MSC Software* дают возможность с высокой точностью представить физику сложных нелинейных процессов ОМД и ТО.

Функционал *Simufact Forming* охватывает полный спектр процессов формовки: в их числе холодная, горячая и листовая штамповка, ковка, прокатка, раскатка колец, создание механических соединений (клёпка), сварка давлением и термообработка. Численное моделирование широкого спектра технологий ОМД позволяет получить реалистичное представление технологических процессов с полноценной 3D-визуализацией всех инструментов и деталей.

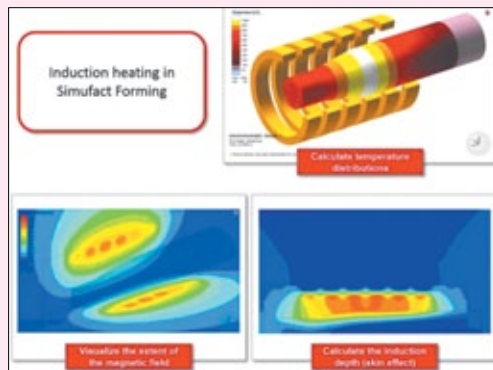
Полнофункциональный комплекс *Simufact Forming* предлагает широкий набор инструментов для виртуального проектирования и отработки реальных технологических процессов. С его помощью можно промоделировать как отдельные стадии технологического процесса, так и всю технологическую цепочку целиком – от заготовки до готового изделия. При этом модульная концепция *Simufact Forming* позволяет задействовать именно тот функционал, который необходим для решения стоящих перед пользователями задач. Этот подход является наиболее экономически эффективным и обеспечивает возврат инвестиций в наиболее сжатые сроки.

Пакет *Simufact Forming* предназначен для технологов, занятых решением задач отладки и оптимизации технологических процессов ОМД и ТО. Его применение позволяет разработать техпроцесс изготовления детали с первой же попытки, а также дает возможность поиска путей минимизации деформаций и остаточных напряжений, уменьшения затрат материала и энергии. В целом это обеспечивает повышение эффективности как при проектировании, так и при производстве за счет замены большей части натуральных

испытаний компьютерным моделированием. Графический пользовательский интерфейс системы, удобный и простой в освоении, ориентирован на технологов.

Основные нововведения версии *v15.0*:


- Добавлена возможность моделирования процесса цементации;
- Расширены возможности моделирования процесса индукционного нагрева;
- Добавлено автоматическое образмеривание для точечной сварки;
- Добавлены модели разрушения – Бонора (*Bonora*) и Гурсона (*Gurson*);
- В графический интерфейс пользователя (*GUI*) добавлена поддержка анализа ползучести;
- Введена поддержка жестких тел с учетом теплопроводности при нагружении этих тел силами;



- Для всех материалов добавлен коэффициент диссипации;
- В приложение *Simufact Material* добавлены данные по диффузии;
- Добавлены материалы для процесса индукционного нагрева;
- В интерфейсе приложения *Simufact Material* появились поля ввода параметров для моделей разрушения Бонора и Гурсона;
- Реализована новая библиотека для вычисления размера зерна;
- Для модели разрушения

Джонсона-Кука (*Johnson-Cook*) добавлены зависимости данных от скорости деформаций и температуры;

- Переработано масштабирование для кривых сопротивления деформациям;
- В интерфейс введена поддержка кинематического и комбинированного законов упрочнения;
- Добавлена температурно-зависимая линейная модель аустенизации;
- Для материалов добавлены *Ac1* и *Ac3* температуры – для работы с линейной моделью аустенизации;
- Предлагаются значения твердости по умолчанию для материалов с учетом фазовых превращений;
- Полностью переработан алгоритм позиционирования деталей в пространстве;
- Полностью переработан модуль для моделирования сложной кинематики;
- Добавлена возможность импортирования геометрии, температуры и относительной плотности из пакета моделирования литья (*MagmaSoft*);
- Расширены возможности экспорта результатов в формате *UNV*;
- Добавлена возможность экспорта в формате *VRML*;
- Система авторизации изменена на *MSC License*.

Более подробно о новой версии можно узнать из документации (*Release Notes* и *What's new in Simufact Forming 15.0*), а также на сайте www.mssoftware.ru. 

Предлагаемая вниманию читателей статья, подготовленная аналитиком отдела технологического и промышленного форсайта Инжинирингового центра “Центр компьютерного инжиниринга” (CompMechLab) СПбПУ Кузьмой Кукушкиным, была впервые опубликована в апреле 2018 года на страницах журнала “АБС-авто” (“Автомобиль и Сервис”) – ежемесячного издания, более двадцати лет рассказывающего об особенностях конструкции автомобилей, автосервисном оборудовании и технологиях, автокомпонентах и “расходниках”, организации бизнеса и тенденциях рынка, зарубежных компаниях и российских заводах. Эта публикация стала одним из первых печатных материалов, в котором подробно рассказано о флагманском проекте Центра НТИ “Новые производственные технологии” на базе ИППТ СПбПУ – концепт-каре CML CAR .

Скачать статью можно по ссылкам: www.abs-magazine.ru/article/avtomobil-kak-idealnyj-poligon-razrabotki-i-%C2%A0ispytaniy-peredovyh-proizvodstvennyh-tehnologij и <http://fea.ru/news/6723>

Автомобиль как идеальный полигон разработки и испытаний передовых производственных технологий

Кузьма Кукушкин (CompMechLab)

Когда в начале XX века родоначальник промышленного автомобилестроения **Генри Форд** основал *Ford Motor Company*, он заявил: “Я намерен построить автомобиль для широкого употребления. Он будет достаточно велик, чтобы в нём поместилась целая семья, но и достаточно мал, чтобы им мог управлять один человек. Он будет сделан из наилучшего материала, построен первоклассными рабочими и сконструирован по самым простым методам, какие только возможны в современной технике. Несмотря на это, цена будет такая низкая, что всякий человек, получающий приличное содержание, сможет приобрести себе автомобиль, чтобы наслаждаться со своей семьей отдыхом на вольном, чистом воздухе”.

В этом кредо Генри Форд заключил послания сразу двум сторонам рыночных отношений: и производителям, и покупателям. Покупатель должен был получить универсальный, качественный и недорогой автомобиль, а производитель был сориентирован на “наилучшие” материалы, “первоклассную” рабочую силу и оптимизацию производства.

Спустя 100 лет эта декларация, казалось бы, не потеряла своего значения для автомобильного рынка. Но только на первый взгляд. Современный рынок автомобилестроения имеет два принципиальных отличия.

Первое отличие заключается в том, что автомобилестроительная отрасль сегодня – основной драйвер развития передовых производственных технологий, которые с каждым днем становятся всё более наукоемкими, ресурсоемкими, требующими уникальных мультидисциплинарных компетенций на всех этапах производства и послепродажного обслуживания. В этом смысле штаты автомобильных заводов, конструкторских бюро и инжиниринговых центров действительно не могут не комплектоваться “первоклассными” системными инженерами, каждый из которых может объединять в одном



Рис. 1. Ford Model T (источник: auto.mail.ru)

лице традиционных инженеров-конструкторов, технологов, материаловедов, расчетчиков, и даже в какой-то степени маркетологов и программистов. Подобных специалистов по умолчанию не может быть много (по крайней мере – пока), что делает конкуренцию в отрасли особенно острой.

Второе отличие заключено в том обстоятельстве, которое Генри Форд понимал как неоспоримое преимущество своего автомобиля: его универсальность, пользовательская “усредненность”. Примененный Фордом конвейерный принцип производства позволял выпускать универсальные и недорогие автомобили для среднего класса, причем выпускать быстро. С последним обстоятельством связана еще одна известная крылатая фраза Генри Форда: “Автомобиль может быть любого цвета, если этот цвет – черный” (черная краска была дешевле других и быстрее сохла). Однако сегодня *Ford Model T* (рис. 1) – первый серийный автомобиль

Ford, общий тираж которого за 1908–1927 гг. составил 15 млн. машин – вряд ли пользовался бы сопоставимым успехом даже при условии соответствия современным автомобильным стандартам.

Причина в том, что в терминах классической экономики нынешний рынок формируется не от предложения (когда потенциальному покупателю предлагается выбирать из ряда имеющихся на рынке решений), а от спроса – когда клиент транслирует рынку требования к товару/услуге, на основе которых поставщики готовят решения. Один и тот же автомобиль одному покупателю покажется слишком громоздким, другому – слишком тесным, одному чересчур тяжелым, другому – недостаточно основательным. Для одного критически важен комфорт, для другого – максимальная скорость, для третьего – цена...

Иначе говоря, лучший автомобиль – тот, который сделан специально для вас и отвечает всем вашим уникальным требованиям.

Возможно ли это? Возможна ли глубокая индивидуализация автомобиля, в котором один только двигатель (рис. 2) может состоять более чем из 5000 деталей? Можно ли представить себе конвейер на высокотехнологичном производстве, где каждое второе (а то и каждое первое) изделие – уникально?

Подобный конвейер представить трудно. Однако рынок решил не отказываться от индивидуализации продукции. Рынок решил отказаться от конвейера. А индивидуализация (кастомизация) товаров и услуг во всём мире становится не просто трендом, а необходимым условием существования на конкурентном рынке.

Передовые производства переходят от конвейеров к гибким роботизированным ячейкам. Всё активнее применяются технологии 3D-печати, позволяющие не только сокращать число комплектующих, но и производить изделия таких форм, какие невозможно создать при использовании традиционных технологий (штамповки, литья и пр.). Долгосрочные договоры на поставки стандартного перечня комплектующих заменяют сети сертифицированных поставщиков, распределенных по всему миру.



Рис. 2. Двигатель LS9 производства General Motors в полуразобранном состоянии (источник: “Автостар”)

При этом один из ключевых критериев рыночного успеха – время отклика на запрос покупателя – со времен Форда своей значимости не потерял. По этой причине автопроизводителям нужна очень быстрая, адекватная потребителю запросу разработка и максимально оптимизированное высокотехнологичное производство. А на выходе должно быть кастомизированное, глобально конкурентоспособное (*best-in-class*) изделие нового поколения.

Всё это требует принципиально новых инструментов, технологий и компетенций. А подчас – технологического чуда, рецепт которого лежит за гранью интуиции и опыта самого выдающегося генерального конструктора.

Промышленность переходит к бизнес-модели **цифровых фабрик** – в русле концепции цифровой экономики и IV промышленной революции (*Industry 4.0*). Ключевым центром компетенций и основным полем конкуренции в автомобилестроении стало цифровое проектирование и численное моделирование – от стадии исследования и планирования, когда закладываются базовые принципы изделия, и заканчивая созданием “умных цифровых двойников” (*Smart Digital Twins*) всех объектов и производственных процессов с высочайшим уровнем соответствия реальным изделиям и процессам.

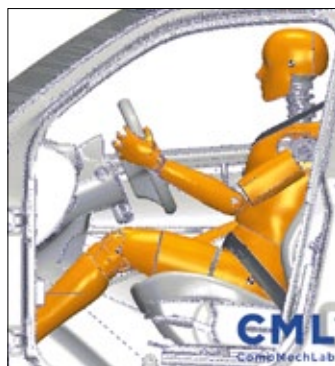


Рис. 3

Длительные и дорогостоящие натурные тесты заменяются виртуальными полигонами, и в случае корректных вычислений (а степень их адекватности напрямую зависит от уровня компетенций исполнителя) финальное натурное испытание перед изготовлением итогового изделия лишь подтверждает результаты цифрового моделирования (рис. 3).

Конкуренция на сегодняшнем высокотехнологичном рынке интересна еще и тем, что сочетание компетенций мирового уровня, сформированных уникальных цепочек технологий, научных разработок и незаурядных бизнес-процессов могут порождать такие синергетические эффекты, предсказать которые будет просто невозможно.

Ежегодно самые известные автомобильные шоу размещают на своих площадках всё новые концепт-кары (рис. 4, 5): одни демонстрируют оптимизированную форму кузова (повышение аэродинамических свойств), другие – использование композиционных материалов (снижение веса при сохранении прочностных характеристик), третьи – радикальное упрощение кузовной базы (снижение стоимости), четвертые – результаты печати компонентов на 3D-принтере (сокращение числа деталей, оперативная кастомизация)...



Рис. 4. Прототип платформы e.GO Life немецкой компании e.GO (источник: e.GO)

Все указанные разработки не только хорошо известны российскому высокотехнологичному сообществу, но и не первый год успешно применяются некоторыми компаниями-лидерами – в том числе на глобальном рынке. Да, таких игроков в российском контексте пока еще слишком мало, но ситуация начинает меняться.

Показательно, что позитивные перемены во многом идут из научно-исследовательской и образовательной среды. В частности, заметным центром компетенций в области высокотехнологичных производств является Санкт-Петербургский политехнический университет и его **Инжиниринговый центр (CompMechLab)** – признанный лидер в сфере разработок оригинальных технологий, конструкций, оборудования и продуктов на основе цифрового проектирования и моделирования, компьютерного и суперкомпьютерного инжиниринга, компьютерных технологий оптимизации и аддитивных технологий и др.



Рис. 5. Концепт кузова EDAG Light Cocoon: бионический дизайн + тканевые материалы (источник: EDAG)

Концепт-кар CML CAR

В конце 2016 года стартовал инициативный проект Инжинирингового центра (*CompMechLab*) – электрический концепт-кар *CML CAR*, призванный продемонстрировать уровень компетенций российских инженеров в области разработки и применения передовых производственных технологий (рис. 6).

В рекордные для отрасли сроки – в течение одного года – к производству был подготовлен электрокар-демонстратор, вместивший в себя наглядные результаты применения всех ключевых технологий, с которыми связывают технологическое будущее России и мира: цифровое проектирование и моделирование, разработка “цифровых двойников” изделий и производственных процессов (производство в рамках концепции Фабрик будущего), бионический дизайн, аддитивные технологии, разработка и применение новых материалов, в том числе композиционных, платформенные решения.

Последнее требует особого пояснения. По словам генерального конструктора, первого заместителя директора Инжинирингового центра *CompMechLab* СПбПУ **Олега Клявина**, этот автомобиль-демонстратор будет некоторое время экспонироваться на различных выставках именно в таком непривычном виде: “Этот концепт-кар – не столько автомобильная “база” в привычном понимании этого слова, сколько платформа кросс-отраслевых, “сквозных”, производственных технологий, которая может быть применена в любой отрасли; в данном случае – в автомобилестроении.



Рис. 6. Концепт электромобиля CML CAR



Рис. 7. Варианты кузова CML CAR

Это полностью готовый к серийному производству и эксплуатации автомобиль. Ему можно придать любой облик из числа подготовленных нами. Но нам важнее показать “изнанку”, не закрывая её привлекательным стилем”.

К слову, стилиевых решений кузова концепт-кара разработчиками подготовлено сразу несколько – и настолько разнообразных, что при взгляде на фото не сразу становится понятно: всё это по сути – один и тот же автомобиль (рис. 7).

Однако куда важнее, что у этого концепта внутри. А там много интересного.

В первую очередь, в разработанном автомобиле-демонстраторе заключено несколько значимых пользовательских рекордов: по массе автомобиля, аэродинамическим характеристикам, конструкции подвески шасси и некоторым другим показателям.

Вот лишь несколько примеров.

Задняя подвеска *push-rod* – конструкция, снижающая центр тяжести и обеспечивающая лучшую устойчивость автомобиля (рис. 8). Она состоит из карбоновых рычагов, титановых печатных кронштейнов крепления подвески на кузов, титанового рокера, а также *койловеров* (койловер – амортизатор с возможностью регулировки жесткости и пружина на винтовой втулке, представляющие собой единое целое), изготовленных с заданными характеристиками жесткости и демпфирования, что позволяет добиться мирового уровня показателей в области управляемости и комфорта при вождении автомобиля.

Конструкция среднего пола (рис. 9) получена методом топологической оптимизации. Она состоит из литых алюминиевых пространственных деталей и карбонового тоннеля. Алюминиевый пол позволяет добиться высоких жесткостных характеристик кузова при небольшой массе, а карбоновая деталь тоннеля обладает локально разнесенным сечением, что позволяет

при добавлении 10% массы повысить жесткостные характеристики детали более чем на 20%.

Краш-бокс (*crash-box*) – устройство, поглощающее энергию при ударе автомобиля. Назначение этой конструкции, устанавливаемой между бампером и каркасом кузова автомобиля, заключается в снижении затрат на ремонт при столкновении на низкой скорости. Краш-бокс электрокара CML CAR, изготовленный из алюминия методом 3D-печати в стиле ячеистой конструкции (*lattice-structure*), обладает высоким энергопоглощением при минимальных габаритах (рис. 10).



Рис. 8. Подвеска *push-rod*



Рис. 9. Конструкция среднего пола

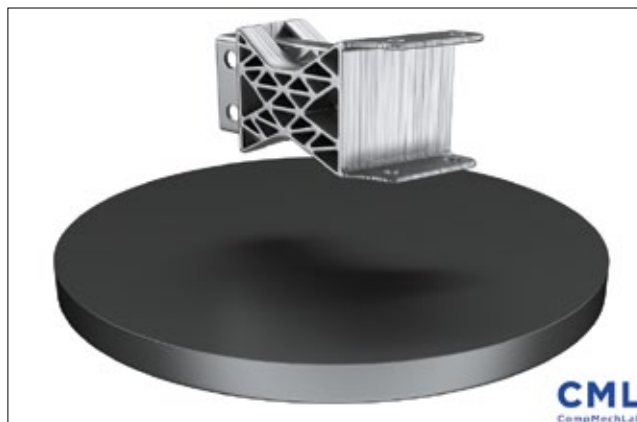


Рис. 10. Краш-бокс – устройство, поглощающее энергию при столкновении

Инструментарий

Отдельного внимания заслуживает инструментарий, использованный при цифровом проектировании и моделировании *CML CAR*, а также его виртуальных испытаниях, – особенно в связи с тезисом Генри Форда о “самых простых технических методах” производства.

Современный автомобиль должен удовлетворять огромному числу целевых показателей (включая потребительские качества) и требованиям активной и пассивной безопасности, аэродинамики, технологичности и т. д. Наиболее полную и сложную оценку качества и безопасности автомобиля обеспечивает натуральный краш-тест. Однако натурные испытания очень дороги, и хорошим способом минимизировать издержки и сократить сроки выхода товара на рынок является проведение виртуальных испытаний. У лидеров мирового автомобилестроения произошло радикальное изменение соотношения числа натуральных и виртуальных испытаний: в 2007 году – 100 к 100, а в 2017 году – уже 5 к 30 000.

Виртуальный краш-тест – мультидисциплинарная задача, при решении которой находят применение практически все науки – от материаловедения до технологии изготовления – и, конечно же, все процессы, связанные с аэродинамикой, вибрациями, динамикой, прочностью и усталостью, все типы нелинейностей (геометрические, физические, контактные взаимодействия, локальные разрушения) и т.д. В кузове автомобиля применяются более 200 различных материалов: металлы, сплавы, полимеры, композиты, метаматериалы. Для корректного описания физико-механических процессов, проходящих в конструкции при различных воздействиях, для

каждого материала необходимо знать обширный набор параметров и характеристик, учитывать технологии изготовления элементов, типы соединения элементов конструкции между собой и т.д.

Краш-тест – быстропротекающий динамический процесс, его длительность составляет порядка 200–250 мс. При этом общее количество шагов интегрирования достигает 200 000 и более. Вся эта информация образует большие данные (*Smart Big Data*) на входе “умной” цифровой модели (свыше $2 \cdot 10^{12}$ параметров). Проведенные виртуальные испытания дополняют информацию “на выходе”: при суперкомпьютерном моделировании процесса длительностью 200 мс на выходе получается массив данных, содержащий более 10^{14} параметров.

Генри Форд был бы как минимум удивлен, узнав, что спустя 100 лет после выпуска первого конвейерного автомобиля большая часть разработок и испытаний будет осуществляться виртуально, а описание поведения “умной” цифровой модели *best-in-class* автомобиля будет состоять из $5 \cdot 10^8$ кривых.

Конечно, подобные инструменты разработки имеют мало общего с “самыми простыми методами” конструирования, но *CML CAR* даже для современного автомобилестроения – явление уникальное. Новая парадигма цифрового проектирования и моделирования, в рамках которой был создан автомобиль-демонстратор *CML CAR*, имеет мало общего с простой 3D-геометрической моделью и кинематическими расчетами, которые в основном и представлены в промышленности, и с которыми зачастую ассоциируется цифровое проектирование и моделирование (что неверно).

В Инжиниринговом центре (*CompMechLab*)

СПбПУ весь процесс цифрового проектирования и моделирования, включая формирование многоуровневой матрицы целевых показателей и ресурсных ограничений, разработку “умных” моделей, выполнение десятков тысяч виртуальных испытаний, создание цифровых двойников выполняется на основе *CML-Bench* – специально разработанной кросс-отраслевой мультидисциплинарной цифровой платформы (рис. 11). Эта уникальная *CML*-платформа автоматизирует процесс на основе лучших передовых технологий мирового уровня (общая трудоемкость разработки которых превышает миллион человеко-лет).

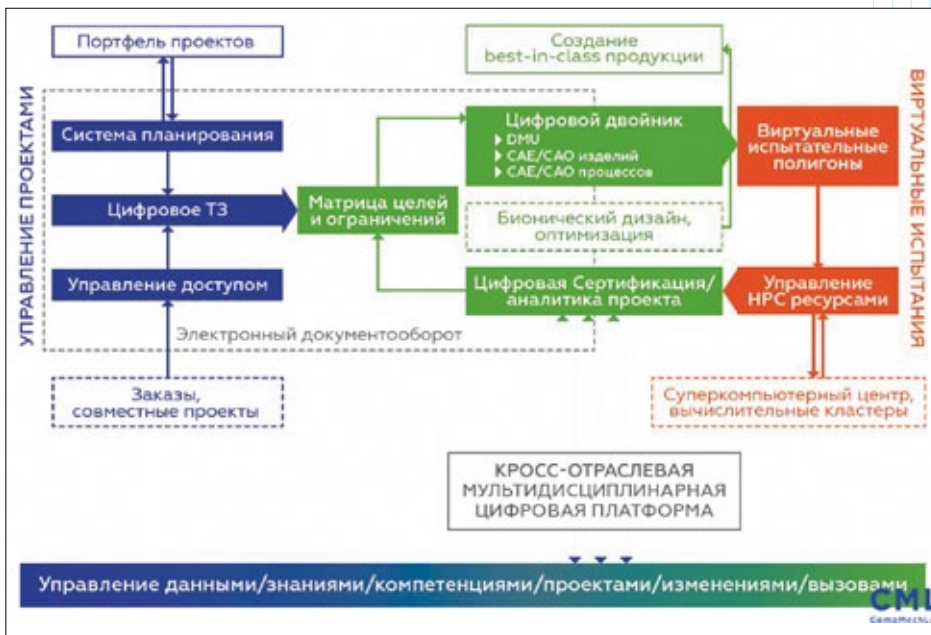


Рис. 11. Функционал платформы *CML-Bench*

По сути, платформа *CML-Bench* – это инструмент генерации Цифровых фабрик в высокотехнологичных отраслях промышленности, обеспечивающий управление проектами, связанными с цифровым проектированием, моделированием, виртуальными испытаниями и подготовкой конструкторской документации. В июле 2017 года стратегическому партнеру СПбПУ – ООО Лаборатория “Вычислительная механика” – за эту разработку была присуждена Национальная промышленная премия Российской Федерации “Индустрия”, которую называют “промышленным Оскаром”.

Заключение

Ожидается, что автомобиль-демонстратор *CML CAR* будет активно экспонироваться на различных профильных выставках и форумах в течение всего 2018 года, после чего его место займет какой-то другой экспонат – возможно, даже относящийся к другой отрасли. Однако пока что именно автомобилестроение является самым активным генератором ключевых передовых производственных технологий, поэтому его появление закономерно и, возможно, вызовет очередной технологический “всплеск” на рынке.

В декабре 2017 года по итогам всероссийского конкурса в Санкт-Петербурге был организован Центр Национальной технологической инициативы “Новые производственные технологии” на базе Института передовых производственных технологий Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого (ИППТ СПбПУ). Его задача – разработка сквозных технологий (то есть применимых в любой отрасли), развитие и использование которых позволит повысить глобальную конкурентоспособность высокотехнологичных российских компаний.

Для реализации задач Центра НТИ СПбПУ собран консорциум из 44 участников – университетов, крупных промышленных высокотехнологичных предприятий, наукоемких инновационных компаний и институтов развития, – а также привлечены более 25 компаний-партнеров. Задачей Центра, чьим флагманским демонстрационным проектом и является сегодня *CML CAR*, заявлена работа с высокотехнологичной российской промышленностью, увеличение её экспортного потенциала для выхода на глобальные рынки.

Что ж, при взгляде на концепт электрокара *CML CAR* задача кажется вполне решаемой. 🚗

◆ Выставки ◆ Конференции ◆ Семинары ◆



28–30 ноября 2018

XXII МЕЖДУНАРОДНЫЙ ФОРУМ

РОССИЙСКИЙ
ПРОМЫШЛЕННИК

КОНГРЕССНО-ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР
ЭКСПОФОРУМ
САНКТ-ПЕТЕРБУРГ,
ПЕТЕРБУРГСКОЕ ШОССЕ, 64/1



ВЫСТАВКИ: ■ ИННОВАЦИИ ■ МАШИНОСТРОЕНИЕ ■ ТЕХНОЛОГИИ ДВОЙНОГО НАЗНАЧЕНИЯ
■ ДИВЕРСИФИКАЦИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ОПК ■ РЕГИОНЫ РОССИИ ■ СТАНКООБРАБОТКА ■ МЕТАЛЛООБРАБОТКА
■ ЛАЗЕРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ■ ИНСТРУМЕНТ ■ ЭЛЕКТРОНИКА И ПРИБОРОСТРОЕНИЕ ■ РОБОТОТЕХНИКА
■ ПРОМЫШЛЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИХ ОБРАБОТКА ■ ПОЛИМЕРЫ ■ КОМПОЗИТЫ

12+

ПРОХОДИТ ОДНОВРЕМЕННО
с ПЕТЕРБУРГСКИМ МЕЖДУНАРОДНЫМ ИННОВАЦИОННЫМ ФОРУМОМ
и ВЫСТАВКОЙ-КОНГРЕССОМ «ЗАЩИТА ОТ КОРРОЗИИ»



ОРГАНИЗАТОР

EXPOFORUM

WWW.PROMEXPO.EXPOFORUM.RU
+7 812 240 4040 | ДОБ. 2150, 2158

◆ Новости компании Autodesk ◆

Версия *AutoCAD 2019* объединила в себе отраслевые наборы инструментов

Компания *Autodesk* сообщает о существенных изменениях в новых версиях своих систем – *AutoCAD 2019* и *AutoCAD LT 2019*. Теперь в едином продукте *AutoCAD* доступны инструменты и функционал семи отраслевых решений: *AutoCAD Architecture*, *AutoCAD Mechanical*, *AutoCAD Electrical*, *AutoCAD Map 3D*, *AutoCAD MEP*, *AutoCAD Raster Design* и *AutoCAD Plant 3D*.

Кроме того, пользователи, оформившие подписку на *AutoCAD 2019*, получают доступ к новым приложениям для работы в веб-браузере и с мобильных устройств.

Семь отраслевых решений

AutoCAD 2019 предлагает доступ к следующим отраслевым наборам инструментов:

1) **Architecture** – специализированные инструменты для проектирования зданий и свыше 8000 архитектурных объектов и стилей, ускоряющих разработку архитектурных чертежей и документации;

2) **Mechanical** – специализированные инструменты для проектирования механических конструкций и более 700 000 производственных деталей, функций и символов, ускоряющих разработку изделий;

3) **Electrical** – специализированные инструменты для проектирования электрических систем и свыше 65 000 символов (условных графических обозначений) для компонентов и электрооборудования, ускоряющих создание электрических схем, изменение и документирование;

4) **MEP** – специализированные инструменты для проектирования инженерных сетей и более 10 500 механических, электрических и сантехнических объектов (*Mechanical, Electrical and Plumbing Equipment*) для создания чертежей, проектирования и документирования строительных систем;

5) **Plant 3D** – специализированные инструменты для проектирования производственных объектов, позволяющие создавать схемы трубопроводов и приборов и затем интегрировать их в 3D-модель завода;

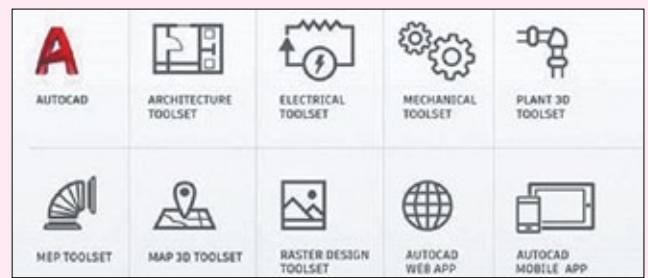
6) **Map 3D** – специализированные инструменты для картографии, позволяющие объединить данные ГИС и САПР для планирования, проектирования и управления данными. Набор обеспечивает доступ к геопространственным данным, хранящимся в файлах, в базах данных и веб-сервисах, и объединение их с данными проектов *AutoCAD*;

7) **Raster Design** – инструменты для преобразования растрового изображения в векторное, позволяющие редактировать отсканированные чертежи и конвертировать растровые изображения в DWG-объекты.



В целом специализированные наборы инструментов позволяют применять более 750 000 объектов, стилей, деталей и символов для создания чертежей. Проектировщики смогут автоматизировать создание планов этажей, интегрировать в процесс планирования данные ГИС, редактировать отсканированные чертежи и конвертировать растровые изображения в DWG-объекты. Например, набор *Architecture* даст возможность добавлять такие архитектурные элементы, как двери, стены и окна – вместо того, чтобы рисовать линии и круги. Создание стен в базовой системе *AutoCAD* состоит из пяти этапов, тогда как с набором *Architecture* – из трех.

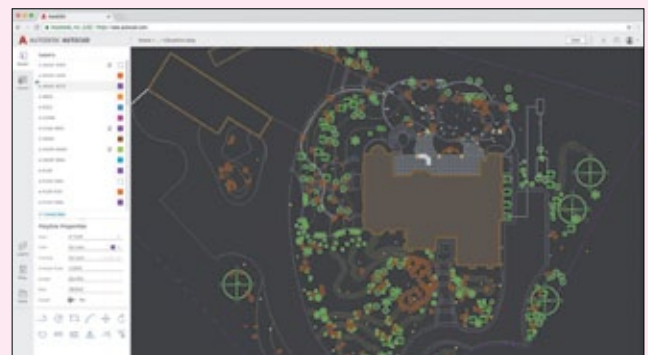
Проектировщики смогут автоматизировать создание планов этажей, интегрировать в процесс планирования данные ГИС, редактировать отсканированные чертежи и конвертировать растровые изображения в DWG-объекты. Например, набор *Architecture* даст возможность добавлять такие архитектурные элементы, как двери, стены и окна – вместо того, чтобы рисовать линии и круги. Создание стен в базовой системе *AutoCAD* состоит из пяти этапов, тогда как с набором *Architecture* – из трех.



Доступ к *AutoCAD* из веб-браузера и с мобильных устройств

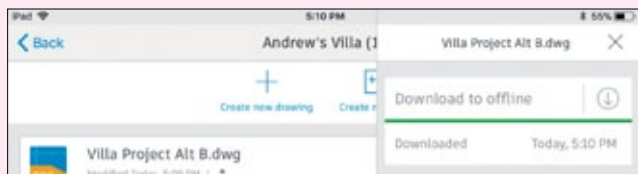
Подписчикам *AutoCAD 2019* и *AutoCAD LT 2019* предлагается принципиально новое веб-приложение, которое дает возможность пользоваться функционалом *AutoCAD* прямо в веб-браузере. Для этого не требуется ничего скачивать и устанавливать – достаточно войти в личный кабинет на сайте web.autocad.com. После этого открывается доступ к DWG- и PDF-файлам, к основным инструментам 2D-черчения и редактирования (Дуга, Круг, Прямоугольник, Профиль, Обрезка и т.д.), включая поддержку *Xref* и управление слоями.

Приложение *AutoCAD* для мобильных устройств позволит разработчику буквально на бегу внести изменение в проект и впечатлить клиента отсутствием



необходимости возить с собой тяжелые комплекты чертежей.

Это мобильное приложение дает возможность просматривать, создавать и редактировать чертежи, а также делиться ими в любое время и с любого устройства. Доступ к *DWG*-файлам можно обеспечить даже при отсутствии *Wi-Fi* – для этого требуется предварительно скачать их на устройство. Мобильное приложение работает на устройствах с операционными системами *Windows*, *Android* и *iOS*, сделана оптимизация под *iPhone X*, *iPad Pro* и *Windows Surface*.



Сохранение в облако и на мобильные устройства

В версиях *AutoCAD 2019* и *AutoCAD LT 2019* введены новые функции:

- *Save To Web & Mobile* – сохранить файл в облако и на мобильное устройство;
- *Open From Web & Mobile* – открыть файл из облака и с мобильного устройства;
- *DWG Compare* – сравнение *DWG*.

В совокупности эти функции позволяют работать над проектом не только в стандартном приложении, но и, при необходимости, через веб-интерфейс или мобильные устройства.

Сравнение чертежей

Функция “Сравнение *DWG*” поможет определить графическую разницу между двумя версиями чертежа или *Xref*, быстро увидеть изменения, обнаружить коллизии и т.д. Все изменения можно подсветить, чтобы не пропустить ни одной детали.



Удобное взаимодействие

В новом релизе добавляется инструмент *Shared Views*, расширяющий возможности функции *Shared Design Views*. Он позволяет делиться данными проекта, не пересылая файлы *DWG* или *PDF*. Вместо этого можно просто отправить ссылку на файл, по которой его можно просматривать

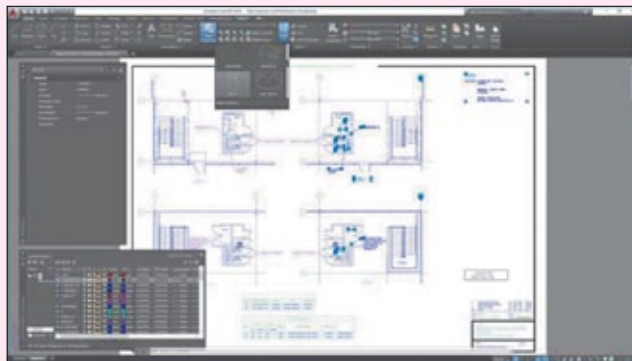


и комментировать прямо в браузере – с любого устройства, имеющего выход в интернет. При этом комментарии участников процесса теперь будут сразу отображаться в *AutoCAD* на компьютере.

Удвоенная производительность в 2D и новый дизайн иконок

Производительность при работе с *2D*-графикой в новом релизе заметно повысилась. Операции, которые обычно требуют перерисовывания или преобразования *2D*-объектов (например, изменение порядка чертежей или масштаба, панорамирование и изменение свойств слоев, особенно в больших чертежах или чертежах с растровыми изображениями), теперь выполняются в два раза быстрее.

Помимо прочего, улучшены иконки – в ленте, в строке состояния, в меню быстрого доступа и меню приложений. Обновленный дизайн иконок обеспечивает лучшее визуальное впечатление, особенно на мониторах с высоким разрешением. Размер иконок теперь динамически подбирается к разрешению монитора и плотности пикселей.



Доступность новой версии для пользователей

Пакет *AutoCAD 2019* со специализированными наборами инструментов можно приобрести уже сегодня. Кроме того, с 1 апреля 2018 года *AutoCAD* со специализированными наборами инструментов включается в Коллекцию для архитектурного проектирования и строительства и в Коллекцию для разработки и промышленного производства изделий.

Больше информации можно найти на странице www.autodesk.ru/campaigns/only-one-autocad

Интегрированный инжиниринг и анализ авиационных конструкций

F. Berger (Siemens Industry Software SAS, France), S. Tucker (Siemens PLM Software, USA)

Краткий обзор

Проблемы, возникающие при расчетах прочности авиационных конструкций

Большинство авиастроительных компаний сталкиваются с фундаментальными проблемами в инженерных отделах. Больше всего это ощущается в области прочностных расчетов, поскольку растет не только сложность изделий, но и требования к безопасности и сертификации. Основными проблемами анализа прочности авиационных конструкций являются автоматизация, стандартизация, прослеживаемость и внедрение.

Комплексный подход к процессу моделирования предполагает, что многие инженерные команды плотно сотрудничают на всех этапах от создания CAD-моделей до подготовки CAE-моделей и проведения расчетов напряженно-деформированного состояния (НДС). Автоматизация процесса является ключевым фактором ускорения и повышения эффективности итераций “проектирование – расчет”.

Кроме того, подбор материалов и определение размеров деталей для обеспечения прочности конструкций в соответствии с требованиями к сертификации самолета – всё это требует проведения тысяч прочностных расчетов. Процесс сертификации затрудняется и удлиняется из-за отсутствия прозрачности между разными этапами: результатами расчетов прочности и исходными данными, расчетными методами, коллективной работой и выпуском отчетов о проведенных расчетных обоснованиях. Стандартизация процесса помогает решить эту проблему, улучшая согласованность и уменьшая риск возникновения ошибок.

Проблемы обеспечения автоматизации и стандартизации процессов являются ключевыми для анализа прочности авиационных конструкций, при этом приходится постоянно бороться за сохранение прозрачности и прослеживаемости конкретных данных, моделей и процессов/методов – от аванпроекта до конечного изделия.

Наконец, для сохранения конкурентного преимущества крупное предприятие может наладить обмен моделями со смежниками, что предъявляет серьезные требования к обеспечению безопасности данных и интеллектуальной собственности такого предприятия, и накладывает определенные ограничения на порядок организации работ.

Как реализовать комплексный подход к процессу расчета авиационных конструкций?

Siemens PLM Software предлагает комплексное решение для расчетов авиационных

конструкций, позволяющее прослеживать данные и результаты при сохранении контроля над процессом в целом.

Simcenter – это обширный набор инструментов для проведения расчетов (в том числе специальными методами) и управления данными, которые ускоряют весь процесс расчетного обоснования – от создания CAD-геометрии до расчетов в программных продуктах CAE.

Помимо расчетов на основе локальных конечно-элементных моделей (КЭМ), инженеры могут подбирать материалы и определять размеры деталей авиационных конструкций с помощью ряда аналитических расчетных методик. Ускорить процесс проектирования можно за счет использования прозрачного и интегрированного процесса проведения расчетов, реализующего комплексный подход к организации выполнения расчетов. При этом в отчетах о выполненных расчетах прочности будут приводиться и соответствующие исходные данные и результаты.

В общем контексте растущего количества данных и результатов, с которыми инженерам приходится иметь дело и обмениваться с другими отделами, решение *Teamcenter for Simulation* позволяет обеспечить управление и прослеживание моделей, результатов расчетов и использованных расчетных средств.

Программные решения *Siemens PLM Software* могут быть внедрены и использованы на территориально-распределенных площадках по всему миру, что позволяет авиастроительным предприятиям распределять задачи и создавать внутреннюю конкуренцию между поставщиками. При этом, инженеры будут работать в интегрированной среде с доступом к соответствующим методикам и инструментам.



Рис. 1. Siemens PLM Software ускоряет общий процесс расчета

В заключение можно сказать, что проблемы автоматизации и стандартизации процесса анализа прочности авиационных конструкций решаются компанией *Siemens PLM Software* в полном объеме. Решения *Siemens PLM Software* предоставляют инженерам интегрированную среду, охватывающую всю цепочку расчетов и уделяющую особое внимание сбору и прослеживанию данных и информации для заказчиков.

1. Введение

Компании, работающие в авиационно-космической отрасли, сталкиваются с проблемами высокой стоимости разработки, соблюдения сроков поставок, управления внедрением инноваций и одновременным обеспечением качества продукции. Для выхода на новый уровень эффективности, качества, соответствия техническим условиям и стоимости им необходима трансформация подхода “проектирование на основе моделирования”. Это сложная и многомерная проблема, в которой необходимо учитывать взаимосвязи между процессами, инструментами и организациями для принятия наиболее верных решений. Необходимо принимать решения на как можно более ранних стадиях проектирования, а также улучшать взаимосвязанность и прослеживаемость таких ключевых факторов, влияющих на принятие решений, как требования, функции, планы испытаний, верификация и сертификация.

Ключевым аспектом является поддержка непрерывной связанности в рамках цифровых технологий и интеграции между различными командами. Это позволяет им реализовывать бесшовные рабочие процессы, обеспечивает совместный и управляемый доступ к информации на всём протяжении цикла проектирования. Еще одним ключевым фактором является объединение в единую цифровую систему таких дисциплин и предметов, как: архитектура изделий, проектные требования, планирование и проведение испытаний, расчеты и верификация, а также управление CAE-данными и процессами.

Ведущие компании авиастроительной отрасли в настоящее время создают и реализуют стратегии, которые связывают бизнес-цели усовершенствования рабочих процессов с конкретными инициативами, дающими эффект ускорения и приводящими к достижению цели.

2. Проблемы авиастроения

Проблема удержания стоимости программ разработки воздушных судов в рамках отведенного бюджета, несмотря на срыв сроков разработки, особенно заметна в области прочностных расчетов, что обусловлено высокой сложностью изделий и постоянно растущими требованиями по безопасности и сертификации.

Программа проектирования конструкции самолета

Разработка гражданского воздушного судна является длительным и сложным процессом,



Рис. 2. Стандартные этапы программы разработки конструкции самолета

занимающим в среднем от 7 до 15 лет. На рис. 2 представлена стандартная программа разработки конструкции самолета; как мы видим, это многоэтапный процесс, включающий несколько стадий.

На этапе аванпроекта изучаются несколько возможных вариантов исполнения воздушного судна и соответствующие им конфигурации планера и технологии. Например, исследуются такие конфигурации, как с расположением двигателя сзади или на крыльях, оценивается возможность применения композитных материалов или металлических сплавов в конструкции.

Как только выбрана конфигурация, начинается этап эскизного проекта, который направлен на разработку топологии и принципов построения конструкции – таких, например, как количество шпангоутов. Целиком облик самолета постепенно вырисовывается путем исследования и отбора компромиссных решений, чтобы определить лучший вариант по нескольким критериям.

Как только конструкция планера определена, можно приступить к рабочему проекту. Например, рассматриваются схемы укладки композитного материала с детальным моделированием сбегов слоев или подробными профилями стрингеров (то есть высота стенки шпангоута, толщина стенки шпангоута и фланца).

После детальной проработки конструкции воздушного судна проводится утверждение и сертификация уполномоченными организациями на основании соответствующих документов. Это этап изготовления опытных образцов.

На каждом из этих этапов зачастую требуется выполнять несколько циклов изменения конструкции и действующих на нее нагрузок – для получения оптимальной конструкции, удовлетворяющей требованиям сертификации; это тоже приводит к дополнительным задержкам, которые влияют на весь процесс разработки.

Увеличение давления на стоимость

Авиакосмические компании сталкиваются с проблемами высокой стоимости разработок, соблюдения сроков поставок, управления внедрением инноваций в условиях необходимости обеспечения качества продукции.



Рис. 3. Пример затрат на разработку самолета и штрафов (согласно О. Уайман)

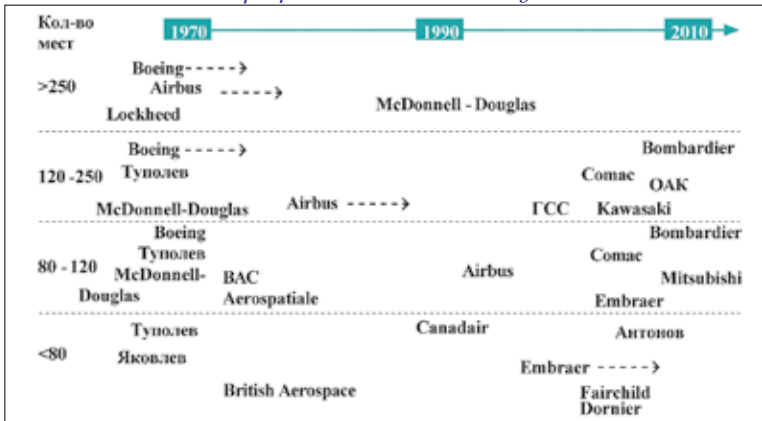


Рис. 4. Конкурентная среда производителей гражданских турбореактивных самолетов с ранжированием по пассажироместимости (Cay-Bernhard Frank)

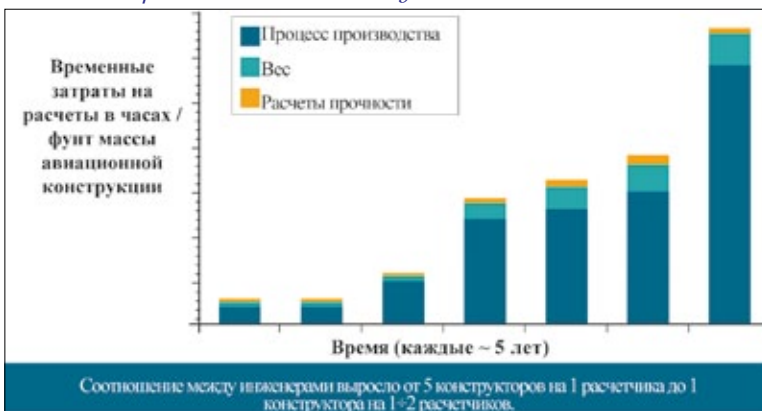


Рис. 5. Сложность порождает спрос на расчеты (по утверждению Keane Barthenheier, ведущего инженера и менеджера проектов в Boeing)

Удержание процессов разработки и подготовки производства новых изделий в рамках бюджета и графика является проблемой для любого производителя самолетов. Задержки выполнения программ в авиастроении могут достигать пяти лет, что выливается в значительное увеличение сроков разработки и сотни миллионов долларов дополнительных расходов. Перерасход составляет 48%, как показано на рис. 3. Вместе с этим, договорные неустойки, которые производители должны выплачивать своим клиентам, достигают миллиардов долларов.

Причины задержек

Растущее количество развивающихся и новых производителей самолетов создают всё большее и большее давление на рынок, вынуждая поставлять продукцию как можно скорее и по конкурентоспособной цене (рис. 4).

Более того, повышение сложности материалов и конструкций увеличивает спрос на прочностные расчеты (рис. 5). Рост числа инженерных расчетов характеризуется изменением соотношения между инженерами-конструкторами и инженерами-расчетчиками – с 5:1 до 1:2.

Наконец, всё более жесткими становятся стандарты экологичности и безопасности, используемые при сертификации.

3. Проблемы при расчетах авиационных конструкций

Задачи стандартного процесса проектирования самолета

На иллюстрации (рис. 6) показан оптимизированный процесс разработки изделия: от модели, основанной на CAD-геометрии базовой архитектуры, создания КЭМ для внутренних нагрузок или глобальной конечно-элементной модели (ПКЭМ) и до анализа НДС и оценки прочности конструкции.

Стандартный процесс складывается в основном из четырех различных дисциплин: проектирование геометрии средствами CAD-системы, определение нагрузок, создание КЭМ и прочностные расчеты, расчет запаса прочности.

✓ Проектирование

CAD-модель обновляется вручную или параметризуется, что зависит от рабочих процессов конкретного предприятия. Однако для проведения расчетов CAD-модель необходимо предварительно подготовить.

Подготовка геометрии для выполнения инженерных расчетов – занятие очень трудоемкое и может занимать до 20% времени выполнения расчета. Здесь также важно иметь возможность быстро учесть изменения



Рис. 6. Стандартный процесс проектирования конструкции самолета

геометрической модели и оценить их влияние на расчетную модель и расчетный процесс в целом.

Большим вкладом в сокращение временных затрат на подготовку геометрической модели к расчету является возможность её идеализации и подготовки параметризованной геометрии самим инженером-расчетчиком, без помощи инженера-конструктора.

✓ Нагрузки

Внешние нагрузки определяются в соответствии с теорией полета, включая аэроупругость. КЭМ внешних нагрузок используется для линейных статических, динамических расчетов, исследования влияния массовых и жесткостных характеристик конструкции на вероятность возникновения флаттера. В дальнейшем это послужит основой для переноса внешних нагрузок в расчеты детальной (локальной) прочности для получения внутренних силовых факторов.

Обычно внешние нагрузки изменяются от трех до пяти раз в ходе программы разработки самолета. Поэтому важно иметь возможность быстро изучить влияние изменения нагрузок и неопределенности по нагрузкам.

✓ КЭМ для внутренних нагрузок

Эта модель (её также называют “глобальная конечно-элементная модель”, ГКЭМ) создается на основе CAD-модели, либо берется (с изменениями) из предыдущей программы разработки самолета. ГКЭМ может быть создана в виде отдельных участков конструкции, которые затем интегрируются в единую сборку, что приводит к необходимости управления большим количеством моделей и данных.

ГКЭМ используется для линейного статического анализа основных несущих элементов конструкции, а также для определения нагрузок “свободного тела” для последующего детального анализа прочности.

Внутренние нагрузки служат в качестве входных данных для расчетов детальной прочности на основе детальных конечно-элементных моделей (детализированная КЭМ) или для аналитических расчетов (в основном, с помощью собственных инструментов предприятия или стандартной справочной литературы).

Задача здесь состоит в том, чтобы ускорить создание детализированной КЭМ посредством автоматизации, управления сборками различных подмоделей

в случае необходимости, а также интеграции стандартов предприятия по созданию КЭ-сеток (например, правила создания сетки, проверки качества).

✓ Детализированная КЭМ

Детализированная КЭМ предназначена для подробного исследования НДС в линейной и нелинейной постановке. Такие модели, как правило, используются для геометрически сложных деталей.

✓ Запас прочности

Этот показатель, в основном, вычисляется аналитическими методами по результатам расчетов прочности деталей и узлов (по стандартным авиационным справочникам или по стандартам предприятия).

Значения внутренней нагрузки и геометрические параметры извлекаются непосредственно из CAD-модели или КЭМ и результатов расчетов, а расчеты запаса прочности проводятся аналитическими методами из справочников. Это должно обеспечить полную прослеживаемость – от входных исходных данных, используемых методов до итоговых показателей запаса прочности (рис. 7).

Задача состоит в том, чтобы ускорить подготовку данных (на это уходит 30% времени, затрачиваемого инженерами-расчетчиками), использовать правильные методики и сохранить прослеживаемость от входных данных до соответствующих показателей запаса прочности, что необходимо для сертификации.

Таким образом, интеграция различных областей (нагрузки/CAD/CAE/запас прочности) является частью задачи повышения производительности программы разработки воздушных судов и снижения затрат на разработку. При этом устанавливаются следующие ключевые требования:

- 1) Необходимо оптимизировать процесс выполнения прочностных расчетов → автоматизация процесса;
- 2) Требуется доступ к геометрии и обновление конструкции → интеграция CAD/CAE для повышения производительности;
- 3) Необходимо применять стандартизованные методы и рабочие процессы → обеспечение открытости для реализации методов и рабочих процессов предприятия;
- 4) Требуется прослеживаемость → управление конфигурацией моделей – материал, нагрузки и пр. – управление расчетными данными.

Помимо этих операций, “Управление данными” относится к диспетчеру, управляющему расчетными данными и всем процессом расчета. Задача здесь состоит в том, чтобы реализовать:

- сбор и управление **всеми CAE-данными** (геометрия, модели, входные данные, расчетные случаи, результаты, отчеты и т. д.);
- сбор **расчетных файлов**, а также связанных с ними **метаданных**;

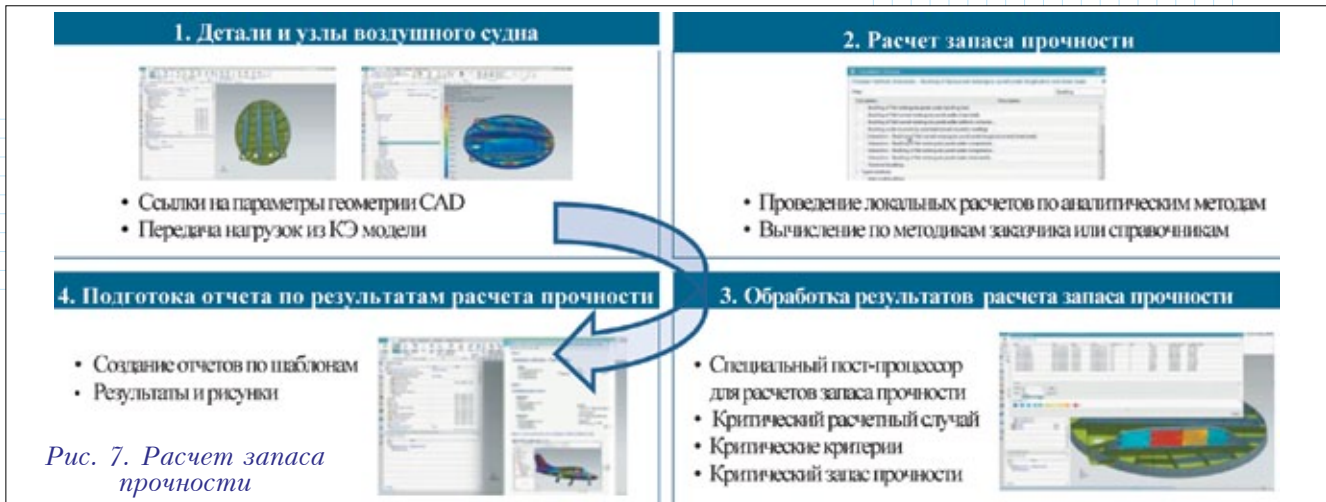


Рис. 7. Расчет запаса прочности

- хранение и управление **устаревшими, находящимися в работе и утвержденными** расчетными данными;
 - управление большими файлами** в базе данных (в случае необходимости их можно хранить и проследживать вне базы данных).
- Кроме того, поскольку 60% затрат на создание гражданского самолета (30% для военного самолета) приходится на проектирование его конструкции, то любое улучшение процесса анализа прочности будет иметь положительное влияние на сокращение задержек и перерасходов (рис. 8).

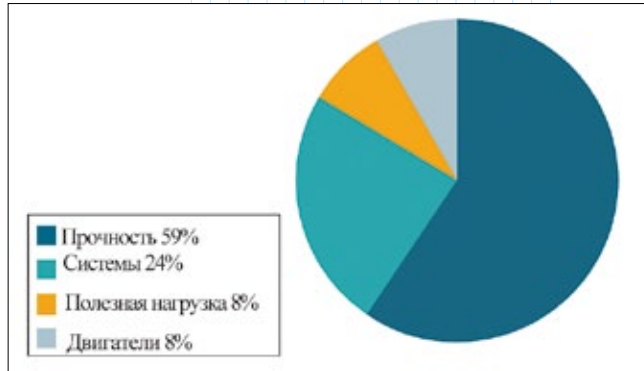


Рис. 8. Перераспределение затрат на создание гражданского самолета (Jacob Markish)

В настоящее время стандартный подход к процессу расчета прочности представляет собой комбинирование коммерческого программного обеспечения с собственными разработками и инструментами предприятия, только в редких случаях имеющими связь между собой, но при этом необходимо:

- предоставлять доступ к геометрии и обновлениям конструкции;
- обеспечивать итеративный процесс определения и задания нагрузок;
- обеспечивать стандартизацию процесса и прослеживаемость.

4. Решение Siemens для авиационных конструкций

Siemens PLM Software предлагает интегрированное комплексное решение (рис. 9), целиком покрывающее весь процесс разработки авиационных конструкций и позволяющее:

- устранить зазор между CAD и CAE (обновление моделей, конечно-элементные сборки и пр.);

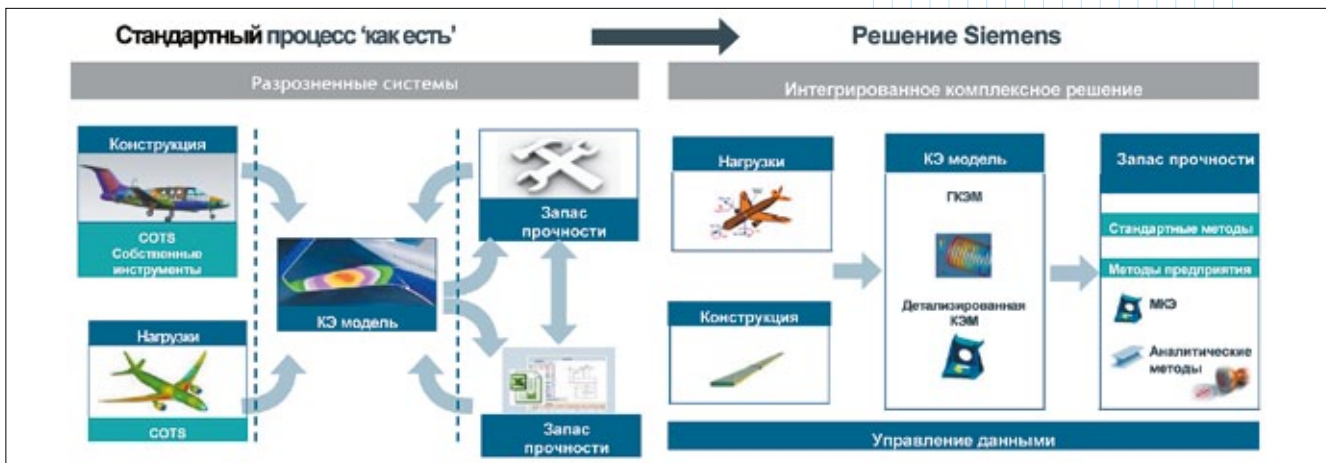


Рис. 9. От разрозненных систем – к интегрированному комплексному решению

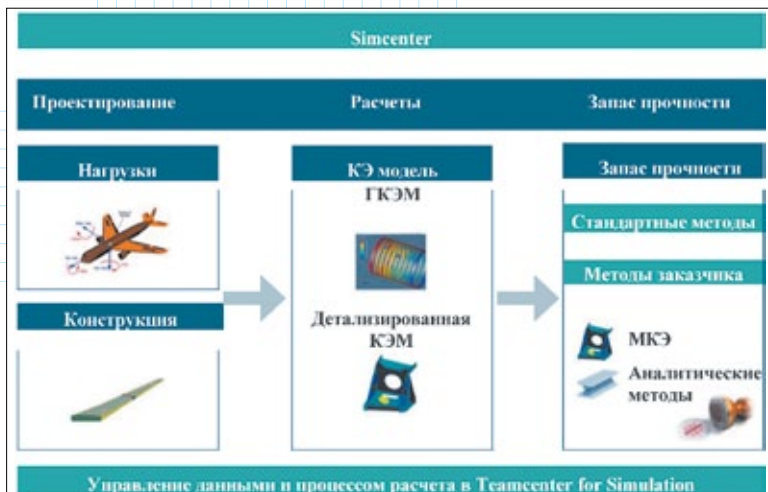


Рис. 10. Комплексное интегрированное решение Simcenter 3D

- управлять изменениями конструкции, итерациями задания нагрузок;
- обеспечить прослеживаемость от стадии аван-проекта до сертификации;
- оптимизировать и стандартизировать процесс расчета (на основе аналитических методов или КЭМ);
- обеспечить интеграцию методов, рабочих процессов предприятия и методик проектирования.

Simcenter 3D представляет собой обширный набор инструментов для расчетов (включая специальные методы) и управления данными, которые ускоряют процесс расчетного обоснования в целом – от создания CAD-геометрии до расчетов в программных продуктах CAE (рис. 10).

В общем контексте растущего количества данных и результатов, с которыми инженерам приходится иметь дело и обмениваться с другими отделами, в *Teamcenter for Simulation* можно наладить управление и прослеживаемость моделей, результатов расчетов и использованных расчетных средств.

Заключение

Интегрированный комплексный процесс разработки авиационных конструкций задействует расчеты на протяжении всего жизненного цикла изделия, что необходимо для выпуска инновационных изделий в срок и с ожидаемыми характеристиками.

При этом наблюдаются следующие результаты:

1 Сокращение продолжительности подготовки модели на 70%:

- ускоренное изменение расчетной модели при изменении геометрической модели для проведения расчетов “что, если”;
- повышение производительности на 30% за счет интеграции приложений, цикл проектирования ускоряется в 10 раз по сравнению с применением устаревшего программного обеспечения;

- повышение продуктивности пользователей путем предоставления настраиваемого интерфейса и методик расчетов (период подготовки нового пользователя сокращается на 20%).

2 Ускорение итераций “проектирование – расчет”:

- ассоциативная связь расчетных и геометрических моделей позволяет расчетчикам быстро вносить изменения в расчеты при изменении конструкции.

3 Исследование компромиссных вариантов конструкции по нескольким направлениям:

- интегрированная среда помогает изучить влияние конструкторских решений на различные рабочие характеристики изделия.

4 Ускорение проектирования для своевременного выпуска продукции:

- управление расчетными данными – начиная с ранних стадий проектирования и заканчивая стадией эксплуатации;
- единый источник данных для проектирования и расчетов служит гарантией того, что результаты расчетов основываются на корректных данных;
- повышение скорости и качества расчетов путем внедрения и автоматизации передовых методик на всем предприятии.

5 Повышение качества затрат на проектирование:

- обеспечение прослеживаемости за счет создания ассоциативных связей между показателями запаса прочности, CAE-моделями и CAD-геометрией для прохождения сертификации;
- сохранение прослеживаемости за счет стандартизации методов и рабочих процессов. 🍌

Литература

1. Norris G. *Boeing's New Midsize Airplane: Low Development Cost, Price Are Key*. Aviation Week & Space Technology, 2016.
2. Wyman O. *Stop the multibillion dollar delays*, 2014 // www.oliverwyman.com
3. Markish J. *Valuation Techniques for Commercial Aircraft program*. Massachusetts Institute of Technology, 2002, 60 p.
4. Gharbi A. *Geometric Feature extraction in support of the single digital thread approach to detailed design*: Georgia Institute of Technology, 2016.
5. Barthenheier K. *Simulation Process Data Management-Boeing*. Global Product data interoperability Summit, 2014.
6. Malherbe B., Raick C., Colson B. *The Airbus A350 aircraft's structural detailed analysis with Siemens's LMS Samtech Caesam*. NAFEM world congress, 2015.
7. Cay-Bernhard F. *Civil Aviation 2025. A.T. Kearney's perspective on success factors for the Civil Aviation business of tomorrow*. A.T. Kearney, 2010.



ADVANCE ENGINEERING



ООО «Аванс Инжиниринг» является партнером Siemens PLM Software по распространению и поддержке ПО Siemens PLM Software для инженерного анализа, управления процессами и данными расчетов. Специалисты ООО «Аванс Инжиниринг» обладают необходимыми экспертными знаниями в соответствующих предметных областях и более чем **десятилетним опытом внедрения систем инженерных расчетов.**

На базе платформы Simcenter 3D для прогностического инженерного анализа и PLM-системы Teamcenter предлагаем различные варианты сотрудничества.

➤ **Технологический аудит процессов проектирования и расчетов** на Вашем предприятии, с целью определения «узких мест», уровня проникновения цифровых технологий проектирования, повышения эффективности взаимодействия расчетных и конструкторских подразделений и выработки рекомендаций:

- по **снижению сроков проектирования** за счет ускорения расчетов, в том числе с использованием комбинаций 1D, 2D и 3D технологий;
- по **улучшению качества конструктивных решений** за счет автоматизации расчетов и внедрения технологий параметрической/топологической оптимизации;
- по **снижению затрат** на применяемые расчетные инструменты и аппаратное обеспечение;
- по **перераспределению расчетных работ** между конструкторскими и расчетными подразделениями путем создания и внедрения типовых автоматизированных методик;
- консультирование выделенных инженеров-расчетчиков для дальнейшего **повышения уровня решаемых задач.**



- Комплексное **внедрение технологий инженерного анализа Siemens** в цикл проектирования Вашего предприятия с учетом методик расчетов, принятых в Вашей организации, а также уже имеющихся расчетных систем, в том числе собственных расчетных программ организации.
- Организация управления **расчетными данными и процессами** на базе Teamcenter – создание единого хранилища проектных и расчетных данных с отладкой процессов взаимодействия между подразделениями.
- Выполнение расчётов и **разработка расчётных методик.**
- Повышение **квалификации** специалистов.



ООО «Аванс Инжиниринг» требуются таланты в областях прочности, гидрогазодинамики и теплообмена; IT систем по управлению информацией о материалах. Предлагаем интересные, масштабные инженерные проекты и высокий доход. С нетерпением ждём Ваши резюме по адресу hr@advengineering.ru.

Контакты ООО «Аванс Инжиниринг»

125438, г. Москва, ул. Михалковская,
д. 63 Б, строение 4, помещение 1, офис 11–12
Тел.: 8 (495) 760-98-52
E-mail: info@advengineering.ru



www.advengineering.ru

620100, г. Екатеринбург, ул. Сибирский тракт,
д. 12, строение 3, офис 311
Тел.: 8 (495) 760-98-52
E-mail: info@advengineering.ru

Этот текст был впервые опубликован в блоге Simcenter на корпоративном сайте Siemens PLM Software (<https://community.plm.automation.siemens.com>)

Тенденции в сфере численного моделирования

©2018 Siemens PLM Software

В 2018 году мы, сотрудники подразделения Simcenter компании Siemens PLM Software, наблюдаем явную тенденцию всё более широкого применения численного моделирования и цифровых двойников с целью сокращения сроков разработки новых изделий. Многие годы мы инвестируем в технологии создания и применения полнофункциональных цифровых двойников, помогающие принимать информационно обоснованные решения на всех этапах подготовки производства и решать мультифизические задачи проектирования механических узлов, электрических систем и разработки встроенного программного обеспечения. И мы не собираемся останавливаться на достигнутом.

Менее года назад наша компания приобрела компании Mentor Graphics, TASS International и Infolytica. В результате в нашем пакете решений появились новые возможности численного моделирования и испытаний электроники, систем автономного вождения и обеспечения безопасности транспортных средств, а также расчета электромагнитных явлений. Нынешний год, несомненно, будет отмечен существенным прорывом во многих технологиях. Вот наши четыре главных прогноза на 2018 год.

Прогноз №1: дальнейшее развитие технологий для беспилотных автомобилей

Беспилотные автомобили уже давно являются популярной темой. В текущем году мы собираемся достичь в этой области существенного прогресса. Приобретение компании TASS International помогло нам создать решение по проектированию самых современных систем помощи водителю (ADAS). Это инновация – еще один шаг на пути к автомобилю, в котором водитель сможет просто откинуться

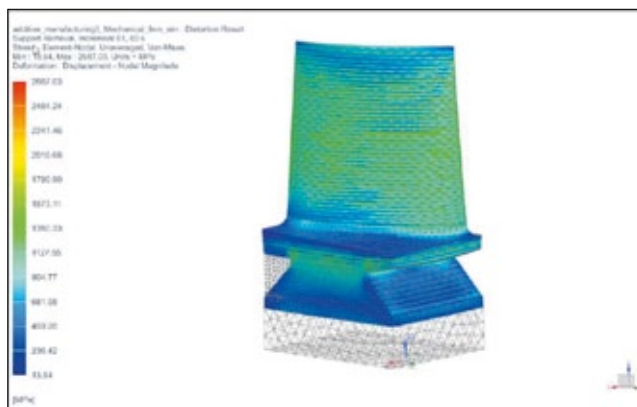


Численное моделирование лидарной системы обнаружения и классификации объектов для беспилотного автомобиля

на спинку кресла и отдыхать, пока машина сама везет его в нужное место.

Прогноз №2: дальнейшее развитие методик генеративного проектирования изделий и численного моделирования процессов аддитивного производства

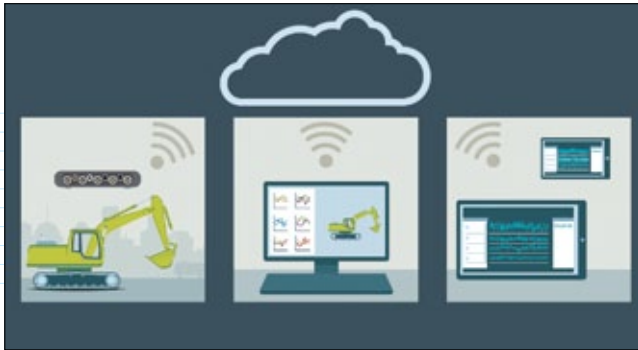
Необходимость повышения топливной экономичности в авиационно-космической отрасли приводит к все более широкому использованию композитов, технологий аддитивного производства, а также к созданию силовых установок новых типов. При этом нормативные требования регулирующих органов становятся всё более жесткими. Для решения указанных проблем мы занимаемся совершенствованием технологий генеративного проектирования и численного моделирования аддитивных технологических процессов.



Оценка остаточных напряжений в лопатке турбины, изготовленной по аддитивной технологии путем спекания из порошка

Прогноз №3: расширение использования программных и программно-аппаратных испытаний, численное моделирование в реальном времени

Мы ожидаем заметный рост использования мехатронных и киберфизических систем во многих отраслях, а также всё более широкое привлечение численного моделирования при создании систем управления и при разработке встроенного программного обеспечения. В ответ на потребности заказчиков мы разрабатываем средства численного моделирования систем изделий, объединенные с традиционными CAE-программами. Наши решения

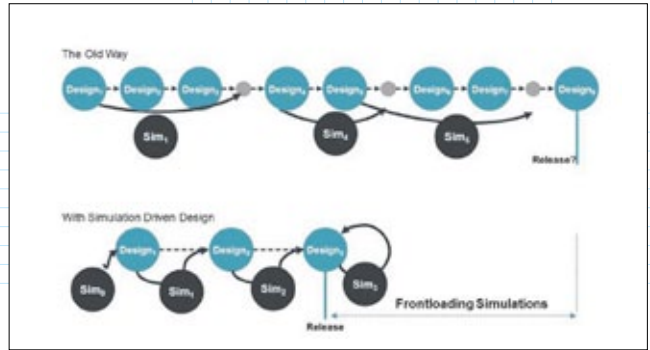


Цифровой двойник – комбинированная расчетная модель, содержащая текущие эксплуатационные параметры изделия

для проведения программных и программно-аппаратных испытаний, а также численного моделирования в реальном времени позволяют изучать работу целых мехатронных систем.

Прогноз №4: применение численного моделирования на ранних этапах разработки

В 2018 году дальнейшее развитие получают такие концепции, как применение численного моделирования на ранних этапах разработки, новые методики исследования пространства проектных решений, а также средства управления результатами численного моделирования, обеспечивающие более тесную совместную работу специалистов. Наша



Применение численного моделирования на ранних этапах разработки и конструирование на основе результатов расчетов

стратегия в области конструирования на основе результатов расчетов состоит в создании масштабируемых решений для численного моделирования, встроенных в системы, применяемые как расчетчиками, так и специалистами в других инженерных дисциплинах. Кроме того, интеграция этих решений с PLM-платформой Teamcenter повышает производительность работы с моделями и данными, позволяя эффективно управлять рабочими процессами численного моделирования.

Эпоха всё более широкого внедрения численного моделирования – это сложное и интересное время для наших заказчиков, равно как и для сотрудников Siemens PLM Software. 🌐

◆ Выставки ◆ Конференции ◆ Семинары ◆

2018
КАЗАНСКАЯ ЯРМАРКА

9-я МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА

АКТО

Авиа
Космические
Технологии, современные материалы и
Оборудование

ОРГКОМИТЕТА:
Тел./факс: +7 (843) 202-29-03,
E-mail: expo-kazan@mail.ru,
www.aktokazan.ru, www.expokazan.ru

АВГУСТА 8-10

ОРГАНИЗАТОРЫ ВЫСТАВКИ
Кабинет Министров Республики Татарстан
Министерство промышленности и торговли РТ
Мэрия города Казани
ОАО «Казанская ярмарка»

При поддержке Президента Республики Татарстан Р.Н.Минниханова

Переход на новое поколение процессов проектирования

Russell Brook, директор по маркетингу в регионе EMEA

©2018 Siemens PLM Software



Дигитализация распространяется на многие сферы нашей жизни, включая и процессы создания новых изделий на всех этапах жизненного цикла – от проектирования до изготовления и эксплуатации.

В наш цифровой век существующие модели ведения бизнеса преобразуются под влиянием удешевления робототехники, внедрения процессов автоматизированного и аддитивного производства. Переход на более интеллектуальные способы создания изделий нового поколения критически важен для выживания предприятия. Цифровой двойник позволяет выполнять проектирование быстрее и точнее, проводить более тщательные испытания и получать гораздо больше информации о поведении изделий в реальном мире. При создании такого двойника, в цифровом виде фиксируются все этапы жизненного цикла изделия – от конструирования до изготовления и технического обслуживания.

В основе цифрового двойника лежат цифровые модели. Технологии аддитивного производства и обратного инжиниринга обычно используют фасетные 3D-модели (*Mesh Models*), тогда как CAD-системы традиционно работают с твердотельными моделями с точным представлением границ. Каким образом можно объединить эти два мира в один, чтобы работать с моделями сразу обоих типов? Ответом стала концепция “нового поколения процессов проектирования”.

Новое поколение процессов проектирования опирается на широкое распространение фасетного (сетчатого) представления геометрии и включает в себя такую новую функциональность, как генеративное моделирование, обратный инжиниринг, [учет возможностей] 3D-печати и синхронная технология. Если вы рассматриваете все эти важные новые технологии лишь как отдельные специализированные “довески”, то дальнейшее распространение фасетного описания геометрии приведет не к росту, а к падению вашей производительности.

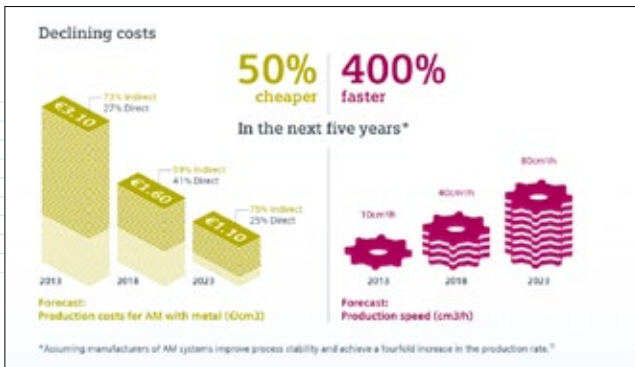
В генеративном (порождающем) моделировании применяются такие методы, как оптимизация топологии. Это позволяет создавать конструкции с идеальным соотношением массы и прочности, максимально эффективно используя материал (цена которого постоянно растет). По результатам недавнего проведенного опроса, 47% машиностроительных предприятий ожидают, что в ближайший год цены на материалы вырастут на величину, достигающую 5%. Поэтому точный выбор размеров детали – ключевой фактор сокращения избыточных расходов на

материалы и объема отходов. Еще одно преимущество: полученные методами генеративного моделирования конструкции часто имеют меньшую массу, что позволяет экономить на всех этапах – от транспортировки до монтажа изделия. Получаемые при генеративном моделировании органические формы хорошо подходят для изготовления методами литья или аддитивного производства высококого разрешения, но может возникнуть необходимость вносить в них изменения в местах соединения с более традиционными конструкциями корпуса или шасси. А для этого требуется переносить созданную инструментами генеративного проектирования сетчатую геометрию в традиционные CAD-системы, причем без длительных и чреватых ошибками преобразований файлов.

Аналогичным образом распространение трехмерного сканирования преобразует давно известные процессы обратного инжиниринга. К 2022 году объем этого рынка должен вырасти до 6 млрд. долларов – ведь преобразование в цифровой вид реальных деталей и узлов, спроектированных до появления CAD-систем, оказывается гораздо более эффективным занятием, чем построение таких моделей с нуля. Например, весьма процветающий бизнес – выпускать комплектующие для различной продукции других производителей; однако они должны точно подходить к основному изделию.

Автоматические средства построения поверхностей избавляют от трудоемких ручных операций исправления моделей, построенных по сканированному облаку точек. К тому же, скорее всего, к полученной модели придется добавлять отверстия и другие крепежные элементы. Ряд поставщиков переходит на обмен сетчатыми моделями, а не полноценными CAD-файлами, содержащими большой объем конфиденциальной конструкторской информации. На сайтах профессиональных сообществ, где ведется обмен моделями, чаще всего представлена именно сетчатая геометрия, которую нужно каким-то образом





объединить с граничным представлением остальных деталей и узлов. Это становится особенно актуальным, когда для комплектующих необходимо получить полностью смоделированную сцену, что невозможно сделать в традиционных CAD-системах.

Теоретически редактирование и повторное использование импортированных моделей должно упростить и ускорить процессы проектирования. Однако на деле многие инженеры не умеют работать с сетчатой геометрией, особенно когда это касается создания конструкций, ориентированных на изготовление методами аддитивного производства. Из-за этого не удается в полной мере раскрыть весь потенциал технологии, которая уже давно вышла за пределы просто средства для быстрого создания опытных образцов. Появление таких материалов, как упрочненные полимеры или металлокерамика, привело к тому, что уже сегодня детали, не испытывающие сильных нагрузок и механических напряжений, изготавливаются методами аддитивного производства.

По прогнозу компании *McKinsey*, к 2025 году на многих предприятиях половина литья из полимеров под давлением будет выполняться в напечатанных литейных формах. Промышленность развивающихся стран сразу переходит на технологии 3D-печати различных уникальных деталей. Как показывают оценки компаний *Deloitte* и *IDC*, в 2020 году доход мировой отрасли 3D-печати достигнет 20 или даже 35 миллиардов долларов.

Открывается путь к появлению совершенно новых моделей ведения бизнеса: небольшие конструкторские бюро смогут заказывать собственно изготовление изделий у компаний, занимающихся аддитивным производством. Однако, если разработка пригодных для аддитивного производства конструкций требует преобразования фасетной геометрии в граничное представление и обратно (чтобы 3D-модели можно было редактировать), это сведет на нет всю экономию средств и времени, достигаемую внедрением новых технологических процессов.

И при создании геометрической модели для 3D-печати с нуля, и при использовании элементов фасетной геометрии идеальным вариантом является **синхронная технология**. Она позволяет фиксировать замысел конструктора – например, что две грани детали должны быть параллельными, а отверстия в крепежном кронштейне – соосными. При этом, при

использовании инструментов синхронной технологии устраняются ограничения, характерные для традиционного моделирования с деревом построения (при работе с импортированным CAD-файлом это дерево недоступно, а для фасетной модели просто не существует). Отсутствие необходимости заранее планировать порядок построения конструктивных элементов позволяет на раннем этапе концептуального проектирования вести его в более эскизной манере, не дожидаясь окончательной детализации всего проекта. Это оставляет больше времени на эксперименты и инновации, сокращает сроки выхода изделий на рынок. Вы быстрее начнете зарабатывать деньги, а не тратить их на исследования и разработки. При повторном использовании моделей не имеет значения, в каком порядке строилась их геометрия. Задавая граничные условия и правила, можно быстро превратить чертеж в 3D-модель, не занимаясь её трудоемким воссозданием с нуля.

При работе с моделями, полученными в результате генеративного проектирования, 3D-сканирования, загруженными с сайта, либо построенными традиционным образом, функционал гибридного моделирования позволяет эффективно объединить обычное и фасетное представление CAD-геометрии. С импортированными из других систем моделями можно работать точно так же, как и с “родными” CAD-файлами. Повторное использование модели сокращает расходы, помогая поддерживать ценовую конкурентоспособность, а также позволяет выполнять большие объемы проектных работ без увеличения численности персонала.

Генеративное моделирование, 3D-сканирование и 3D-печать – это новые способы повышения точности, эффективности и сокращения сроков. Но для обеспечения широкого их внедрения эти средства должны быть интегрированы в применяемые в повседневной практике системы. Особенную важность этому придает тот момент, что новые технологии будут применяться вместе с традиционными. Даже когда объемы аддитивного производства невелики, производительность существенно возрастет в том случае, если конструктору не придется постоянно переключаться между различными системами с несхожим пользовательским интерфейсом, либо заниматься преобразованием моделей (что чревато внесением ошибок и потерями времени на последующие исправления).

Гибридное моделирование, объединяющее упомянутые выше инструменты, делает процесс проектирования гораздо более быстрым и менее трудоемким. Устраняются ручные операции при переходе с этапа на этап. Снижаются риски, связанные с повышением стоимости материалов, а изменения вносятся проще и быстрее. Это дает реальный прирост производительности. Полностью цифровой процесс проектирования сокращает затраты и экономит время, упрощая решение задач оптимизации конструкции. Сложные проектные решения создаются с малыми затратами, а новые изделия быстрее выходят на рынок, тем самым преобразуя всю модель ведения бизнеса. 🍌

nanoCAD 10: инновации в лучших традициях

16 апреля 2018 года компания “Нанософт”, ведущий российский разработчик программного обеспечения для автоматизированного проектирования, анонсировала новую версию универсальной CAD-платформы – **nanoCAD Plus 10.0**.



Это событие приурочено к 10-летию юбилею компании, и новая версия – тоже юбилейная. С 2008 года компания “Нанософт” и её флагманский продукт прошли интенсивный путь развития. Каждая следующая версия завоевывала новых почитателей, становилась стандартом в различных уголках страны и в разных по профилю организациях. С самого начала компания ориентировалась на работу с обычными пользователями: в 2008 году не только вышла 1-я версия nanoCAD в составе nanoCAD СПДС, но и был разработан, совместно с одним из лидеров в области интегрированных интернет-решений, портал, который впоследствии объединил пользователей, разработчиков и партнеров “Нанософт”.

Компания ориентирована на открытое взаимодействие с рынком. За 10 лет на её сайте были зарегистрированы почти 800 000 пользователей, из них более 60 000 – юридические лица. Главный продукт – nanoCAD – скачали свыше 1.5 млн. человек; на продукты на платформе nanoCAD выдано более 600 000 лицензий. В клубе разработчиков зарегистрировались свыше 3500 юридических и физических лиц.

“Каждое утро я получаю статистику нашего портала и не перестаю удивляться количеству пользователей, которые приходят на наш сайт, качают наши продукты, получают лицензии. Глядя на названия компаний, покупающих наши разработки, я понимаю, что область применения nanoCAD далеко не ограничивается проектной деятельностью. Сегодня я отчетливо вижу, что мы действительно сделали массовый, востребованный и универсальный продукт, помогли многим людям и компаниям избежать различных рисков, стать легальными пользователями, решить разнообразные, подчас очень сложные задачи”, – сказал **Максим Егоров**, генеральный директор ЗАО “Нанософт”. – “Очень надеюсь, что не только малый и средний бизнес, но и крупнейшие российские проектные организации, которые уже не первый год с интересом за нами наблюдают, выберут nanoCAD в качестве базового решения. И это будет не только вынужденная мера в области импортозамещения, но и правильный экономический и технологический выбор”.

Работа над новой версией – сложный организационный процесс, который начинается задолго до её выхода, и каждый релиз – это серьезный технологический рынок. Юбилейная версия воплотила в себе многие идеи и решения, которые были заложены еще три – пять лет назад. В ходе её подготовки была завершена переработка графической подсистемы, которая теперь позволяет значительно быстрее работать со многими чертежами, и особенно – с 3D-графикой. Продукт стал существенно удобнее – в том числе и потому, что наряду с классическим интерфейсом теперь имеется новый, современный.


Но главное преимущество – беспрецедентная совместимость с другими DWG-платформами, что позволяет осуществить быстрый и качественный переход на nanoCAD без потерь, продолжая использовать существующие чертежи и данные.

“Сегодня мы предлагаем отличный инструмент современного проектировщика”, – говорит технический директор компании “Нанософт разработка” **Денис Ожигин**. – “Пользователи nanoCAD Plus 10 в первую очередь обратят внимание на абсолютно новый ленточный интерфейс. Чтобы компоновка вкладок “ленты” действительно была оптимальной, нами проделана огромная работа по анализу часто используемых команд. Переработано более шести тысяч элементов интерфейса. Второй большой блок выполненных работ касается развития совместимости с другими DWG-платформами. Это и поддержка формата DWG2018/2019, и новые совместимые таблицы, которые не требуют конвертации в “родные” таблицы nanoCAD (формат СПДС), и реализация новых, и развитие уже зарекомендовавших себя инструментов (3D-полилинии, мультивыноски, совместимые динамические блоки, файлы-стандарты DWS, которые обеспечивают автоматическую поддержку внутренних САПР-стандартов организации, и многое другое). Добавьте к сказанному поддержку DirectX 10, который на аппаратном уровне обеспечивает более быструю отрисовку графики, и, конечно, поддержку русского трехмерного геометрического ядра C3D – всё это нацелено на то, чтобы пользователи максимально комфортно и быстро начали работать с нашим продуктом”.

Условия распространения

Версия 10.0 бесплатно предоставляется пользователям платформы nanoCAD Plus, оформившим подписку или использующим временные коммерческие лицензии – надо только получить на сайте www.nanocad.ru (в личном кабинете) новые серийные номера, а затем обновленные файлы лицензий. Остальным пользователям предлагаются новые лицензии или обновления по ценам прайс-листа.

Платформа nanoCAD Plus – коммерческий продукт с широкими возможностями лицензирования: можно приобрести постоянную или временную, сетевую или локальную лицензию, зафиксировать номер версии или поставить обновление продукта на обслуживание (подписку). Кроме того, лицензию можно расширить двумя дополнительными модулями – для 3D-моделирования (ACIS или C3D) и наложения 2D-зависимостей. Выбрать оптимальную для себя конфигурацию платформы можно на сайте или у авторизованного партнера.

Полнофункциональную 30-дневную оценочную версию nanoCAD Plus 10.0 можно скачивать с сайта, начиная с 25 апреля. Учебным заведениям на сайте выдаются учебные лицензии, а разработчикам приложений предлагается версия с обновленным открытым SDK. 

Электротехническая CAD-система по разумной цене

Automation – Ваше ECAD-решение для проектирования систем управления, включая электротехнические, пневматические, гидравлические и для подготовки конструкторской документации.

Automation – это гарантия того, что Вы сможете:

- быстро и эффективно проектировать любую схему;
- вести поиск и замену элементов по всему проекту;
- соблюдать требования стандартов;
- выпускать документацию в срок.

PC|SCHEMATIC AUTOMATION включает:

- типовой функционал электротехнической CAD;
- 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 40 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: www.pcschematic.com и www.pcschematic.ru

Авторизованный дистрибьютор
в странах Балтии и СНГ:

Рига
SIA COLLA
тел.: (371) 67 40 93 42
e-mail: alex@colla.lv
<http://www.colla.lv>

Москва
ООО ЦОЛЛА
тел.: +495 602 4749
e-mail: info@mastercam-russia.ru
<http://www.pcschematic.ru>

MES – инструмент бережливого производства

Евгений Святлов (компания NS Labs)



В настоящий момент в России нет ни одной корпорации, которая бы в той или иной мере не занималась совершенствованием своей производственной системы на основе концепции “бережливого производства” – это ГАЗ, ГК “Росатом”, ПАО “АВТОВАЗ”, НАЗ “Сокол” и многие другие.

Бережливое производство

(от англ. *Lean Production, Lean Manufacturing*) – концепция управления производственным предприятием, основанная на постоянном стремлении к устранению всех видов потерь. Бережливое производство предполагает вовлечение в процесс оптимизации бизнеса каждого сотрудника и максимальную ориентацию на потребителей. Концепция возникла как интерпретация идей компании *Toyota* американскими исследователями её феномена [1].

На многих предприятиях реализация концепции бережливого производства бывает сопряжена со значительными проблемами, главная из которых состоит в том, что при достаточно успешном внедрении элементов системы предприятие, тем не менее, не получает значительного экономического эффекта. Часто внедрение сводится к формальной деятельности по оформлению рабочих мест и мест проведения совещаний, а также внедрению рационализаторских предложений. При указанном подходе у работников создается впечатление, что бережливое производство – это зарубежный аналог двух направлений, существующих с советских времен: научная организация труда (НОТ) и движение рационализаторов и изобретателей.

Основные понятия

Прежде всего, необходимо рассказать про Ассоциацию **MESA International**, которая была основана в 1992 году с названием *Manufacturing Execution System Association* для объединения поставщиков и пользователей MES-систем. Одной из основных целей Ассоциации на момент создания было информирование производителей о системах отслеживания выполнения заказов на производстве. В 2001 году она сменила название на *Manufacturing Enterprise Solutions Association*, чтобы показать, что область интересов отныне включает всё программное обеспечение, используемое на производстве. Целью Ассоциации стал обмен передовым опытом и инновационными идеями для распространения знаний о решениях в области оперативного управления производственными предприятиями.

На данный момент в Ассоциацию входит более 1000 компаний и 4000 индивидуальных участников из 78 стран. Примерный географический состав участников: 50% – США, 24% – Европа,

16% – Азиатско-Тихоокеанский регион. Число участников из России пока незначительно (менее 100).

Ассоциация является автором “**Функциональной модели MES**”, охватывающей основные функции систем класса MES. Первоначально модель 1997 года включала 11 функций, но в 2004 году их число было сокращено до 8. Перечислим эти функции:

- 1 Контроль состояния и распределение ресурсов (RAS);
- 2 Оперативное/детальное планирование (исключено из модели 2004 года);
- 3 Диспетчеризация производства (DPU);
- 4 Управление документами (исключено из модели 2004 года);
- 5 Сбор и хранение данных (DCA);
- 6 Управление персоналом (LM);
- 7 Управление качеством продукции (QM);
- 8 Управление производственными процессами (исключено из модели 2004 года);
- 9 Управление производственными фондами (техобслуживание);
- 10 Отслеживание истории продукта (PTG);
- 11 Анализ производительности (PA).

Кроме того, в 2004 году Ассоциация предложила функциональную модель для объединенного производства – *Collaborative Manufacturing Execution System (c-MES)*.

В соответствии с предложенной функциональной моделью MES, выделяются несколько уровней:

- производственные операции – на нижнем уровне;
- бизнес-операции – на среднем уровне;
- набор методических рекомендаций по организации производства в целом, который является вершиной всего.

В 2008 году Ассоциация провела соответствующие исследования, определив пять стратегических направлений, и опубликовала по ним руководящие указания, которые получили название “Стратегические инициативы”:

- 1 Бережливое производство;
- 2 Качество и соответствие требованиям регулирующих органов (*Quality and Regulatory Compliance*);
- 3 Управление жизненным циклом продукта (*Product Lifecycle Management*);
- 4 Предприятие в реальном масштабе времени (*Real-Time Enterprise*);
- 5 Управление активами (*Asset Performance Management*).

Главной проблемой внедрения бережливого производства в России, на наш взгляд, является слабо проработанная информационная база, которая должна служить базисом для определения эффективности производственных процессов. Помочь в этом могут рекомендации MESA и автоматизированные системы класса MES.

Само понятие **MES** (*Manufacturing Execution System*) – система управления производственными процессами) появилось как обобщающее название систем управления цехового уровня. В дальнейшем понятие **MES** стало рассматриваться в рамках более общего направления **MOM** (*Manufacturing Operations Management* – управление производственным процессом (операциями)) – методологии, позволяющей повысить степень автоматизации и прозрачности производственных процессов на предприятии, а также обеспечить тесное взаимодействие инженерных служб предприятия и его производственных подразделений [2]. Понятие **MOM** охватывает все виды деятельности на Уровне 3 управления промышленным предприятием. Уровень 3, согласно серии стандартов *ISA-95* [3] и разработанных на их базе *IEC 62264* (соответственно, серии ГОСТ Р МЭК 62264 [4], которая в настоящее время состоит из ГОСТ Р МЭК 62264-1-2014, 62264-2-2016, 62264-3-2012 и 62264-5-2012), включает в себя все функции, входящие в управление рабочими потоками для получения требуемой конечной продукции.

Также в ГОСТ Р МЭК 62264-1 выделяют Уровни 2 и 4, которые соответственно связаны с непрерывным контролем и управлением физическими процессами и с функциями, относящимися к деловой активности. Это позволяет четко разграничить зону действия таких систем, как **SCADA**, **MES** и **ERP** (рис. 1).

В России до сих пор часто встречается немного иная информационная структура управления предприятия, основанная на ГОСТ 34.003-90 [5], который в настоящее время продолжает действовать, но является морально устаревшим. Согласно этому стандарту, системы управления разделяются в зависимости от вида управляемого объекта (процесса):

- АСУП – автоматизированная система управления предприятием;

- АСУТП – автоматизированная система управления технологическим процессом.

В советском стандарте не существует разделения между 3-м и 4-м уровнем управления предприятием, и поэтому стандарт ГОСТ Р МЭК 62264-1-2010 может считаться развитием ГОСТ 34.003-90.

Если мы рассмотрим область внедрения наиболее часто встречающихся *кайдзенов*/улучшений, то увидим, что она не поднимается выше уровня АСУ ТП, и в этой области кайдзены полностью соответствуют предложениям, упомянутым ранее (японская философия и практика *кайдзен* фокусируется на непрерывном совершенствовании процессов разработки, производства, вспомогательных бизнес-процессов и управления). Однако гораздо большее значение для организации имеют эффекты, получаемые на уровне АСУП, так как именно там внедрение изменений дает рост эффективности предприятия на десятки процентов.

Практика внедрения бережливого производства показывает, что наибольший эффект и наглядность достигаются в условиях крупносерийного или массового производства. Это обусловлено, прежде всего, стабильностью протекающих процессов, простотой замеров их характеристик и возможностью быстро оценить результат от внесения изменений. Для мелкосерийного и единичного производства повторяемость процессов значительно ниже (причем не только по времени, но и по входящим условиям), поэтому определить эффект от внедрения изменения сложно, а иногда и невозможно. Применение систем класса **MES** позволяет решить эту проблему.

К примеру, с помощью **MES**-системы **SIMATIC IT** от **Siemens PLM Software** легко реализуется следующие элементы концепции бережливого производства:

- 1 Цикл Шухарта-Деминга: *Plan – Do – Check – Act*;
- 2 Карты потока создания ценности;
- 3 Стандартизация процедур;
- 4 Стандартизация рабочих мест (система 5S – пять шагов);
- 5 Вытягивающая система (система *kanban*, предусматривающая использование информационных карточек для передачи заказа на изготовление с последующего процесса на предыдущий);
- 6 Цепочка помощи.

Карта потока создания ценности

Формат статьи не позволяет подробно раскрыть каждую позицию, поэтому рассмотрим одну из них – карту потока создания ценности (**КПСЦ**).

КПСЦ представляет собой как бы фотографию того, что происходит на предприятии в реальности (рис. 2). Требования к оформлению КПСЦ различаются на каждом предприятии, но в целом они содержат следующую информацию:

- название оборудования или процесса;
- время выполнения операции или процесса (фактическое время, а не время, указанное в существующей на данный момент документации);
- надежность оборудования (время работы без поломок);

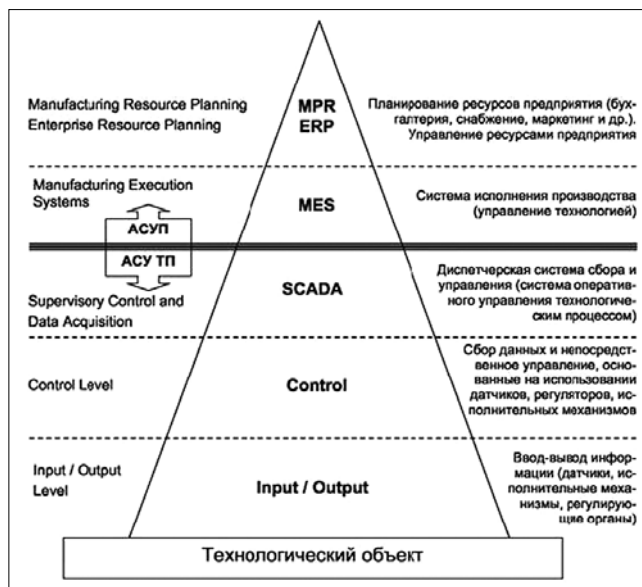


Рис. 1. Уровни управления технологическим объектом и соответствующие им автоматизированные системы

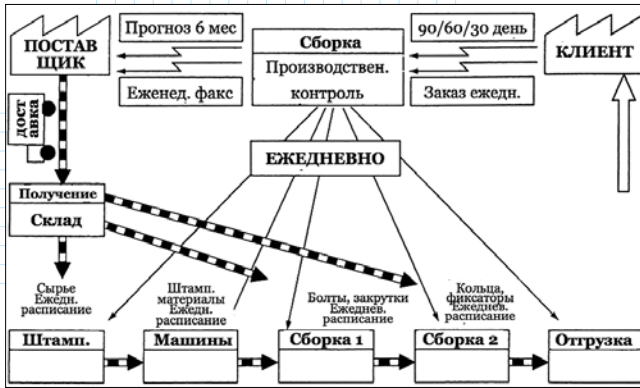


Рис. 2. Пример карты потока создания ценности

- количество операторов или сотрудников, выполняющих ту или иную операцию или обслуживающих процесс;
- наличие запасов на складе сырья и материалов для данного потока (в днях), количество готовой продукции (в днях), количество межоперационных и межцеховых запасов незавершенной продукции в данном потоке (в днях);
- порядок и сроки размещения заказов у поставщиков по данному потоку;
- порядок отгрузки и сроки формирования заказов от клиентов на данный вид продукции или группы продуктов;
- порядок планирования производства на предприятии, а также уровень детализации этих планов и порядок прохождения этих документов;
- расстояния, на которое перемещаются материалы в процессе производства.

При всей схожести КПСЦ с операционным описанием технологического процесса (ООТП), карта потока по своей сути ближе к генеалогическому описанию MES-систем – “*as build*” (“как сделано”).

Главным недостатком ООТП является идеализированное описание процесса, оборудования, оснастки. Поскольку при разработке ООТП невозможно учесть все возможные на производстве ситуации, то описывается некий усредненный вариант протекания процесса, который может значительно отличаться от реальности. Вариативность процесса чаще всего закладывается в ссылочных технологических или производственных инструкциях, где наряду с подробным описанием процесса описывается, что и как делать, если имеют место отклонения от эталона. Затраты, которые возникают при таких отклонениях, практически невозможно прогнозировать и учитывать из-за стохастического характера их возникновения, особенно в серийном производстве.

Типовым примером может служить операция правки прутка перед подачей его на токарный станок (рис. 3): при выдаче прутка в работу проверяется его кривизна, и если она превышает



Рис. 3. Схема бизнес-процесса точения прутка

некоторую предельную величину, то пруток затем правят на валках. Таким образом, здесь возможны два варианта: в одном случае в технологический процесс добавляется операция правки, в другом – нет. Вероятность того, что возникнет необходимость производить правку прутка, в момент написания технологии учесть невозможно, поэтому при любом способе указания операции имеет место неверное планирование и учет трудоемкости. Возможные варианты:

- операцию правки не включают в техпроцесс, считая все поставляемые прутки годными. Такой подход удобен для массового и крупносерийного производства, поскольку весь выданный со склада пруток будет полностью “сработан в деталь”. Трудоемкость правки отдельно не планируется и выделяется в ручном режиме;
- операцию правки включают в техпроцесс, считая все поставляемые прутки гнутыми и нуждающимися в правке. Данный вариант подходит для единичного и мелкосерийного производства, при котором выданный со склада пруток будет многократно возвращаться назад как деловой отход, что повышает вероятность его порчи (появление изгиба). Трудоемкость на правку планируется в полном объеме, и возникает некоторая избыточность;
- операцию правки не включают в техпроцесс явно, но дают ссылку на инструкцию, в которой подробно расписана процедура контроля и правки прутка перед выдачей. Трудоемкость на правку чаще всего не планируется и выделяется по внутреннему регламенту предприятия.

Проведение работ по комиссионному составлению КПСЦ позволяет выявлять подобного рода отклонения и использовать скрытый в них резерв. К недостаткам этого способа следует отнести достаточно высокую трудоемкость (на сбор и работу комиссии) и сложность в вычленении воздействия случайных факторов.

Привлечение MES-систем для решения подобных задач позволяет организовать бизнес-процесс более совершенным способом. Одной из функций MES является **PTG** (*Product Tracking and Genealogy* – отслеживание и генеалогия продукции), обеспечивающая получение информации о состоянии и местоположении заказа в каждый момент времени.

Информация о состоянии может включать сведения о том, кто выполняет задачу, о компонентах, материалах и их поставщиках, номере лота, серийном номере, текущих условиях производства, а также любые тревоги в отношении заказа, данные о повторной обработке и другие события, относящиеся к продукту. Кроме того, функция отслеживания в реальном времени создает также архивную запись, что обеспечивает отслеживаемость компонентов и их использование в каждом конечном продукте.

Новый бизнес-процесс будет выглядеть следующим образом.

В случае необходимости оператор, кладовщик или контролер ОТК производит замер кривизны прутка (она не должна превышать 0.5 мм на 1 м) и вносит данные замеров в систему. На основании результатов замеров производится формирование производственного заказа на выполнение операции (в ручном или автоматическом режиме). Параллельно производится накопление статистических данных, позволяющих определить частоту (вероятность) возникновения отклонений, и другие зависимости: от поставщика, от способа хранения, от исполнителя и т.д.

В случае необходимости можно производить формирование КПСЦ на любое изделие или операцию и использовать как исходную форму для работы групп по оптимизации процессов. При этом достигается большая точность замеров, а разовые случайные отклонения нивелируются за счет имеющейся статистики.

Таким образом, для серийного и единичного производства система класса *MES* является необходимым инструментом для организации бережливого производства.

В заключение хотелось бы привести данные, характеризующие экономический эффект от внедрения *MES* [6]:

- снижение количества сбойных ситуаций – на 50%;
- уменьшение вероятности выхода оборудования из строя – на 3÷12%;
- увеличение срока эксплуатации оборудования – на 5÷10%;

- уменьшение времени простоя оборудования – на 10÷20%;
- сокращение трудовых затрат за счет автоматизации процессов планирования, контроля и оценки качества проведенных работ – на 2÷15%;
- исключение малоэффективной (бесполезной) работы, улучшение координации обеспечивающих подразделений. 🍌

Литература

1. Бережливое производство // ru.wikipedia.org/wiki/Бережливое_производство
2. MES // ru.wikipedia.org/wiki/MES
3. ANSI/ISA 95 Enterprise-Control System Integration
4. ГОСТ Р МЭК 62264 Интеграция систем управления предприятием
5. ГОСТ 34.003-90. Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Термины и определения
6. Андреев Е.Б., Куцевич И.В., Куцевич Н.А. MES-системы: взгляд изнутри. Москва: Издательство РТСофт–Космоскоп, 2015, 240 с.

Об авторе:

Евгений Евгеньевич Святков – консультант по внедрению автоматизированных систем управления производственными процессами (*MOM/MES*), отдел внедрения информационных систем САПР/*PLM/MES* в компании *NS Labs*.



• АВТОРИЗОВАННЫЙ ПАРТНЕР
SIEMENS PLM SOFTWARE

• УЧЕБНЫЙ ЦЕНТР

• CAD/CAM/CAE/PLM/ PDM и
MOM/MES -РЕШЕНИЯ

• TEAMCENTER®, NX™,
SOLID EDGE®

НА УРОВНЕ ВЫСОКИХ ТЕХНОЛОГИЙ!

Solution Partner
PLM

SIEMENS

NS
Labs

© NSLABS НИЖНИЙ НОВГОРОД
(831) 258-34-47
WWW.NSLABS.RU



ПОЛИНОМ:MDM – новое решение для управления нормативно-справочной информацией промышленного предприятия

©2018 Группа компаний АСКОН

Качественное управление нормативно-справочной информацией (НСИ) – один из ключевых факторов эффективной работы современного промышленного предприятия. В этой связи компания АСКОН разработала и предлагает новый удобный и надежный инструмент – **ПОЛИНОМ:MDM**. Система ПОЛИНОМ:MDM позволит предприятиям управлять справочниками, классификаторами, стандартами, регламентами и другой информацией удобным способом – в едином интерфейсе и по единым правилам.

- импорт/экспорт данных;
- разграничение прав доступа к информации;
- набор средств разработки (SDK), расширяющий возможности системы.

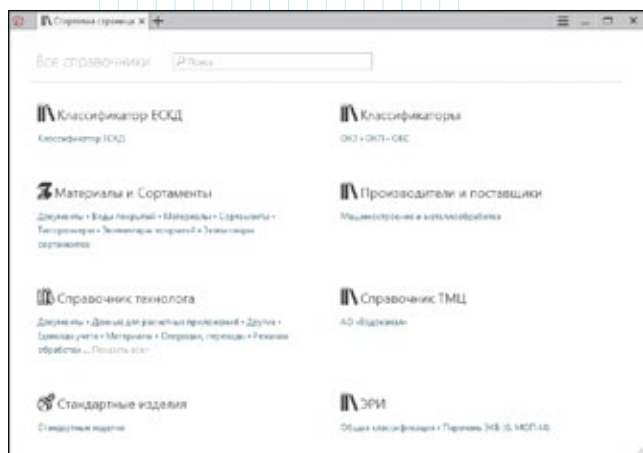
Важную роль в управлении нормативно-справочной информацией играет перечень данных НСИ, с которым предстоит работать специалистам предприятия. Поэтому система ПОЛИНОМ:MDM предоставляет возможность использовать преднаполненные инженерные справочники, включающие большой перечень данных и объектов НСИ.

Справочники системы и универсальная расширяемая модель данных

Система ПОЛИНОМ:MDM включает в себя следующие инженерные справочники:

✓ **Материалы и сортаменты**

Этот справочник предназначен для централизованного хранения и использования информации о материалах и сортаментах, применяемых различными службами промышленного предприятия. Справочник включает в себя более 12 000 наименований, в числе которых российские и зарубежные марки сплавов, сталей, лаков, пластмасс, покрытий и других материалов.



Ключевые особенности системы

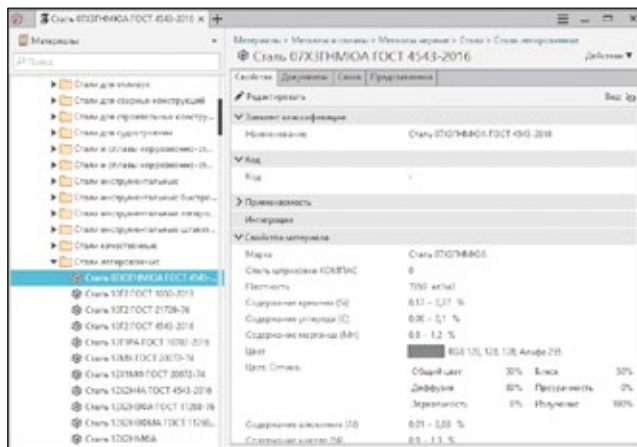
✓ **Единая платформа**

Многие пользователи имеют опыт работы с инженерными справочниками АСКОН и успешно применяют их. Недостатком этих справочников являлось то, что специалисты были вынуждены постоянно работать в разных приложениях. В среде ПОЛИНОМ:MDM работа строится на единой программной платформе.

Новая система позволяет управлять широким спектром НСИ: справочниками, классификаторами, стандартами и другими необходимыми данными, – и делать это в рамках единого приложения и единого интерфейса, с помощью унифицированных инструментов и подходов к работе с информацией.

✓ **Возможности:**

- управление широким спектром нормативно-справочной информации;
- контекстная модель представления данных;
- умная и быстрая система поиска;
- ограничительные перечни справочной номенклатуры;
- контроль качества данных;



✓ **Стандартные изделия**

Справочник содержит информацию о различных стандартных и типовых изделиях: крепеж, детали, арматура, конструктивные элементы, профили, подшипники и другие комплектующие. Изделия представлены в соответствии с различными российскими и международными стандартами. Общее количество позиций – более 1 400 000.

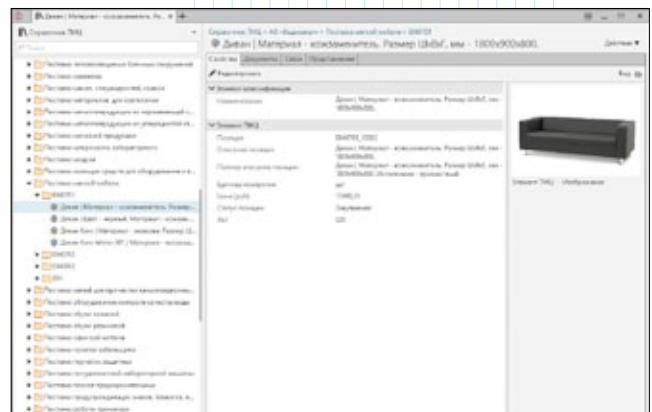
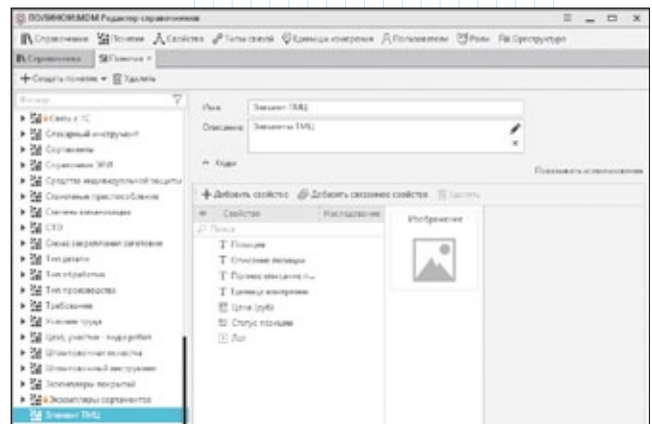
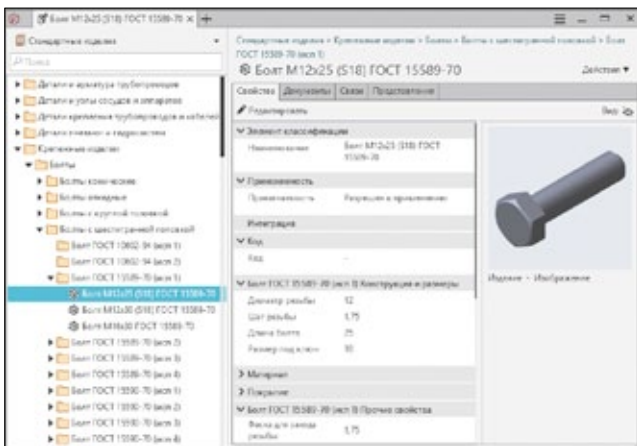
“У предприятий есть четко выраженная потребность в качественном и современном управлении справочными данными. До определенного момента это потребность скрытая – справочные данные ведутся в различных системах, без минимальной синхронизации, часто с дублированием одной и той же информации. Острота проблемы начинает проявляться, когда у предприятия возникают планы по организации сквозных бизнес-процессов и внедрению комплексных ИТ-систем, которые



эти процессы обеспечивают. Накопленные за годы работы некачественные данные усложнят и без того непростую задачу автоматизации.

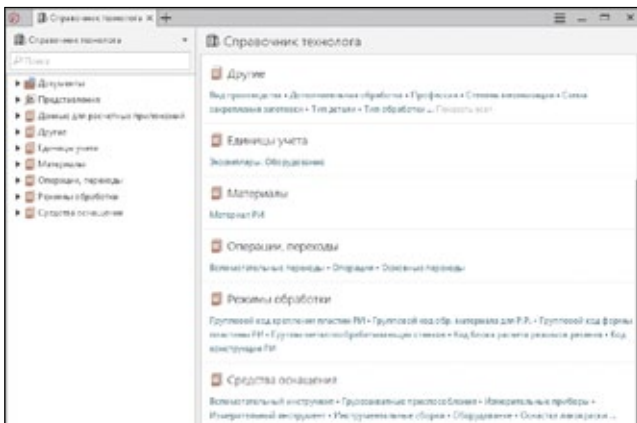
Дешевле решать проблемы до их появления. ПОЛИНОМ:MDM учитывает все вероятные проблемы и предлагает эффективный инструментарий для управления справочными данными промышленного предприятия”.

Дмитрий Вылетков,
руководитель дивизиона MDM
компании АСКОН



✓ **Справочник технолога**

Этот справочник обеспечивает управление и доступ к различной технологической информации предприятия – например, к параметрам оборудования и инструмента, классификаторам операций, переходов и профессий. В комплект справочника входит 70 специализированных справочников.



✓ **Универсальная модель данных**

Система ПОЛИНОМ:MDM использует универсальную расширяемую модель данных, что позволяет пользователю не только работать со справочниками, входящими в комплектацию системы, но и

создавать собственные справочники применительно к любой предметной области. Такой подход дает возможность работать с самыми разными данными НСИ, в зависимости от требований и специфики бизнес-процессов предприятия.

В заключение следует отметить, что система ПОЛИНОМ:MDM может использоваться в качестве самостоятельного инструмента для управления НСИ предприятия, но также может быть интегрирована в комплексное программное решение, предназначенное для управления подготовкой производства и поддержки жизненного цикла изделий. Такая интеграция позволяет включить эту систему в единое информационное пространство, охватывающее различные отделы и службы предприятия. 🏆

Да пребудет с вами Сила!

VERICUT с модулем Force на площадке Premium AEROTEC

©2018 CGTech Ltd.

Эксперты авиационной отрасли прогнозируют значительный рост потребности в новых пассажирских и грузовых самолетах к 2033 году – их понадобится более 30 000 шт.

Для существующих предприятий авиационно-космической промышленности это создаст огромные трудности количественного и качественного характера. Premium AEROTEC – дочерняя компания Airbus, обеспечивает свое участие на этом высоко конкурентном поле с помощью программного обеспечения VERICUT для компьютерной симуляции управляющих программ, разработанного компанией CGTech, с новым модулем Force для обеспечения надежности и эффективности производства.

Premium AEROTEC является одним из мировых лидеров в области разработки и производства конструкций и систем для гражданской и военной авиации. Подразделения этого ведущего авиационного поставщика Европы, расположенные в Аугсбурге, Бремене, Гамбурге, Норденхаме, Фареле и Брашове (Румыния), разрабатывают и производят самые современные авиационные конструкции из алюминия, титана и углепластика, для всего семейства Airbus.

Компания является ключевым партнером в разработке и производстве A350 XWB, а также поставляет детали для Boeing 787 'Dreamliner', Eurofighter Typhoon и тяжелого военно-транспортного самолета Airbus A400M. Основана Premium AEROTEC была в январе 2009 года в результате слияния завода EADS в Аугсбурге с заводами Airbus Germany в Норденхаме и Фареле. Штаб-квартира компании, управляемая Airbus Group, находится в Аугсбурге. Здесь работают порядка 4000 человек – преимущественно на производстве и сборке деталей фюзеляжа и силовых конструктивных элементов для военных и гражданских программ, изготавливаемых с использованием легких гибридных конструкций, композиционных материалов из углеродного волокна, инфузионных технологий и сэндвич-панелей.

Для того чтобы гарантировать качество поверхностей и требуемую точность деталей, на производственных площадках Premium AEROTEC применяются методы высокопроизводительной обработки материалов. Эти методы должны обеспечивать требуемое качество без брака или сложной повторной обработки для исправления деталей. Кроме того, они должны минимизировать износ станков и режущего инструмента, сократить до минимума периоды



простоя и оставаться высокоэффективными даже при работе со сложными компонентами в небольших партиях; другими словами, они должны быть быстрыми, точными, надежными и воспроизводимыми – компромиссы здесь недопустимы.

Конечно, такая ситуация знакома многим в авиакосмической отрасли, где безопасность и надежность работы оборудования имеет решающее значение для выполнения текущих задач выпуска продукции. Чтобы добиться этого, компания в качестве неотъемлемого элемента своих производственных процессов с 1991 года использует VERICUT – ставшее промышленным стандартом программное обеспечение для симуляции обработки на станках с ЧПУ. Основная цель: предотвратить столкновения элементов станка с заготовками, деталями и оснасткой.





Продукт *VERICUT* уже давно был выбран компанией для проверки *G*-кода для фрезерных станков, и за 26 лет использования более чем доказал свою состоятельность.

“Сегодня на самом станке больше не нужно никаких проверок УП. Ни одна программа не запускается в цехе, не будучи предварительно проверена в *VERICUT*”, – объясняют Вернер Флагнер и Михаэль Хоффманн, под чьим руководством свыше 30-ти сотрудников *Premium AEROTEC* работают с *VERICUT*.

CGTech VERICUT, ведущее независимое программное обеспечение для симуляции обработки и оптимизации управляющих программ для станков с ЧПУ, позволяет имитировать на компьютере весь процесс обработки – независимо от станка, его системы управления, и применяемой *CAM*-системы. Таким образом, УП будет проверена на столкновения и ошибки – до того, как что-либо произойдет на реальном оборудовании. Симуляция с помощью *VERICUT* позволяет успешно функционировать более чем 25 различным обрабатывающим центрам в цехах *Premium AEROTEC*.

Очень важный для завода в Аугсбурге модуль *VERICUT* носит название *AUTO-DIFF*. Он обеспечивает автоматизированное сравнение исходной *CAD*-модели с деталью, обработка которой симулируется в среде *VERICUT*. С помощью этого модуля любой специалист, участвующий в процессе производства, может

обнаружить ошибки в программировании обработки и те элементы, которые были обработаны неправильно.

“Это идеальный инструмент, который особенно важен, когда речь идет о чрезвычайно дорогих деталях; когда дело касается допусков и точности, он оказывается незаменимым”, – говорит Вернер Флагнер.

“*AUTO-DIFF* помогает уменьшить [общее] время программирования обработки и ускоряет весь процесс”, – добавляет Михаэль Хоффманн.

Учитывая высокие показатели удаления материала, до 98%, возможно ли уменьшить производственное время – включая настройку, установ деталей, измерения и обработку?

Существует несколько подходов к повышению эффективности обработки. Они включают обработку с одного станова, с интеграцией различных производственных процессов. В идеале весь процесс обработки осуществляется с одного захода, что уменьшает количество ошибок позиционирования или повреждения деталей при ручной установке. Оптимизированные правила закрепления заготовок и новые станки с современным режущим инструментом также имеют потенциал для того, чтобы увеличивать скорость резания, объем снимаемого материала и повышать качество механической обработки, не сокращая при этом срок их службы. В любом случае, безопасность и надежность остаются абсолютным требованием на производстве, и именно поэтому на площадке *Premium AEROTEC* стали применять новый модуль *Force* от *CGTech* – для увеличения эффективности при одновременном сохранении технической надежности.



Модуль *Force* является кульминацией процесса совместной разработки, осуществленного компаниями *CGTech* и *UTC (United Technologies Corporation)* на основе научной методики оптимизации. *Force* – это программный модуль внутри системы *VERICUT*, который использует известные физические показатели для определения максимально надежной подачи для имеющихся условий резания, основываясь на четырех факторах: усилие на инструменте, мощность шпинделя, максимальная толщина стружки и максимально возможная скорость подачи. Анализируя геометрию, параметры инструмента, свойства материала заготовки и режущего инструмента, детальную форму режущей кромки инструмента и получаемые в *VERICUT* условия контакта в зоне резания, *Force* рассчитывает идеальную скорость подачи.

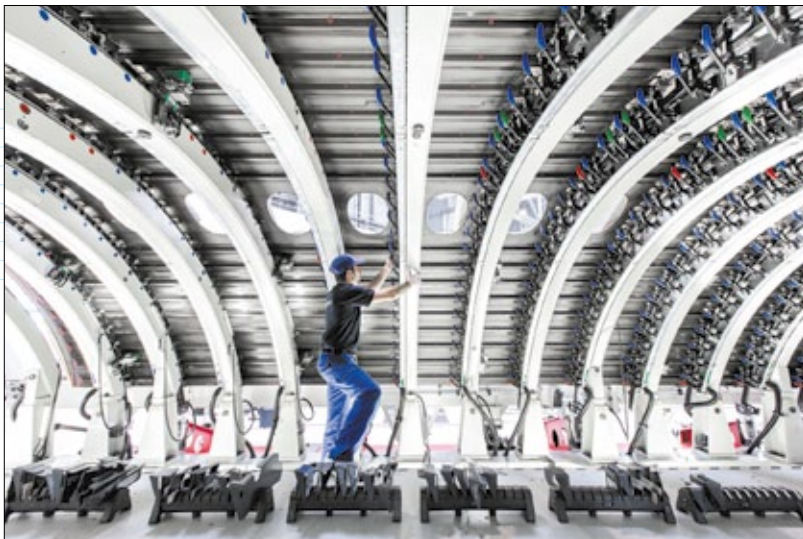
Управляющий директор *CGTech Ltd. Тони Шрюсбери (Tony Shrewsbury)* объясняет: “Учитывается угол наклона винтовой канавки и передний угол режущей кромки, вместе с общей формой инструмента в целом. Решающим является тип материала инструмента – керамика, твердый сплав или быстрорежущая сталь, и задача стоит в определении того момента, когда инструмент может сломаться. Поскольку пиковые нагрузки также отображаются в *Force*, ими можно управлять и уменьшать их для приведения к гладкому графику нагрузок, чтобы сделать процесс резания менее “шокирующим” для инструмента, заготовки и элементов станка”.

Другое преимущество заключается в том, что модулю *Force* для работы не нужно полагаться на опыт пользователя: программа проводит оптимизацию, основываясь исключительно на полученных значениях. Аналогично, не требуется никаких сложных проверок с помощью дополнительного программного обеспечения.

“Речь не идет о стратегиях фрезерования в имеющихся управляющих программах. Нет необходимости изменять траекторию инструмента. *Force* просто делит, или разбивает траекторию, чтобы привести улучшения. Всё обеспечивается регулированием подачи, так что геометрия не изменяется”, – продолжает объяснения г-н Шрюсбери.

Компания *Premium AEROTEC* действительно стала получать выигрывать с самого начала использования нового решения – *Force*. Экономия достигается за счет примерно 22%-го сокращения продолжительности машинного цикла для управляющих программ, оптимизированных с помощью *Force*, при одновременном значительном увеличении срока службы инструмента.

Тони Шрюсбери уверен, что есть еще больше потенциальных преимуществ,



которые можно будет увидеть в будущем: “*Force* чрезвычайно хорошо подходит для труднообрабатываемых материалов и для сложных многоосевых операций. Мы сталкиваемся с двумя этими факторами всё больше и больше, причем не только в авиакосмическом секторе, но и на всех точных производствах в различных областях. Для получения выигрывать в реальном мире *Force* является самым новаторским программным обеспечением, доступным в настоящее время”.



◆ Новости компании **CGTech** ◆

CGTech открывает офис в России

Компания **CGTech**, разработчик программного обеспечения **VERICUT** для симуляции, верификации и оптимизации управляющих программ для станков с ЧПУ, сообщила об открытии офиса в Москве. Отныне это подразделение будет обеспечивать маркетинг, продажи ПО, техническую поддержку и работу с реселлерами в России.

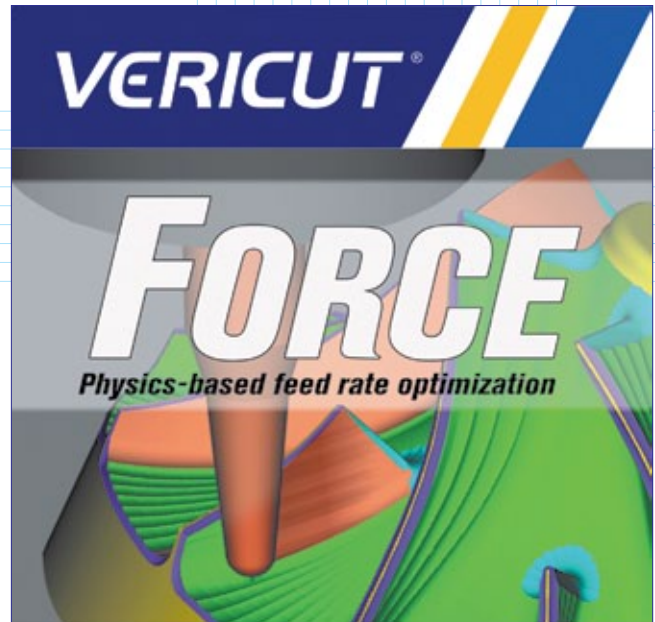


“Этот офис принесет реальную пользу нашим существующим российским клиентам, укрепит наши позиции в качестве мирового лидера в технологиях моделирования, верификации и оптимизации обработки на оборудовании с ЧПУ”, – сказал Тони Шрюсбери (**Tony Shrewsbury**), управляющий директор **CGTech Ltd.** – “Компания **CGTech** стремится к успеху клиентов по всему миру, о чём свидетельствуют наши постоянные инвестиции в местные офисы для прямых продаж и поддержки. Спрос на симуляцию работы сложных станков растёт, и **CGTech** имеет хорошую возможность, чтобы обеспечить производителей практиками и технологиями, необходимыми для успеха”.

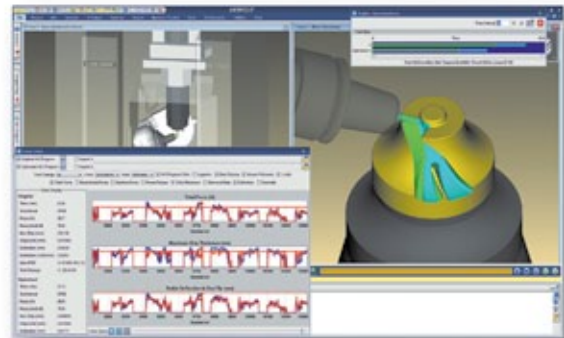
Представительство расположено в бизнес-центре **White Stone**, по адресу: Москва, 4-й Лесной переулок, 4, офис 524 (5 этаж). Первоначально в штате будут инженер по продажам и инженер технической поддержки (с получением дополнительной техподдержки от специалистов из Великобритании). Новая российская команда, вместе с г-ном Шрюсбери будет работать на выставке “Металлообработка-2018” в Экспоцентре с 14 по 18 мая (стенд 81В20), где продемонстрирует новейшую версию **VERICUT** и представит себя новым и существующим пользователям.

Недавно **CGTech** объявила и о планах расширить и перестроить свою деятельность в Великобритании, для чего были привлечены два новых инженера. “Назначение этих двух новых инженеров по продажам является свидетельством планов роста **CGTech** в Великобритании, а их опыт и тесные контакты в различных отраслях промышленности принесут пользу бизнесу. В ближайшее время будет объявлено о дополнительных назначениях и о расширении нашей группы технической поддержки для усиления этого ключевого сервиса”, – сказал г-н Шрюсбери.

Компания **CGTech** (www.cgtech.com) располагает обширной сетью офисов и реселлеров по всему миру; штаб-квартира находится в Ирвине (Калифорния). С 1988 года её основной продукт – **VERICUT** – стал промышленным стандартом для симуляции обработки с целью обнаружения ошибок, возможных столкновений и областей неэффективности. 🌐



VERICUT Force – модуль оптимизации готовых управляющих программ для станков с ЧПУ на основе анализа физических условий в зоне резания



- Существенное сокращение времени цикла
- Информация об условиях резания для анализа УП
 - **БЫСТРЫЕ** анализ и повторы для тестов
- Максимальная и более стабильная толщина стружки
- Анализ взаимодействия между режущей кромкой инструмента и материалом в каждом резе
- Предотвращение нежелательных условий резания
 - Увеличенная производительность инструмента

ПРАВИЛЬНО с первого раза. БЫСТРО с первого раза

125047, Москва, 4-й Лесной пер., 4
 Бизнес-центр White Stone
 5 этаж, офис 524
 Тел.: +7 (495) 741 98 52
info@cgtech.com.ru



Компания *ITOOLS* займется дистрибуцией решений *SDI Solution* для проектирования технологических процессов

Компания *ITOOLS* объявила о начале сотрудничества с *SDI Solution* – российским разработчиком ПО и системным интегратором специализированных систем в области семантического управления корпоративными мастер-данными. Согласно заключенному соглашению, *ITOOLS* получает уникальный статус дистрибьютора всего спектра программных продуктов *SDI Solution* в России. В частности, *ITOOLS* будет представлять на российском рынке флагманские продукты компании: *Semantic* и САПР ТП *Timeline*, специально разработанную для российского машиностроения.

САПР ТП *Timeline* представляет собой программное решение для проектирования технологических процессов и формирования комплекта технологической документации для производств различных видов. Это система нового поколения, в которой реализована инновационная концепция интеграции САПР с *Semantic* – системой управления справочными данными предприятия.

Semantic – это корпоративная система управления нормативно-справочной информацией



(НСИ), которая обеспечивает централизованное хранение и предоставление справочной информации в стандартизированном виде всем заинтересованным пользователям и прикладным автоматизированным системам.

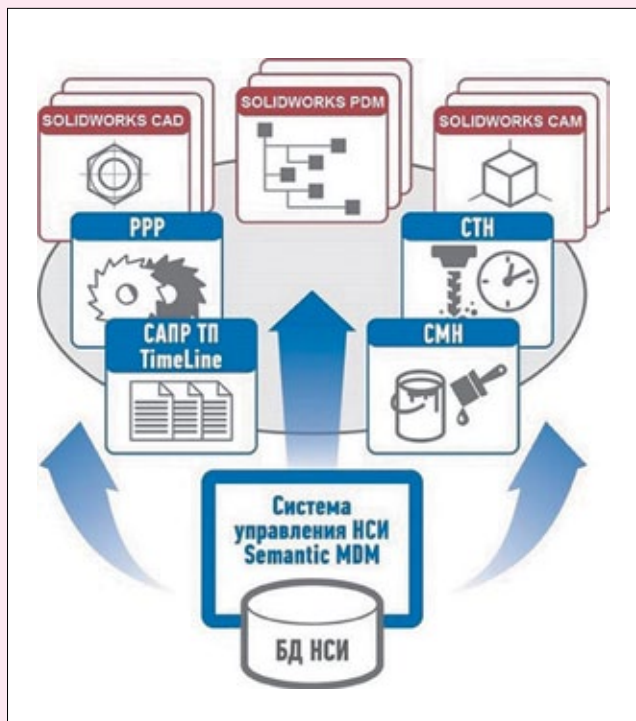
Система *Semantic* может предоставляться и как самостоятельное приложение (интеллектуальное хранилище справочных данных с базовым наполнением, реализующее функции информационно-поисковой системы), и как поставщик НСИ для других прикладных систем – САПР, *PDM*, *ERP* и пр. Продукт разработан с учетом специфики проектирования, принятия решений и управления корпоративной справочной информацией на предприятиях промышленного профиля.

Оценивая перспективы сотрудничества, генеральный директор *ITOOLS* **Андрей Серавкин** подчеркнул: “Мы рассчитываем, что инновационные решения *SDI Solution* синергично дополнят САПР и *PDM SOLIDWORKS*, в результате чего на российском рынке появится достойное комплексное решение для машиностроительных и приборостроительных производств”.

В свою очередь, генеральный директор *SDI Solution* **Сергей Горохов** отметил: “Партнерство с компанией *ITOOLS* позволит нашим заказчикам получить оперативный доступ к передовым технологиям, реализованным в продуктах *Semantic* и *Timeline*, а также квалифицированную техническую поддержку сертифицированных специалистов по современным комплексным решениям *CAD/CAM/CAPP/PDM/MDM* на всей территории страны”.

Коллектив разработчиков *SDI Solution* обладает двадцатилетним опытом создания программных решений в области автоматизации технологической подготовки производства. Три поколения систем, разработанных специалистами компании, используются на сотнях предприятий России и стран СНГ. Проект, предложенный дочерней компанией (*SDI Research*), прошел внешнюю экспертную оценку, был признан инновационным и профинансирован фондом Сколково.

ООО “Идеальные инструменты” (*ITOOLS*) является официальным дистрибьютором решений *SOLIDWORKS Corporation*, дочерней компании *Dassault Systèmes*, предназначенных для трехмерного проектирования. 🍷



Конструкторско-технологический комплекс ПО на базе *Semantic MDM*

Форум *SOLIDWORKS World 2018*: совершенствование *SOLIDWORKS* и использование платформы *3DEXPERIENCE*

Комментарий компании *CIMdata*

©2018 *CIMdata Inc.*

Ключевые тезисы

✓ Один из представителей *SOLIDWORKS* заявил о больших амбициях компании – стать как *Amazon* “для ваших идей и мечтаний в отношении проектирования и изготовления”.

✓ Продолжающееся инвестирование *Dassault Systèmes* в *SOLIDWORKS* показало стратегическое намерение материнской компании повысить ценность этой системы для пользователей и обеспечить, чтобы продукты *SOLIDWORKS* оставались такой платформой для проектирования, которую выбирают.

✓ Компания *SOLIDWORKS* и её партнеры продолжают уделять особое внимание аддитивному производству, которое является основной областью инвестирования, развития и реализации возможностей.

Двадцатая ежегодная конференция *SOLIDWORKS World* проходила 4–7 февраля 2018 года в здании *Los Angeles Convention Center* (Лос-Анджелес, шт. Калифорния). На ней присутствовала масса преисполненных энтузиазма пользователей системы *SOLIDWORKS* – свыше 5000 человек. За четыре дня участники услышали выступления более чем дюжины ключевых докладчиков, а также имели возможность присутствовать более чем на 200 тематических секциях, где можно было получить дополнительную информацию по различным вопросам (проектирование, производство, *3D CAD*, симуляция, электротехническое проектирование, коллективная работа, управление данными).

Общей темой в этом году была “Думаем о *SOLIDWORKS*”. Мероприятие открыла **Tracy B. Wilson** – актриса, писатель, фотограф и главная ведущая сессий, которая поприветствовала присутствующих и пригласила м-ра **Gian Paolo Bassi**, генерального директора *Dassault Systèmes SOLIDWORKS Corporation*, который проехал через зал вместе с несколькими особыми гостями (включая м-ра **Bernard Charlès**, вице-председателя Совета директоров и *CEO Dassault Systèmes*) на “*Moveable Feast*”, спроектированном в среде *SOLIDWORKS* специалистами компании *Two Bit Circus*. Лучше всего это транспортное средство можно охарактеризовать как предназначенное для перевозки едоков, в котором они сидят и едят.



Тема: будущее

Как и обычно, м-р **Bassi** воодушевил аудиторию своим энтузиазмом и энергией. Он подчеркнул, что у *SOLIDWORKS* имеются большие амбиции, включая, по его определению, намерение быть “как *Amazon* для ваших идей и мечтаний в отношении проектирования и изготовления”. По его мнению, отрасль находится в середине пути к большому возрождению, и его команда сосредоточена на том, чтобы сделать доступными для сообщества *SOLIDWORKS* знания и опыт путем обеспечения симуляции в реальном масштабе времени, а также расширяя и укрепляя сообщество созданием электронной торговой площадки. Он также подчеркнул, что компания намерена продолжать поставку лучших в своём классе решений для проектирования – как десктопных, так и онлайнowych.

Основные сделанные им анонсы, относящиеся к продукту, фокусировались на следующих пяти новых для *SOLIDWORKS 2018* вещах:

1 *3DEXPERIENCE Social Collaboration Services* – набор коллаборативных возможностей для поддержки генерации начального концепта.

2 *SOLIDWORKS 3DEXPERIENCE PLM Services* – доступ к *PLM*-возможностям платформы *3DEXPERIENCE*, обеспечивающий коллективную работу и управление созданием детали и её жизненным циклом.

3 *SOLIDWORKS Product Designer* – расширенные возможности для поддержки коллективного проектирования и управления данными в облаке.

4 *SOLIDWORKS xDesign* – облачное *3D CAD*-предложение, которое работает в веб-браузере. Создано компанией для того, чтобы предоставить пользователям возможность проектировать в любом месте, в любое время, на любом устройстве.

5 *3DEXPERIENCE Marketplace* – облачная площадка для электронной торговли, управляемая компанией *Dassault Systèmes*, которая была создана для того, чтобы объединить дизайнеров, инженеров и производителей.

Все эти анонсы иллюстрируют твердую приверженность расширению возможностей системы *SOLIDWORKS*, а также улучшению доступа к платформе *3DEXPERIENCE*. Решение компании *Dassault Systèmes* о вхождении в бизнес электронной торговли согласуется с её долгосрочными

обязательствами перед сообществами клиентов по широкому набору решений. Кроме того, это движение показывает, что платформа *3DEXPERIENCE* является основой для всех её продуктов и решений, а также других стратегий выхода на рынок. По мнению *CIMdata*, эти объявления поддерживают общую стратегию и долгосрочные обязательства *Dassault Systèmes* перед пользователями своих решений.

Затем, на сцену вышел м-р **Charlès**, который сосредоточился на стратегии *Dassault Systèmes* в отношении продукта, природы и жизни. Он подчеркнул, что компания *Dassault Systèmes* продолжает инвестировать в пакет *SOLIDWORKS* и в большое, постоянно растущее сообщество его пользователей. Также он описал критически важную роль, которую *SOLIDWORKS* играет в общей стратегии решений *Dassault Systèmes*, и то, как их торговая площадка изменит вещи, и как платформа *3DEXPERIENCE* делает вещи более “подключаемыми и коллаборативными”. В заключение, м-р **Charlès** подтвердил приверженность *Dassault Systèmes* сообществу *SOLIDWORKS* и намерению поставлять лучший пользовательский опыт.

После него выступил м-р **Kishore Boyalakuntla**, вице-президент по управлению портфелем продуктов *SOLIDWORKS*. Он вызывал восторг аудитории, предоставив 9 новых улучшений версии *SOLIDWORKS 2018*, включая концептуальное проектирование, оптимизацию топологии, *SOLIDWORKS CAM*, средства инспекции и визуализации, а также усовершенствования, касающиеся поддержки производства. Казалось, что люди едва усидели на своих стульях, так как реагировали на все анонсы очень живо.

В целом *CIMdata* считает, что предоставление пользователям *SOLIDWORKS* доступа к передовым технологиям позволяет демократизировать эти функции. В результате больше создателей изделий смогут использовать преимущества таких новых технологий, как аддитивное производство (*Additive Manufacturing, AM*) и цифровой двойник.

Основным спикером второго дня была м-с **Neri Oxman**, преподаватель по вопросам карьеры и повышения квалификации в *Sony Corporation* и ассоциированный профессор медиаискусств *MIT Media Lab*. Как сообщает веб-сайт *MIT*, её задачей является “укрепление взаимосвязи между построенной людьми, природной и биологической средами, используя принципы проектирования, вдохновленные и созданные природой, и их внедрение в изобретение новых технологий проектирования”.

М-с **Oxman** посвятила свой рассказ тому, что может быть спроектировано и изготовлено, если использовать биополимеры (полимеры, которые производят живые организмы), синтетические клетки (*Synthetic Cells*) и адаптивные материалы. По её прогнозам, результатом могут стать

динамично изменяемые объекты (здания, мосты, одежда и даже человеческие органы), которые, в конечном счете, ведут себя как живые. Она показала пример своей работы – среду обитания человека, созданную с помощью 6500 шелкопрядов, которыми управляли, используя тепло, свет и вибрацию. Также она сопоставила и подчеркнула различия между машинами, сделанными человеком, и организмами. При этом м-с **Oxman** использовала такие новые глаголы, как “изнатурить” (изготовить естественным образом) и “вырастить детали”, которые затем обсуждались в этот же день на секции *Desktop Metal*.

М-р **Andy Roberts**, старший программист компании *Desktop Metal* (которая специализируется на повышении доступности для инженеров *3D*-печати из металлов), представил видеоролик для прессы и сообщества аналитиков, демонстрирующий, как можно “выращивать детали” с помощью нового программного обеспечения. В нём было показано, как применить основанную на ограничениях модель для управления созданием структуры от точки *A* до точки *B*. По словам м-ра **Roberts**, их алгоритмы используют морфогенную (формообразующую) сигнальную регуляцию для того, чтобы выращивать дочерние клетки и отбрасывать лишние по мере роста. Это анонсирует захватывающую новую эру, в которой технические компоненты будут “выращиваться”, чтобы соответствовать природным требованиям, а возможно даже адаптироваться после изготовления в период использования.

Ранее в этот же день представитель *Hewlett-Packard (HP)* сообщил о начале поставок их первого многоцветного *AM*-принтера, а компания *Stratasys* объявила, что они организовали совместную группу с *Dassault Systèmes* и м-ром *Easton LaChappelle* для работы по новой *AM*-инициативе.

Компания *HP*, один из главных спонсоров форума, представила свою новую полноцветную платформу *3D*-печати. С этой платформой они надеются ускорить процесс демократизации *3D*-печати. Кроме того, в их сообщении была отмечена новая совместная работа с *Dassault Systèmes*.

Об инициативе протезирования на основе *3D*-печати, получившей название *Unlimited Tomorrow* (Будущее без ограничений) объявила компания *Stratasys*, реализующая её совместно с *Dassault Systèmes* и стратегом отрасли – м-ром **Easton LaChappelle**. По мнению компании, это партнерство делает *Stratasys* “эксклюзивным провайдером технологии *3D*-печати для инициатив и организаций”. Эти два анонса служат новым подтверждением продолжающегося процесса демократизации *AM* – и по цене, и по доступности для пользователей решений *Dassault Systèmes*.

Продемонстрированные новые возможности *SOLIDWORKS* включали в себя: текстурированное *3D*-определение тел; продвинутое управление фасками/скруглениями, поддержку устройства *Surface Dial* от *Microsoft*, эскизирование

сплайнов и прорезей с помощью жестов, усовершенствованные возможности внесения 3D-пометок, расширенную поддержку виртуальной реальности.

Тема дня: инновации

Во вторник основная сессия была посвящена инновациям. Как и в предыдущий день, мисс *Wilson* представила первого докладчика – это был м-р **Suchit Jain**, вице-президент по стратегии и сообществу *SOLIDWORKS*. Он отметил, что у *MySOLIDWORKS* теперь уже более миллиона пользователей, и что компания делает доступными *PLM*-сервисы *3DEXPERIENCE* для всех подписчиков *SOLIDWORKS* без дополнительной платы. Кроме того, в ближайшие месяцы им предоставят доступ к дополнительным приложениям (*add-ons*) на основе подписки. Такой подход должен стимулировать стабильный размер (а может даже и рост) базы подписчиков.

За комментариями м-ра *Jain* последовали презентации пользователей на главной сцене, включая презентацию м-ра **Michael Jagemann**, руководителя производства *Boom Technology, Inc.* Он рассказал о сотрудничестве компании *Boom* с *SOLIDWORKS* по созданию *XB-1* – первого независимо разрабатываемого сверхзвукового реактивного лайнера, прототипа самолета для коммерческих трансатлантических и транстихоокеанских рейсов. М-р *Jagemann* отметил, что специалисты *Boom* используют *SOLIDWORKS* для проектирования всего самолета.

Д-р Kyoungchil Kong, профессор кафедры машиностроения в *Sogang University*, а также CEO и учредитель *SG Robotics*, рассказал, как его компания использует *SOLIDWORKS* для проектирования носимых роботов, помогающих восстановить мобильность пациентам с параличом нижних конечностей и другими проблемами.

И, наконец, м-р **Brent Bushnell**, генеральный директор *Two Bit Circus*, рассказал об истории и корпоративной культуре этой компании, а также о том, что они – “банда сумасшедших ученых, робототехников, художников и фантазеров”. Далее он поведал, как они используют множество технических и нетехнических дисциплин, а также систему *SOLIDWORKS*, для проектирования и создания инновационного опыта.

Каждая из этих пользовательских презентаций поддерживала тему дня, посвященного инновациям, и показывала, как *SOLIDWORKS* используется в различных отраслях всевозможными креативными и инновационными способами – далеко за пределами механических корней *CAD*-системы *SOLIDWORKS*. Для тех, кто использовал *xDesign* и платформу *3DEXPERIENCE*, стоимость организации нового бизнеса была низкой, а скорость внедрения соответствовала современной быстро меняющейся бизнес-среде, когда компании должны формироваться и развиваться почти ежедневно.

Как и в предыдущие годы, [насыщенная] повестка дня *SOLIDWORKS World* включала основные сессии, демонстрации и множество пресс-конференций и встреч с отраслевыми аналитиками. К счастью, удавалось выкроить немного времени для посещения Павильона партнеров, где было много интересных стендов партнерских решений и продуктов. Всего на его площадке было представлено свыше 120-ти решений в более чем 30-ти категориях, включая быстрое прототипирование, инженерный анализ, сервисы, управление данными, производство, *CAM*, визуализацию и др. Такой широкий и разнообразный диапазон участников служит еще одним индикатором размера и мощи экосистемы, сформировавшейся вокруг *SOLIDWORKS* и сообщества пользователей системы.

Тема дня: теперь о настоящем времени

Среда, 4-й и последний день конференции, была посвящена настоящему моменту. Как и прежде, общую сессию открыла мисс *Wilson*, которая предоставила слово м-ру **Mike Puckett**, старшему менеджеру глобальной программы сертификации, *SOLIDWORKS*. Он ознакомил аудиторию с некоторыми фактами и цифрами по программе сертификации *SOLIDWORKS*, включая следующее: текущие темпы таковы, что каждые 10 минут сертифицируется еще один новый пользователь *SOLIDWORKS*. Следует отметить, что сейчас предлагаются два новых отраслевых экзамена: на сертификаты по аддитивному производству и по изготовлению пресс-форм. Комментарии м-ра *Puckett* послужили дополнительным доказательством того, что сообщество *SOLIDWORKS* растет и требует обучения за пределами традиционной сферы *MCAD*.

За ним выступил м-р **Ryan Kraft**, инженер из *Arrivo*, компании из Лос-Анджелеса, которая специализируется на устранении транспортных пробок. М-р *Kraft* описал, как *Arrivo* использует *SOLIDWORKS* и как они выбрали платформу *3DEXPERIENCE* для проектирования высокоскоростной городской суперсети для перемещения людей и грузов по городам.

Следующим на сцену вышел м-р **Milos Zupanski**, директор по управлению портфелем продуктов *SOLIDWORKS*. Он рассказал о *PLM*-сервисах – *SOLIDWORKS 3DEXPERIENCE PLM Services*, которые м-р *Bassi* представил в понедельник. Эти сервисы были созданы для того, чтобы предоставить доступное решение по управлению данными и жизненным циклом для компаний любого размера, не желающих инвестировать в собственную вычислительную инфраструктуру. По словам м-ра *Zupanski*, сервисы подходят пользователям *SOLIDWORKS Desktop* и *xDesign* для облегчения сотрудничества и предоставления доступа к данным каждому члену команды, независимо от его местонахождения.

Далее выступил м-р **Stephen Endersby**, директор по управлению портфелем продуктов

SOLIDWORKS, который представил аудитории м-ра **Tarso Marques**, бывшего гонщика Формулы-1, владельца и учредителя *Tarso Marques Concepts*. М-р *Marques* рассказал аудитории о том, как использование **SOLIDWORKS** изменило способ, которым его компания внедряет инновации. Сам он начинал с того, что фиксировал свои идеи в глине, но затем перешел к использованию некоторых наиболее захватывающих возможностей моделирования **SOLIDWORKS**, включая функции оптимизации топологии в *SOLIDWORKS Simulation*, которые он называет “реально преобразующими”.

М-р Lundstedt, директор по управлению портфелем продуктов **SOLIDWORKS**, представил *ENVE* – еще одну компанию, которая использует *SOLIDWORKS Simulation*. В данном случае это необходимо для проектирования форм и приспособлений для производства компонентов из высокопрочных углеродных волокон. *ENVE* – это пример небольшого стартапа, который выбрал систему **SOLIDWORKS**, потому что нуждался и в её возможностях, и в способности роста в другие решения *Dassault Systèmes* по мере необходимости. Так, в 2012 году компания *ENVE* внедрила *SOLIDWORKS PDM Professional*, чтобы облегчить управление данными. Сейчас компания использует решение *SOLIDWORKS Manage*, которое предоставляет доступ к инструментам управления проектами, процессами и элементами, а также возможности формирования отчетов. Кроме того, они планируют подключить *SOLIDWORKS Manage* к своей *ERP*-системе.

М-р Gilo Cardoza, учредитель *Gilo Industries* поделился тем, как его компания использует **SOLIDWORKS** для проектирования оснащенных водометом досок для серфинга *Mako*. По его словам, с помощью **SOLIDWORKS**, они прошли путь от концепции до законченного изделия за 12 месяцев.

Всё это – отличные примеры того, как **SOLIDWORKS** и обширный набор решений *Dassault Systèmes* позволяют компаниям любого размера быстро проектировать и поставлять на рынок инновационные изделия, простые и сложные. Кроме того, они демонстрируют, как сообщество **SOLIDWORKS** получает доступ к программным решениям, позволяющим им быстро начинать бизнес и расширяться по мере необходимости.

Под занавес *SOLIDWORKS World 2018* аудитория ждала объявления победителей 20-го ежегодного конкурса моделирования *Model Mania*, проводившегося во время конференции, как это было и в предыдущие годы. На сцену вышел м-р **Mark Schneider**, который и назвал этих победителей. Было интересно наблюдать, как выросла за эти годы сложность задач, и как конкурсанты продолжают оставаться на высоте, соперничая друг с другом. Это еще один прекрасный пример того, насколько созрело сообщество **SOLIDWORKS** и улучшились решения компании.

Заключительный доклад представили м-р **Joseph Hiura** и м-р **Robert Andrew Johnson** из киноиндустрии – оба художники-постановщики и декораторы. Они рассказали, как используют **SOLIDWORKS** при проектировании реквизита для фильмов. Достаточно назвать лишь несколько: “Забвение” (*Oblivion*, 2013), “Пассажиры” (*Passengers*, 2016), “Трон: Наследие” (*Tron Legacy*, 2010), “Бэтмен против Супермена” (2016). Как подчеркнули выступающие, и они сами, и их инструменты должны быть крайне гибкими, чтобы соответствовать требованиям по срокам и запросам отрасли. По их словам, отнюдь не всё на экране является компьютерной графикой.

В завершение общей сессии был оглашен набор основных усовершенствований новой версии **SOLIDWORKS**, включая:

- *Группировка компонентов сборки по статусу* – новая функция, которая позволяет пользователю изолировать сопрягаемые компоненты, подавляя или разрешая их.
- *Улучшение предварительного просмотра* – новое окно предпросмотра обеспечивает лучшую визуализацию при размещении компонентов в сборке, а также лучшую синхронизацию.
- *Возможность быстрого упрощения сложных сборок* с сохранением ассоциативной связи с исходным набором данных.

Как и в прошлые годы, закрыл мероприятие м-р **Bassi**, напомнив аудитории, что компания и всё сообщество **SOLIDWORKS** разделяют “большую мечту”, и, что самое важное, все его члены обладают знаниями, талантом, характером и решимостью воплотить мечту в реальность.

Заключение компании **CIMdata**

Конференция *SOLIDWORKS World* продемонстрировала прочность сообщества **SOLIDWORKS** и то, как продолжает развиваться и расширяться эта большая экосистема. С каждым годом **SOLIDWORKS** всё больше вписывается в стратегию решений и платформ *Dassault Systèmes*. Это обнадеживающие знаки – и для сообщества **SOLIDWORKS**, и для *Dassault Systèmes*.

Компания *Dassault Systèmes* подтверждает свою давнюю приверженность намерению поддерживать сообщество **SOLIDWORKS**. С момента запуска платформы *3DEXPERIENCE*, система **SOLIDWORKS** – это уже не автономное решение на какое-то время, а составная часть широкомасштабного решения *Dassault Systèmes* (о чём *CIMdata* уже говорила в прошлом). *Dassault Systèmes* предоставляет эту платформу не только пользователям *CATIA* – она подходит для всех решений компании, включая недавно представленную электронную торговую площадку. Стать чем-то вроде “*Amazon* для инженеров” (или, возможно, *Airbnb* для мира инжиниринга и производства) – это амбициозная цель, и если она будет достигнута, то *Dassault Systèmes* перейдет в новую категорию. 🍌

Как с помощью *SWR*-решений управлять данными цифрового предприятия

Михаил Малов, заместитель технического директора, Дарья Тюльпа (Миллионщикова), ведущий инженер (Группа компаний *SWR*)



В начале октября 2017 года компания *SolidWorks Russia* превратилась в Группу компаний *SWR*. Приоритетными направлениями деятельности ста-

ли системная интеграция, консалтинг, инжиниринг, разработка и внедрение программных решений “под ключ” – но по-прежнему всё в области САПР/*PDM/PLM*. Как и раньше, компания продолжает создавать собственное программное обеспечение, дорабатывать решения различных поставщиков, разрабатывать плагины, утилиты, шаблоны для конструкторско-технологической подготовки производства на промышленных предприятиях. Сегодня речь пойдет об утилитах, созданных с целью доработки системы *SOLIDWORKS Enterprise PDM* до уровня требований российских стандартов в целом и российской промышленности в частности.

Кто сегодня не знает о *PLM*? Расшифровка аббревиатуры, дословный перевод на русский язык – всё это, с одной стороны, носит вполне унифицированный характер, с другой – довольно абстрактный. Как бы ни старались новостные ресурсы и профильные источники наперегонки определять сам термин *PLM*, каждое предприятие всё равно будет продвигать свою концепцию, которая будет отличаться от других. Мы расскажем, какие шаги были нами предприняты, чтобы наши заказчики могли выйти на новый уровень своей работы.

Список дополнений для *SOLIDWORKS Enterprise PDM (SWE-PDM)*, созданных Группой компаний *SWR*, на сегодняшний день насчитывает несколько десятков позиций. В этой статье речь пойдет о наиболее популярных направлениях, которые встречаются у наших заказчиков.

Механические составляющие изделий

Адаптация *SWE-PDM* к условиям российских предприятий коснулась,

прежде всего, управления нормативно-справочной информацией (**НСИ**) и составом изделия.

✓ *SWR*-Материалы

Основная задача модуля *SWR*-Материалы, разработанного Группой компаний *SWR* и адаптированного к российскому стандарту, – помочь инженеру с назначением основного материала и сортамента, применяемого при изготовлении детали (рис. 1).

Наряду с общими свойствами материала и сортамента (марка, типоразмер, номенклатурный номер, артикул) учитываются технологические свойства (для передачи в САПР ТП), физико-механические (для расчетов и визуального представления модели), а также свойства, настроенные пользователем индивидуально (для синхронизации с *MES* и *ERP*-системами). Модуль *SWR*-Материалы позволяет вести работу с учетом ограничительного перечня предприятий.

✓ *SWR*-Редактор спецификаций

Этот модуль позволяет создать конструкторскую спецификацию, таблицу соединений, кабельный журнал, перечень элементов,

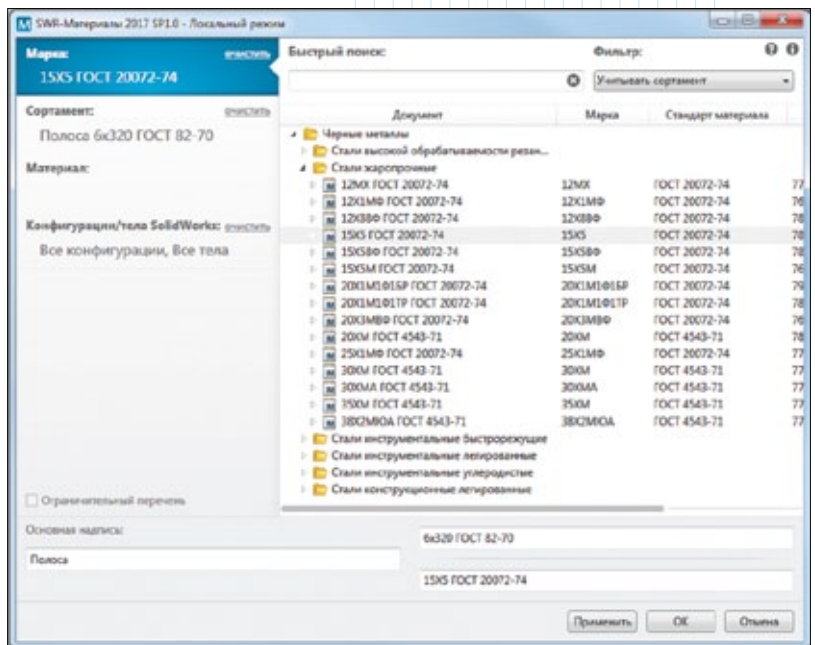


Рис. 1. *SWR*-Материалы. Окно поиска

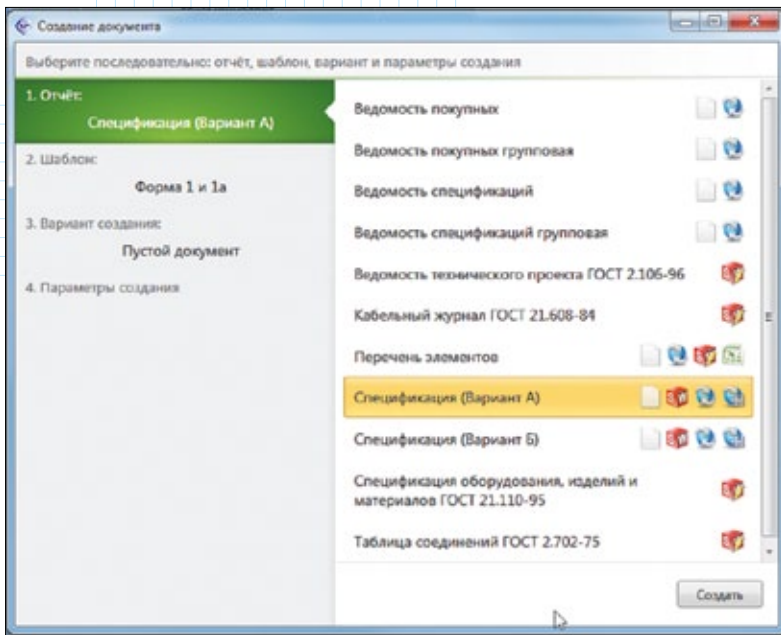


Рис. 2. SWR-Редактор спецификаций. Виды документов

ведомость покупок изделий и многое другое (рис. 2).

С помощью этого инструмента можно автоматически заполнять и оформлять текстовую конструкторскую документацию на основе данных из PDM-систем, а также систем схематического проектирования. В поставку входят комплекты бланков, оформленных согласно нормам ЕСКД, а также возможность настроить их с учетом требований предприятия.

Уникальный функционал “учитывать как” позволяет учесть один компонент электронной структуры изделия как какой-то другой, входящий в эту же или другую структуру, либо как самостоятельный компонент. Это помогает решить задачу правильного учета гибких и деформируемых деталей или стандартных изделий, применяемых в одном изделии в большом количестве, но в разных геометрических конфигурациях. Типичные примеры возможных ситуаций: несколько образцов одной пружины, растянутых до разной длины; резиновые прокладки, сжатые по-разному; несколько экземпляров шланга различных пространственных конфигураций. В таких случаях пользователи SOLIDWORKS вынуждены создавать несколько моделей или одну модель со многими конфигурациями. В отличие от этого, функция “учитывать как” модуля SWR-Редактор спецификаций позволяет рассматривать такие компоненты как несколько экземпляров одной детали.

Кроме того, благодаря этой функции можно повысить производительность работы с большими сборками путем замены крупного узла единым телом или графическим представлением узла, что гарантирует автоматическое

формирование ведомости покупных изделий, ведомости спецификаций и т.д.

✓ SWR-Классификатор

Функционал модуля SWR-Классификатор реализует механизм автоматизированного присвоения десятичных номеров (обозначений) вновь разработанным деталям или сборочным единицам (ДСЕ) в соответствии с требованиями действующего “Общероссийского классификатора продукции”. Модуль генерирует десятичные номера (обозначения) ДСЕ в интерактивном режиме, автоматически обеспечивая их уникальность, и регистрирует в книге учета.

✓ SWR-Ресурсы

Модуль SWR-Ресурсы предназначен для автоматизированной загрузки НСИ из внешних источников в корпоративную систему управления жизненным циклом изделий (SWE-PDM) – при наличии у этих ресурсов драйвера ODBC. Инструмент позволяет считывать данные из баз данных MS SQL Server или Firebird, таблиц Excel и файлов другого ПО с учетом ограничительного перечня предприятия. Загрузку информации можно производить как по расписанию, так и по требованию; также можно наследовать спецификации и справочники устаревших или сторонних систем.

Электротехника и электроника

Как системный интегратор, Группа компаний SWR помогает объединить в общей информационной среде и в рамках единого бизнес-процесса всех разработчиков – механики, электроники и электротехники.

✓ Интеграция с SOLIDWORKS Electrical

Специалистами SWR разработан механизм многорежимной синхронизации библиотек материалов, компонентов, условных графических обозначений (УГО) и прочих стандартных элементов между базой проектов модуля SOLIDWORKS Electrical и системой НСИ модуля SWE-PDM. Это решение обеспечивает единство справочников НСИ во всём цикле работ по проектированию электротехники:

- при разработке схем всех типов и получении отчетной документации в редакторе схем SOLIDWORKS Electrical Schematic;
- при разработке цифровых 3D-макетов навесного электромонтажа и электрожгутов с помощью модулей SOLIDWORKS Electrical 3D и SWR-Электрика соответственно;
- при формировании электронной структуры изделия в SWE-PDM и получении текстовой

(табличной) КД: конструкторских спецификаций, ведомостей покупных изделий, таблиц соединений, перечней элементов, кабельных журналов и т.д.

Реализованный механизм синхронизации справочников является основополагающей компонентой системы управления электротехнической частью справочников НСИ в программном комплексе и обеспечивает управляемый процесс добавления, редактирования и применения материалов и комплектующих.

Синхронизация выполняется в нескольких режимах:

- автоматически по расписанию – для полного согласования всех (или заданных в настройках) разделов электротехнических справочников;
- по вызову из подсистемы документооборота – при вводе в использование нового объекта этих справочников или при изменении старого объекта;
- посредством ручного вызова в любой момент времени (причем, вызов можно инициировать как со стороны *SWE-PDM*, так и *SOLIDWORKS Electrical*).

Механизм автоматической синхронизации гарантирует полное соответствие наполнения НСИ системы электротехнического проектирования содержимому главных корпоративных справочников НСИ, традиционно хранимых в базе *PDM/PLM*-системы.

✓ Библиотеки *SWR-Электрика*

Библиотеки, или справочники НСИ для модуля *SWR-Электрика* состоят из двух больших разделов:

- библиотеки *3D*-моделей электрических соединителей;
- библиотеки (системы справочников) данных об электротехнических материалах.

При совместном использовании с модулем схемотехнического проектирования *SOLIDWORKS Electrical* эти справочники будут едиными для обоих модулей, причем каждый модуль будет получать из них специфичные для него данные, не используемые другим.

Библиотека моделей соединителей хранит в каждой *3D*-модели все объекты, необходимые для создания цифрового макета электро монтажа с помощью любого из модулей трехмерного проектирования – *SWR-Электрика* или *SOLIDWORKS Electrical 3D*. Кроме того, представлена вся атрибутивная информация, необходимая для получения корректной и полной текстовой документации. Модель соединителя может также содержать ссылки на модель ответного соединителя и файл его спецификации (ТУ, стандарт, *datasheet*). Модели разъемов, поставляемые в комплекте системы, – а это несколько сотен номенклатурных единиц – подготовлены и для разработки электронных

технических руководств, отражающих процессы изготовления жгутов при наличии операций сборки и разборки этих разъемов.

В свою очередь, справочники электротехнических материалов содержат не только данные о материалах, применяемых для выполнения соединений в ходе монтажа, но и дополнительные материалы, необходимые для сборки жгутов, защиты точек пайки и т.д. В справочниках представлены все размерные параметры хранимых материалов и вспомогательных деталей, позволяющие выполнять детальные проверки совместимости материалов непосредственно в процессе моделирования монтажа или после внесения изменений, а также обеспечивающие автоматический расчет размеров сегментов жгутов и подсчет количества материала. В настоящее время система оперирует такими объектами, как провода, многожильные кабели, изолирующие трубки, экранирующие пленки. Начиная с версии 2018 года, добавятся термоусаживаемые трубки, радиокабели, проволока, ленты, нитки, кабельные стяжки, муфты сращивания, защитные трубки (как готовые детали), бирки разных типов, детали контактов разборных соединителей (наконечники, заглушки, уплотнения и пр.).

Библиотеки могут храниться как локально, так и в базе НСИ модуля *SWE-PDM*, что гарантирует формирование полной электронной структуры изделия с помощью этого модуля.

✓ Радиокomпоненты (РЭА)

Группа компаний *SWR* расширила функционал *SWE-PDM* для управления такими видами НСИ, которые несвойственны классическим системам конструкторской или технологической проработки механических компонентов изделия, что позволило единообразно управлять совместной деятельностью разработчиков механических узлов и электроники.

Традиционно для систем класса *EDA/ECAD* характерны свои правила хранения нормативно-справочной информации, причем чаще всего она распределяется по нескольким не связанным между собой разделам – таким, как библиотеки УГО, посадочные места, спецификации компонентов и т.д. Более того, та же библиотека УГО редко бывает единой; зачастую она представляет собой несколько разрозненных файлов, хаотично сформированных в ходе работы над несколькими проектами и частично дублирующих информацию, причем нередко с ошибками.

Система, разработанная специалистами Группы компаний *SWR*, помогает организовать единое хранилище НСИ, в котором каждый электронный компонент представлен единственным информационным объектом, включающим в себя все данные, необходимые всем участникам реализуемого проекта: УГО – для

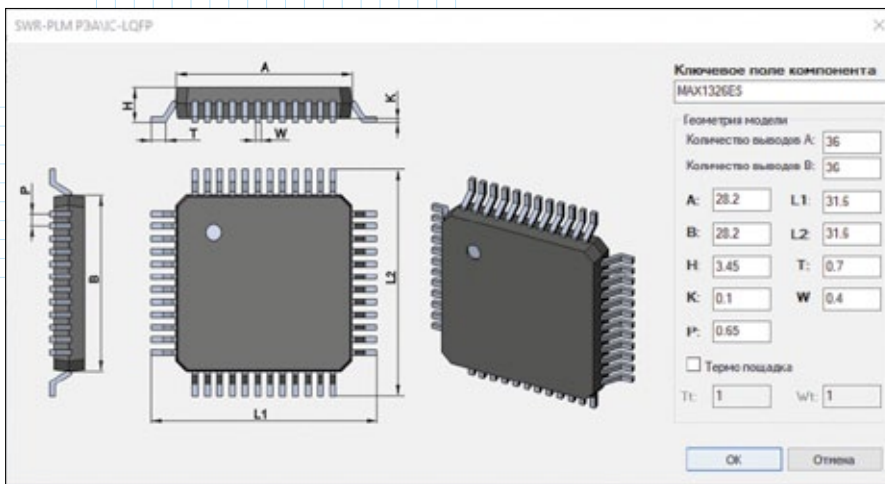


Рис. 3. Библиотечный элемент РЭА

схемотехника; посадочное место – для конструктора печатной платы; 3D-модель – для разработчика электронного макета изделия; атрибутивная информация – для формирования КД (особенно текстовой). К этому добавляются тепловые параметры – для специалиста по теплотехническим расчетам, справочные документы – в общем, всё, что нужно для работы над проектом (рис. 3).

При этом для пользования такой библиотекой специалистам не требуется переучиваться или осваивать новые приемы работы, поскольку все прикладные системы настраиваются на автоматическое обращение только к этой библиотеке. Результат – полное согласование комплекта документации на изделие, автоматическое формирование электронной структуры изделия, согласованной со схемами, обеспечение однократного ввода данных при формировании НСИ, управляемое ведение НСИ в строгом соответствии со стандартами и регламентами предприятия.

Система поддерживает взаимодействие со всеми ключевыми САПР электроники, в

частности: *Altium Designer*, *Mentor Graphics Xpedition* и *PADS*, *Cadence Allegro* и *OrCAD*.

✓ Работа с платформой EPLAN

В настоящее время утилиты, разработанные Группой компаний *SWR*, могут считывать данные о той части изделия, которая представлена только схемами, и затем автоматически формировать структуру части изделия в общей структуре изделия, создаваемой в *SWE-PDM*. Благодаря этому уже на самой ранней стадии работы можно автоматически получать сводные текстовые

документы – например, перечни элементов или ведомости покупных изделий. По мере детальной проработки 3D-макета изделия виртуальные объекты при необходимости будут заменены реальными.

Управление составом изделия

✓ SWR-Архив

Этот модуль предназначен для хранения и учета документации в соответствии с текущими требованиями российских стандартов – **ГОСТ 2.501** и **2.503**. Он автоматически регистрирует поступающие на хранение документы в инвентарной книге, а также связывает все извещения об изменениях с соответствующими документами и регистрирует в книге регистрации извещений (рис. 4).

Модуль *SWR-Архив* позволяет автоматически формировать удостоверяющие листы на согласованные комплекты документации согласно требованиям **ГОСТ 2.051-2013** “Электронные документы”. При этом формируются и проверяются контрольные суммы для файлов, с помощью которых можно точно идентифицировать изменение документа после его утверждения.

✓ SWR-Удостоверяющий лист

Эта утилита служит дополнением к *SWE-PDM* и обеспечивает автоматизированный выпуск удостоверяющего листа по **ГОСТ 28388-89**, работу с ним и его атрибутами, проведение согласования КД и ТД с использованием этого инструмента.

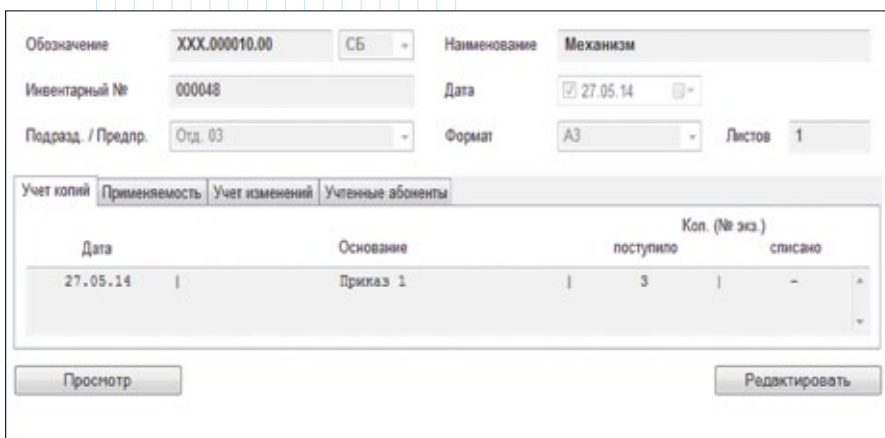


Рис. 4. SWR-Архив. Учетная карточка подлинника

Согласно стандарту, УД можно применять для подписания одного или нескольких документов, для согласования и утверждения конструкторской и технологической документации, выполняемой в электронном виде и передаваемой на магнитных носителях. Всё это выполняется в единой информационной среде PDM-системы с помощью данной утилиты. Система следит за присвоением корректных обозначений УД, назначением ссылок на подписываемые документы и проведением самого листа в комплекте со ссылочными документами по настроенным процессам документооборота.

✓ SWR-Проверки

Утилита служит для проверки корректности данных, помещаемых в хранилище PDM. Она может отслеживать такие нарушения, допущенные пользователем, как отсутствие атрибутов, необходимых для хранения и применения под управлением PDM-системы любых документов, объектов и моделей, отсутствие или некорректность заполнения значений атрибутов, отсутствие перекрестных ссылок между информационными объектами PDM (что необходимо для соблюдения требований ссылочной целостности данных), несоблюдение требований к именам файлов и т.д.

Правила проверки, шаблоны имен файлов или значений атрибутов, списки разрешенных мест хранения информационных объектов конкретного класса настраиваются в соответствии с правилами документооборота и хранения данных на предприятии.

Система проверки данных может работать в разных режимах: проверять данные на переходе процесса документооборота, при регистрации документа с конкретным статусом, вызываться кнопкой для нужд самоконтроля прямо из карточки документа и др. При этом система не только отображает детальную информацию о выявленных нарушениях, но и способна, например, блокировать операцию регистрации или изменения статуса информационного объекта, не соответствующего требованиям регламента работы в системе.

Квалифицированная электронная цифровая подпись (ЭЦП)

Утилита взаимодействия с аппаратно-программными комплексами квалифицированной ЭЦП, соответствующими требованиям ГОСТ Р 34.10-2012, интегрирует комплексы защиты информации в единое информационное пространство предприятия.

Реализованный специалистами Группы компаний SWR механизм учитывает технические возможности прикладного ПО, создающего данные, которые требуют электронной идентификации участников процесса создания и рецензирования документа. Подпись может как

встраиваться в документ, так и прилагаться в качестве дополнения, автоматически согласованного с версией и телом подписываемого документа. Двусторонняя связь с подсистемой документооборота PDM-системы позволяет использовать механизмы квалифицированной ЭЦП без применения специальных надуманных приемов работы.

Предлагаемая система не привязана к конкретному комплексу квалифицированной ЭЦП или производителю механизмов ЭЦП, поэтому работает фактически с любыми программно-аппаратными комплексами такого рода. Однако следует отметить, что система обеспечения ЭЦП, разработанная Группой компаний SWR, снабжена партнерским сертификатом от компании «КриптоПро».

САПР ТП. Управление нормативами

Эта утилита служит для обогащения элементов электронной структуры изделия, формируемой конструктором в среде SWE-PDM, технологическими атрибутами, создаваемыми с помощью модуля проектирования техпроцессов.

Для каждой проработанной технологическим отделом номенклатурной единицы, будь то ДСЕ из состава основного изделия или компонент нестандартной оснастки собственного изготовления, утилита автоматически получает ссылку на древовидную структуру технологического процесса. Эта структура отображает операционный состав техпроцесса, назначенные технологическим оборудованием и оснасткой, результаты материального и трудового нормирования, цеховой маршрут. Все элементы технологической структуры являются ссылками на единые корпоративные справочники материалов, оборудования, оснастки и т.п., что позволяет обнаружить попытки ручного вмешательства в содержимое техпроцесса, а также мгновенно получить ответы на вопросы применения инструмента или оборудования для изготовления тех или иных ДСЕ.

Заключение

В качестве системного интегратора Группа компаний SWR предлагает промышленным предприятиям собственные разработки и комплексные решения – в частности, системы “под ключ”, типовые методики внедрения, обучения и аттестации пользователей, поставку программно-аппаратных решений и многое другое. Для разработки дополнительного программного обеспечения и решения уникальных бизнес-задач конкретного предприятия в Группе компаний SWR созданы специальные подразделения: департаменты внедрения и аналитики, лаборатории разработки ПО, отдел тестирования, департамент обучения и сопровождения, что позволяет успешно решать все проблемы заказчиков. 🍷

◆ Выставки ◆ Конференции ◆ Семинары ◆



17-я международная выставка-форум
**ПРОМЫШЛЕННЫЙ САЛОН.
МЕТАЛЛООБРАБОТКА**

25-27
сентября
2018



Ваше оборудование — наши покупатели

► Приезжайте на переговоры с предприятиями Поволжья и примите участие в выездных совещаниях с вашими презентациями на крупнейших заводах Самары

ПРИ ПОДДЕРЖКЕ:



МИНИСТЕРСТВА
ПРОМЫШЛЕННОСТИ
И ТЕХНОЛОГИЙ
САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ



СОЮЗА
МАШИНОСТРОИТЕЛЕЙ
РОССИИ



АССОЦИАЦИИ
«СТАНКОИНСТРУМЕНТ»



ЭКСПО-ВОЛГА
организатор выставок с 1986 г.

г. Самара, ул. Мичурина, 23а
тел.: (846) 207-11-24

www.expo-volga.ru

17-я специализированная промышленная выставка

ТЕХНОЭКСПО



САРАТОВ

Официальная поддержка:

- Правительство Саратовской области
- Министерство промышленности и энергетики Саратовской области
- Общероссийская общественная организация «Союз машиностроителей России»

26 - 28 ИЮНЯ



- СТАНКИ И ОБОРУДОВАНИЕ
- ИНСТРУМЕНТ, ОСНАСТКА И КОМПЛЕКТУЮЩИЕ ИЗДЕЛИЯ
- ПРОМЫШЛЕННАЯ АВТОМАТИЗАЦИЯ
- МЕТРОЛОГИЯ И КОНТРОЛЬ
- НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
- ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ
- НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ



ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР
СОФИТ-ЭКСПО
Тел.: (8462) 227-247, 227-248
<http://expo.sofit.ru>
http://vk.com/sofit_expo

T-FLEX VR – инновационные технологии проектирования

Павел Ксенофонов (ЗАО “Топ Системы”)

Те, кто уже имели случай оценить замечательную технологию под названием “Виртуальная реальность” (VR), скорее всего, с полным пониманием этих слов, скажут: “Виртуальная реальность – это будущее”. Совсем недавно технологии VR использовались в основном в индустрии развлечений. Но время не стоит на месте, и возможности VR всё чаще находят профессиональное применение для эффективного решения постоянно расширяющегося круга задач.



Модуль T-FLEX CAD VR воплощает инновационные технологии проектирования

Что такое T-FLEX VR

Свои достижения в области виртуальной реальности компания “Топ Системы”, один из ведущих российских разработчиков САПР, впервые продемонстрировала в мае 2017 года, в рамках своего ежегодного ИТ-форума *T-FLEX PLM*. Именно тогда широкой общественности был показан **T-FLEX VR** – новый модуль, добавляющий поддержку VR в один из флагманских продуктов компании – САПР *T-FLEX CAD*.

На тот момент модуль еще находился на раннем этапе разработки и поэтому обладал достаточно ограниченным набором функций. Однако разработка не прекращалась, и в настоящее время функциональность *T-FLEX VR* стала настолько серьезной, что вполне заслуживает отдельной публикации для её описания.

Прежде всего следует сказать о том, что *T-FLEX VR* взаимодействует с VR-устройствами через программный интерфейс *OpenVR*. Это позволяет поддерживать работу с широким спектром VR-оборудования, представленного на рынке, – в том числе, конечно же, с самыми распространенными устройствами: *HTC Vive* и *Oculus Rift*.

Модуль *T-FLEX VR* напрямую встраивается в систему проектирования *T-FLEX CAD*, что позволяет, кликнув по одной лишь кнопке, сразу же отобразить открытую 3D-модель в пространстве VR. При этом 3D-модель не требует какой-либо специальной подготовки – пользователь увидит в VR ту же самую сцену, что и в обычном 3D-окне *T-FLEX CAD*. Чуть

позже мы поговорим о преимуществах такого подхода.

Навигация в виртуальной реальности

Навигация внутри VR-пространства производится с помощью 3D-манипуляторов. Перемещение, вращение и масштабирование – это те навигационные команды, которые доступны в любой момент. Другие команды, доступные пользователям в VR, вызываются при выборе соответствующего пункта в VR-меню.

Уже сегодня выбор команд достаточно богат, и на этом следует остановиться более подробно.

Прежде всего рассмотрим, какие дополнительные возможности навигации в VR-пространстве доступны для пользователя.

✓ Телепортация

Пользователь указывает на определенную точку “пола” и телепортируется (то есть, мгновенно переносится) в эту точку так, что создается впечатление, будто он действительно “стоит” именно в указанном месте. Этот режим навигации наиболее удобен при работе с архитектурными моделями, когда пользователь хочет погулять внутри виртуальных объектов.

✓ Переместиться к объекту

В этом режиме пользователь указывает на ту часть 3D-модели, которую он хочет увидеть ближе, и телепортируется в её сторону – так,

чтобы можно было максимально комфортно рассмотреть выбранный участок. Этот режим будет особенно полезен для визуальной оценки промышленных 3D-объектов с большим количеством мелких деталей, находящихся на некотором удалении друг от друга.

✓ Полёт

В этом режиме пользователь указывает точку на 3D-модели, а затем не переносится мгновенно, а движется с некоторой скоростью, понемногу приближаясь к этой точке. Такая возможность может пригодиться как при работе с крупными архитектурными моделями, так и для визуальной оценки промышленных 3D-моделей.

✓ Установка масштаба изображения 1:1.

После выбора данной опции масштаб изображения в VR-пространстве приближается к естественному. Это будет очень полезно в случае, когда воспринимаемый в VR-пространстве масштаб 3D-модели должен соответствовать масштабу реального изделия.

✓ Выбор камеры

В 3D-сцене *T-FLEX CAD* может находиться сразу несколько камер, и опция “Выбор камеры” позволяет быстро переключаться между ними. Это бывает очень удобно в те моменты, когда необходимо быстро переключаться между заранее известными точками обзора в VR-пространстве. Например, при демонстрации 3D-модели вертолета возможность выбора камеры позволяет мгновенно оказаться вне



В виртуальном кресле пилота

вертолета и оценить его снаружи, либо так же мгновенно “сесть” в кресло пилота.

Визуальная оценка виртуального прототипа

Одно из явных преимуществ VR перед традиционными системами отображения информации – это, конечно же, возможность полностью погрузиться в VR-сцену и действительно “увидеть” виртуальный объект так, словно он уже изготовлен. Соответственно, один из простейших и естественных сценариев использования VR – это инженерная оценка виртуального прототипа изделия.

Для этих целей модуль *T-FLEX VR* имеет, кроме описанных выше команд навигации, еще и специальные команды.

✓ Команда “Взять”

В соответствии с названием, команда позволяет выбрать объект, “взять” его в руку (объект автоматически перемещается к VR-манипулятору) и визуально оценить. Пока объект находится в руке, его можно крутить и масштабировать вторым VR-контроллером. По завершении работы команды объект занимает свое начальное положение в сцене.

✓ Команда “Сечение”

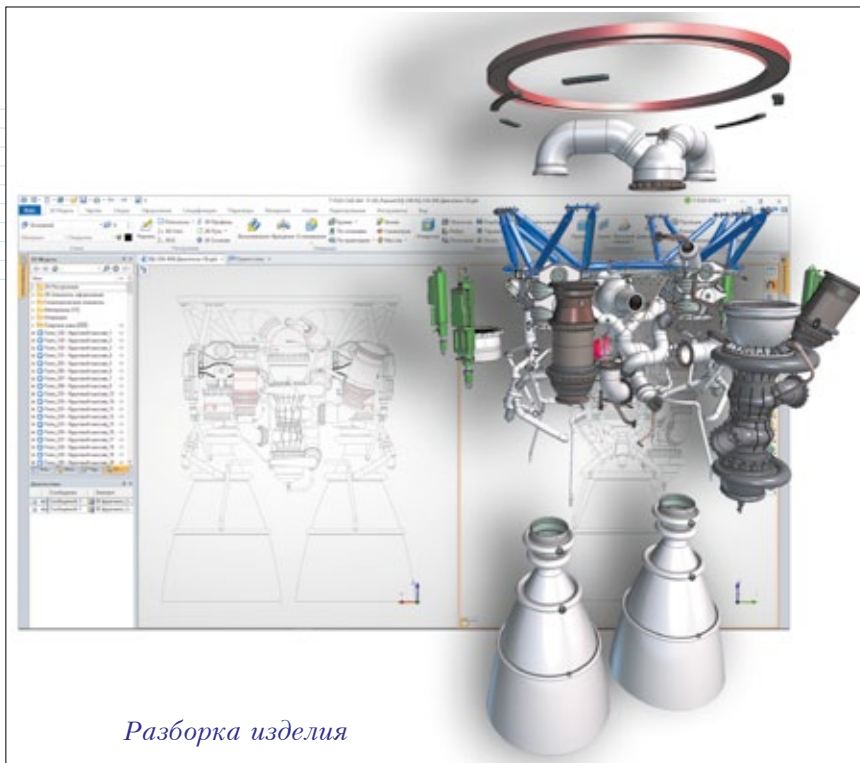
При активации этой команды к VR-контроллеру прикрепляется секущая плоскость, которую можно динамически двигать или устанавливать в какое-то выбранное положение в VR-пространстве. У пользователя есть возможность создавать одновременно несколько секущих плоскостей.

✓ Команда “Разборка”

Еще один важный сценарий использования VR сегодня – это обучение персонала и послепродажное обслуживание изделий. Для этих целей в *T-FLEX VR* тоже предусмотрена специальная команда, которая позволяет запускать сценарии анимации (в том числе сценарии сборки/разборки), созданные в *T-FLEX CAD*.

Таких сценариев, как известно пользователям системы, может быть сразу несколько. Пользователи *T-FLEX VR* могут активировать различные сценарии анимации в зависимости от выбираемых в VR объектов. Так, например, крупная сборка может содержать в себе отдельные сценарии для разборки разных узлов, входящих в нее. Это позволяет использовать VR для обучения обслуживающего персонала, что особенно актуально для тех случаев, когда оборудование является дорогим, опасным, либо всё еще существует только в виде виртуального прототипа.

В результате система проектирования *T-FLEX CAD* может легко предложить, например, следующий сценарий: пользователь



Разборка изделия

движется по коридорам и палубам проектируемого судна, заходит в один из отсеков, находит интересующий его агрегат, извлекает его и разбирает для последующего ремонта.

Проектирование в ВР – уже сегодня

Прежде чем приступать к описанию других команд *T-FLEX VR*, важно понять, что *3D*-модель, просматриваемая пользователем в ВР-пространстве – это не копия *3D*-модели из *3D*-окна *T-FLEX CAD*, а именно та же самая *3D*-модель, находящаяся в процессе проектирования. Иными словами, даже находясь в ВР-сцене, пользователь продолжает всё так же работать с параметрической моделью *T-FLEX CAD*.

Это является важным отличием и ключевым преимуществом *T-FLEX CAD* и *T-FLEX VR* перед другими САПР с заявленной поддержкой ВР: **в среде *T-FLEX CAD* можно использовать ВР не только как инструмент для просмотра *3D*-моделей, визуализации и виртуального обучения, но и как инструмент проектирования.** Любые манипуляции с моделью, которые пользователь делает в ВР, приводят к изменению этой *3D*-модели (и наоборот). Именно благодаря этому, а также уникальным средствам параметризации *T-FLEX CAD*, у пользователей *T-FLEX VR* есть уникальный набор команд, принципиально недоступных в других САПР.

✓ Сопряжения

Если *3D*-сборка построена с помощью механизма сопряжений, то пользователь

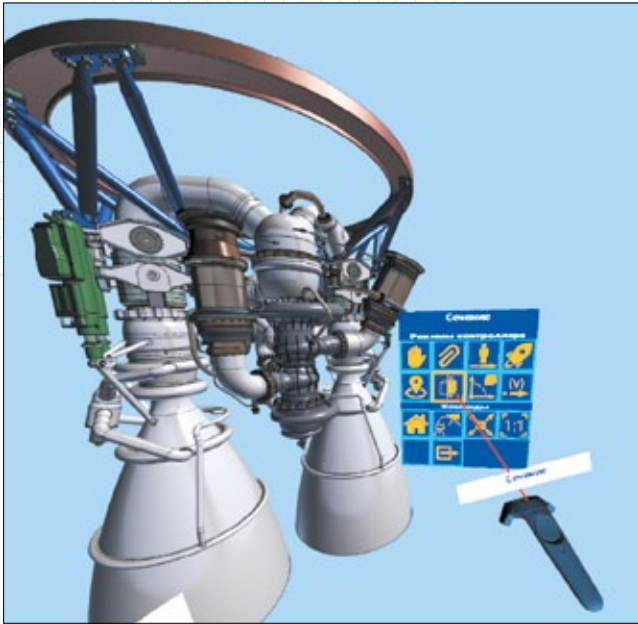
T-FLEX VR может “хватать” и двигать выбранные элементы проектируемой конструкции в ВР-пространстве так, как он делал бы это руками в реальном мире. При этом имитируется воздействие на проектируемый механизм, как если бы к выбранной точке детали была приложена соответствующая сила. Под воздействием этой силы деталь механизма начинает перемещаться. Движение ограничено заданными сопряжениями с другими деталями и внешним пространством. Таким образом, выбранная деталь тянет за собой другую, вращает зубчатую передачу и т.д., пока в работу не будет вовлечен весь механизм. При этом во время движения учитывается масса и моменты инерции перемещаемых компонентов. Если включена соответствующая опция, то компоненты могут также продолжать движение по инерции.

Интересно, что команда может работать одновременно с активной командой “Сечение”, то есть пользователь может видеть движение механизма в разрезе.

✓ Манипуляторы

Как известно, САПР *T-FLEX CAD*, изначально основанная на принципах параметризации, является сегодня одним из самых совершенных средств параметрического проектирования в мире. Чертеж, *3D*-модель, редактор переменных, базы данных и даже, если это необходимо, программный код – уникальная функциональность *T-FLEX CAD* позволяет связать всё это воедино и заставить функционировать в соответствии с заложенной в модели логикой.

Манипуляторы – это специальные объекты *3D*-модели, позволяющие изменять значение переменных *T-FLEX CAD* и посредством этого менять геометрию деталей и сборок. Этот уникальный механизм в полной мере доступен пользователям *T-FLEX VR*. Находясь в ВР-пространстве, можно использовать ВР-контроллеры для перемещения манипуляторов в новое положение. В соответствии с этим новым положением манипуляторов (и, соответственно, новым значением переменных) обновляется и параметрическая модель *T-FLEX CAD*, что может приводить к изменению *3D*-геометрии деталей и сборок, автоматическому изменению чертежей и спецификаций. Таким образом, *T-FLEX VR* выступает совершенно реальным средством проектирования,



Управление виртуальным пространством

выводящим этот процесс на новый технологический уровень.

***T-FLEX VR* – гибкое средство для решения широкого спектра задач**

В соответствии с идеологией *T-FLEX CAD*, модуль *T-FLEX VR* с самого начала разрабатывался максимально гибким, настраиваемым под самый широкий спектр задач. Поэтому пользователям доступно большое количество параметров, позволяющих настроить то, как работает *T-FLEX VR* в целом и отдельные команды в частности.



В лаборатории виртуальной реальности

Например, для команд навигации можно: включать/выключать масштабирование и вращение, фиксировать вертикальные оси, указывать скорость перемещения в режиме “Полет”; также доступны и некоторые другие параметры. Еще один пример гибкости *T-FLEX VR* – это широкие возможности по настройке VR-контроллеров, используемых для навигации и работы с командами в VR-пространстве. Каждый из двух используемых контроллеров можно настроить отдельно, выбрав тот состав команд, который пользователь предпочитает иметь в левой или правой руке. Более того, продвинутые пользователи могут, с помощью специального файла в формате *XML*, менять как состав команд, так и внешний вид VR-меню, в котором они появляются.

***T-FLEX VR* на всех этапах процесса проектирования**

Уже сейчас *T-FLEX VR* может использоваться на всех этапах подготовки изделия – планирования, проектирования, согласования и приемки, послепродажного обслуживания и обучения. При этом функционал модуля дает возможность не только проводить визуальный анализ изделия, проверять его эргономичность, оценивать дизайн, но и вести реальное проектирование в виртуальном пространстве. Кроме того, теперь у пользователей *T-FLEX CAD* есть возможность использовать VR как среду для обучения обслуживающего персонала. Большое количество различных опций и конфигурируемые VR-контроллеры позволят удобно настроить VR-среду под личные нужды и предпочтения конкретного человека. А прямая интеграция *T-FLEX VR* и *T-FLEX CAD* дает в руки проектировщиков уникальные инструменты для решения самых разных задач на самом современном технологическом уровне.

Как вы могли убедиться, *T-FLEX VR* – это действительно очень интересная и современная технология, еще больше расширяющая возможности комплекса *T-FLEX PLM*. В дальнейшем, как и другие продукты линейки *T-FLEX*, модуль *T-FLEX VR* будет активно развиваться и обрастать всё большим количеством функциональных возможностей.

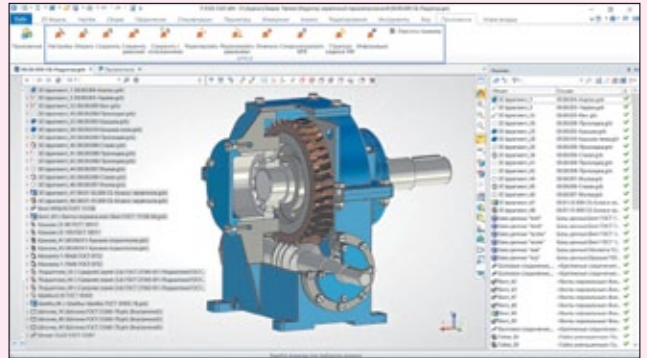
Остается добавить, что любой, кто желает лично ознакомиться с возможностями нового решения, может приехать в офис компании “Топ Системы” и посетить постоянно действующий демонстрационный стенд в лаборатории виртуальной реальности – ***T-FLEX VR Lab***. Для этого достаточно оставить заявку на сайте компании (www.tflex.ru/mail). 📧

Появился интеграционный модуль для связи *T-FLEX CAD* и *Appius-PLM v15.0*

Компания *APPIUS* разработала новый модуль под названием **PLM-компонент к *T-FLEX***, обеспечивающий взаимодействие *CAD*-системы *T-FLEX* с *Appius-PLM* – системой управления жизненным циклом изделия. Этот компонент предоставляет возможность хранения конструкторской информации, появляющейся в процессе проектирования, в едином информационном пространстве предприятия – для использования её на всех дальнейших этапах жизненного цикла.

Эксплуатация *Appius-PLM* совместно с *T-FLEX* (как и со многими другими *CAD*-системами) обеспечивает многие преимущества, такие как:

- сохранение конструкторской документации в единой базе данных *Appius-PLM*, загрузка в базу всех файлов *3D*-моделей и чертежей с одновременным формированием кода целостности;
- автоматическое построение электронной структуры изделия (**ЭСИ**) на основании его *3D*-модели – с учетом всех исполнений, а также проверкой на уникальность по основным атрибутам модели (обозначение, наименование, группа параметров и т.д.);
- просмотр и редактирование *3D*-моделей, открываемых в *CAD*-системе непосредственно из базы данных;
- организация коллективной работы конструкторской группы в рамках единого проекта;
- соблюдение всех правил по внесению изменений в архивные/утвержденные конструкторские документы с отслеживанием состояния элементов и документов ЭСИ в системе;
- просмотр картинки вторичного представления *3D*-моделей без привлечения *CAD*-системы;
- блокировка возможности одновременного изменения одних и тех же файлов разными пользователями;



- импорт и работа с *CAD*-библиотеками стандартных изделий.

Централизованное хранилище данных в рамках *Appius-PLM*, в комплекте с установленным интеграционным модулем в рамках *CAD*-системы (для каждого локального рабочего места конструктора) обеспечивает возможность коллективной работы с конструкторскими данными в созданной на предприятии единой информационной среде. При этом основным рабочим инструментом проектировщика по-прежнему остается *CAD*-система, а ответственность за хранение данных и доступ к ним для просмотра и внесения изменений полностью делегируется системе *Appius-PLM*.

К основным особенностям *T-FLEX*, с точки зрения интеграционного модуля, относятся:

- возможность работы с параметрическими моделями и построением на основе параметров конфигураций элементов ЭСИ;
- использование единого формата файла для хранения информации о *3D*-моделях сборочной единицы, детали и чертежа. Признаком создания того или иного элемента в ЭСИ служит его идентификация в рамках *CAD* или признак наличия в составе вложенных *3D*-фрагментов.

В результате применения нового *PLM*-компонента те предприятия, что используют в качестве инструмента *3D*-проектирования систему *T-FLEX CAD*, получают возможность полноценно управлять жизненным циклом изделий в рамках *Appius-PLM* при бесшовном взаимодействии с самыми распространенными в России системами управления ресурсами предприятия (класса *ERP*), разработанными на платформе 1С:Предприятие.

По мнению компании, наличие в арсенале *Appius-PLM* большого количества *PLM*-компонентов для взаимодействия с *CAD*-системами, наиболее востребованными в российском машино- и приборостроении, дает право считать *Appius-PLM* системой класса *Multi-CAD*. 🏆



◆ Выставки ◆ Конференции ◆ Семинары ◆



**XI ВОРОНЕЖСКИЙ
ПРОМЫШЛЕННЫЙ
ФОРУМ 2018** 22-23
тел. +7(473) 2-512-012 мая

**ЛОГИСТИКА
ЧЕРНОЗЕМЬЯ 2018**
форум-выставка



◆ Новинки технической литературы ◆



170 стр.
399 руб.

- **Легкий старт.** При изучении новой программы всегда возникает вопрос «С чего начать?» Вы получаете толчок в нужном направлении для быстрого освоения этих программ.
- **Быстрый взлет.** Скрупулезная и длительная проработка материала — это правильно, но... подозреваем, что у вас нет на это времени. Поэтому мы будем действовать очень оперативно! И так же быстро получать результаты!
- **Наиболее рациональный путь.** Пользоваться программой можно по-разному. Мы говорим о наиболее рациональном способе.
- **Систематизация.** Если SolidWorks и Solid Edge вам уже знакомы и вы выполняете в нем свои проекты, книги помогут систематизировать ваши знания, восстановив в памяти те, которые пока не используются.



240 стр.
399 руб.

Автор книги, Дмитрий Зиновьев, с 2009 года специализируется на обучении проектированию в Autodesk Inventor, SolidWorks и КОМПАС-3D. За это время его командой было выпущено более 20 полноценных обучающих видео-курсов, записаны сотни видео-уроков и статей. По этим материалам прошли обучение и оценили подход и качество материалов уже тысячи инженеров.

Попробуйте и вы изучить SolidWorks и Solid Edge по этим максимально понятным и практичным методикам!



Заказ книг: dmkpress@gmail.com или www.dmk.pf

Порождающее проектирование – инновационный подход к созданию цифрового макета изделия

Лидия Дейнеко, Наталья Тертышная (ГП “КБ “Южное”), Павел Плащевский (ЧАО “Аркада”)

В настоящее время во всём мире активно развивается и внедряется новая концепция промышленности – *Industry 4.0*. Применение принципов *Industry 4.0* при проектировании и изготовлении изделий позволяет получать ряд преимуществ, недоступных в случае использования традиционных методов. При этом информационные технологии становятся уже не вспомогательными, а основными инструментами для решения всё более сложных задач и способствуют появлению инновационных решений при проектировании и производстве.

Одними из ключевых нововведений, которые уже сегодня нашли применение на площадке ГП “КБ “Южное”, являются порождающее проектирование и аддитивное производство, открывающие новые возможности для повышения эффективности и рентабельности производства.

Вводная часть

При разработке изделия всегда актуальны вопросы улучшения способов проектирования и конструирования деталей, а также их оптимизация с целью создания конструкций с наилучшим соотношением веса, прочности и стоимости. В нашем случае, для ракет-носителей (РН), важным параметром является вес. Кроме того, немаловажным моментом остается выбор эффективного способа изготовления деталей, позволяющего учитывать все нюансы.

В этой связи сейчас очень остро стоит вопрос оптимального проектирования, одним из вариантов которого является технология порождающего проектирования.

Генеративное, или порождающее проектирование – общее понятие, которое описывает новые инструменты, появляющиеся в системах автоматизированного проектирования. Преимуществом этой технологии является интеграция CAD/CAE-систем, что позволяет изменить сам процесс проектирования. Порождающее проектирование объединяет знания из разных областей (конструирование и расчеты), и это дает синергетический эффект, поскольку расчетный модуль задействуется уже на этапе придания формы изделию (или его части). При этом функциональные возможности порождающего проектирования позволяют сразу выполнять оптимизацию изделия, исходя из анализа конструкции и условий её работы, учитывая на протяжении деформируемого состояния.

Функционал порождающего проектирования уже интегрирован в целый ряд современных программных продуктов компании Autodesk: *Autodesk Inventor Professional*, *Autodesk Fusion 360*, *Autodesk Netfabb* (рис. 1).

Пример из практики

Чтобы показать возможности порождающего проектирования, разберем задачу минимизации массы для 3D-модели детали, которая используется в конструкции РН. Для этого нам необходимо оптимизировать геометрическую форму детали. Кроме того, для изготовления оптимизированных деталей придется изменить традиционную технологию изготовления – путем применения методов аддитивного производства.

В качестве примера возьмем такую деталь, как кронштейн. Кронштейн является компонентом



Рис. 1. Продукты Autodesk с функционалом порождающего проектирования

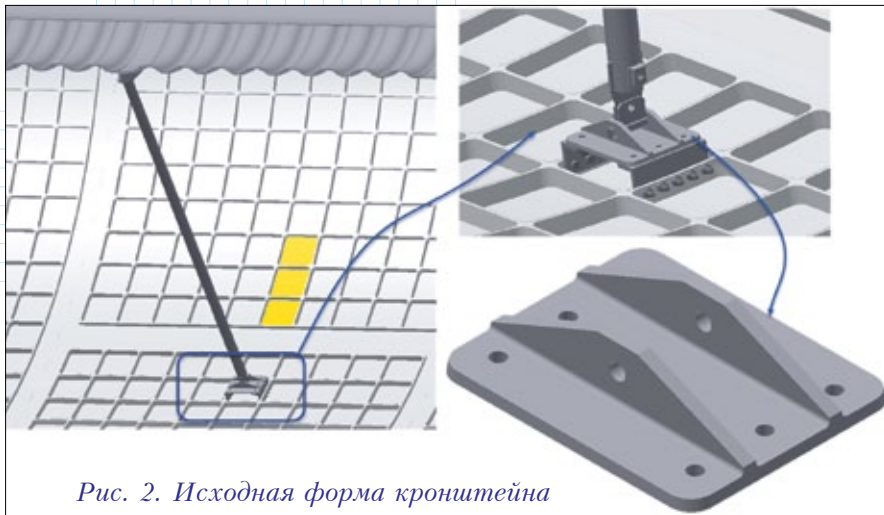


Рис. 2. Исходная форма кронштейна

крепежного узла конструкции бака РН, предназначенного для крепления тоннельного трубопровода (рис. 2).

Способ решения

Для решения задачи оптимизации конструкции кронштейна с помощью средств порождающего проектирования был выбран специализированный модуль “Генератор форм”, входящий в комплект Autodesk Inventor Professional.

Генератор форм – это программный инструмент, позволяющий разрабатывать облегченные детали при обеспечении максимальной жесткости с учетом заданных зависимостей (рис. 3). Цель применения

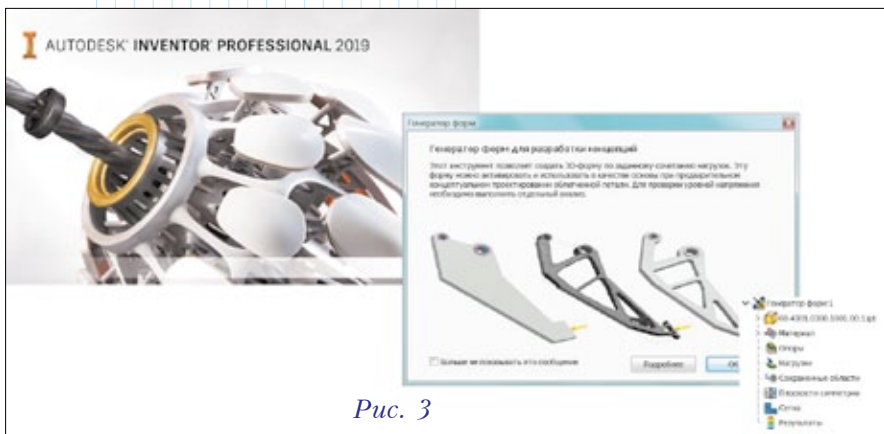


Рис. 3

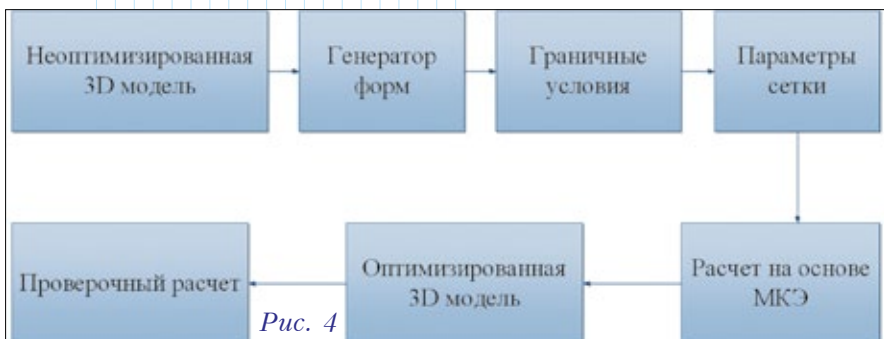


Рис. 4

генератора форм состоит в определении оптимальной топологии для исследуемого объекта. Параметром оптимизации служит целевая функция по массе.

Общая схема использования генератора форм показана на рис. 4.

Итак, алгоритм работы с генератором форм будет следующим:

1 Определить компоновочную форму будущего изделия (с учетом габаритных и крепежных параметров) или же выбрать модель детали для анализа.

2 Выбрать материал, из которого будет изготовлено изделие.

3 Применить зависимости и нагрузки, которые деталь будет испытывать при эксплуатации.

4 Указать геометрические граничные условия – области, которые не должны изменяться в процессе создания формы.

5 Задать параметры сетки и критерии для поиска оптимальной формы детали. Выполнить исследование. Результатом является сеточная модель, соответствующая заданным граничным условиям и критериям.

6 Преобразовать форму в деталь. Полученная оптимальная форма накладывается на исходную модель и служит для дальнейшей модификации детали.

7 Спроектировать окончательный вид детали с помощью стандартных инструментов редактирования из арсенала Autodesk Inventor Professional.

8 Провести проверочный расчет.

Полученные результаты

В результате оптимизации алюминиевый кронштейн с исходной массой 0.227 кг стал легче на 30% (-0.068 кг). Масса оптимизированной детали составила 0.159 кг (рис. 5).

Если не принимать во внимание изменение технологии производства, данная оптимизация может считаться успешной. Но результатом порождающего проектирования являются модели с более изощренной конфигурацией, что может привести к усложнению технологического процесса их изготовления.

В качестве альтернативы здесь можно обратиться к аддитивным технологиям, которые позволяют изготавливать изделия гораздо более сложных форм. При этом

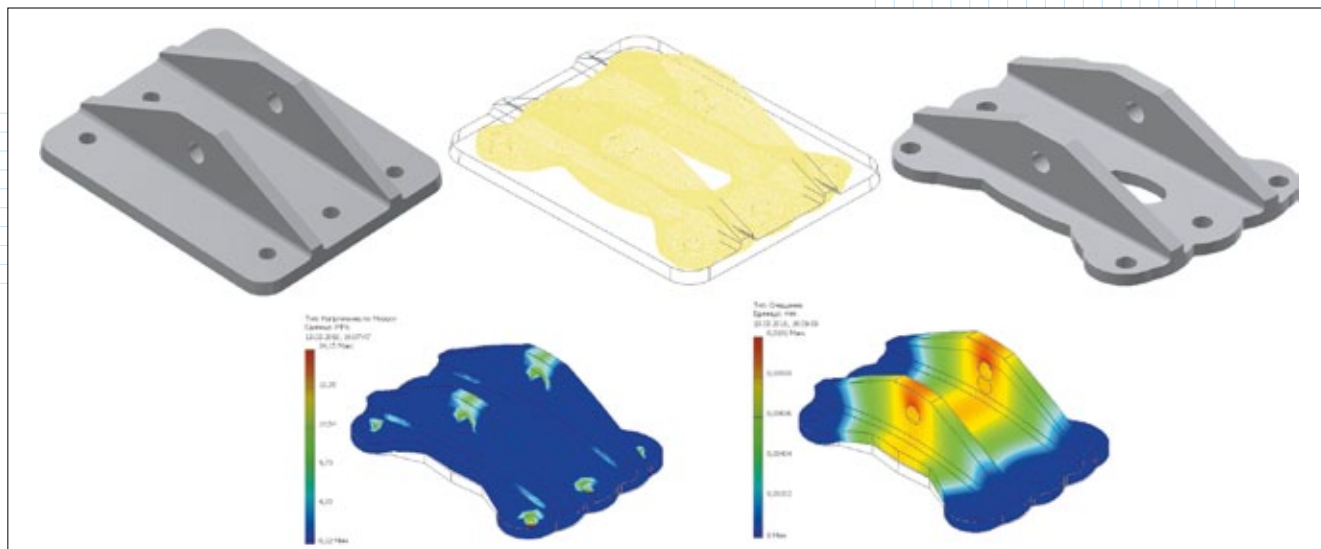


Рис. 5. Вид кронштейна после оптимизации



Рис. 6. Макет кронштейна, напечатанный из материала ABS

трехмерная печать может работать не только с алюминием, но и с пластиком (для создания макетных образцов), а также с сыпучими порошкообразными материалами, состоящими из нескольких компонентов и предназначенными только для процессов аддитивного производства.

Чтобы материализовать оптимизированную форму, с помощью 3D-принтера был изготовлен макет детали (рис. 6). Для печати использовался материал ABS. При однокомпонентном методе печати образец обычно подвергается дообработке для удаления вспомогательных элементов (подложки, суппорта).

Промышленное изготовление

Переход на печать металлических изделий на промышленных 3D-принтерах требует, помимо применения инструментов порождающего проектирования, еще и внесения некоторых изменений в

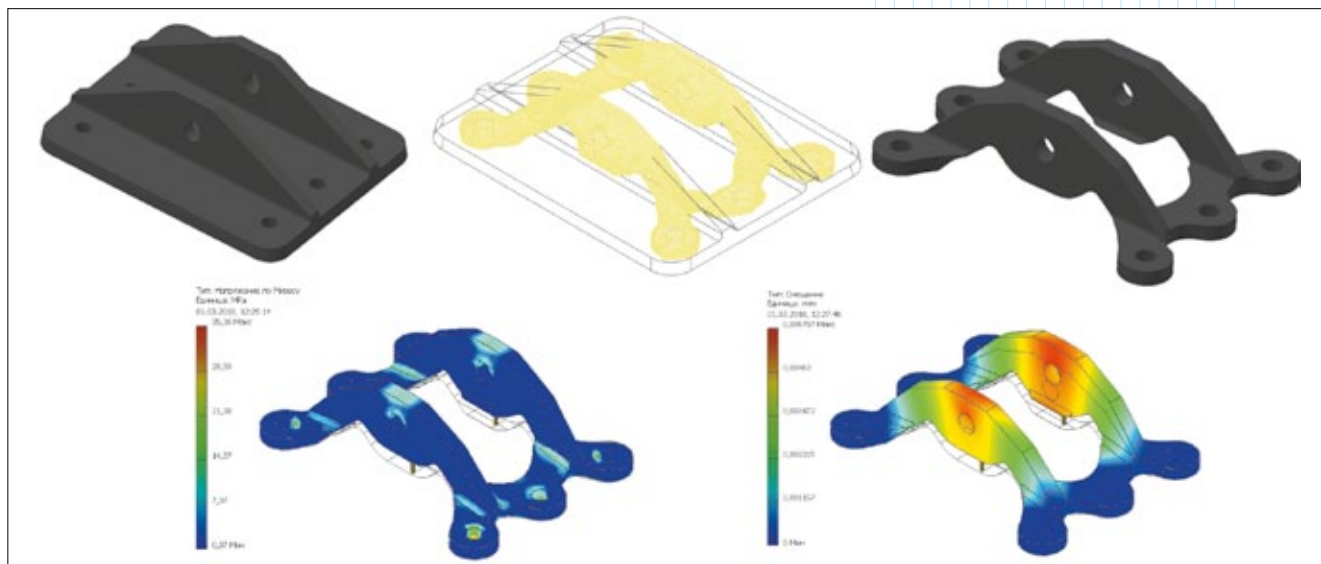


Рис. 7. Повторная оптимизация с материалом Inconel625

сам процесс проектирования 3D-моделей – с учетом расширения базы материалов, используемых в аддитивном производстве.

В этой связи в базу материалов нашего предприятия был добавлен материал *Inconel625* – многокомпонентный порошкообразный материал, который сейчас используется на предприятии КБ “Южное”. На основе данных в каталогах производителей материалов, в *Autodesk Inventor Professional* были заданы физические свойства *Inconel625*. Отличительной особенностью этого материала является высокая плотность и повышенная прочность, что позволяет значительно изменять конфигурацию оптимизируемой детали.

Далее, в исходной модели кронштейна материал алюминий был заменен на *Inconel625*. Вследствие другой плотности этого материала, масса 3D-модели тоже изменилась и составила 0.712 кг.

После этого был выполнен повторный анализ модели с учетом изменения материала.

В результате повторной оптимизации масса детали из материала *Inconel625* уменьшилась на 70% (-0.482 кг) от начальной и составила 0.230 кг (рис. 7).

Технологическая подготовка производства в случае печати на 3D-принтере имеет свои особенности. Одной из важнейших составляющих этого процесса является проверка и подготовка 3D-модели. Подготовка включает в себя

определение и создание поддерживающих поверхностей (суппортов) для тех моделей, которые содержат отверстия и нависающие элементы, а также элементов крепления деталей на плите 3D-принтера.

Кроме того, необходимо специализированное ПО для создания оптимальной траектории печати, позволяющей снизить остаточные напряжения, возникающие в процессе печати. После его завершения мы получаем близкую к окончательной форме заготовку, которая подвергается доработке с помощью традиционных технологий.

На иллюстрации (рис. 8) показано, как выглядит заготовка детали кронштейна, напечатанная из материала *Inconel625*.

Выводы

Как показала практика, инструменты порождающего проектирования могут быть применены к деталям основной конструкции РН, компонентам узлов и систем изделия, крепежным элементам и пр. Стоимость изготовления деталей с помощью 3D-принтера еще высока, что связано с новизной технологий аддитивного производства. Однако они интенсивно развиваются, и тенденция к снижению стоимости материалов является вполне ожидаемой.

В настоящее время аддитивным способом на предприятии КБ “Южное” производятся сложные детали, которые невозможно изготовить с помощью традиционных технологий. Внедрение аддитивных технологий позволяет создавать заготовки практически любых геометрических форм – и это преимущество, в комбинации с порождающим проектированием, обеспечивает значительное уменьшение массы изделий, что является значимым фактором для ракетостроительной отрасли. Когда аддитивные материалы станут более доступными по цене, 3D-принтеры могут стать достойной альтернативой станкам с ЧПУ в серийном производстве.

Еще одним важным преимуществом совместного использования порождающего проектирования и аддитивного производства является возможность оптимизации всей сборки – уменьшение количества сборочных единиц с целью создания, в идеале, единой детали.

Несмотря на то, что изготовление с помощью аддитивных технологий сегодня остается дорогостоящим процессом, совместное применение порождающего проектирования и аддитивного производства становится перспективным направлением в промышленных компаниях всего мира, включая ГП “КБ “Южное”. Освоение возможностей порождающего проектирования требует высокой квалификации специалистов – при этом, в ходе обучения необходимо изучать и процессы аддитивного производства. На нашем предприятии обучающий курс порождающего проектирования включен в программу обучения по повышению квалификации сотрудников для работы в перспективных проектах. ☺



Рис. 8. Заготовка кронштейна, напечатанная из материала *Inconel625*

ХVII МЕЖДУНАРОДНЫЙ ПРОМЫШЛЕННЫЙ ФОРУМ – 2018

МЕЖДУНАРОДНЫЕ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ ВЫСТАВКИ



МЕТАЛЛО-
ОБРАБОТКА



УКРСВАРКА



УКРВТОР
МЕХ



УКРПРОМ
АВТОМАТИЗАЦИЯ



БЕЗОПАСНОСТЬ
ПРОИЗВОДСТВА



ГИДРАВЛИКА
ПНЕВМАТИКА



ПОДШИПНИКИ



УКРКЛИТЬЕ



ОБРАЗЦЫ, СТАНДАРТЫ,
ЭТАЛОНЫ, ПРИБОРЫ



ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНОЕ
СКЛАДСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ



ОРГАНИЗАТОР:

Международный выставочный центр

Генеральный
информационный партнер:



Эксклюзивный
медиа партнер:

ЖУРНАЛ
ГОЛОВНОГО ИНЖЕНЕРА

Технический
партнер:

RestMedia

**20-23
НОЯБРЯ**



+38 044 201-11-65, 201-11-56, 201-11-58
e-mail: alexk@iec-expo.com.ua
www.iec-expo.com.ua, www.мвц.укр
www.tech-expo.com.ua

**МЕЖДУНАРОДНЫЙ
ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР**
Украина, Киев, Броварской пр-т, 15
М "Левобережная"

Эффективная платформа прикладных исследований и всестороннего численного моделирования на основе решений ANSYS

А.Л. Павлевич, Н.Н. Староверов, к.т.н., Д.П. Хитрых, к.т.н. (ЗАО «КАДФЕМ Си-Ай-Эс»)

В последнее время всё чаще возникают вопросы эффективного применения средств численного моделирования на различных стадиях жизненного цикла изделий, особенно с учетом значительного роста их возможностей и доступности. Тот факт, что численное моделирование способствует существенному снижению затрат на прикладные исследования, проектирование и производство изделий, а также непосредственно влияет на повышение качества и степени инновационности продукции, уже воспринимается как данность. Тем не менее, за счет правильного, своевременного и всестороннего применения средств численного моделирования возможно и далее повышать эффективность всех процессов, связанных с разработками и прикладными исследованиями в различных отраслях промышленности.

Успех в достижении поставленных целей сегодня во многом определяется возможностями компании эффективно соблюсти баланс между инновационностью разработок, их стоимостью, а также качеством готового изделия. С учетом требований к постоянному сокращению продолжительности научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ и увеличения сложности изделий, соблюдение подобного баланса порой становится трудно-выполнимой задачей. Многие производители уже приняли решение о применении средств численного моделирования, чтобы помочь конструкторам проводить более глубокий и тщательный анализ поведения разрабатываемых изделий и принимать оптимальные решения на основе результатов моделирования. Однако, как показывает практика, **традиционный подход в применении средств численного моделирования имеет односторонний характер, позволяющий лишь закрыть пробелы в оценке технических характеристик изделий и выявлении серьезных ошибок.** Поэтому передовые компании целенаправленно консолидируют средства численного моделирования в единые эффективные платформы, предоставляющие инженерам полный набор инструментов

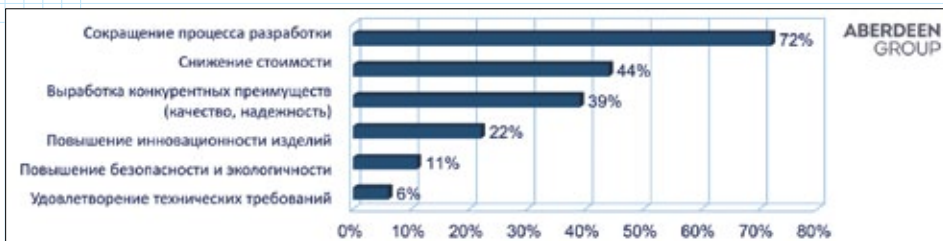


Рис. 1. Требования к проектам в отраслях ОПК и авиастроения

для разработки и оптимизации поистине инновационных изделий.

На основании опроса более 550 респондентов – представителей компаний-разработчиков с мировым именем из различных отраслей промышленности – специалистами аналитического агентства *Aberdeen Group* был получен ряд статистических данных (рис. 1). Статистика показывает, что для отраслей оборонно-промышленного комплекса (ОПК) и авиастроения существуют требования к проектам, напрямую влияющие на характер и результативность процессов разработки и прикладных исследований. Наиболее важными факторами респонденты назвали:

- необходимость сокращения периода времени, отводимого на разработку;
- необходимость снижения стоимости исследований;
- необходимость обеспечения конкурентных преимуществ.

Основными проблемами данных отраслей промышленности на пути успешной разработки инновационной продукции названы ограниченные ресурсы разработчиков, необходимость сокращения затрат в течение жизненного цикла и увеличение сложности изделий (рис. 2).

В силу указанных факторов возникает необходимость применения более инновационных подходов и методов ведения разработок и прикладных

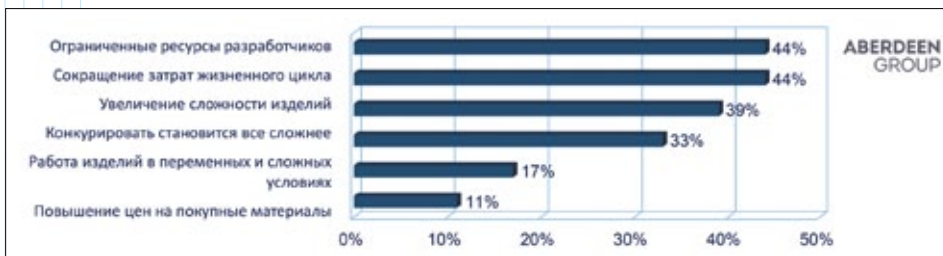


Рис. 2. Основные проблемы, возникающие при разработке новых продуктов в отраслях ОПК и авиастроения



Рис. 3. Рост сложности разработок в 2015–2017 гг.



Рис. 4. Негативные тенденции, характерные для разработки новых продуктов в 2015–2017 гг.

исследований. Следствием этого процесса является неминуемое усложнение изделий. Согласно статистике, за последние несколько лет число механических компонентов в разрабатываемых изделиях увеличилось на 14%, электронных – на 21%, число строк программного кода систем управления выросло на 34% (рис. 3).

Как следствие, это становится причиной проявления некоторых негативных тенденций (рис. 4), связанных с увеличением продолжительности и стоимости разработок и исследований, потерей качества изделий и, соответственно, имиджа и доходов компаний-разработчиков.

Единственным выходом из сложившейся ситуации является комплексное и кардинальное изменение подхода к проектированию и прикладным исследованиям. Основным инструментом, предлагающим существенные преимущества в данном аспекте, являются **технологии численного многодисциплинарного моделирования**. Как показывает практика, применение технологий численного многодисциплинарного моделирования изделий с самых ранних стадий разработки дает существенные

бизнес-преимущества для соблюдения трех основных критериев успешности разработок и исследований: сроков, стоимости и качества (рис. 5).

Во всём мире инженеры активно применяют три основных подхода к исследованиям конструкций на стадии разработки:

- создание физических прототипов и проведение испытаний;
- проведение аналитических расчетов;
- виртуальное прототипирование с применением средств численного моделирования.

Основные проблемы физического прототипирования хорошо известны – это существенные затраты времени, необходимые для создания прототипов и проведения комплексных испытаний, стоимость этих процессов и итерационность, часто приводящая к многократному реинжинирингу, необходимости построения новых прототипов и их повторных испытаний. При том, что данный подход использовался на протяжении многих десятилетий, существует ряд ограничений, связанных с невозможностью проведения некоторых экспериментов (например, без разрушения конструкции), что в конечном итоге приводит к тому, что характеристики прототипа зачастую не соответствуют аналогичным показателям конечного изделия. Именно по этой причине в последнее время переход к всесторонним виртуальным экспериментам широко поддерживается даже самыми консервативно настроенными представителями ОПК и авиастроения. В свою очередь, подходы виртуального прототипирования отнюдь не исключают применения аналитических расчетных методик на ранних стадиях проектирования. Более того, они могут эффективно комбинироваться, что еще существенно повышает эффективность применения средств численного моделирования.

Компания *ANSYS, Inc.* является одним из мировых лидеров в разработке современных средств многодисциплинарного численного моделирования. Более чем сорокалетняя история успеха компании, занимающейся исключительно разработкой и развитием инструментов для численного моделирования в различных дисциплинах, подтверждается высокой стабильностью развития самой компании и, как следствие, высоким уровнем доверия клиентов по всему миру.



Рис. 5. Бизнес-преимущества применения многодисциплинарного моделирования

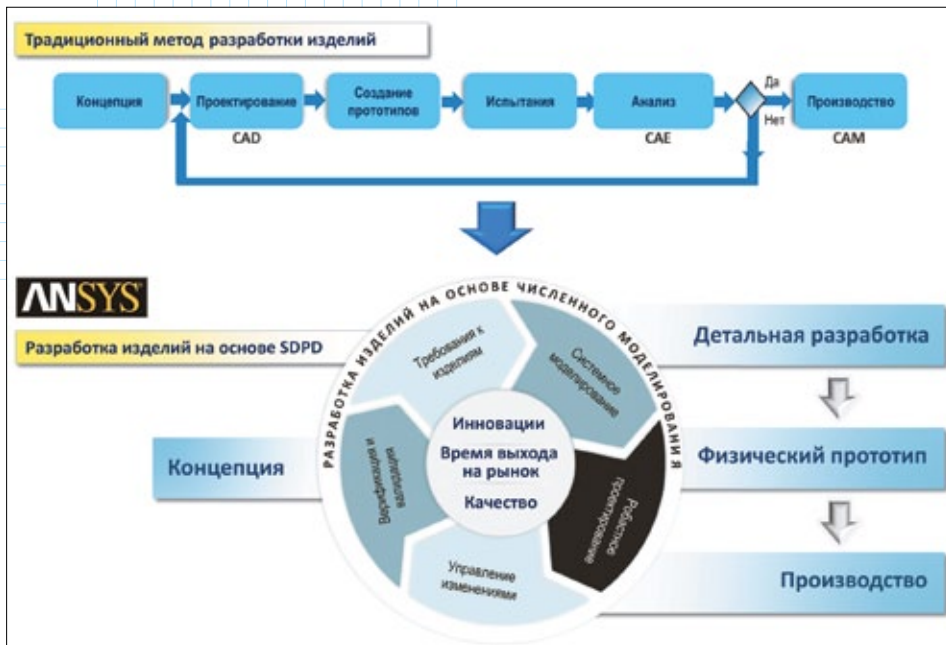


Рис. 6. Стратегия ANSYS SDPD и традиционный подход к проектированию

В основе стратегии развития решений компании ANSYS, Inc. находится уникальная запатентованная технология – стратегия **SDPD** (*Simulation Driven Product Development*) – разработка изделий на основе численного моделирования, см. рис. 6). Благодаря реализации этой стратегии, решения ANSYS могут не только применяться как виртуальные испытательные стенды или средства проверки характеристик разработанных конструкций, но и стать основополагающей технологией,

формирующей вектор исследований и дальнейшего проектирования с самых ранних стадий разработки и научных исследований, а также на этапе научно-технической проработки. Реализация стратегии **SDPD** на практике позволяет существенно сократить процесс проектирования и научных исследований, избегая множественных циклов в процессе разработки, приводящих к повторению некоторых этапов при исправлении ошибок, допущенных на ранних стадиях. ANSYS – это не просто набор мощных инструментов для глубокого анализа конструкций в различных областях физики. Сегодня **ANSYS** – это одна из наиболее совершенных платформ всесторонне-многодисциплинарного численного моделирования на основе стратегии **SDPD**, готовая для полноценного внедрения на любом предприятии технологий численного моделирования для решения задач в области прочности, вычислительной гидродинамики, электромагнетизма, многокритериальной оптимизации и робастного проектирования, а также системного инжиниринга, и при этом интегрируемая в **PLM**-структуру.

Стратегия **SDPD** основывается на взаимодействии четырех ключевых элементов (рис. 7):



Рис. 7. Ключевые элементы стратегии ANSYS SDPD

1) Передовые технологии – основа стратегии **SDPD**. Решатели ANSYS давно признаны стандартом инженерных расчетов. Ключевым вектором развития компании является постоянное совершенствование расчетных технологий (решателей, сеточных генераторов, постпроцессоров), внедрение новых возможностей и расчетных подходов для того, чтобы каждый клиент имел широкий набор инструментов, охватывающий все области физики.

2) Принципы виртуального прототипирования становятся следующей ступенью к повышению эффективности применения решений ANSYS. Технологии многодисциплинарных расчетов позволяют моделировать

конструкции в реальных условиях эксплуатации с учетом комплексных воздействий, так как учет только одной дисциплины зачастую не может дать точного представления о работоспособности конструкции. **ANSYS** позволяет принять во внимание все физические аспекты, учесть их влияние и взаимодействие в единой многодисциплинарной среде. Виртуальный прототип в **ANSYS** – это цифровая модель реального объекта в реальных условиях эксплуатации. Такой подход позволяет существенно сократить вероятность получения недостоверных результатов и уменьшить число допущений, используемых при моделировании.

3 Принцип сокращения процесса проектирования. Компания **ANSYS** предлагает широкий набор средств автоматизации для создания пользовательских расчетных процессов, позволяющих инженерам сосредоточиться на инженерной части задачи, а не на работе с программным обеспечением. Адаптивная архитектура **ANSYS** – за счет заложенных в нее средств автоматизации, возможностей по интеграции лучших подходов в моделировании, а также развитых средств высокопроизводительных вычислений и гибких возможностей интеграции в любую ИТ-инфраструктуру – позволяет инженерам работать быстрее, моделировать эффективнее и подтверждать работоспособность конструкции на самых ранних стадиях жизненного цикла изделия.

4 Совместная работа. Возможность удобного и всестороннего взаимодействия специалистов из различных подразделений одного предприятия или смежных структур является одним из наиболее важных аспектов повышения качества изделий и сокращения процесса их разработки. Этот аспект основывается на развитых вспомогательных средствах моделирования, позволяющих создавать единую комплексную расчетную среду путем формирования и накопления базы знаний, расчетных моделей и результатов расчетов, а также интеграции в расчетную платформу корпоративных и отраслевых расчетных методик.

Создание единой расчетной среды является дальнейшим развитием концепции **SDPD**. Такая среда может быть построена на базе локальных средств моделирования в интерфейсе **ANSYS Workbench**, но усилия можно направить и на повышение эффективности взаимодействия инженерных команд на корпоративном, отраслевом или межотраслевом уровне. В этом случае основой для реализации взаимодействия

при моделировании становится **ANSYS EKM** (*Engineering Knowledge Management* – управленческие инженерными знаниями) – программная система класса **SPDM** (*Simulation Process & Data Management*), предназначенная для управления процессами и данными инженерных расчетов, в функции которой входит обеспечение обмена моделями и результатами между расчетными подразделениями, разграничение прав доступа к информации, обеспечение наполнения базы знаний для типовых расчетов и создание системы экспертного анализа проектных решений (рис. 8).

Корпоративная база знаний является важной частью потенциала современной компании на этапе научно-технической проработки и служит для развития подходов проектирования и прикладных исследований. Создание подобной базы знаний позволяет любому специалисту применять подходы и методики, верифицированные экспертами на основе предыдущих разработок, а также обеспечивать обмен знаниями и опытом между специалистами различной специализации. При этом реализация средств управления расчетными данными и создание базы методик на основе решенных задач создает рабочую среду управления процессами инженерного анализа и позволяет минимизировать финансовые и трудовые издержки на проведение прикладных исследований и разработку новых изделий.

На корпоративном уровне управление расчетными данными и процессами является специализированной частью общей концепции управления жизненным циклом изделия. Современные системы управления жизненным циклом изделия (**PLM**), а также системы технического документооборота (**PDM**) ориентированы на извлечение атрибутов и поддержку, в основном, конструкторских документов, и не обладают инструментарием,



Рис. 8. Основные функции системы **ANSYS EKM**

который необходим расчетным подразделениям, что обусловлено спецификой расчетных данных. Массив данных, связанных с расчетными моделями, имеет более сложную структуру и содержит намного больший объем информации, необходимой для извлечения, по сравнению с обычными конструкторскими документами. По этой причине системы класса *PLM/PDM* не могут выполнить задачу управления расчетными данными в требуемом расчетным подразделениям объеме. Реализация системы управления расчетными данными (*SPDM*), в дополнение к существующим системам *PLM*, позволяет наиболее полно решить задачи управления всеми данными на протяжении жизненного цикла изделия.

Специфика данных инженерных расчетов уже заставила передовые компании пересмотреть свои взгляды на структуру *PLM/PDM*-систем в целом и положение информационной среды инженерных расчетов внутри этих систем в частности. Согласно статистике, полученной *Aberdeen Group*, менеджмент предприятий, применяющих технологии численного моделирования, рассматривает инструменты численного анализа в составе единой расчетной среды, существующей независимо от корпоративной *PLM*-системы, но тесно интегрированной с ней (рис. 9).

Глобальная концепция единой расчетной среды заключается в объединении упрощенных аналитических расчетных методик (*1D*), используемых на ранних этапах проектирования компонентов изделия, с комплексами численного моделирования (*3D*), которые применяются при выполнении проверочных расчетов (рис. 10). Такое объединение призвано повысить эффективность и расширить функционал расчетных методов. Единая расчетная среда обеспечивает стандартизацию и регламентирование расчетных процессов во всех инженерных



Рис. 9. Роль единой расчетной среды в ИТ-инфраструктуре компании



Рис. 10. Интеграция упрощенных аналитических расчетных методик с комплексами численного моделирования в рамках концепции 1D-3D-1D в единой расчетной среде

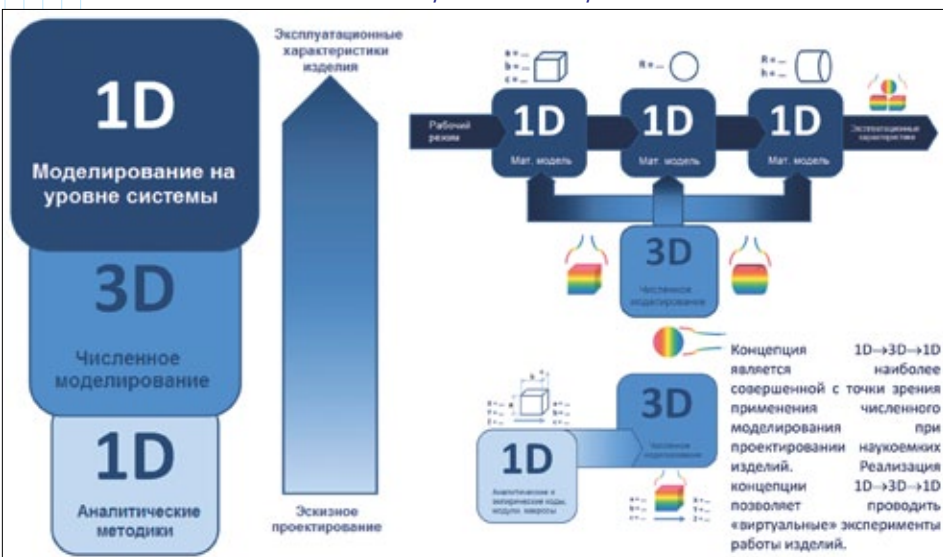


Рис. 11. Концепция 1D-3D-1D организации расчетного процесса в единой расчетной среде

подразделениях предприятия, работающих над анализом компонентов или узлов одного изделия. Такой подход позволяет существенно упростить процесс проведения традиционных многодисциплинарных расчетов. Интерпретация результатов расчетов отдельных компонентов изделия как набор математических моделей в рамках единой расчетной среды позволяет выйти на уровень системного инжиниринга и проводить моделирование работы изделия на уровне системы, исследовать его эксплуатационные характеристики, формировать архитектуру и логику работы систем управления. Необходимо отметить, что на сегодняшний день концепция организации расчетного процесса **1D-3D-1D** является наиболее совершенным вариантом развития концепции связанных многодисциплинарных расчетов (рис. 11).

Реализация концепции единой расчетной среды для управления расчетными процессами также имеет экономическое обоснование. Стратегия **SDPD**, согласно которой применение технологий численного анализа является неотъемлемой частью исследовательских и конструкторских работ, позволяет существенно сократить затраты на исправление ошибок по сравнению с традиционными подходами проектирования (рис. 12). Кроме того, экономический эффект достигается за счет реализации принципа **“сделать правильно с первого раза”** (*Do It Right The First Time, DRIFT*). В отраслях оборонно-промышленного комплекса и авиастроении наблюдается высокий уровень возврата инвестиций в технологии численного многодисциплинарного моделирования. По данным программы применения высокопроизводительных вычислений и численного моделирования



Рис. 13. Единая расчетная среда на базе ANSYS позволяет достигать лучших результатов

Министерства обороны США, показатель возврата инвестиций в технологии численного моделирования и высокопроизводительные вычисления составил от 700% до 1300% – в зависимости от проекта и объема натуральных испытаний прототипов.

Таким образом, применение единой консолидированной расчетной платформы является технически и экономически обоснованным решением на пути к комплексной модернизации процессов разработки, прикладных и научно-технических исследований.

В заключение приведем статистику, иллюстрирующую разницу между применением единой консолидированной расчетной платформы и набором несвязанного расчетного программного обеспечения.

Компании, широко использующие технологии численного моделирования (как консолидированные в единую расчетную среду, так и несвязанные), отметили, что единая расчетная среда позволяет (рис. 13):

- с большей вероятностью (на 24%) укладываться в сроки исследований и разработок;
- снизить совокупную стоимость использования программного обеспечения на 50% по отношению к совокупной годовой стоимости использования ПО;
- сократить процесс разработки на 69% и больше. 🤖

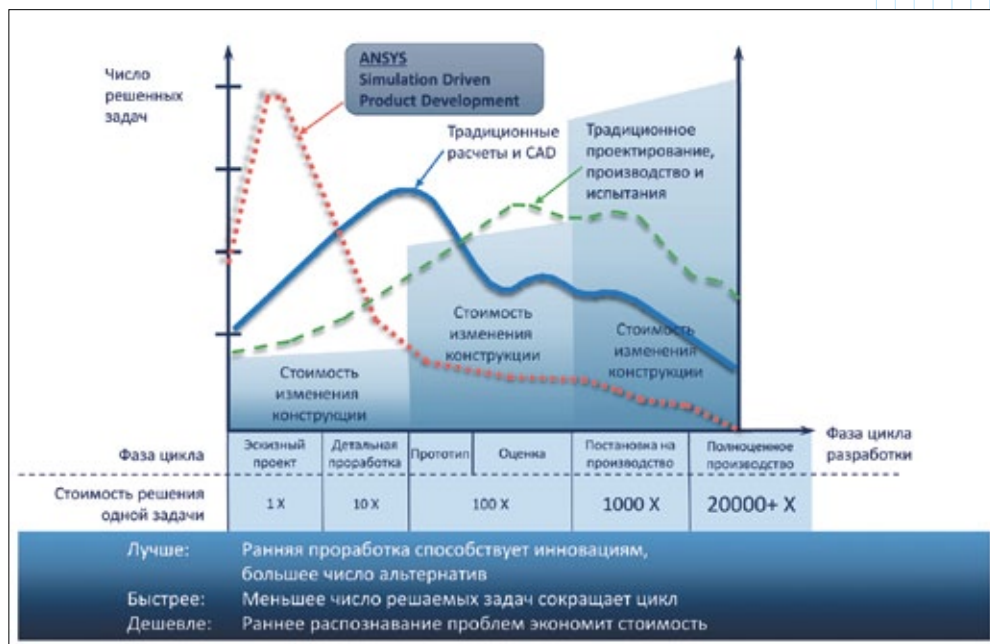


Рис. 12. Цена исправления ошибок в процессе разработки с применением стратегии SDPD по сравнению с традиционными методами

Решение *nanoCAD* Облака точек: переход в 3D-образы

Светлана Пархолуп, к.э.н., директор направления землеустройства, изысканий и генплана ЗАО “Нанософт”
sp@nanocad.ru

В конце 2017 года компания “Нанософт” пополнила технологическую линейку профессиональных продуктов серии *nanoCAD* новым программным решением, предназначенным для работы с данными 3D-сканирования. В первую очередь оно ориентировано на работу с данными трехмерного лазерного сканирования (LIDAR).

Лазерное сканирование представляет собой технологию, которая позволяет за очень короткое время (дни или даже часы – в зависимости от размеров объекта и сложности его конструкции) полностью построить 3D-модель интересующего объекта или рельефа. В основе этой технологии лежит способность лазерного луча отражаться от наземных объектов или поверхности земли. Основное преимущество использования лазерного сканирования заключается в том, что трехмерная модель, полученная в ходе работы со сканером, является не фотографической (не позволяющей произвести измерения), а реальной. Такая модель состоит из множества точек, каждая из которых обладает своей семантикой в трехмерном пространстве.

Существует несколько видов лазерного сканирования: мобильное лазерное сканирование, воздушное и наземное. Несмотря на то, что первые сканирующие системы появились относительно недавно, технология доказала свою высокую эффективность и теперь активно вытесняет менее производительные методы измерений. Результатом лазерного сканирования объекта является множество сгруппированных по геометрическим признакам точек объекта (так называемое *облако точек*), при обработке которых можно получить достоверную и информативную математическую модель поверхности сканируемого объекта, которую в дальнейшем можно использовать для проектирования или при эксплуатации, а также при составлении смет.

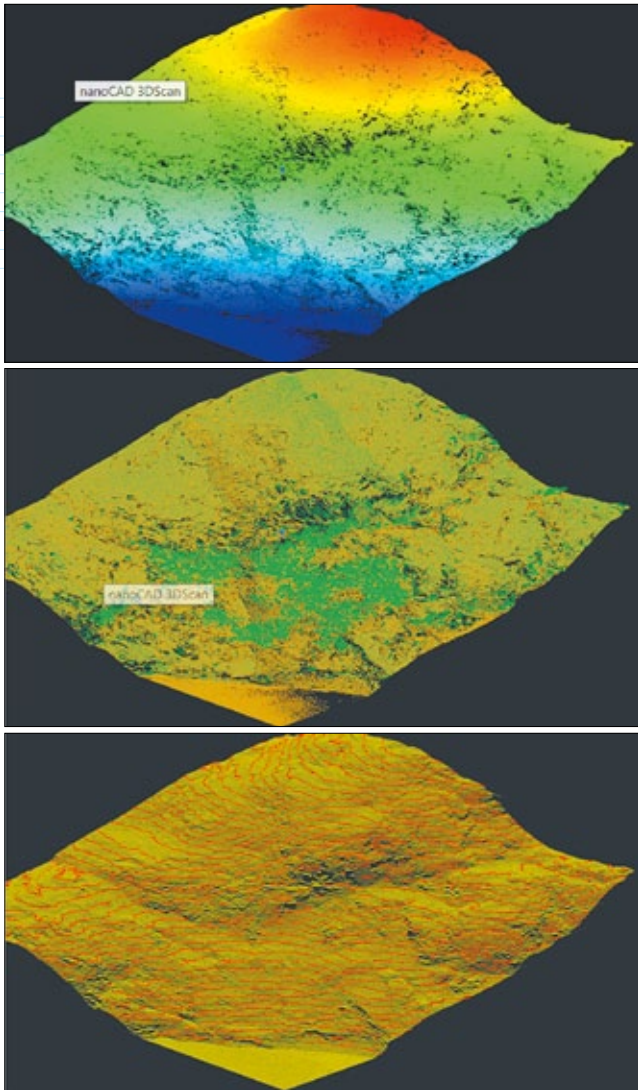
Давайте перечислим плюсы технологии лазерного сканирования. Конечно, в первую очередь это высокая детализация и точность получаемых данных, непревзойденная скорость съемки (от 50 000 до 1 000 000 измерений в секунду). Технология лазерного сканирования просто незаменима при выполнении работ на труднодоступных объектах, а также таких, где нахождение человека нежелательно или невозможно. Кроме того, высокая степень автоматизации практически исключает влияние субъективных факторов. И, наконец, еще одно преимущество: изначальная “трехмерность” получаемых данных.

По результатам сканирования мы получаем гигантский набор точек: от сотен тысяч до нескольких миллионов и даже миллиардов. Его необходимо обработать, и вот тут на помощь нам приходит новый программный продукт линейки *nanoCAD* – “Облака точек”. Уже сейчас программа позволяет анализировать и обрабатывать огромные объемы данных 3D-сканирования. В числе работ, эффективно выполняемых средствами этого программного решения: визуализация данных, регистрация (сшивка) и фильтрация, сегментация и классификация, векторизация, а также выполнение расчетов с использованием неопределенных данных.

Программа *nanoCAD* **Облака точек** располагает инструментами для выполнения следующих задач:

- импортирование точек из файлов популярных форматов (*LAS, BIN, PTS, PTX, PCD, XYZ*);
- предварительная обработка – фильтрация по различным критериям;
- импортирование марок из внешних источников;
- регистрация по маркам и ручной привязке;
- контроль качества регистрации облаков;
- оптимизированное хранение данных с метainформацией (классификация точек, параметры измерений, отсканированный цвет), реализованное с помощью технологии стохастических пространственных деревьев;
- визуализация с использованием широкого спектра методов, фотореалистичное отображение, отображение с поддержкой нескольких видовых экранов;
- построение сечений, назначение областей просмотра, поддержка динамических сечений;
- интеграция облаков точек в рабочую среду *nanoCAD*;
- полуавтоматическая и ручная фильтрация данных;
- классификация с помощью ручных и полуавтоматических инструментов;
- автоматическая идентификация земли;
- создание триангуляционных моделей, включая цифровую модель рельефа (*DEM*);
- полуавтоматическая и ручная векторизация;
- измерения длин и площадей;
- вычисление прямых объемов по данным облаков точек и проектных поверхностей.

С первой версии программа обладает уникальным мощным ядром и может эффективно обрабатывать облака, объединяющие до



Автоматическое выделение земли и создание цифровой модели рельефа (DEM)

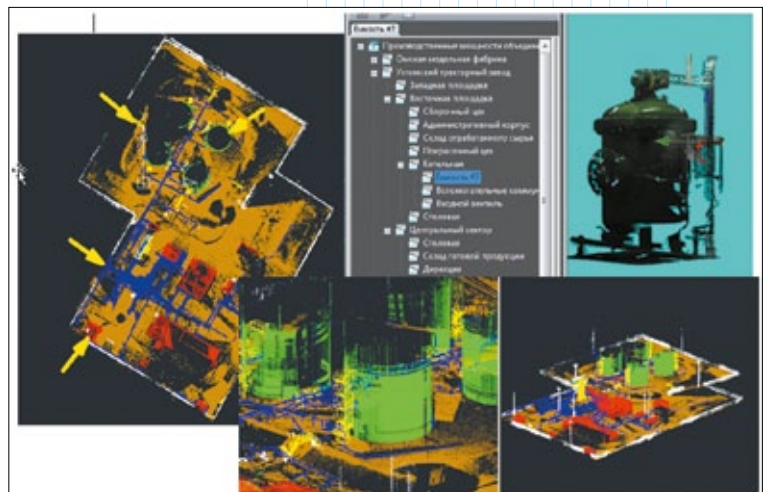
2.5 млрд. точек. Разобраться с огромным массивом пространственных данных помогают удобные средства навигации. В распоряжении пользователя не только все предоставляемые платформой *nanoCAD* возможности (свободная орбита, проход, облёт), но и специальные средства обработки облаков точек: отсечение плоскостями, задание вложенных областей видимости и т.д. Специально разработанный для облаков точек инструмент сегментации позволяет определить в пространстве позиции камеры (точки и направления взгляда). Применяя этот инструмент в сочетании с механизмами отсечения – управлением видимостью облаков, – пользователь получает возможность создать иерархическое дерево, описывающее отсканированную модель, и быстро

перемещаться в нужное место еще неструктурированной модели. Единоразово создав такой “пространственный индекс” отсканированного объекта, можно решать различные задачи. Например, отслеживать ход строительства, периодически обновляя сканы в едином проекте и буквально одним кликом контролируя состояние критически важных участков. Ну и, конечно, какой же толк от загруженного в проект облака, если нельзя заглянуть внутрь? Для исследования внутренних полостей используется аппарат разрезов и сечений, работающий в синхронном многооконном режиме. Сечение можно задавать в одном видовом экране, а результат наблюдать в другой проекции. По результатам сечения облака плоскостью формируется растровое изображение, доступное для обработки включенными в программу мощными средствами векторизации.

Кроме того, *nanoCAD Облака точек* предоставляет расширенный программный интерфейс (API) для создания пользовательских приложений на платформе *nanoCAD*, а полная интеграция со средой *nanoCAD* обеспечивает возможность взаимодействия со сторонними вертикальными приложениями.

Мы продолжаем развивать наш новый продукт, и одним из базовых направлений его развития считаем разработку функционала сравнения облаков точек и векторных моделей. Сначала функция будет работать с моделями, созданными в “родных” для платформы *nanoCAD* программах, а в дальнейшем и с моделями, импортированными из других приложений.

Постоянное совершенствование решений для обработки данных повышает их производительность, обогащает эти решения новыми функциями. Уже сейчас такие программы располагают практически неограниченными возможностями обработки информации, полученной при лазерном сканировании объектов любого типа и любой сложности. 🍷



Сегментация

Мы продолжаем серию публикаций, адресованных небольшим производственным компаниям, которые нацелены на развитие имеющегося потенциала и рост благополучия своего персонала. Оригинальные материалы на английском языке, которые легли в основу этой статьи, можно найти в блоге пользователей Mastercam (www.mastercam.com/en-us/Communities/Blog/PostId).

Многоосевой образ мышления По материалам пользователей Mastercam

Группа компаний ЦОЛЛА

www.mastercam.ru

Многоосевое оборудование с ЧПУ может предоставить значительные преимущества по сравнению с 3-осевыми станками. Но чтобы воспользоваться всеми преимуществами многоосевой обработки, вы должны научиться по-другому думать в отношении того, как выстраивать свои производственные процессы.

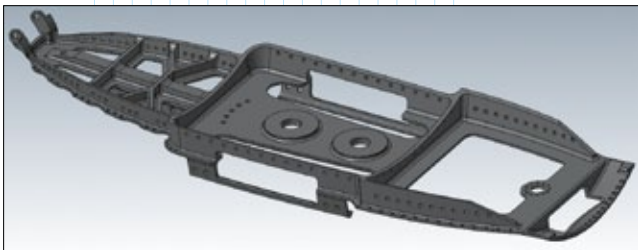
Часть 1. Зачем нужна многоосевая обработка?

Во всём мире ситуация такова, что когда на повестку дня выходит тема использования многоосевого оборудования, многие производственники ощущают угрозу и начинают защищаться. Они сразу представляют себе сложное и дорогостоящее оборудование со множеством шпинделей и осей, для приобретения и освоения которого у них не хватает финансовых возможностей и интеллектуальных ресурсов.

Вместо того, чтобы заранее пугаться своих смутных представлений о том, что что-то пойдет не так, лучше подробно разобраться с этой концепцией и понять её преимущества. Они неоспоримы и очевидны:

✓ Отпадает необходимость переустановов заготовки

Каждый переустанов недообработанной детали под другим углом означает простой станка и затраты времени квалифицированного оператора. Результатом становится значительная потеря производительности – как оборудования, так и



При виде конструкций такого рода вспоминается анекдот про строителей, перефразировав который можно получить ответ металлообрабатывающей фирмы на предложение изготовить партию таких деталей: “Быстро. Качественно. Дёшево. Выбирайте любые два пункта!”
Применение многоосевой обработки делает реальными все три пункта

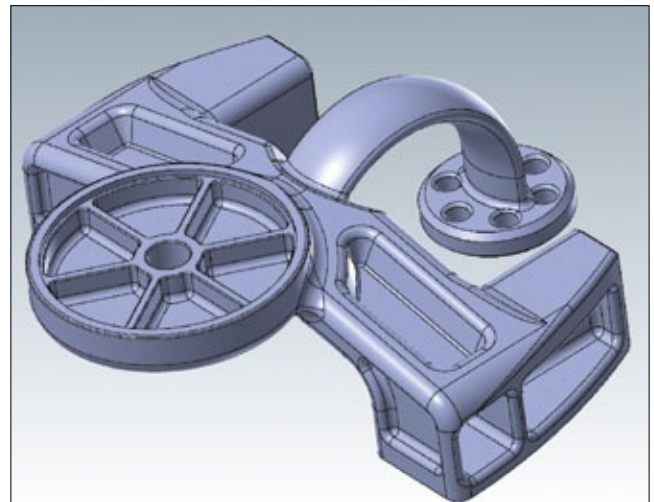
специалистов. Проблема усугубляется при обработке большого количества идентичных деталей, но это может быть критичным фактором и для маленьких партий. Сокращение затрат времени на установ даже относительно простых деталей может повысить производительность на 25÷50%, а для геометрически сложных и прецизионных деталей – еще больше.

✓ Повышается точность

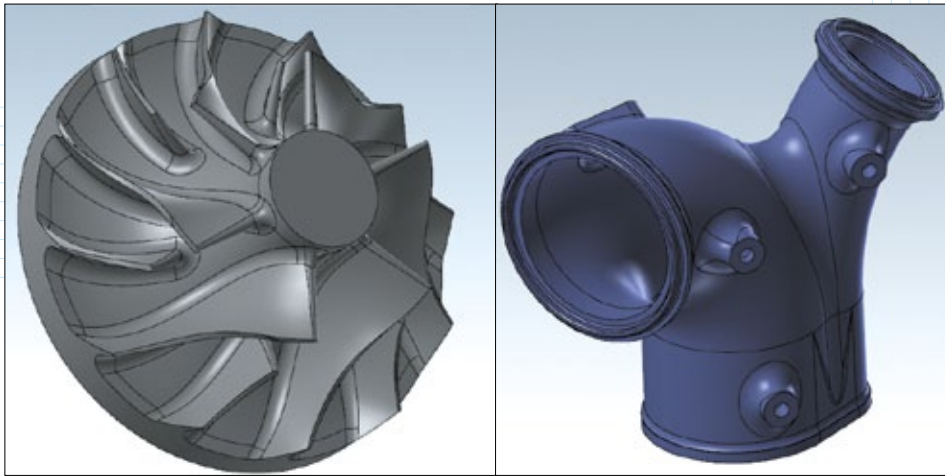
Каждый дополнительный переустанов вносит лишнюю погрешность позиционирования, что может приводить к браку или непостоянству результатов обработки.

✓ Повышается эффективность использования рабочей силы

Технолог-программист, имеющий опыт работы с 3-осевым оборудованием, пройдя соответствующий курс обучения и освоив необходимые методики, сможет подготавливать УП и управляться с несколькими многоосевыми системами, так как ему не надо будет тратить много времени на скрупулезные операции установка заготовок.



Изготовление такой детали на 3-осевом станке в принципе возможно, однако количество переустановов, дополнительных приспособлений и крепежа сделают продукцию “золотой”.
Применение 5-осевой обработки позволит в разы снизить затраты на производство и повысить качество изделия



Есть целый ряд дорогостоящих изделий, доступ к контрактам на изготовление которых открывается при наличии многоосевого оборудования и хорошей CAD/CAM-системы. Не упускайте заказы и возможность заработать!

✓ **Открываются двери для новых возможностей**

По всей видимости, появившаяся способность цеха делать сложные детали – с высокой точностью, по конкурентным ценам и с разумными сроками поставки – откроет глаза текущим и потенциальным заказчикам.

Подытоживая, можно сказать: всё больше пользователей приходят к выводу, что использование многоосевого оборудования становится важным, если не обязательным, аспектом ведения их бизнеса. И хотя важность перехода на многоосевое производство возрастает, это не должно быть слишком сложным делом. Цель – максимально упростить процесс перехода.

Часть 2. Правильные вещи – оборудование

Чтобы понять, какое оборудование вам необходимо, следует провести развернутый анализ.

Выбор оборудования – одно из самых важных решений в отношении расширения возможностей многоосевой обработки. Чтобы достичь своих целей, вам вовсе не обязательно покупать самые дорогие станки, но при этом важно помнить, что обычно вы «получаете то, за что заплатили».

Рассмотрим несколько вопросов, на которые следует ответить, чтобы облегчить процесс выбора правильного оборудования:

- Работы какого типа предприятие делает сейчас? Оглянитесь: какие рабочие места задействованы?
- Выполняемые работы – это именно то, что вы планируете делать следующие пять лет, или же вы думаете об изготовлении чего-то другого?
- Размеры изготавливаемых сегодня деталей вас устраивают, или же вы думаете о выпуске деталей большего размера?
- Какая конфигурация нового станка лучше подойдет как для изготовления текущих деталей,

переустанов деталей. Однако, это преимущество может быть нивелировано длительностью периода освоения подготовки УП для многоосевой обработки.

В этом случае хорошая стратегия будет такой: наращивание многоосевых возможностей производства маленькими шагами. Неплохо начать с приобретения простого поворотного устройства, которое легко монтировать/демонтировать на 3-осевом станке. Это позволяет начать работу с индексным столом, а затем постепенно перейти к работе, требующей непрерывного 4-осевого движения. Следующий этап – это уже 5-осевой станок с двумя поворотными осями. Программисты поначалу могут заблокировать одну ось и выполнять обработку с непрерывным вращением по другой оси. В дальнейшем, набравшись опыта, они могут перейти к более сложным работам на специализированном 5-осевом станке.

Даже тогда, когда доступно идеально подходящее оборудование, многие небольшие компании и производственные мастерские медлят с переходом из-за опасения увязнуть в непредвиденных тонкостях, которые задержат внедрение и окупаемость инвестиций. Но эти важные особенности можно просчитать и учесть в планах.

Часть 3. Приобрели правильное оборудование – что еще?

Чтобы максимально задействовать возможности своего многоосевого производства, надо понимать, куда еще требуется вложить средства.

Приобретение даже идеально подходящего для ваших задач многоосевого оборудования само по себе еще не гарантирует беспрепятственный переход на такой стиль производства. Есть несколько соображений, которые следует учитывать, чтобы использовать эти инвестиции максимально эффективно:

так и для перехода в будущем на другие виды деталей: голова/голова, стол/стол или голова/стол. Каждый вариант предпочтителен для определенных видов работ.

Важное соображение при выборе оборудования – как это повлияет на программиста/оператора. На многих производствах, особенно маленьких, NC-программист и оператор станка с ЧПУ – это один и тот же человек. В идеале новый многоосевой станок высвободит время программиста/оператора, и он сможет подготовить больше управляющих программ, поскольку будет тратить меньше времени на

✓ Подходящая CAD/CAM-система

Мало купить подходящий многоосевой станок – вам еще понадобится и соответствующая CAD/CAM-система, которая позволит загрузить его работой. Ручное программирование на таком станке – это пустая трата времени, и такой подход полностью противоречит тем целям, ради которых приобретается многоосевое оборудование. Хорошая CAD/CAM-система позволяет подготавливать УП лучшего качества, в большем количестве и быстрее, что облегчает использование возможностей многоосевого оборудования в полной мере для повышения отдачи.

Следует отметить, что обязательно **нужен хороший модуль для компьютерной симуляции обработки** с учетом реальной конструкции станка. В многоосевой среде происходит так много всего и сразу, что программист (даже очень хороший) не сможет учесть всё, просто глядя на код. Если в арсенале вашей CAD/CAM-системы нет такого функционала симуляции, то для верификации УП вам придется использовать дорогостоящий станок в цехе. А это не только опасно, но еще и вызывает огромные траты времени – и машинного, и сотрудников.

Потери из-за упущенной возможности применения первоклассной CAD/CAM-системы со временем увеличиваются, так как разработчики ПО непрерывно совершенствуют свои продукты, чтобы обеспечить их пользователям еще больше конкурентных преимуществ. Ваши конкуренты смогут использовать эти усовершенствования, а вы – нет.

✓ Хороший постпроцессор

Перед тем как переходить с индексной на непрерывную многоосевую обработку, **убедитесь, что в**

комплекте вашей CAD/CAM-системы имеется подходящий постпроцессор, который настроен под конфигурацию системы ЧПУ вашего многоосевого станка и уникальные требования вашего производства, а формируемые G-коды подходят для станка в полной мере.

Это очень важный момент, поскольку предлагаемые на рынке станки очень редко имеют одинаковую конфигурацию. Дело в том, что конфигурации варьируются в зависимости от предпочтений изготовителя, или могут быть изменены дилером согласно его представлению о предпочтениях в конкретном географическом месте. Если выход постпроцессора не будет соответствовать всем нюансам конкретного оборудования, то УП не будет обрабатываться хорошо, если вообще сработает. Непонятное поведение станка может серьезно задержать успешный запуск новых производственных возможностей, или, что еще хуже, привести к поломке.

Простой пример. Предположим, что у станка есть оси A и C, и что ось C повернута на 359 градусов, а в следующей команде УП указано значение 1 градус. Что должно произойти? Надо ли повернуть ось на два градуса? Надо ли поворачивать всегда по часовой стрелке/ всегда против часовой стрелки/ в кратчайшую сторону/ в абсолютных значениях/ в приращениях? Всё это зависит от настроек системы ЧПУ конкретного станка, которые могут быть изменены (и тот парень, который у вас устанавливает станок, обычно их меняет).

Таким образом, у вас в цехе могут стоять два как будто одинаковых станка, но если их устанавливали разные специалисты, то может статься, что для них нужны разные постпроцессоры. И в жизни такое случается постоянно. Поэтому вы должны

убедиться, что постпроцессор точно сконфигурирован под конкретный станок. Чтобы опередить конкурентов и по времени, и по финансам, для большинства пользователей очень полезной будет помощь профессионалов по разработке “пуленепробиваемого поста”.

✓ Лучшие инструменты

При освоении огромных возможностей многоосевого производства убедитесь, что получаете все преимущества, используя самые лучшие из доступных режущих инструментов.

С другой стороны, здесь надо отметить, что **многоосевые станки позволяют применять более короткие инструменты** и держатели, чтобы дотянуться до тех



Слева показан некий очень точный и быстрый станок, справа – его симуляционная модель. Риторический вопрос: на чём лучше производить отладку и проверку УП без боязни “угробить” оборудование?

Всегда пользуйтесь компьютерными средствами симуляции, даже для относительно простых деталей. Не забудьте, что таким образом можно проверить и правильность расположения детали в пространстве станка

мест, для обработки которых на 3-осевом станке требовались длинные тонкие фрезы. Как результат – меньше вибраций, лучшее качество поверхностей, более точная геометрическая форма, и всё это получено с помощью стандартных, более дешёвых инструментов. Так можно реально экономить деньги.

✓ Обучение

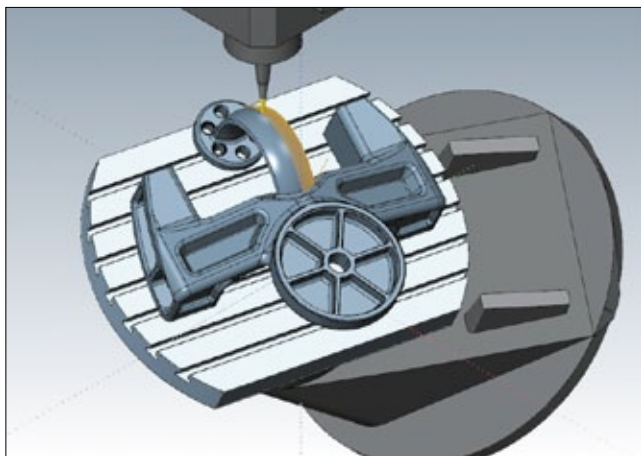
Приобретение *Ferrari* само по себе не сделает вас лучшим водителем. Необходимы и обучение, и опыт, чтобы выжать максимум из гоночной машины. То же самое верно и для многоосевого производственного оборудования. **Задачи обучения и повышения квалификации персонала должны быть встроены в бюджет поддержки многоосевого производства.**

Часть 4. Осваивайте пространственное программирование обработки

Надо понимать, что создание хороших многоосевых траекторий требует креативности. Работа с деталью ведётся в пространстве, а не в заранее известном положении в крепежном приспособлении.

Для этих задач САМ-система столь же необходима, как молоток для плотника: без этого важного инструмента работу сделать не удастся. Однако, если дать один и тот же молоток двум разным людям, то окажется, что один может построить целый дом, а для другого проблематично просто забить гвоздь. Магия – не в молотке, а в мастерстве плотника, который его использует. Эффективные многоосевые УП – результат не только умения (можно научиться), но и состояния ума, образа мышления, который приходит с опытом.

Современные САМ-системы обладают очень похожими возможностями по генерации траекторий инструмента для многоосевого оборудования. В некотором смысле создание траекторий – это самая простая часть большинства производственных решений, но значительная часть



Правильное расположение детали в пространстве станка позволит минимизировать перемещения и улучшить качество обработки!

технологов-программистов пытается начинать как раз с этого – еще до того, как представит себе всё решение в целом. И здесь очень легко увязнуть, перемудрить и усложнить процесс. Сам того не заметив, программист может загнать себя в угол.

Возьмем, к примеру, крепление детали. Большинство новичков в многоосевой обработке продолжает мыслить так же, как и при обработке по трем осям. Одна из первых вещей, о которой они задумываются: “Как мне закрепить данную деталь?”. Опытный же специалист оставит это решение на потом. Вначале он поместит деталь в оптимальную позицию в рабочем пространстве станка – в наиболее удобную зону. Он удостоверится, что минимизировал перемещения рабочих органов станка – это достигается ориентацией детали в соответствии с кинематической конфигурацией конкретного станка. Кроме того, рекомендуется заранее планировать, какие инструменты будут использоваться – это должны быть самые короткие из возможных инструменты с самыми жесткими патронами.

Подумайте о последовательности операций и переходов. Можете ли вы изготовить всю деталь с одного установа? Какие режимы резания возможны для данного материала и имеющихся инструментов? Достаточны ли скорость вращения шпинделя и/или мощность станка?

Леонардо да Винчи как-то сказал: “Простота – это предел совершенства”.

Эту мудрость следует держать в уме, планируя свои многоосевые производственные процессы. Используйте принцип *KISS* (*Keep It Simple, Stupid* – делай проще, дурачок!). Не усложняйте процесс только потому, что ваша САМ-система способна сгенерировать и станок может выполнить сложное движение.

Итак:

- Минимизируйте перемещения рабочих органов станка – ориентацией детали и позиционированием в наиболее удобном месте.
- При черновой обработке, по возможности, используйте тормоз осей: обработка 3+2 позволяет повернуть, зафиксировать и обрабатывать заготовку в жестком, устойчивом положении.
- Знайте свой станок, регулярно его обслуживайте и калибруйте.
- Знайте свой инструмент и приспособления. Применение правильного инструмента имеет громадное значение.
- Знайте свою САМ-систему – используйте имеющийся функционал и осваивайте нововведения.
- Будьте инновационными, открытыми к новым идеям – для улучшений всегда есть место.

Часть 5. Кто будет подготавливать УП?

Разработайте такой подход к повышению квалификации персонала, который будет побуждать сотрудников совершенствовать свои навыки в области многоосевого программирования.

Большинство производств, переходящих на многоосевое оборудование, уже имеет специалистов

с опытом работы в трех осях, которые могут разобрататься со сложностями многоосевого программирования за несколько месяцев. Чем больше опыта они набирают, тем более продуктивной становится многоосевая система, поскольку улучшаются такие показатели, как время наладки, продолжительность машинного цикла, эффективность программирования и использования станка.

Поскольку коэффициент возврата инвестиций в многоосевое производство высок, возникает желание переключать на него всё больше и больше работ, что делает необходимым строгий их отбор (опираясь на такие критерии, как требуемая точность, производительность других участков, сроки поставки). Критерий для приобретения следующего станка (возможно, совершенно другого размера и типа) цех должен установить еще до того, как очередь к первому многоосевому станку превысит разумные пределы.

Хорошей новостью здесь является то, что квалификация специалиста, который программирует обработку на первом станке, скорее всего, окажется достаточной и для того, чтобы делать это еще и на втором. Процесс будет таким же, а если у него не хватит времени, то можно привлечь к работе кого-то еще – в идеальном случае у того человека будет достаточный опыт в 3-осевой обработке и желание изучить искусство многоосевого программирования. Обычно так и происходит в лучших цехах, которые идут по этому пути. Сотрудники учатся друг у друга и объединяются в команду, ответственную за программирование в рамках всего участка многоосевой обработки.

Однако в этой точке стоит предупреждающий знак. Те, кто очень хорошо изучили свои станки и освоили создание траекторий, могут заостенеть в своих навыках и убеждениях. В то же время вендоры *CAD/CAM*-систем – например, *Mastercam* – постоянно разрабатывают новые виды траекторий и добавляют другую функциональность, которая обеспечивает повышение эффективности. Поэтому те производства, которые продолжают работать по старому (даже если они имеют хорошее оборудование), отстанут от конкурентов, которые нашли способы лучше использовать свои многоосевые возможности.

Все свои инструменты надо держать острыми, включая и ум. Будьте готовы хотя бы оценить преимущества усовершенствований в новейших релизах своей *CAD/CAM*-системы.

Часть 6. Резюме

У самых первых станков с ЧПУ не было памяти. Поэтому очень квалифицированные станочники говорили, что они на своих станках с ручным управлением могут делать вещи быстрее. Сегодня компания, не имеющая оборудования с ЧПУ, на рынке конкурировать не может. Более того, сейчас мы подошли к точке, когда будет невозможно оставаться конкурентоспособными, не используя каких-то многоосевых возможностей.

Возникающую тенденцию преобладания многоосевой обработки можно рассматривать и как проблему, и как возможность. Единственный выигрышный курс – рассматривать это как благоприятную возможность и настраиваться на многоосевое мышление. Это подразумевает следующее:

✓ Понимание преимуществ многоосевой обработки

К числу очевидных преимуществ относятся: устранение необходимости переустанавливать заготовку, повышение точности обработанных деталей, сокращение продолжительности машинных циклов, более эффективное использование труда персонала, открытые двери для новых возможностей роста бизнеса.

✓ Выбор правильного оборудования

Каждый конкретный вариант конфигурации многоосевого станка с ЧПУ (голова/голова, стол/стол, голова/стол) лучше всего подходит для каких-то определенных задач. Поэтому сделайте домашнее задание – исследуйте, какое оборудование лучше подходит и для ваших нынешних работ, и для возможных в будущем. Не всегда разумно платить по высшему разряду за самые сложные системы, однако помните, что вы получаете то, за что платите.

✓ Другие нужные вещи

Выбор станка – важный, но не последний этап в деле достижения (или недостижения) успеха в продвижении многоосевых возможностей. Столь же важны: подходящая *CAD/CAM*-система, хороший постпроцессор, умный выбор режущего инструмента, а также обучение и повышение квалификации персонала.

✓ Культивирование креативности при создании УП

Ваши специалисты должны научиться программировать обработку в пространстве станка, в наиболее удобном месте, а лишь затем разрабатывать решения для крепления детали, используя симуляцию обработки для визуализации конечного результата и обеспечения безопасной работы.

✓ Формирование талантливой и сплоченной команды

Сделайте доступным обучение работе с многоосевым оборудованием для сотрудников, обладающих опытом работы с тремя осями, поощряйте сотрудников делиться знаниями друг с другом. Они должны овладевать усовершенствованиями, предлагаемыми в новых версиях *CAD/CAM*-системы, что поможет им стать еще более продуктивными.

Пять веков назад великий Леонардо сказал, что простота – это предел совершенства. Сегодня эти слова очень точно характеризуют ситуацию при внедрении многоосевой обработки – особенно для маленького цеха, который ищет возможности для повышения конкурентоспособности. 🍷

XIX

Всероссийская научно-практическая конференция

МОРИНТЕХ- ПРАКТИК-2018

«Информационные технологии в судостроении»

07 ИЮНЯ
2018 ГОДА



Санкт-Петербург
ПАО Судостроительный завод
«Северная Верфь»
Ул. Корабельная, д.6

Организаторы:



«Северная верфь»
ОАО Судостроительный завод

Информационный центр

MARINCONF

<http://www.marinconf.ru/>

Тел.: + 7 (812) 640-3037
E-mail: info@marinconf.ru
www.marinconf.ru



Новые инструменты и решения от *Sandvik Coromant*

Компания *Sandvik Coromant*, ведущий глобальный производитель инструмента и разработчик инновационных решений для металлообрабатывающей отрасли, представила новейшие технологии для токарных операций, а также обновленные трехсторонние дисковые фрезы, инструменты для резьбонарезания и комплексные решения для автомобильной промышленности.

В начале марта 2018 года *Sandvik Coromant* показала новое решение для обработки глубоких и узких торцевых канавок – **CoroCut QF**. Резцовые головки *CoroTurn SL* новой конструкции обладают особой прочностью, а осевое закрепление головок на державке способствует повышению жесткости системы. Их использование с антивибрационными расточными оправками *Silent Tools* повышает геометрическую проходимость, а также качество внутренней обработки канавок. Пружинное закрепление пластин и высокоточный подвод СОЖ обеспечивают эффективность применения инструмента.

Благодаря новым резцовым головкам **CoroTurn Prime SL**, метод *PrimeTurning* теперь можно использовать и для внутренней токарной обработки. Возможность обработки изнутри наружу, от основания отверстия к выходу, обеспечивает качественный ствод стружки и позволяет контролировать стружкодробление. Головки *CoroTurn Prime SL* формируют качественную поверхность; кроме того, повышаются производительность, стойкость инструмента и коэффициент использования станков.

Модульная система **SL** позволяет получить множество комбинаций инструментов из небольшого набора адаптеров и резцовых головок. Для *PrimeTurning* предлагаются головки *SL* диаметром 40 мм. Они подходят к стальным и твердосплавным расточным оправкам, а также к антивибрационным расточным оправкам *Silent Tools* для внутренней обработки без вибрации. Головки с пластинами типа *A* предназначены для полустойкой, чистой и профильной обработки в направлении изнутри



наружу, а пластины типа *B* – для черновой обработки изнутри наружу и снаружи внутрь. Система рассчитана на обработку отверстий больших диаметров (свыше 90 мм) с вылетами до $8 \div 10 \times D$ в материалах *ISO P, M, K* и *S*.

Расширяя ассортимент решений для автомобильной промышленности, компания *Sandvik Coromant* разработала ряд новых геометрических форм и сплавов для пластин, что необходимо для обработки деталей, подвергнутых поверхностному упрочнению. Такие детали часто встречаются в конструкции различных узлов автомобилей. Пластина **CoroCut 1-2** с новой геометрией – **XB** позволяет достичь высокой производительности при изготовлении деталей автомобильных трансмиссий. Она имеет кромку со специальным шлифованным профилем, позволяющим выполнять обработку с очень высокой подачей: до 1.2 мм/об. Таким путем повышается производительность при продольном и торцевом точении материалов высокой твердости. Оптимизированная конструкция кромки **Wiper** помогает работать с более высокими подачами, чем для обычной геометрии **Wiper**, обеспечивая при этом требуемое качество поверхности.

Для черновой обработки автомобильных деталей с твердыми и мягкими поверхностями специалисты *Sandvik Coromant* разработали новую режущую пластину **CBN** (со вставками из кубического нитрида бора) со стружколомом. Она предназначена для точения таких деталей, как шестерни (в том числе коронные), валы и поверхностно-упрочненные детали, в случаях, когда требуется снятие упрочненного слоя. Однопроходная стратегия обработки способствует увеличению производительности. Большая длина вставки (3.5 мм) позволяет достигать глубины резания до 2 мм за один проход. При этом режущая пластина **CBN** дает короткую стружку, что гарантирует хорошее стружкодробление и способствует уменьшению количества перерывов в обработке из-за скопления стружки.

“Два раза в год компания *Sandvik Coromant* презентует новые разработки для отрасли. Мы постоянно совершенствуемся, стараясь предоставлять нашим клиентам лучшие технические решения для достижения стабильно высоких результатов на производстве”, – отметил **Симон Куплен**, директор по продажам *Sandvik Coromant* Россия Запад.

Подробную информацию см. на официальном сайте: www.sandvik.coromant.com/ru-ru/products/news/pages/default.aspx

Передовые производственные технологии **DMG MORI** для российского рынка

На выставке “Металлообработка-2018” компания продемонстрирует комплексные решения для цифровизации и автоматизации

©2018 DMG MORI

На крупнейшей российской выставке мирового станкостроения “Металлообработка-2018”, которая пройдет в Москве с 14 по 18 мая 2018 года, компания **DMG MORI** представит целый спектр возможностей: цифровой завод, комплексные решения по автоматизации, сервисные решения, основанные на потребностях заказчиков. Во время выставки будут демонстрироваться уникальные решения для цифровизации производства и автоматизации – такие, как интеграция станка *DMU 50* и системы *PH 150* для загрузки/выгрузки паллет, а также инновационные разработки в области аддитивного производства. Кроме этого, посетители получат возможность ознакомиться с индивидуальными сервисными решениями, программами обучения и передовыми технологиями для авиакосмической отрасли.

Концепция **DMG MORI** “Путь цифровизации”

Внедрение цифровых технологий в сфере станкостроения станет одной из ключевых тем на стенде **DMG MORI** во время выставки “Металлообработка-2018”.

Презентации будут всесторонне освещать концепцию, названную “Путь цифровизации”. Согласно этой концепции, внедрение цифровых технологий происходит “снизу вверх” (*bottom-up*) – начиная с подключения интерфейса *CELOS* к отдельным станкам, далее переходя к объединению производственных процессов с помощью *CELOS* и заканчивая переходом к “умному заводу”.

Комплексные решения для “цифрового завода”

Системы поточной обработки цифровых заданий для информационной поддержки планирования производства и автоматизированного управления инструментом, впервые представленные на выставке *ЕМО*, находятся уже на этапе точной настройки. Они будут доступны для клиентов в качестве приложений *CELOS* уже в первом полугодии 2018 г.

Другие вопросы внедрения цифровых технологий касаются

непрерывного расширения возможностей мониторинга, что необходимо для оптимизации производственных процессов, а также цифровых продуктов и услуг. Внедрение новой, независимой от конкретного производителя, *IIoT*-платформы *ADAMOS* позволяет компании **DMG MORI** предлагать своим клиентам и поставщикам комплексные, открытые решения для цифровизации.

Автоматизация производства: интегрированные решения для производства будущего

Решения по автоматизации, позволяющие увеличивать эффективность производства, получают всё большее распространение. Компания **DMG MORI** поддерживает это направление развития и гарантирует, что все станки её производственной линейки могут поставляться из единого источника, непосредственно от поставщика – либо в стандартной комплектации, либо в качестве индивидуального решения для конкретного заказчика.

“Наши общие производственные возможности охватывают полный спектр – от разработки системы и моделирования её работы на компьютере до окончательной передачи полной системы “под ключ”, – объясняет **Маркус Ремм**, управляющий директор *DECKEL MAHO Seebach GmbH* и **DMG MORI**



Цифровой завод, комплексные решения по автоматизации и аддитивное производство – основные направления деятельности компании **DMG MORI**, в том числе и в России



Интеграция станков и систем автоматизации осуществляется сразу на производственных площадках DMG MORI, что позволяет компании реализовывать комплексный подход и поставлять объединенные решения от одного разработчика

HEITEC GmbH (совместного предприятия компаний **DMG MORI AKTIENGESELLSCHAFT** и **HEITEC AG**).

Интеграция станков и систем автоматизации осуществляется на производственных площадках **DMG MORI**, что позволяет компании реализовывать комплексный подход и поставлять объединенные решения от одного разработчика. На выставке «Металлообработка» компания представит решение по автоматизации, которое включает систему **PH 150** для загрузки/выгрузки паллет (максимум – 24 паллеты) и универсальные обрабатывающие центры для 5-осевой обработки **DMU 50** и **DMU 50 ecoline**, выпускаемые на Ульяновском станкостроительном заводе.

Обучение и подготовка специалистов для российского рынка

Конкурентоспособность предприятия зависит от владения ноу-хау в области систем ЧПУ. Компания **DMG MORI** охотно делится опытом в этой сфере – как с промышленными предприятиями, так и с образовательными учреждениями. Работая в тесном сотрудничестве с техникумами, университетами и производственными предприятиями, Академия **DMG MORI** зарекомендовала себя как надежного партнера, предлагающего широкий перечень обучающих курсов и оборудования для российского рынка.

Подход Академии **DMG MORI** к обучению основан на применении международных образовательных стандартов и использовании передовых систем ЧПУ. Все преподаватели проходят обучение в Германии. В Технологическом центре **DMG MORI** в Москве и на

заводе в Ульяновске можно приобрести оборудование для классных комнат и станки для обучения. Обладая богатым опытом в деле организации образовательных программ, компания **DMG MORI** с 2013 года является генеральным партнером движения **WorldSkills** в России, а с 2017 года – глобальным партнером международного движения **WorldSkills International**. Партнерство подразумевает проведение специальных обучающих курсов для подготовки участников соревнований **WorldSkills**. Эффективность предлагаемых программ обучения подтверждена на практике в обучающих центрах, сотрудничающих с компанией **DMG MORI**. Наилучшие результаты в таких компетенциях, как точение и фрезерование, были продемонстрированы в тех образовательных учреждениях, которые оснащены станками **DMG MORI**.

Ульяновский станкостроительный завод: производство и сервис в России

Современный завод в Ульяновске и Технологический центр **DMG MORI** в Москве обеспечивают станкостроительному концерну не только статус российского производителя, но и лидерство по инновациям на российском рынке.

С момента открытия Ульяновского станкостроительного завода в 2015 году эта производственная площадка с каждым годом развивалась всё успешнее, достигнув высших показателей в 2017 году. Применяя технологию сборки полного цикла, производство в 2017 году показало рост на +45% по сравнению с 2016 годом. В 2018 году предприятие запускает сборку шпиндельных узлов для станков собственного производства – запланировано собирать 600 шпинделей в год, – а также начинает изготавливать гидравлические системы для оборудования собственного производства. Что же касается



На Ульяновском станкостроительном заводе DMG MORI планируется собирать 600 шпинделей в год

серии шпинделей *MASTER* – компания дает достойный ответ на требования рынка. Эти шпиндели, в создание которых специалисты *DMG MORI* вложили весь свой опыт, пользуются высоким спросом, очень надежны и имеют значительно более длительный срок службы по сравнению с обычными. По этой причине *DMG MORI* предоставляет на шпиндели этой серии 36-месячную гарантию – без каких-либо ограничений на часы эксплуатации.

Сервисные услуги, предоставляемые компанией *DMG MORI*, могут служить наглядным примером решений, ориентированных на запросы заказчиков, и основой стратегии будущего развития. Совсем недавно, в 2016 году, компания объявила о введении пяти новых сервисных обязательств перед заказчиками – под девизом “Интересы заказчика на первом месте 1.0”. Сегодня уже готов расширенный список обязательств по оказанию сервисных услуг – “Интересы заказчика на первом месте, версия 2.0”.

Аддитивное производство: три комплексные производственные цепочки для работы с металлическим порошком

Уже более четырех лет *DMG MORI* успешно работает на рынке оборудования для аддитивного производства, на который компания вышла благодаря комбинированию на станках серии *LASERTEC 3D hybrid* технологии лазерной наплавки наносимого через сопло порошка с механической обработкой. Оттолкнувшись от этого базиса, компания смогла зарекомендовать себя как поставщика полной линейки оборудования для аддитивного производства и дополнить свой портфель предложений. В то время как станки *LASERTEC 65 3D* служат дополнением существующего парка обрабатывающих центров, позволяя получать заготовки посредством наплавки металла через специальное сопло, серия *LASERTEC SLM* расширяет диапазон продуктов компании, предлагая технологию лазерного спекания материала в заранее сформированном слое (*SLM*).

Комплексные решения для аддитивного производства с использованием порошковой камеры

На рынке аддитивных систем, реализующих 3D-печать методом селективного лазерного спекания порошка (*Selective Laser Melting, SLM*), станок *LASERTEC SLM* впечатляет высоким уровнем надежности и производительности. Его сменный порошковый модуль обеспечивает возможность замены порошка менее чем за два часа.



На рынке аддитивных систем, реализующих технологию селективного лазерного спекания, станок LASERTEC SLM впечатляет высоким уровнем надежности и производительности. Сменный порошковый модуль обеспечивает возможность замены порошка менее чем за два часа

Опираясь на возможности *CELOS* для *SLM*, компания *DMG MORI* предлагает интегральное программное решение для автоматизированной подготовки УП (*CAM*) и управления станком из единого источника и с единым пользовательским интерфейсом. Благодаря скоординированному и единообразному пользовательскому интерфейсу, процесс печати детали на основе её 3D-модели программируется в кратчайшие сроки, а информация передается на устройство мгновенно – независимо от сложности деталей.

50 лет опыта позволяют поставлять комплексные ноу-хау для российской авиакосмической промышленности

Помимо оборудования, *DMG MORI* предлагает заказчикам комплексные промышленные ноу-хау – от технического консультирования до индивидуальных решений под ключ для отраслей с высокими требованиями к качеству обработки поверхности, такими как автомобилестроение и авиакосмическая промышленность. Последней в компании уделяется особое внимание, поскольку эта быстро растущая отрасль требует от поставщиков оборудования серьезных компетенций для реализации эффективных решений и высокопроизводительных систем ЧПУ. *DMG MORI* уже сегодня является главным поставщиком станков и решений для российской авиакосмической отрасли. На выставке “Металлообработка” в зоне, посвященной аэрокосмической промышленности, заказчики смогут не только увидеть станки *DMG MORI*, выпускаемые в России, но и 5-осевой обрабатывающий центр *DMU 125 P duoBLOCK* и токарно-фрезерный обрабатывающий центр *CTX beta 800 TC*. 🏆

ВОЗМОЖНОСТИ СИСТЕМЫ

Удобное, интуитивно понятное программирование траекторий резки любой сложности с полной настройкой всех режимов резания

Низкие затраты времени на программирование – идеально в условиях мелкосерийного производства с большой номенклатурой изделий

Интерактивный пользовательский интерфейс

Автоматическое генерирование траекторий по CAD-модели и возможность оптимизации режимов резания

Возможность автоматической настройки подводов и отводов, вспомогательных перемещений, а также других параметров, влияющих на качество обрабатываемых поверхностей

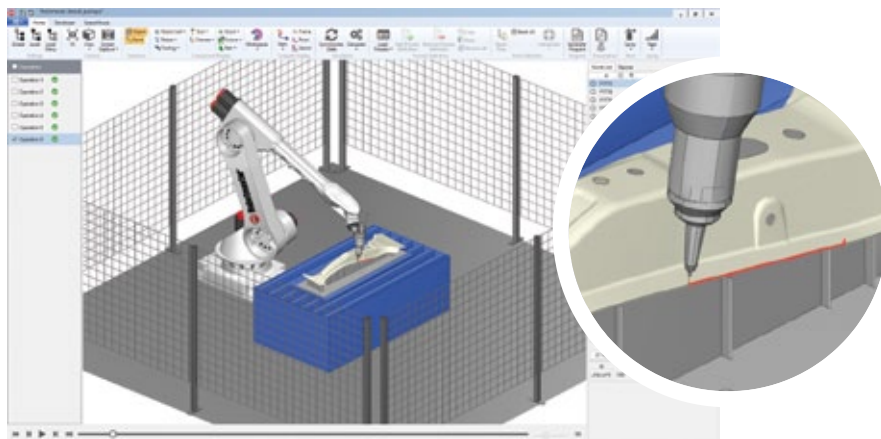
Автоматическая оптимизация ориентации инструмента для уменьшения вращения кисти робота и максимального увеличения зоны обработки

Оптимальные траектории обработки, в которых устранены сингулярности, соударения, выходы поворотов суставов за максимальные значения и выходы из зоны досягаемости

Уникальный интуитивно понятный верификатор с возможностью перемещения элементов робота в ручном режиме с учетом реальной зоны досягаемости, точная отладка рабочих и вспомогательных перемещений робота

Автоматическая проверка траектории на соударения и выход из зоны досягаемости при внесении изменений в операцию.

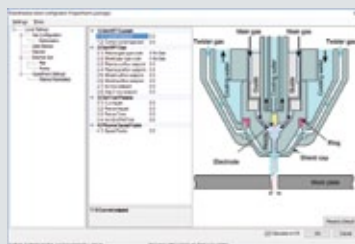
Система Robotmaster позволяет существенно повысить производительность и эффективность работы, а также возврат инвестиций



Средствами системы Robotmaster можно легко программировать все возможные типы траекторий режущего инструмента. Пользователю доступны как автоматические стратегии, так и возможность управления траекториями в ручном режиме, что позволяет обеспечить максимальную гибкость и эффективность работы с системой.



Robotmaster позволяет программировать работу роботизированных ячеек с внешними осями – линейными направляющими и/или поворотными позиционерами.



Конфигурируемые диалоги настройки операций позволяют обеспечить задание всех необходимых параметров и других правил резания:

- Pierce mode
- Cut settings
- Entry and exit strategies
- Technology tables

**Для более подробной информации обращайтесь в ООО «ЦОЛА»
тел. +7 (495) 602-47-49 www.robotmaster.ru www.mastercam-russia.ru**

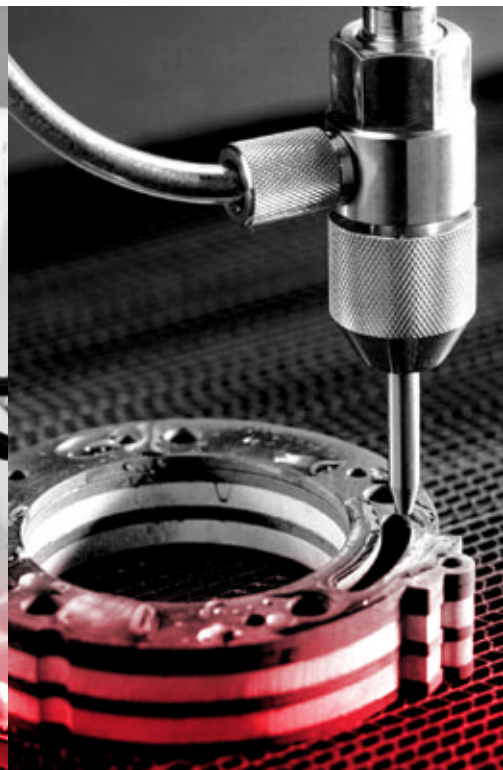
Robotmaster является зарегистрированным торговым знаком Hypertherm Inc. и может быть зарегистрирован в США и/или других странах. Остальные торговые знаки являются собственностью соответствующих владельцев. ©11/2015 Hypertherm

Hypertherm®



ROBOTMASTER CUTTING

ПО ДЛЯ ПРОГРАММИРОВАНИЯ И ОПТИМИЗАЦИИ ОПЕРАЦИЙ РОБОТИЗИРОВАННОЙ РЕЗКИ, ОБРЕЗКИ И ВЫРЕЗКИ
(НА ПЛАТФОРМЕ MASTERCAM)



ДОБЕЙТЕСЬ ЭФФЕКТИВНОЙ РАБОТЫ ВАШЕГО РОБОТА

Доступная по цене, простая в освоении и использовании CAD/CAM-система для программирования операций резки, обрезки и вырезки в мелкосерийном производстве с большой номенклатурой изделий.

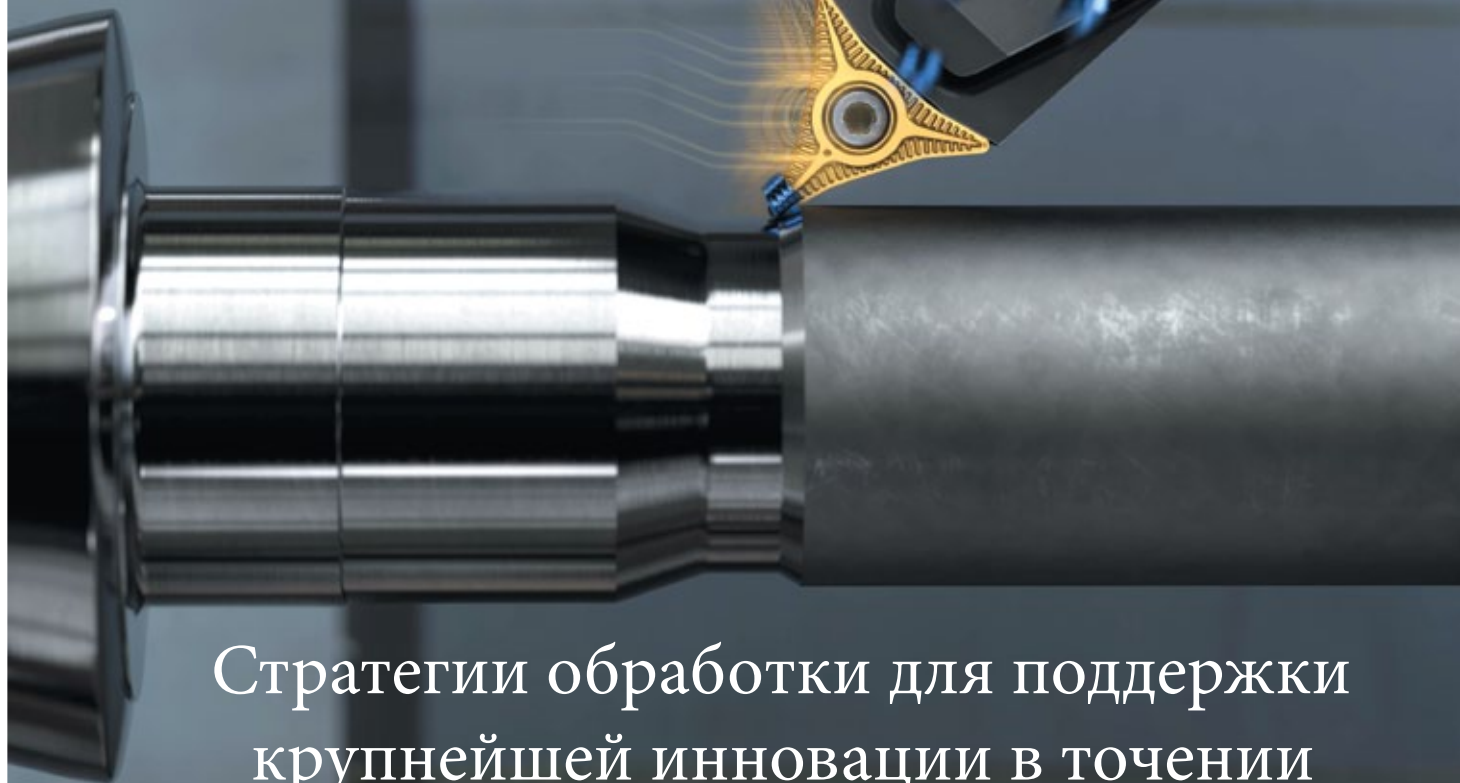
Максимально эффективное программирование робота, возможность полностью исключить затраты времени на обучение и верификацию программ.

Программируйте траектории любой сложности с возможностью трехмерной визуализации.

Robotmaster[®]
CAD/CAM FOR ROBOTS



МЫ ФОРМИРУЕМ БУДУЩЕЕ ПРОИЗВОДСТВА



Стратегии обработки для поддержки
крупнейшей инновации в точении

2X

Удвоение скорости
и подачи



Большая стойкость
пластин

>50%

Рост
производительности

Mastercam

Подробнее на сайте:

www.mastercam.com/primeturning

Посмотрите технологию PrimeTurning в действии:

www.sandvik.coromant.com/primeturning

SANDVIK
Coromant