

SIEMENS

Апрель 2016 | www.siemens.ru/plm

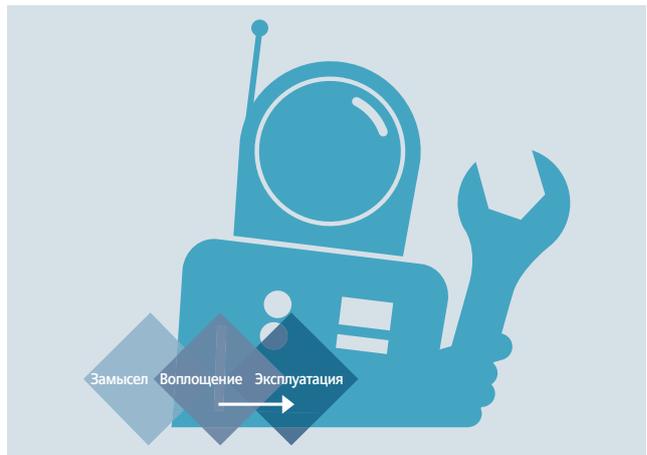
PLM Эксперт

Инновации в промышленности

От поддерживающих
инноваций —
к прорывным

PLM Эксперт

Воплощаем инновации



02 – 05 **Новости**

06 – 15 **Инновации для будущего**

Выступление Чака Гриндстаффа, главного исполнительного директора и президента Siemens PLM Software, на конференции Global Leadership

16 – 21 **Быстрее звука**

Роль NX в создании сверхзвукового ракетомобиля BLOODHOUND SSC

22 – 29 **Проект PLM «ИЗ-КАРТЭКС»: На пути к цифровому производству**

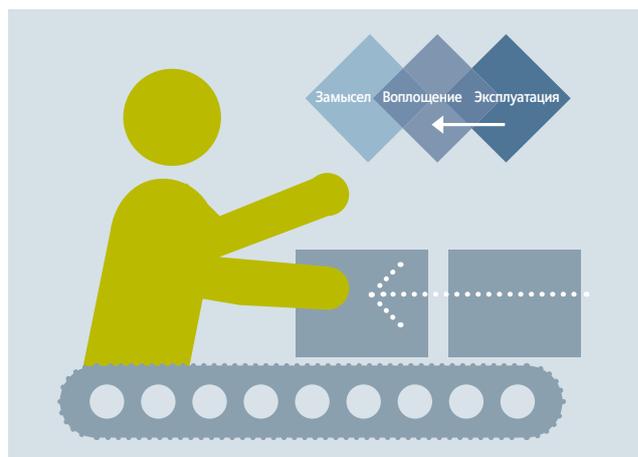
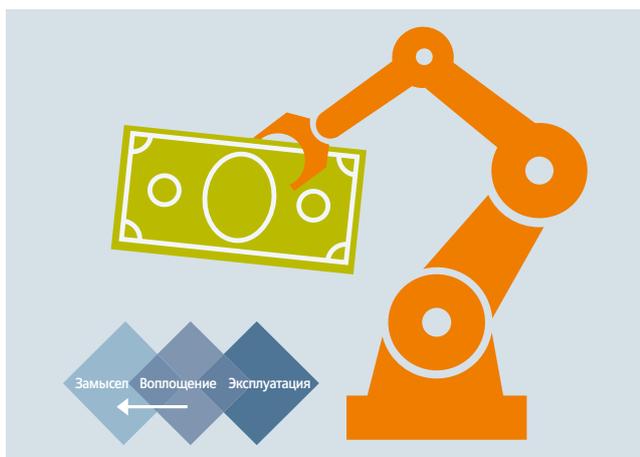
Производство уникальной линейки карьерных экскаваторов

30 – 35 **Формула успеха**

PLM-технологии способствуют улучшению качества и надежности оборудования АЭС АО «АЭМ-технологии»

36 – 43 **Концепция «Индустрия 4.0». Цифровая фабрика**

Взгляды и концепция Siemens, представленные в монографии Антона С. Хубера



44–47 **Философия PLM в вузе**

Переход машиностроительных предприятий на цифровые технологии ставит перед вузами задачу подготовки профессиональных кадров, свободно владеющих навыками работы с инновационными технологиями

48–49 **Покоряя новые горизонты**

Создание многофункциональных реконфигурируемых роботов в Solid Edge

50–55 **Интернет вещей**

Объединенные сетью машины ведут к революционным изменениям в производстве, инфраструктуре и транспортной системе

56–57 **American Axle**

В основе успеха компании — экономичность выпускаемой продукции и особое внимание к вопросам качества и надежности

58–60 **Управлять переменами**

Внедрение LMS Imagine.Lab Amesim открыло перед Renault мир новых возможностей



Новое приобретение Siemens

Глобальная компания, разработчик инженерных систем численного моделирования, CD-adapco станет частью Siemens PLM Software, подразделения сектора Digital Factory. Соответствующее соглашение заключили Siemens и CD-adapco. Стоимость сделки составляет 970 млн долларов США. Ее завершение планируется во второй половине 2016 финансового года, после прохождения обязательных процедур одобрения. Число сотрудников CD-adapco на конец прошлого финансового года превысило 900 человек. Доход составил почти 200 млн долларов, а норма прибыли исчисляется двузначным числом, что характерно для компаний — разработчиков программного обеспечения. В Siemens уверены: динамичный рост этого направления бизнеса продолжится. Ожидается, что в течение пяти лет с момента приобретения выраженный в миллионах долларов доход достигнет средних двухзначных величин, причем основная его часть будет приходиться на чистую прибыль. «Приобретение Siemens компании CD-adapco в рамках стратегии Vision 2020 будет способствовать дальнейшему росту нашего бизне-

са цифровых технологий, а также расширению линейки программных продуктов для промышленности. Системы численного моделирования играют ключевую роль — помогают заказчикам быстро и экономично создавать отличные изделия», — отметил Клаус Хелмрих, член правления концерна Siemens. «Мы существенно углубляем наши базовые компетенции в сфере инженерного анализа, основанного на моделях, за счет включения в линейку наших продуктов средств численного моделирования, в том числе газогидродинамических расчетов, а также присоединения команды опытных специалистов в данной области. Это позволит создавать очень точные цифровые двойники изделий», — отметил Антон Хубер, главный исполнительный директор сектора Digital Factory концерна Siemens. Компанией CD-adapco разработана уникальная концепция междисциплинарного анализа проектных решений (Multidisciplinary Design Exploration, MDX). Системы численного моделирования от CD-adapco, в том числе ее флагманский продукт STAR-CCM+, помогают инженерам быстро находить оптимальный

вариант конструкции. Разработанные ею программные продукты решают широкий круг задач в таких дисциплинах, как газогидродинамика, механика твердого тела, теплопередача, динамика материальных точек, динамика потоков газа, электрохимия, акустика, реология. В настоящее время число заказчиков компании CD-adapco составляет свыше 3200 по всему миру. Ее программные решения применяют 14 из 15 крупнейших автопроизводителей, все 10 ведущих поставщиков авиационно-космической отрасли и 9 из 10 крупнейших предприятий энергетики и судостроения. На сегодняшний день Siemens продолжает оставаться единственной компанией, предлагающей технологии, способные в полной мере объединить виртуальный мир разработки изделия с реальным миром производства. Новые изделия конструируются, испытываются и оптимизируются на компьютере, а одновременно с этим разрабатываются и внедряются соответствующие технологические процессы. В результате заказчики получают рост производительности, гибкости и сокращение сроков выхода изделий на рынок.

Интеграция ALM- и PLM-систем

Компания Polarion — создатель первого корпоративного веб-решения по управлению жизненным циклом программного обеспечения (ALM) — войдет в состав Siemens. Условия сделки не разглашаются, ее закрытие запланировано на первый квартал 2016 года. Данное приобретение демонстрирует, что Siemens продолжает совершенствовать инструменты создания «интеллектуальных» изделий, управляемых программными системами, — компания рас-

ширяет линейку продуктов для проектирования сложных изделий, содержащих большое число компонентов, в соответствии с системно-ориентированным подходом, объединяющим разработку отдельных систем с единым описанием изделия в открытой среде.

Разработки Polarion будут включены в состав решения Teamcenter®, что сделает ALM-средства неотъемлемой частью процесса разработки изделий. Решения Polarion

отличается открытая архитектура, они предлагают современные возможности управления исходным кодом и полностью отвечают потребностям разработчиков программного обеспечения с открытым исходным кодом. Разработки компании Polarion применяются более чем 2,5 млн пользователей во всем мире.

Новое приобретение отвечает концепции Siemens, направленной на дигитализацию производственных процессов.

Подготовка инженерных кадров

Компании Siemens PLM Software, ЛАНИТ и Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана заключили трехстороннее соглашение, основным предметом которого стало взаимодействие по вопросу подготовки профессиональных кадров в области управления жизненным циклом изделия. Стороны планируют разработку методических материалов и создание специальной образовательной программы для подготовки инженерных кадров, а также проведение конференций, семинаров и тренингов с целью повышения квалификации педагогов и специалистов предприятий по теме PLM. Обучение будет проходить на базе научно-учебного комплекса «Робототехника и комплексная автоматизация» университета, набор слушателей на данный курс планируется осуществлять ежегодно. «Разработка и реализация программы обучения Siemens PLM Software в партнерстве с ведущим техническим университетом МГТУ им. Баумана и ведущим технологическим партнером ЛАНИТ направлены на устранение разрыва между уровнем подготовки молодых инженеров и потребностями промышленных предприятий», — сказал Виктор Беспалов, вице-президент, генеральный менеджер Siemens PLM Software в РФ и СНГ. — Обучая студентов разработке изделий с использованием самых современных средств PLM, мы создаем условия для создания и

внедрения инноваций на промышленных предприятиях России».

«Наша инженерная школа получила заслуженное признание во всем мире и по праву считается лучшей в России. Но мы обязаны делать все возможное для того, чтобы постоянно двигаться дальше, идти в ногу со временем и непрерывно наращивать свой потенциал. Одним из приоритетов в области подготовки кадров для нас всегда было сокращение «отрыва» вузовской подготовки от реальной производственной базы. С этой точки зрения создание образовательной программы, позволяющей получить практические навыки работы с современными программными средствами, которые широко используются на предприятиях, является очень востребованным шагом. Надеюсь, что эта программа позволит нам подготовить высококлассных специалистов, которые смогут использовать полученные знания для того, чтобы вывести машиностроительную отрасль на совершенно новый уровень», — отметил Анатолий Александров, ректор МГТУ им. Н.Э. Баумана. «Создание новой программы обучения, задача которой — готовить специалистов-практиков в сфере PLM-технологий, — важный шаг на пути развития отечественного ИТ-образования для задач сложного машиностроения. Вдвойне приятно, что эта про-

грамма создана на факультете, который я заканчивал. Уверен, что многолетний опыт ЛАНИТ по внедрению PLM-решений на отечественных машиностроительных предприятиях будет очень востребован у студентов университета им. Баумана», — сказал Владимир Грибов, вице-президент, исполнительный директор ЛАНИТ. Данная инициатива реализуется Siemens PLM Software в рамках корпоративной академической программы GO PLM, направленной на расширение использования в учебном процессе современных инновационных технологий для проектирования и управления жизненным циклом изделия и на помощь вузам в уменьшении разрыва между учебной программой и требованиями современного производства.



Платформа нового поколения для проектирования автомобилей



Платформа нового поколения для проектирования автомобилей позволит центрам разработок компании Nissan получить постоянный высокоскоростной доступ к актуальной информации об изделии. О ее создании и начале внедрения новой инфраструктуры на предприятиях в Северной Америке и Европе объявили компании Siemens и Nissan. Целью проекта является консолидация глобального процесса разработки автомобилей Nissan, что призвано обеспе-

чить рост производительности труда и повышение эффективности управления.

Платформа, поддерживающая технологию виртуальных компьютеров для инженеров Engineering VDI, позволит компании Nissan гибко управлять процессами проектирования автомобилей в глобальном масштабе. В основе концепции Engineering VDI заложены современные алгоритмы обработки графики и технологии виртуализации компьютеров.

Инженеры, работая со своих компьютеров, получают доступ к виртуальной 3D CAD-системе на сервере. Благодаря этой технологии на серверах Nissan хранятся только актуальные данные, постоянно доступные группам разработчиков по всему миру. Это повышает производительность труда и удобство работы, а также снижает себестоимость и улучшает управление рисками. Программные технологии, положенные в основу концепции Engineering VDI, разработаны Siemens PLM Software. Базовой системой автоматизированного проектирования (CAD) в компании Nissan является решение NX™, которое применяется на всех этапах конструкторско-технологической подготовки производства автомобилей. Для обеспечения высокой производительности в режиме VDI система NX прошла полную сертификацию работы на всех применяемых видах аппаратного обеспечения. Teamcenter — полнофункциональная система управления данными об изделии, обеспечивающая сотрудникам быстрый и удобный доступ ко всей необходимой информации в любом месте и в любое время, — служит цифровой платформой VDI-решения в компании Nissan.

Эволюция Teamcenter

Представленная Siemens новейшая версия системы Teamcenter повышает производительность всего пакета решений и снижает стоимость владения. Teamcenter 11 представляет собой платформу междисциплинарной интеграции ALM-решений, данных и процессов в рамках единой PLM-среды. В результате интеграции ALM- и PLM-систем процессы разработки программного обеспечения синхронизированы с процессами создания изделия, включая проектирование механических и электронных узлов в MCAD- и ECAD-средствах. В Teamcenter 11 улучшена функциональность про-

дукта Active Workspace, появились новые инструменты администрирования и интеграции, а также современное решение по управлению процессами разработки программного обеспечения в рамках создания единого жизненного цикла изделия. Усовершенствованы процессы взаимодействия с поставщиками, обеспечения соответствия нормативным требованиям и интеграции с ECAD-системами в конфигурации Teamcenter Rapid Start. Реализованная в Teamcenter интеграция жизненного цикла разработки программного обеспечения с остальными этапами жизненно-

го цикла позволит заказчикам гарантировать правильное функционирование всех составляющих современного изделия, уверены в компании.

Более низкая стоимость владения и обслуживания Teamcenter 11 достигнута за счет улучшения интеграции со сторонними приложениями и ранее применявшимися на предприятии системами, а также за счет введения единых функций обмена сообщениями и преобразования данных. Представление информации в режиме онлайн обеспечивает внешний доступ к ней без необходимости дублирования или повторного ввода данных.

Партнер года

Лучшим партнером Siemens PLM Software в России по итогам 2015 года признана консалтинговая компания «Борлас». Награда была вручена на ежегодной конференции для ведущих европейских партнеров Siemens PLM Software в Барселоне, Испания. Она отмечает высокую квалификацию и успешные результаты бизнеса.

«Партнерская политика является важной составляющей стратегии Siemens PLM Software, — заявил Виктор Беспалов, вице-президент,

генеральный менеджер Siemens PLM Software в России и странах СНГ. — Данная награда подтверждает выдающийся вклад Борлас в продвижение PLM-технологий, обеспечивающих максимальную отдачу от инвестиций». Президент Консалтинговой группы «Борлас» Алексей Ананьин в свою очередь отметил: «Мы рады, что наши компетенции по внедрению и адаптации к потребностям российских предприятий вновь получили высшую оценку».

Имитационное моделирование со студенческой скамьи

Приобрести навыки разработки систем изделий на основе имитационного моделирования, познакомиться с модельно-ориентированным подходом к проектированию, быть в курсе передовых инновационных инженерных идей — такие возможности появились у российских студентов с выходом бесплатной студенческой версии ПО LMS Imagine.Lab Amesim Student Edition.

Продукт разработан в соответствии с программой инвестиций компании в инженерно-техническое и математическое образование студентов по всему миру. Imagine.Lab Amesim — интегрированная платформа для разработки систем изделий на осно-

ве имитационного моделирования — широко применяется как разработчиками изделий, так и поставщиками комплектующих в авиационно-космической, автомобильной и других отраслях.

Получить доступ к студенческой версии ПО можно на сайте www.siemens.ru/plm.

Для организации учебного процесса учебным заведениям доступна академическая версия ПО LMS Imagine.Lab Amesim Educational Bundle. Это решение предоставляет полный доступ к широкому спектру новейших библиотек LMS Amesim, а также к прикладным решениям и средствам инженерных расчетов.



NX в облаке Rescale

Представленные в системе NX решения для численного моделирования тепловых и газодинамических процессов стали доступны на платформе Rescale, динамически масштабируемой облачной среды для высокопроизводительных вычислений. Пользователи получают доступ к ресурсам этой платформы, гармонично объединяющей программные решения для численного моделирования с настраиваемой инфраструктурой высокопроизводительных вычислений, непосредственно из веб-браузера. Решение дает инженерам возможность выполнять планирование эксперимента и проводить мультидисциплинарные оценки конструкции с применением одного или сразу нескольких решателей. В результате крупномасштабное численное моделирование становится весьма экономичным и позволяет более тщательно оценивать различные проектные решения — крупные и небольшие предприятия получают гибкость в плане инвестиций в высокопроизводительные вычисления. Для доступа к решателям NX в облачной среде Rescale требуется либо имеющаяся лицензия на программное обеспечение, либо лицензии, предоставляемые Rescale на условиях оплаты за каждое использование платформы.

Система NX Nastran® ранее уже была представлена на платформе Rescale, а добавление новых решений предоставило пользователям еще более широкий выбор программных продуктов для численного моделирования от Siemens. «Мы рады расширить линейку инструментов численного моделирования на платформе Rescale. Теперь в нее вошли решатели NX Flow и NX Thermal, — отметил Джим Раск, старший вице-президент и главный технический директор (CTO) Siemens PLM Software. — Заказчиков интересуют гибкие, масштабируемые и высокопроизводительные схемы проведения расчетов. Платформа Rescale добавляет к базовому набору наших решений для численного моделирования возможность быстрого и безопасного проведения вычислений онлайн с использованием глобальной сети».

ИННОВАЦИИ ДЛЯ БУДУЩЕГО

*Выступление Чака Гриндстаффа,
главного исполнительного директора
и президента Siemens PLM Software,
на конференции Global Leadership*



Цифровые технологии объединяют все этапы жизненного цикла изделия.



Мы стоим на пороге новой эпохи, существенно изменяющей суть природы инноваций. До сих пор мы ориентировались на «лучше, быстрее, дешевле», теперь наступила пора расширить представление. Мы говорили об оптимальных приемах работы, на самом деле, следует думать о новых подходах.

Выпускаемые сегодня изделия, способы их проектирования и изготовления, их воздействие на целевые рынки значительно отличаются от того, что было еще пять лет тому назад. Ряд тенденций, выявленных в последнее время, характеризует наступление новой эры инноваций: рост глобальной конкуренции, спрос на индивидуально изготавливаемые изделия, работа с большими объемами данных, быстрое развитие технологий в различных областях. Помимо этого, сегодня происходят чрезвычайно важные преобразования.

Интеллектуальные инновации преобразуют промышленность

Под воздействием преобразований компании создают интеллектуальные, поддерживающие сетевые функции, изделия, которые приводят к фундаментальным

переменам на рынках. Давайте посмотрим вокруг. Мы увидим автомобиль с автопилотом — интеллектуальное изделие, способное воспринимать окружающую среду и функционировать автономно. В здравоохранении медицинские имплантаты изготавливаются индивидуально под конкретного пациента. Мы видим, как беспилотные летательные аппараты (дроны) успешно решают задачи наблюдения и занимают новые рыночные ниши. А появившиеся в энергетической отрасли самооптимизирующиеся системы снижают энергопотребление.

Можно привести много примеров и из других отраслей. Уже появился кофе, который знает, как его правильно приготовить. На чашках, называемых «К-сир», нанесены коды, сообщающие кофеварке, какой режим работы необходимо выбрать для получения требуемого вкуса напитка. В электронной и полупроводниковой промышленности разработаны датчики для нанесения на тело человека в виде татуировок. И если человек страдает диабетом, гипертонией или каким-то другим заболеванием, такой датчик своевременно подаст сигнал устройству, оказывающему лечебные воздействия.

«Интеллектуальные инновации не развиваются последовательно и поэтапно. Они являются прорывными, преобразующими. Мы говорим не о последовательном улучшении и не о борьбе за увеличение доли рынка. Речь идет о создании совершенно новых бизнес-моделей, формировании и завоевании принципиально новых рынков».

В судостроении мы переходим к концепции судов, которые ходят самостоятельно, без капитана на борту — на дистанционном управлении. В станкостроении с появлением самоорганизующихся роботов оборудование выходит на новый уровень интеллектуальности. Такие роботы функционируют почти как люди. Задумайтесь об этом. В зале, где проходит конференция, явно имеется самоорганизующаяся группа. Мы знаем, куда идти и что нам необходимо сделать. По многим признакам мы — распределенный процессор. Мы работаем совместно, но при этом каждый преследует и свои собственные цели. Теперь подумайте о совместной работе интеллектуальных устройств в заводском цехе. Как переход на новые уровни интеллектуальности отразится на автоматизированных системах управления производством (MES)? Нам больше не придется давать оборудованию команды по типу «согни манипулятор в данном шарнире, переместись в указанную точку, опустишь на 2,3 см и выполни захват детали». Вместо этого команда будет: «Возьми вот этот предмет!». Семантика обмена информацией между этапами технологической подготовки и изготовления изделия становится принципиально другой. Роботам более не требуется задавать каждый шаг. Они способны проявлять инициативу.

От поддерживающих инноваций — к прорывным

Для большинства это уже не новость. Ландшафт ведения бизнеса меняется и

это оказывает заметное влияние как на промышленные предприятия, так и на поставщиков решений для создания инноваций. Интеллектуальные инновации представляют новые вызовы и испытания для каждого предприятия. Они не развиваются последовательно и поэтапно. Они являются прорывными, преобразующими. То есть мы говорим не о последовательном улучшении и не о борьбе за увеличение доли рынка. Речь идет о создании совершенно новых бизнес-моделей, формировании и завоевании принципиально новых рынков.

Давайте посмотрим на рынок фототехники. 30 лет весь мир лежал у ног руководителей компании Kodak. Строились дорогостоящие новые заводы по выпуску фотопленки. Выпуск фотопленки рос, выше становилась прибыль компании. Инновации сводились к оптимизации бизнеса: повышение качества продукции, сокращение сроков изготовления, устранение неэффективных процессов.

И вдруг кто-то пришел с идеей цифровой фотокамеры. Многие отреагировали скептически: «Что-что? Это же фотографии низкого качества. Разрешение недостаточно высоко. Профессиональному фотографу возможностей цифровой съемки будет недостаточно». Но нашлись компании с перспективным мышлением, которые сказали: «На это стоит обратить внимание». Сегодня, поверьте, не осталось ни одного крупного завода по выпуску фотопленки. Этот вид бизнеса ушел в прошлое. Исчезла сама основа такой деятельности. Фотопленку перестали использовать.

Телефоны с фотокамерой



Инновации:

Производители фототехники перешли на цифровые технологии, отказавшись от фотопленки.

Преобразования:

Смартфон всегда с собой и предоставляет возможность подключения к сети Интернет, что выгодно отличает его от цифровой фотокамеры.

Автомобили с автопилотом



Инновации:

Автопроизводители создают все более совершенные системы в помощь водителю для управления.

Преобразования:

Новые игроки предлагают автомобили с автопилотом.

Беспилотные летательные аппараты



Инновации:

Авиационно-космические предприятия изготавливают беспилотные летательные аппараты для военных целей.

Преобразования:

Беспилотная авиация служит катализатором инноваций в области безопасности, электронной торговли и фотосъемки.

У этой истории есть продолжение. Дело в том, что отрасль преобразовалась. Она изменилась. Компании с перспективным мышлением начали выпуск моделей цифровых фотокамер, дела шли превосходно. Зарабатывали миллиарды долларов. Прилагали массу усилий, чтобы постоянно и быстро вносить изменения в конструкции цифровых фотокамер в соответствии с потребностями потребителей. И знаете, что? Всего за 10 лет производственная парадигма изменилась. Рынок цифровых фотокамер оказался в глубоком, очень глубоком кризисе из-за того, что у каждого появился телефон со встроенной

те, если компания Google выпустит автомобиль, управляемый автопилотом, который самостоятельно придет на вызов. Какие преобразования это повлечет? Станет ли это новой интересной бизнес-моделью? Да, это настоящий прорыв. Возможности поддерживающих инноваций ограничены. На наших глазах качество пленочных фотоаппаратов все повышалось и повышалось. Оно росло до тех пор, пока им на замену не пришла цифровая камера и пленочные фотоаппараты почти полностью исчезли.

Сегодня преобразования меняют модели ведения бизнеса и оказы-

Хочу обратить внимание, что успех преобразований вовсе не предопределен.

Технологические прорывы, даже прогнозируемые, часто оказывают не благоприятное влияние на бизнес большинства компаний. Вот один такой пример. Когда-то компания IBM выпускала печатные машинки. Выявив тенденцию, что печатные машинки будут выходить из употребления, в компании пришли к выводу о необходимости прекращения их производства. И компания IBM преобразовала сама себя — как это делала уже не однажды. Не все получилось идеально, но все же это одна из немногих

«...Конкурентоспособность очень важна. Оптимизация также важна. Эксплуатационная эффективность тоже важна. Но только этого уже недостаточно. Недостаточно потому, что все может быстро измениться»

простенькой фотокамерой. Выпустить «мыльницы» стало бессмысленно: обычный смартфон делает снимки не хуже, и он всегда с тобой.

Это пример преобразования бизнеса, при котором сменилась парадигма. Если бы руководители компании Kodak 30 лет тому назад знали, чем все закончится, как бы они поступили? Как бы они подготовились к эпохе цифровых технологий, к будущему, в котором фотоаппараты встроены в телефоны?

Существует такое явление как «дилемма инноватора». Суть его в том, что, если вы зарабатываете «много денег и не собираетесь отказываться от традиционного источника дохода», всегда найдутся другие компании, более инновационные, способные лишить вас этого источника. Речь идет о «технологическом прорыве». Мы уже говорили об автомобилях с автопилотом. Другой пример прорывной инновации — компания Uber находит свободных водителей с правами и страховкой на улице и посредством сотовой связи соединяет их с теми, кому требуется такси. Эта прекрасная идея бизнеса оценивается в миллиарды долларов. А теперь представь-

вают влияние на все, что мы делаем вне зависимости от отрасли. Еще один пример: дроны — беспилотные летательные аппараты. Возможно, пассажиру идея полета на авиалайнере без пилота не покажется привлекательной, тем не менее уже существует огромное количество применений беспилотников для воздушного наблюдения. Речь идет не только о разведке. Дроны находят применение в сельском хозяйстве, городском строительстве, на транспорте для мониторинга с целью последующего анализа и извлечения полезных знаний.

Почему я привожу все эти примеры инновации? Потому что все наши заказчики, каждый из вас, сталкивается с новыми вызовами, аналогичными тем, с которыми столкнулся Kodak и другие компании. Вопрос заключается в том, осознают ли компании это? Понимают ли они, что нередко их бизнес-модели уже устарели? В ряде случаев — да, понимают. Вопрос, который мы, как вендор, должны задать себе: «Какова наша роль в ситуациях прорывных преобразований? Как мы можем помочь предприятиям?».

сохранившихся компаний. Это не музей, а по-прежнему успешно функционирующее предприятие. Однако имеется много примеров компаний, которые когда-то были лидерами рынка, но не смогли преобразоваться и перейти на новые бизнес-модели.

Ежедневно появляются предприниматели, пытающиеся отнять хлеб у успешных компаний. Стартапы думают о новых предложениях рынку, таких как автомобиль с автопилотом. Что от этого изменится? Что произойдет, если для управления самолетом более не будут нужны пилоты? Продукция, модели ведения бизнеса и прошлые достижения, когда-то обеспечивающие конкурентоспособность компаний, больше не гарантируют безоблачного будущего. У компаний нет каких-либо неотъемлемых прав. Что им следует делать, и как мы можем помочь с преобразованиями на пути в будущее? Конкурентоспособность очень важна. Оптимизация также важна. Эксплуатационная эффективность тоже важна. Но только этого недостаточно. Недостаточно потому, что все может быстро измениться.

Преобразования ускоряют интеллектуальные инновации

Какие сегодняшние преобразования определяют прорывные инновации? Они вам хорошо известны. Я хочу предложить задуматься о последствиях этих преобразований.

Прежде всего, концепция Интернета вещей. Не надо быть гением, чтобы заметить, что все большее число устройств и оборудования подключены к сети. Это свершившийся факт. Все эти устройства обмениваются данными между собой. Это тоже факт. Анализ обмена данных позволяет создавать новые знания. Это еще один факт.

Компании, научившиеся использовать потоки информации, могут стать мощными и влиятельными. Мы наблюдаем, как они пытаются решать новые задачи.

Уже есть масса подключенных к Интернету устройств, устройства умеют общаться между собой, обмен данными между такими устройствами происходит постоянно. Однако, только единицы нашли реальные способы использования данной информации для создания инноваций. Предприятия еще не готовы к подобным вещам.

Недавно Siemens приобрел компанию Camstar, которая разработала решение Omneo, выполняющее именно подобный анализ и извлекающее пользу из существования Интернета вещей. Это решение объединяет поступающую информацию, анализирует статистические взаимосвязи между устройствами и предоставляет пользователям новые знания, которые невозможно получить иным способом. Теперь у нас есть возможность помочь заказчикам использовать данные, собираемые в собственных системах, для получения новых знаний.

Облачные технологии. Наиболее интересное в облачных технологиях представляет то, что компьютер становится гибким, с возможностью поэтапного увеличения числа, процессоров, объема памяти, пропускной способности сетевых каналов связи. Нами только что организована новая группа, объединившая специалистов по облачным технологиям из числа разработчи-

ков продукта Omneo. Им поставлена задача изучить все инициативы нашей компании и выяснить наиболее эффективные варианты использования: как лучше всего применять «гибкий компьютер», объединение и анализ данных и выявленные статистические зависимости между устройствами с целью повышения качества обслуживания наших заказчиков.

3D-печать — еще одна важная и динамично развивающаяся область. Компания Siemens уже много лет занимается технологиями 3D-печати. Мы выпускаем самые большие в мире «печатные станки»: целые заводы. Наша группа специалистов по управлению производственными процессами фактически создает операционную систему для очень большого принтера — целого завода. Если вам трудно в это поверить, давайте рассмотрим пример — изготовление сотовых телефонов. Раньше цикл создания инноваций сталкивался с очень серьезными трудностями. Для изготовления корпуса телефона требовалось выпускать технологическую оснастку, сроки создания которой составляли от четырех до шести месяцев. Было очень важно не только создать эстетически привлекательное изделие, но и вовремя разместить заказ на оснастку, чтобы массовый выпуск телефонов пришелся на период максимального потребительского спроса. Как сегодня изготавливаются смартфоны, сохранились ли те же трудности с оснасткой? Ответ: нет. Каждый телефон изготавливается на тысячах станков. Весь производственный процесс превратился в подобие печатного станка. Конструкторские изменения реализуются мгновенно: организовать выпуск новой модели телефона, отличающейся от той, что выпускается сегодня, можно за один день.

Как правило, когда мы обсуждаем 3D-печать, мы не представляем целый завод в виде печатного станка. Я полагаю, мы можем объединить два подхода. Правильно организованная интеграция аддитивных и субтрактивных технологических процессов способна превратить предприятие в принтер размером с целый завод. Разумеется, впереди еще большой путь, но компания Siemens — одна из немногих, которая действительно заинтересована его пройти и пройдет.

«Наша группа специалистов по управлению производственными процессами фактически создает операционную систему для очень большого принтера — целого завода»



Компании передают эксплуатационные данные на этап разработки с целью создания инноваций. Однако исследования пока зывают, что на большинстве предприятий подобный подход не приносит заметной отдачи.

Автоматизированное управление знаниями. На всех уровнях — от ткачей и заводских рабочих до операторов станков с ЧПУ и офисных работников — есть люди, стремящиеся автоматизировать наиболее сложные задачи. И действительно, алгоритмы «глубинного обучения» достигли такой степени совершенства, что при решении ряда задач, которые, казалось бы, по плечу только человеку, они показывают сравнимые или даже лучшие результаты. Как это отразится на нашей работе? Каким образом можно встроить алгоритм мобильного обучения в наши инструменты и методики, чтобы они давали реальную отдачу?

Современные робототехнические системы — это высшая ступень развития. Подключенные к сети устройства, распределенная логика, современные алгоритмы управления — все это работает вместе. Различные преобразования влияют на каждого нашего заказчика, а при взаимодействии — могут привести к появлению новых бизнес-моделей.

Конкуренция в непрерывно преобразующемся мире

Каким образом компания может воспользоваться преобразованиями для расширения возможностей по созданию инноваций? Процесс создания инноваций можно условно разбить на три основных этапа: замысел, воплощение и использование. У компании имеются идеи. Какие-то из них принимаются и реально воплощаются. Затем заказчик эксплуатирует изделие. Теперь при помощи Интернета вещей появилась возможность создать канал обратной связи. Например, узнать, как ведет себя автомобиль на дороге. Хорошо ли он ездит? Или, имеются ли какие-либо аномалии в поведении самолета? Требуется ли ремонт? Есть ли какие-либо аспекты эксплуатации, требующие оптимизации?

Компании передают данные об эксплуатации изделия на этап разработки с целью создания инноваций. Однако исследования показывают, что на большинстве предприятий подобный подход не приносит заметной отдачи.

Мы в компании Siemens PLM Software считаем, что эксплуатационные данные важны, но даже если вы знаете, что именно следует изменить, можете ли вы это изменить? Даже если эксплуатационные данные помогают спрогнозировать будущее развитие отрасли, сможете ли вы войти в это будущее? Предположим, что вы знали, что произойдет с фотографией. Вы

знали, что фотопленка уйдет с рынка. Означает ли это, что у вас было все необходимое для перехода на выпуск цифровых камер? Были ли у вас ресурсы для такого преобразования?

Именно здесь, компания Siemens PLM Software обладает уникальными возможностями в плане помощи промышленным предприятиям. Именно на этапе воплощения, когда инновационные изделия реально изготавливаются, определяется успех или неудача каждой прорывной инновации. Во многом это ключевой показатель эффективности интеллектуальных и обмениваемых данными изделий.

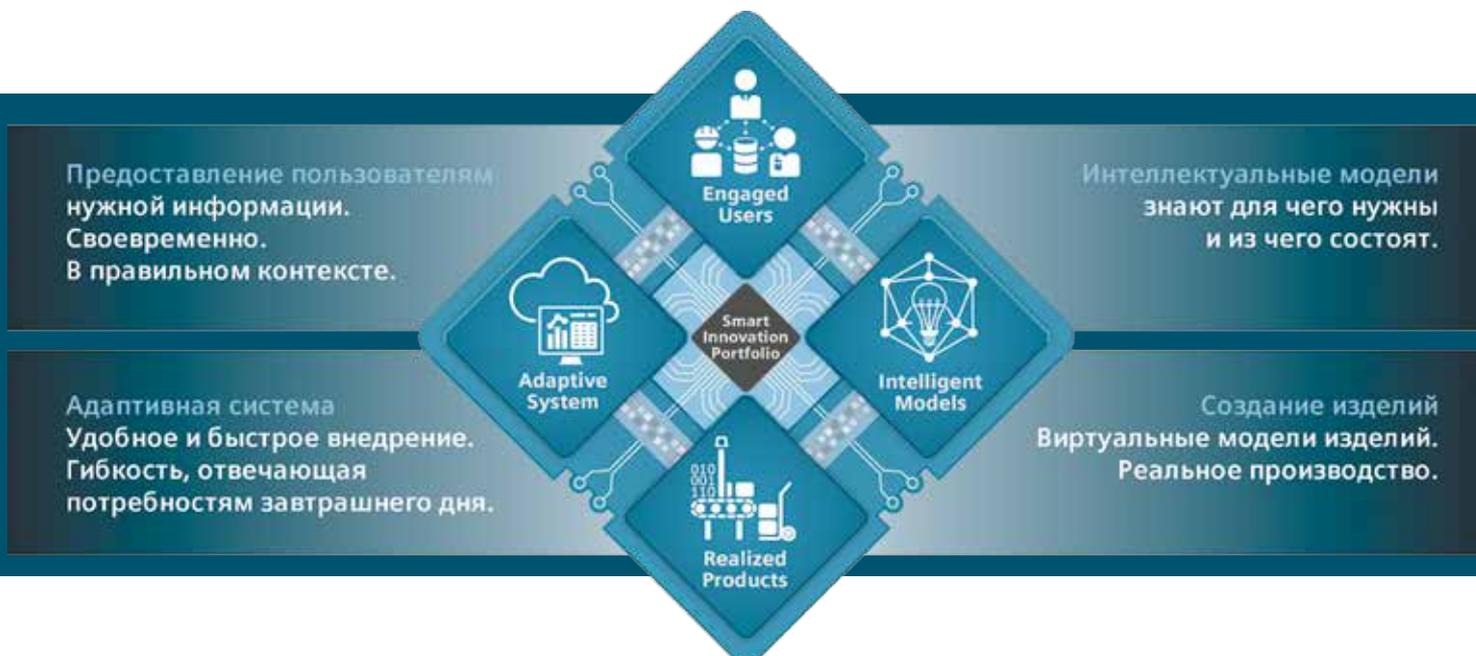
«Именно на этапе воплощения, когда инновационные изделия реально изготавливаются, определяется успех или неудача каждой прорывной инновации. Во многом это ключевой показатель эффективности интеллектуальных и обмениваемых данными изделиями»

Переход на цифровые технологии: преобразование предмета инноваций и подходов к их созданию

Если сравнить наши решения с тем, что предлагают другие компании, становится очевидным их неспособность предложить решения для этапа воплощения инноваций. У них нет систем технологической подготовки производства. Они не могут серьезно говорить о преобразовании завода в огромный печатный станок. Они не могут заявлять, что это часть их концепции. Они просто не способны решить подобную задачу. Речь сводится к тому, что новые замыслы появляются на основе эксплуатационных данных. Но наличие хорошей идеи более не гарантирует успеха. Вам все равно придется последовать примеру компании IBM и действительно преобразовать свой бизнес. Надо научиться воплощать прорывные инновации.



Siemens PLM Software считает, что предприятия лучше подготовлены к созданию и появлению прорывных инноваций, если все процессы — от замысла до эксплуатации — переведены в цифровой вид. Переход на цифровые технологии способствует преобразованию инновационного процесса, открывающего новые возможности для бизнеса.



Наши заказчики сталкиваются с переменами. Например, новые производственные технологии — роботы, функционирующее рядом с людьми. Появились технологии аддитивного производства, сложные робототехнические системы... и только мы обладаем уникальной способностью помочь заказчику в преобразованиях. Мы предлагаем переход на цифровые технологии, создавая единую «цифровую нить знаний», связывающую весь инновационный процесс. Переход на цифровые технологии помогает заказчикам создать управляемое моделями предприятие. Такой переход позволяет построить модели существующих бизнес-процессов будущих альтернатив, а численное моделирование отвечает на вопросы «а что будет, если я сделаю вот так?». При этом получаемые ответы вполне соответствуют реальности. Уже сегодня наши заказчики имеют возможность принимать более оптимальные решения на будущее. Это дает уверенность в том, что будущие инновации будут реализованы. Никто не хочет стать жертвой прорывных инноваций. Наши заказчики хотят сами создавать прорывные инновации и управлять ими.

Платформа для создания интеллектуальных инноваций

Чтобы успешно конкурировать в эпоху перемен, процесс создания инноваций должен быть построен на полностью интегрированной

цифровой платформе. Необходимо наличие моделей финансов, технологических процессов, производственных ресурсов, выпускаемых изделий и требований к ним, клиентской базы... и организация взаимодействия между ними. Это своего рода промышленный Интернет вещей в рамках цифрового предприятия. Данные, которыми обмениваются модели, можно превратить в знания, способствующие быстрому созданию прорывных инноваций.

Машиностроители уже осознают открывающиеся возможности. Понимание, что существующие бизнес-модели не являются константами и грядут перемены, пришло. Они понимают, что быстрая и эффективная реализация инноваций критически важна. Возникает вопрос: что Siemens может предложить? Чем может помочь? Как нам заказчику выполнить преобразования?

Именно для этого и предназначена интеллектуальная линейка решений для инноваций Smart Innovation Portfolio. В ней реализованы предлагаемые нами концепции, и она в большей степени ориентирована на современную ситуацию прорывных инноваций. Идея заключается в объединении пользователей, основанного на модели предприятия и методики работы с обратной связью для стабильного воплощения инноваций. Образуется система, в которой все, что было сделано ранее, остается

пригодным и сегодня, и в будущем. Таковы основные преимущества линейки Smart Innovation Portfolio. Они точно соответствуют потребностям наших заказчиков, а также нашим инвестиционным планам в масштабе всей компании. Рассмотрим четыре элемента данной линейки продуктов более подробно.

Пользователи системы. Если заказчик не понравится работать с нашими продуктами, они не будут этого делать. Поэтому наши подразделения исследований и разработок несут полную ответственность за создание максимально удобного и привлекательного пользовательского интерфейса. Накоплен огромный опыт при создании продукта Active Workspace — нам удалось реализовать единый и очень удобный интерфейс, который стал основой успеха. Но мы осознаем, что работа в этом направлении никогда не прекратится. Мы стремимся, чтобы каждому участнику процесса создания инноваций предоставлялась нужная информация в нужное время, причем в контексте, идеально соответствующем служебным обязанностям сотрудника. Мы хотим, чтобы пользователям было одинаково приятно работать с любыми продуктами: NX, Teamcenter, Tecnomatix®, Simatic IT и др. Мы хотим, чтобы они чувствовали наше понимание их нужд и рабочих процессов. Имеется немало примеров создания нами персонализированного интерфейса. Так, была проведена большая работа с NASA и Boeing. Они используют наше программное

«Мы не только говорим об «управляемом моделями предприятия», мы ближе всех подошли к созданию полноценной модели инновационного процесса. Ширина и глубина охвата инновационного процесса — от замысла до изготовления и утилизации — абсолютно уникальна»

обеспечение с добавлением к нему функции анализа социальных сетей — это как раз один из вариантов статистического анализа, упомянутом мной ранее — с целью создания сети обучения нашим продуктам. Они собирают сведения о работе пользователей в той или иной системе, затем строят граф знаний — нечто вроде облака из различных тем. Граф показывает, порядок и последовательность освоения специалистами одной темы за другой, и т.д. Связи между темами извлекаются из статистических взаимосвязей. Применение подобной методики к нашей клиентской базе в будущем представляет значительный интерес.

Интеллектуальные модели. Этот вопрос невозможно переоценить — настолько он важен. Если заказчики смогут использовать наши программы для точного представления и прогнозирования процессов, то они смогут задавать вопросы моделям и получать осмысленные ответы. Это поможет принимать решения быстрее и с меньшими затратами по сравнению с натурным моделированием. В этом заключается основа наших преимуществ. Мы не только говорим об «управляемом моделями предприятии», мы ближе всех подошли к созданию полноценной модели инновационного процесса. Ширина и глубина охвата инновационного процесса — от замысла до изготовления и утилизации — абсолютно уникальна. Не верьте тем, кто заявляет, что они тоже способны это сделать — их решения «ши-

рокие и мелкие». Они все больше отвлекаются на посторонние вещи, в то время как мы идем вглубь автоматизируемых процессов, интегрируя их для получения реальных результатов.

Наши интеллектуальные модели отлично работают в огромном числе организаций. Например, компания American Axle создала модель для интегрированного численного моделирования и натурных испытаний выпускаемых трансмиссий. Подобный междисциплинарный расчет позволяет существенно снизить шум и вибрации. В результате затраты на гарантийный ремонт уменьшаются на 20-30%. И это лишь один из измеримых результатов, которых они добились. И он весьма впечатлителен.

Изготовление изделий. Вне всякого сомнения, производственные технологии и автоматизация — направление воплощения инноваций — является одним из важнейших конкурентных преимуществ Siemens PLM Software. В мире нет лучшего партнера в вопросе воплощения замысла в реальность, чем компания Siemens. Мы заинтересованы ускорить интеграцию производственных возможностей с нашей линейкой Smart Innovation Portfolio. И поэтому мы создали отдельные направления производственных технологий и приобрели компанию Camstar.

Еще один пример эффективных решений Siemens для изготовления изделий — виртуальный запуск производства. Подобный под-

ход крайне важен. Уже сегодня у нас есть заказчики, в частности, компания Kapp Niles, применяющие методику виртуального запуска производства. При этом сроки отладки сократились с трех недель, на реальном станке в цехе, до трех дней, на виртуальном станке в офисе. Благодаря этому станок применяется в производстве лишние три недели. Предприятие может виртуально испытывать новые технологические процессы, которые затем передаются в готовом виде в цеха. Благодаря этому инженеры работают быстрее, а основные фонды применяются более эффективно. Подумайте о том, что такой подход применим ко всем заводским процессам. Это значительное достижение.

Адаптивные системы. Мы должны создавать системы, обеспечивающие постоянную отдачу от инвестиций. Многие заказчики отмечают, что именно этот фактор — возможность модернизации и обновления нашего программного обеспечения — является одним из важнейших конкурентных преимуществ. Мы понимаем, что обязаны и дальше развивать эту область. Наши подразделения, занимающиеся техническим обслуживанием, вносят большой вклад в разработку отраслевых пакетов серии Industry Catalyst. Они собирают информацию об оптимальных приемах работы и успешных внедрениях для последующего использования при создании отраслевых решений.

«Siemens — единственная компания, объединяющая все основные аспекты жизненного цикла изделий, задачи управления и автоматизации производства. Это факт. Вы можете проверить: никакая другая компания не будет доказывать, что они тоже способны работать во всех этих областях. Ни одна»



Благодаря этому внедрения проходят гораздо проще. Отраслевые решения помогают предприятиям быстро внедрять наши системы и в кратчайшие сроки раскрывать весь потенциал PLM-решения. Истории успеха наших заказчиков в данной области, когда поставленные системы обеспечивали отличную окупаемость, подтверждают это. На этом принципе основана наша корпоративная культура открытости. Отличный пример — наше сотрудничество со стартап-компанией OnShare, разработавшей новую модель распределенного проектирования изделий. Кто-то может посчитать эту компанию угрозой всему бизнесу в области CAD-систем. Мы поставляем базовые технологии для их решения. Вы можете подумать: «Чак, ты сошел с ума?». Дело в том, что ядро Parasolid® — самая лучшая открытая технология геометрического моделирования среди всех, представленных на рынке. A D-Cubed™ — самый лучший решатель геометрических ограничений. Конечно, мы могли бы спрятать эти технологии и использовать их только в наших разработках, но с таким подходом мы не согласны. Наша технология станет важнейшей составной частью. А мы будем надежным партнером. Именно так сегодня функционирует наша отрасль. Это открытость в действии... и это политика, которую мы отстаиваем. Мы просто принимаем вызов: используя наши собственные возможности, добиваться лучших результатов, чем кто-либо другой.

Оптимизация инновационных процессов цифрового предприятия

Siemens PLM Software — единственная компания, объединяющая все основные аспекты жизненного цик-

ла изделий, задачи управления и автоматизации производства. Это факт. Вы можете проверить: никакая другая компания не будет доказывать, что они тоже способны работать во всех этих областях. Ни одна. Вопрос заключается в следующем: осознают ли машиностроительные компании всю важность преобразования инновационного процесса в рамках цифрового предприятия? Понимают ли они ценность подобной интеграции и то, каким образом она помогает в создании прорывных инноваций или реагировании на их появление? Из бесед с руководителями компаний, работающих на нашем рынке, я выяснил, что они вполне осознают ценность подобного подхода. И они готовы его внедрить.

Наша задача — показать, что мы способны обеспечить такое внедрение. Разумеется, уже сейчас имеется немало примеров оптимизации цифрового предприятия, направленной на создание инноваций. Один из них — завод Siemens в Амберге. Да, наши концепции успешно применяются на наших собственных предприятиях. Компанией Siemens PLM Software разработаны устройства автоматизации, которые действительно управляют процессами изготовления этих самых устройств автоматизации. Темп выпуска составляет одно изделие в секунду, а весь производственный процесс автоматизирован на 75%. Испанское предприятие, работающее на рынке авиационно-космических двигателей — ITP применяет продукты Teamcenter и Simatic IT, а также поставляемые компанией Siemens PLM Software средства автоматизации для создания цифрового жизненного цикла проектирования и изготовления изделий. Они создали схему прямого взаимодействия и контур обратной связи между виртуальным описанием изделия и реальным производством.

В заключение хочу еще раз обратить внимание, что

Первое: переход на цифровые технологии — важная задача для наших заказчиков, позволяющая управлять прорывными инновациями. Каждому заказчику необходимо такое решение.

Второе: Интеллектуальная линейка решений для инноваций Smart Innovation Portfolio, предлагающая поддержку вовлеченных пользователей, интеллектуальное моделирование и интеграцию с производством при низкой общей стоимости владения — путь к успеху наших заказчиков. Наша компания — единственная, действительно концентрирующаяся на создании решения такого уровня.

И наконец, Siemens в полной мере привержен идее помощи заказчикам в деле преобразования и создания цифровых предприятий в современном динамично меняющемся мире интеллектуальных инноваций.

«Интеллектуальная линейка решений для инноваций Smart Innovation Portfolio, предлагающая поддержку вовлеченных пользователей, интеллектуальное моделирование и интеграцию с производством при низкой общей стоимости владения — путь к успеху наших заказчиков. Наша компания — единственная, действительно концентрирующаяся на создании решения такого уровня»



Быстрее звука



Использование NX при конструировании и проведении инженерных расчетов позволило разработчикам создать общую компоновку сверхзвукового ракетомобиля и эффективно разместить все системы





Пилоту BLOODHOUND SSC Энди Грину предстоит установить абсолютный рекорд скорости передвижения на суше. Он собирается разогнаться до 1600 км/ч.

Проект создания этого ракетомобиля, реализованный в NX, уже назван одним из самых высокотехнологичных в истории автоспорта.

Чем можно привлечь внимание молодых людей к профессии инженера? Нужно пригласить их принять участие в настоящем техническом испытании 21 века — создать уникальный ракетомобиль, способный развить скорость 1610 км/ч и установить новый рекорд скорости на суше. Это выше скорости ружейной пули и авиационного рекорда скорости на малых высотах, составляющего на сегодняшний день 1600 км/ч.

Проект по созданию сверхзвукового ракетомобиля BLOODHOUND, начатый в 2008 году, решает две задачи: используя знания физики, математики и инженерные технологии, достичь невозможного, а также привлечь внимание нового поколения к техническим профессиям. Несмотря на вековую историю, в последние годы число выпускников технических и точных специальностей в британских вузах резко сокра-

тилось. На исправление этой ситуации и направлена реализация выдающегося и успешного инженерного проекта BLOODHOUND. Чтобы привлечь большее внимание нового поколения к инженерному делу, вся техническая информация по проекту находится в открытом доступе. Правительство Великобритании предоставило финансирование трехгодичной образовательной программы, в которой применяются материалы данного проекта. Однако сам проект — по большей части частная инициатива, целиком зависящая от спонсорства компаний, организаций и отдельных энтузиастов. Например, Министерство обороны предоставляет три реактивных двигателя от истребителей Turphoon Eurofighter.

Компания Siemens PLM Software для реализации данного проекта поставила систему автоматизированного проектирования NX. «Все наши разработчики хотели работать именно в NX, — отмечает Марк Чэпмэн, главный инженер проекта BLOODHOUND. — В числе причин — наш успешный опыт применения системы, а также высокая приверженность этому продукту среди конструкторов высокого класса, в работе



«Поскольку мы работаем на пределе возможного законов физики и техники, нам просто необходимы самые лучшие технологии», — считают создатели BLOODHOUND



с которыми на этом проекте мы были заинтересованы. Поскольку мы работаем на пределе возможного законов физики и техники, нам просто необходимы были самые лучшие технологии. Мы обратились в компанию Siemens, в которой хорошо поняли нашу задачу и поддержали».

Мировые рекорды скорости на суше фиксирует Международная автомобильная федерация (Federation International de la Automobile, FIA). Для официальной фиксации рекорда, согласно правилам FIA, автомобиль должен иметь не менее четырех колес, из которых не менее двух — управляемые. Машина может оснащаться любым приводом. Масса и размеры также не ограничиваются. «С чего же начать проектирование, когда нет ни аналогов, ни технического задания? — вспоминает Чэпмэн. — Мы начали с того, что было точно известно: с геометрии реактивного двигателя и гибридных ракетных ускорителей, а также с примерной емкости баков для топлива и окислителя. На основе этой информации было выявлено оптимальное размещение водителя и размеры кабины. Мы приступили к эскизному проектированию машины, которая включала бы в себя все необходимые узлы, будучи при этом максимально компактной».

Использование NX при конструировании и проведении инженерных расчетов позволило разработчикам создать общую компоновку уникального авто-

мобиля, задать дорожный просвет и разместить все системы — в числе которых подвеска и тормоза. Затем были разработаны эскизные проекты отдельных модулей машины. При этом проверялись основные критерии: аэродинамика, устойчивость, способность выдерживать возникающие на огромной скорости нагрузки. К февралю 2010 года было завершено согласование эскизного проекта, а в CAD-системе создана мастер-модель изделия с точным совмещением всех узлов. На основе мастер-модели было выполнено дальнейшее техническое проектирование.

При работе над проектом BLOODHOUND система NX играет критически важную роль. Чэпмэн поясняет: «NX — главное средство разработки в этом проекте. Мы и подумать не можем об использовании какой-то другой системы. Построение поверхностей, расчеты и анализ, разработка технологических процессов делаются на основе CAD-модели, созданной в NX, а все новые данные передаются обратно в мастер-модель. Без нее мы просто не смогли бы работать». В ходе работы над эскизным проектом технические решения быстро проверялись в NX Nastran. Чэпмэн подчеркивает: «Одна из важных функций NX — расчет на жесткость и прочность. Например, в ходе работы мы рассчитывали главное шасси и основные тяги подвески». Особенно трудной задачей оказалось создание конструкции и технологии

Безопасность

Разгон до 1600 км/ч — проект не для слаонервных и, конечно, связан со всевозможными рисками. Но вычислительная гидродинамика и другие технологии симуляции физических процессов дают возможность прогнозировать сценарии развития событий и протестировать различные варианты решений заранее и с высокой точностью.



Кабина

Сидение и руль BLOODHOUND SSC спроектированы и напечатаны на 3D-принтере из сухого титана таким образом, чтобы максимально соответствовать параметрам тела пилота. Электронная панель управления автомобилем оснащена тремя механическими рычагами, с помощью которых Энди Грин сможет отключить подачу топлива, включить аэродинамический тормоз и выпустить на финише тормозные парашюты. Кабина-монокок целиком сделана из углеродного волокна.

производства сплошного колеса. В решении этой задачи нам оказали поддержку опытные специалисты из авиационно-космической отрасли. Колесо диаметром 900 и шириной 120 мм совершает 10 300 оборотов в минуту. Для сравнения: колесо седана, движущегося по шоссе на максимальной скорости, делает всего 1600-1800 оборотов в минуту. «Центробежное ускорение на ободке такого огромного цельного колеса достигает 50000 g, — отмечает Чэпмэн. — Необходим компромисс между низкой массой и высокой прочностью, чтобы геометрия колеса не искажалась и не препятствовала движению. На основании этих требований проводятся прочностные расчеты. Так как подходящих для такой скорости шин просто не существу-

ет, мы должны спроектировать и подходящий рисунок протектора с зацепами, обеспечивающими сцепление с грунтом в пустыне. Окончательный подбор формы зацепов будет проводиться в ходе натурных испытаний в пустыне. Затем мы изготовим образец колеса и проверим его на прочность». Техническое проектирование всех деталей и узлов также выполняется в NX. Создатели проекта BLOODHOUND применяют различные приложения для инженерного анализа, в том числе — средства вычислительной газогидродинамики и параметрического моделирования для расчетов течения воздуха и жидкости в реактивном двигателе, а также воздушного обтекания внешней поверхности автомобиля. Все исходные данные для расчетов хранят-



ся в NX. Чэпмэн рассказывает о еще одном существенном преимуществе NX: «Чтобы исследовать взаимосвязи между отдельными элементами конструкции кузова, необходимо проводить газогидродинамические расчеты полной модели машины. Эта работа выполняется в Университете Сванси. За первые полтора года мы смогли просчитать всего 11 моделей. Когда же мы стали применять полученную в NX упрощенную параметрическую модель, то за два месяца рассчитали 55 моделей — весьма впечатляющий результат».

Успех проекта во много зависит от организации эффективного обмена информацией. Чэпмэн отмечает, что разработчики регулярно общаются со специалистами компании Siemens PLM Software, осуществляющими техниче-

скую поддержку. «Компания Siemens оказала нам колоссальную поддержку. Мы получаем исключительные практические рекомендации по повседневной работе в NX — например, по построению гидравлических контуров, — рассказывает Чэпмэн. — Благодаря этому у нас есть возможность сконцентрироваться на решении действительно сложных технических задач. Мы хотим достичь скорости в 1,4 Маха и повысить интерес школьников к изучению точных и технических наук».

*По материалам www.redbull.com/ru,
www.siemens.com/plm*

BLOODHOUND SSC

Пилот аппарата BLOODHOUND SSC Энди Грин собирается разогнаться до 1600 км/ч. Этот проект уже стал одним из самых высокотехнологичных в истории автоспорта. В BLOODHOUND SSC установлены моторы трех видов. Взятый из истребителя Typhoon Eurofighter реактивный двигатель EJ200 разгонит машину до 320 км/ч. После этого запустятся ракеты Nammo мощностью 135 000 лошадиных сил, которые вытолкнут BLOODHOUND SSC за звуковой барьер. Третий тип мотора — 5,0-литровый V8 от Jaguar's F-type R — служит для перекачки топлива в ракету.



Проект PLM «ИЗ-КАРТЭКС»: На пути к цифровому производству

Предприятие разрабатывает и производит уникальную линейку карьерных экскаваторов с помощью цифровых технологий

Создание трехмерных электронных моделей, максимально соответствующих реальному изделию, открывает большие возможности для выпуска более качественной продукции (особенно сложной и наукоемкой) и в более сжатые сроки.

ООО «ИЗ-КАРТЭКС имени П.Г. Коробкова» — крупнейший на территории России и стран СНГ производитель и поставщик тяжелых карьерных электрических экскаваторов — входит в состав Группы «Объединенные машиностроительные заводы» (ОМЗ), лидера российского тяжелого машиностроения, специализирующегося на инжиниринге, производстве, продаже и сервисном обслуживании оборудования и машин для атомной, нефтегазохимической и горной промышленности. Предприятие занимается проектированием и производством семейства крупных электрических карьерных экскаваторов, а также проектирует и производит самоходные буровые станки, предназначенные для бурения вертикальных и наклонных взрывных скважин при открытой разработке месторождений. Габариты и масса карьерных экскаваторов настолько велики (вы-

сота — до 18 м, масса — более 1000 тонн), что их сборка осуществляется непосредственно в карьере, в полевых условиях. Эта специфика накладывает на коллектив создателей таких изделий дополнительную ответственность — за то, чтобы экскаватор в карьере мог быть собран с первого раза. Решению этой задачи способствует PLM-решение на базе продуктов Siemens PLM Software, которое предприятие выстраивает на своей площадке.

Стандартом предприятия ООО «ИЗ-КАРТЭКС имени П.Г. Коробкова» как средство автоматизации конструкторских работ с 2006 года является CAD/CAM/CAE-система NX. В качестве PLM-платформы была выбрана система Teamcenter. Этот выбор был сделан исходя из следующих критериев:

– NX и Teamcenter являются программными продуктами одного производителя, и их версии всегда согласованы;

– конструктор и технолог в среде NX/Teamcenter могут ощутить преимущества, являющиеся следствием глубокой интеграции, в числе которых использование альтернативной геометрии деталей, библиотек материалов, ПКИ, стандартных изделий, управление конфигурированием изделия и многие другие;

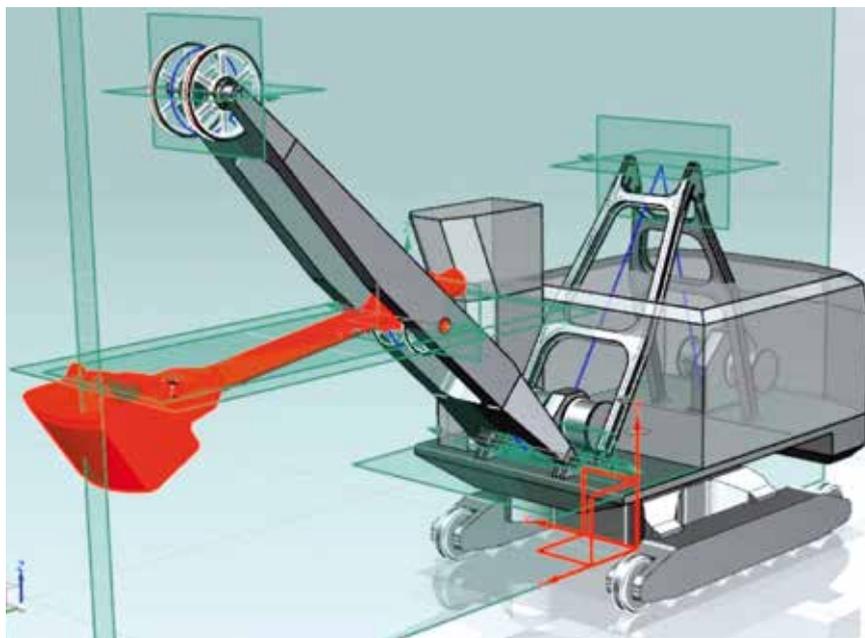
– с учетом того, что на предприятии ведется не только проектирование, но и производство, нет необходимости жестко соблюдать ряд ограничений, имеющих смысл, когда проект должен быть передан другому предприятию для производства, а значит, можно упростить процесс технологической подготовки, упростить и сократить технологическую документацию.

Поставщиком PLM-решения была выбрана компания ЛАНИТ, которой выпала честь присоединиться к реализации «Концепции развития информационного пространства ООО «ИЗ-КАРТЭКС имени П.Г. Коробкова». «Поскольку внедрением NX у нас на предприятии занималась компания ЛАНИТ, то было естественно продолжить сотрудничество с ней и на уровне PLM. ЛАНИТ выгодно отличается от других поставщиков. В ней работают инженеры (в прошлом конструкторы и технологи), которые стремятся именно внедрить решение, а не просто продать лицензии ПО. Сотрудники ЛАНИТ, вовлеченные в наш PLM-проект, с конструкторами и технологами общаются на одном



языке», — отметил А.Г. Шилов, руководитель подразделения ИТ. Развертыванию PLM-проекта на площадке ООО «ИЗ-КАРТЭКС имени П.Г. Коробкова» предшествовал пилотный проект конструирования и ТПП, реализованный специалистами ЛАНИТ на базе решений Siemens PLM Software. Его целью было не только создать цифровую модель агрегата экскаватора, но и оценить, как система Teamcenter будет работать в реальных условиях предприятия, как будет воспринята сотрудниками. Первая часть пилотного проекта, касающаяся автоматизации КПП, была успешно завершена в обозначенные сжатые сроки — в 6 месяцев. Кон-

структоры ощутили, насколько удобнее работать, применяя NX в связке с системой Teamcenter. Следующим шагом стало принятие решения о развертывании Teamcenter в КБ предприятия. Второй этап пилотного проекта, посвященный ТПП, был выполнен в течение года. По итогам пилотного проекта было решено вести новые проекты экскаваторов только под управлением Teamcenter. На сегодняшний день вся новая техника, в соответствии с нормативным документом предприятия, создается в продуктах Siemens PLM Software — все конструкторы КБ применяют NX, их рабочие места обеспечены доступом к Teamcenter, для проведения прочностных расчетов используется модуль NX CAE, для программирования обработки на станках с ЧПУ — NX CAM. В успехе PLM-внедрения очень важную роль играет поддержка со стороны первого лица предприятия. Генеральный директор «ИЗ-КАРТЭКС», Андрей Романович Ганин, является куратором PLM-проекта и принимает в нём активное участие. «Правильной технологией компьютерного проектирования считается та, которая базируется на технологии создания электронного макета. Неправильная, в контексте компьютерного проектирования, — это работа по старинке, когда каждый участник процесса обособленно проектирует какую-то свою часть изделия, а потом пытается совместить её с деталями других





участников; как правило, с первого раза этот опыт терпит неудачу», — рассказывает А.Г. Шилов. В соответствии с принципами «правильной» технологии проектирования, базирующейся на электронном макете, в ООО «ИЗ-КАРТЭКС имени П.Г. Коробкова» выполняется проект нового гидравлического экскаватора. Вся разработка ведется в единой среде NX/ Teamcenter с применением различных инструментов автоматизации — таких, как шаблоны PTS (Product Template Studio), средства Checkmate для проверки 3D-моделей, технология WAVE (What if Alternative Value Engineering) для целевого управления глобальными модификациями в больших сборках, средства поддержки производственной информации (PMI) и пр. Одним из важных достижений PLM-проекта на ООО «ИЗ-КАРТЭКС имени П.Г. Коробкова» стало то, что все работы по созданию новых изделий выполняются по технологии электронного макета, под которым понимается совокупность всей необходимой информации об изделии и его компонентах в электронном виде — то есть электронные модели всех частей изделия, включая 3D-модели деталей, узлов и систем, сведения о характеристиках изделия, пространственной конфигурации, основных технических требованиях, компоновках основных узлов, агрегатов, подсистем, их взаимосвязях. Именно создание трехмерных электронных моделей, максимально соответствующих

реальному изделию, открывает большие возможности выпуска более качественной продукции (особенно сложной и наукоемкой) и в более сжатые сроки. В процессе проектирования и подготовки производства сложных и многокомпонентных изделий ООО «ИЗ-КАРТЭКС имени П.Г. Коробкова» все участники работают одновременно и, видя работу друг друга, создают на компьютерах электронные макеты деталей, узлов, агрегатов, систем и всего изделия в целом, решая при этом задачи концептуального проектирования, инженерного анализа, моделирования ситуаций, а также компоновки изделия. Все участники процесса создают один общий виртуальный цифровой макет экскаватора, который является актуальным в каждый текущий момент времени. То есть на ООО «ИЗ-КАРТЭКС имени П.Г. Коробкова» процесс контекстного проектирования организован на всех стадиях — каждый элемент создается в логической или геометрической привязке к существующему на данный момент времени контексту проектируемого изделия. С помощью заложенного в систему NX функционала PTS в конструкторском бюро ООО «ИЗ-КАРТЭКС имени П.Г. Коробкова» удалось разработать так называемый шаблон цифровой компоновочной схемы. Задавая в шаблоне глобальные параметры изделия, которые указаны в электронном ТЗ, можно получать цифровую компоновочную схему экскаватора — то есть ра-



Работа над всеми новыми проектами экскаваторов на «ИЗ-КАРТЭКС» ведется в среде Teamcenter

ботать со значительной степенью автоматизации. Суть подхода PTS заключается в том, что параметры, определяющие конструкцию детали или сборочного узла, заранее связываются математическими зависимостями. «Мы планируем сделать как можно больше шаблонов PTS для наиболее часто повторяющихся элементов или сборок — чтобы конструктор мог изменять их, затрачивая на это минимум усилий и времени», — рассказал А.Г. Шилов. В шаблоне PTS аккумулируются все знания об определенном классе изделий, а компоновочная схема конкретного изделия, соответствующего ТЗ, получается автоматически. Благодаря тому, что электронный макет ассоциативно связан с компоновочной схемой, у КБ появился огромный потенциал по скорости реагирования на требования рынка. Со временем планируется сформировать целую библиотеку шаблонов PTS по элементам, которые многократно используются в изделиях ООО «ИЗ-КАРТЭКС имени П.Г. Коробкова». Конструкторами ООО «ИЗ-КАРТЭКС имени П.Г. Коробкова» освоены приемы работы в NX с большими сборками. «Ходовая тележка экскаватора состоит из 1500÷1700 компонентов. Сборочная модель всего экскаватора целиком содержит от трех до четырех тысяч основных компонентов. Если же добавить к этому стандартные элементы — крепеж и прочее, то общая сборка экскаватора может включать до 10 тыс. компо-

нентов», — поясняет А.Г. Шилов. Было решено отказаться от загрузки на рабочем месте сборки целиком. Вместо этого загружается только её контекст — окружение из тех деталей, от которых зависит топология конкретного проектируемого узла или агрегата. Для автоматизации этого процесса, NX предлагает широкий инструментарий по работе с контекстами. Контексты создаются с помощью комбинирования разнообразных фильтров — например, «по массе», «по объему», «по размеру», «по расстоянию от точки», «все детали, вписывающиеся в геометрический примитив» и др.

На этапе создания проекта самого большого экскаватора, ЭКГ-50 (новейшая разработка самого большого на сегодня в линейке экскаватора с рабочей массой 1500 тонн и ковшем вместимостью 60 куб. м.), конструкторы предприятия освоили технологию PMI, средства для поддержки производственной информации. Наибольший эффект от этой технологии будет получен по завершению основного этапа развертывания PLM-системы. PMI наносится на 3D-модели для того, чтобы окончательно уйти от необходимости распечатывать чертежи. Начиная с девятой версии NX предлагает богатые возможности для того, чтобы использовать PMI при подготовке производства и программировании обработки на станках с ЧПУ с помощью модуля NX CAM.



С помощью тесно интегрированных систем Teamcenter и Cortona3D Rapid Author на ООО «ИЗ-КАРТЭКС имени П.Г. Коробкова» решаются еще две важные задачи: в КБ они могут применяться для создания интерактивных каталогов и инструкций по эксплуатации; в технологическом отделе — для создания анимированных технологических карт сборки. Нормативно-техническое обеспечение является одним из очень важных аспектов внедрения PLM-технологий. Перед тем как принять в 2011 году концепцию развития информационного пространства ООО «ИЗ-КАРТЭКС имени П.Г. Коробкова», на предприятии были описаны все процессы в нотации IDEF0. Был создан целый ряд справочников в Teamcenter. Функционирует группа нормативно-справочной информации (НСИ), которая обеспечивает для всех систем предприятия единство справочников — в каждый момент времени все справочники доступны, актуальны и идентичны.

Наличие на ООО «ИЗ-КАРТЭКС имени П.Г. Коробкова» электронного макета изделия со всей необходимой для подготовки производства атрибутивной информацией (PMI) являлось необходимой предпосылкой для реализации цифрового процесса технологической подготовки производства (ТПП).

Работа над всеми новыми проектами экскаваторов на ООО «ИЗ-КАРТЭКС имени П.Г. Коробкова» ведется в среде Teamcenter.

Например, проект гидравлического экскаватора выполняется уже по новой технологии.

Как известно, для технологов очень важно работать в едином информационном пространстве с конструкторами. Это позволяет одновременно (не дожидаясь полного окончания разработки нового изделия) использовать результаты проектирования для ТПП. Для участников процесса создается

эффективная единая система представления и распределения информации по всем аспектам изделия. Например, общие габариты детали и её материал определяются гораздо раньше, чем завершается её детальная проработка. Информация о габаритах и материале может быть передана

работки, создания всех необходимых технологических эскизов (в том числе анимационных — видео). Процесс ТПП по электронному макету изделия протекает в системе Teamcenter и существенно отличается от традиционного. Документация по ЕСТД в данном процессе

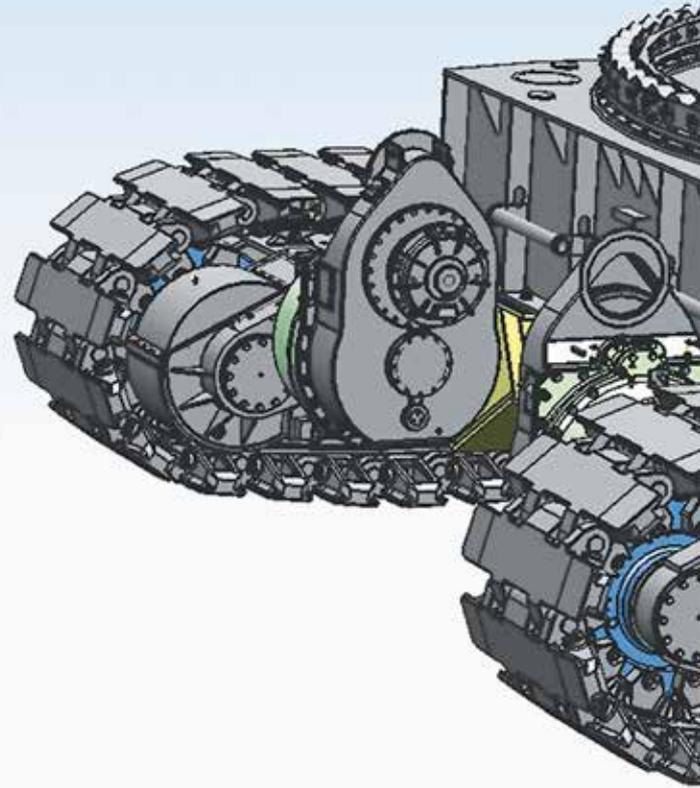
Внедряемая на «ИЗ-КАРТЭКС» концепция PLM на базе технологий Siemens позволяет иметь полную информацию об изделии на всех этапах жизненного цикла

технологу и снабженцу, не дожидаясь выпуска полностью проработанной модели. Это позволяет технологу начать проработку ТПП гораздо раньше. Снабженцам это позволяет, с одной стороны, не выполнять бесполезную работу по детализации, если полуфабрикат под деталь не может быть закуплен или обработан, а с другой — дает необходимый резерв для подготовки оптимального договора поставки.

ТПП на ООО «ИЗ-КАРТЭКС имени П.Г. Коробкова» в условиях трехмерного проектирования предусматривает использование:

- 3D-моделей для создания управляющих программ для станков с ЧПУ;
- 3D-моделей для создания технологических заготовок с определением припусков;
- ЭМ для проектирования ассоциативной технологической оснастки;
- структуры и моделей ЭМ для отработки сборочных технологических процессов и техпроцессов об-

рассматривается как отчет, выпущенный в автоматическом режиме на базе различной информации, хранящейся в объектах Teamcenter. В перспективе ООО «ИЗ-КАРТЭКС имени П.Г. Коробкова» от таких бумажных отчетов откажется вовсе — когда цеха будут оснащены планшетами и мониторами, а рабочие будут подключены напрямую к Teamcenter. Сборочный процесс в Teamcenter может быть представлен в виде наглядной 3D-анимации; технологические эскизы, определяющие процесс обработки деталей на универсальном оборудовании, представляются в виде набора 3D-моделей, каждая из которых описывает определенную операцию. Цифровой процесс ТПП происходит в едином виртуальном пространстве, позволяющем по ассоциативной цепочке отработать все изменения в конструкции. На ООО «ИЗ-КАРТЭКС имени П.Г. Коробкова» реализованы следующие программные средства



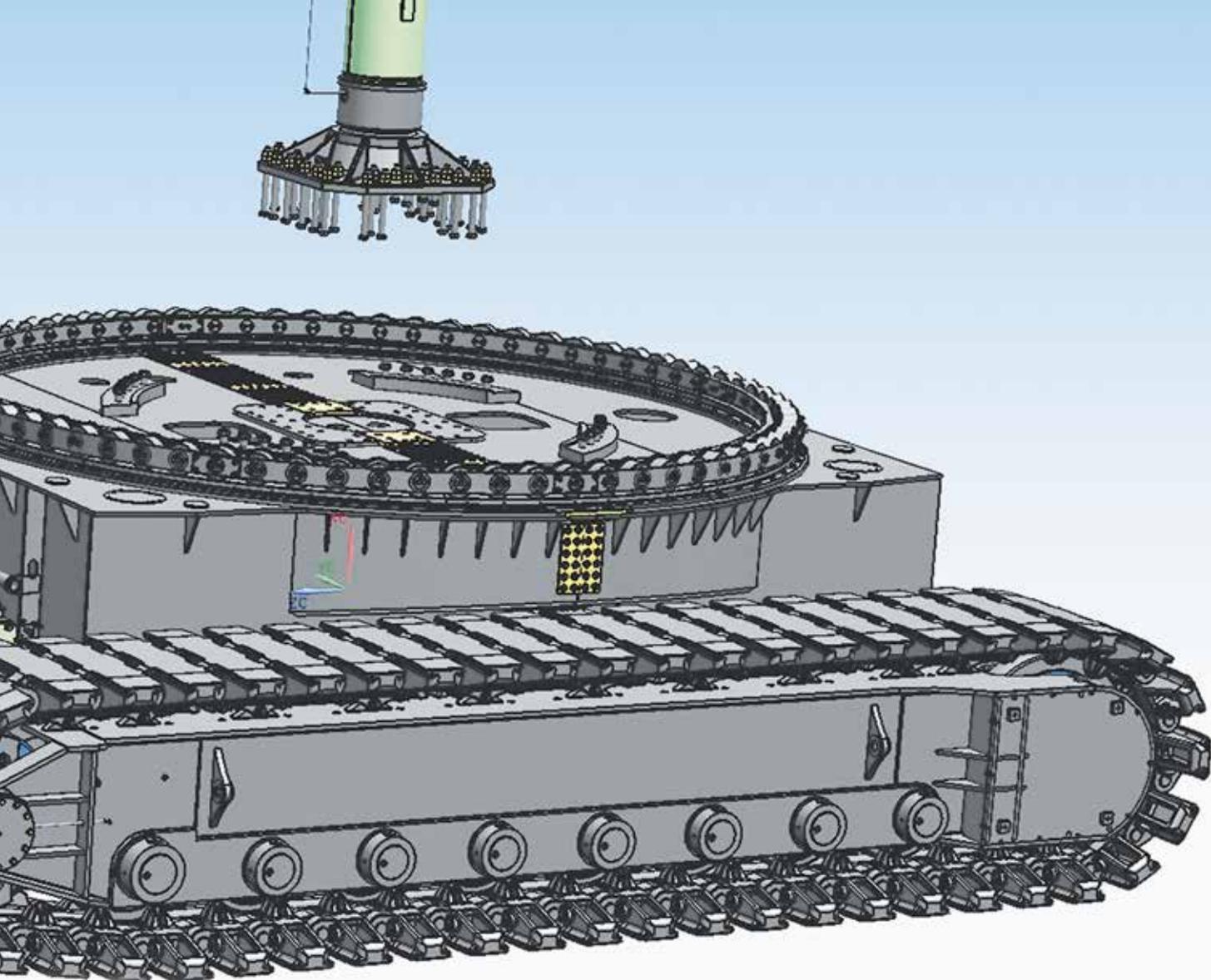
для решения задач по ТПП:

- ведение межцеховых маршрутов в среде Teamcenter Manufacturing;
- автоматизированное материальное нормирование в среде Teamcenter Manufacturing;
- проектирование ТП сборки и механообработки на универсальном оборудовании в среде Teamcenter Manufacturing;
- формирование технологической отчетной документации;
- визуализация сборочных ТП при помощи Cortona3D в среде Teamcenter.

Задача по ведению межцехового маршрута была решена путем создания специальной программной оболочки, которая с помощью встроенных функций Teamcenter Manufacturing создает по определенным правилам структуру расцеховки. Оболочка имеет достаточно простой и наглядный интерфейс, который обеспечивает отображение информации из классификатора Teamcenter, отсутствие ошибок, неизбежных при ручном вводе, и уменьшение трудоемкости создания маршрута для компонентов изделия. Интерфейс позволяет одновременно управлять несколькими вариантами расцеховки для одной ДСЕ и проводить изменения. Для задач материального и трудового нормирования сотрудниками ЛАНИТ был разработан

модуль в среде Teamcenter, в основе которого лежит мощный математический аппарат. Это решение позволяет практически в автоматическом режиме, используя данные классификатора по материалам, рассчитывать нормы по различным сценариям. Разработанный модуль позволяет нормировать сразу несколько марок материалов в зависимости от параметров заготовки и условий закупки. В модуле реализован механизм трудового нормирования — как по операциям, так и по переходам.

Как уже было отмечено выше, из-за выдающихся габаритов экскаваторов ООО «ИЗ-КАРТЭКС имени П.Г. Коробкова», их не собирают целиком на площадке предприятия. Однако отдельные узлы, сложность которых достаточно велика, всё же, собираются в цехах. Визуализация технологической документации позволит поднять этот процесс на совершенно другой уровень за счет значительно более качественной проработки изделия на собираемость и возможности автоматизированного проведения изменений, чему способствует и тесная интеграция Teamcenter и Cortona3D. При этом анимированные процессы сборки можно просматривать как в среде Teamcenter, так и на любом другом компьютере или на мобильном устройстве сотрудников без установленной системы Teamcenter.



Внедряемая на ООО «ИЗ-КАРТЭКС имени П.Г. Коробкова» технология PLM на базе продуктов Siemens PLM Software позволяет иметь полную информацию об изделии на всех этапах его жизненного цикла. Предприятию уже удалось ощутить ряд конкретных преимуществ PLM. Во-первых, на этапе сборки экскаватора существенно уменьшилось количество коллизий. Прежде в карьере нередко возникали нестандартные ситуации при сборке, исправлять которые в полевых условиях всегда очень сложно. Во-вторых, стало меньше извещений об изменениях. В-третьих, процесс конструирования изделия сократился по времени. До внедрения PLM случалось так, что на стадии рабочего проекта выяснялись существенные отклонения конструкции от того, что указано в ТЗ на экскаватор. Устранять такие ошибки, порожденные неправильным подходом к проектированию, было очень сложно и затратно по времени. Принятый на предприятии сегодня подход к проектированию новых изделий предусматривает обязательное создание электронного макета и проектирование в контексте сборки, что полностью исключает такие ситуации. Один из важных эффектов применения Teamcenter для конструкторов — упорядочение работы с моделями и большими сборками, которые больше «не разваливаются». Проектирование в среде NX ускорило ра-

боту конструкторов в полтора раза (на конкретном проекте экскаватора). Поскольку специфика предприятия заключается в том, что готовое изделие собирается непосредственно в карьере заказчика, то возможность сразу собрать изделие без проблем и переделок крайне важна.

Технологам ООО «ИЗ-КАРТЭКС имени П.Г. Коробкова» легче и удобнее работать с 3D-моделями, спроектированными в NX по «правильной» технологии. Прежде им нередко приходилось переделывать их, поскольку в первоначальном процессе были нарушены требования и правила построения. «Я уверен, что совместная деятельность сотрудников, вовлеченных в процесс создания изделия в единой PLM-среде с применением проектного подхода к организации работы, даст нам в ближайшем будущем громадный эффект», — отмечает А.Г. Шилов.

По мнению А.Г. Шилова, еще более ощутимый эффект от PLM будет получен, когда произойдет полный переход на цифровое производство и начнется проведение виртуальных испытаний экскаваторов. «Мы хотим стать и станем инновационным, современным, мировым предприятием по производству экскаваторов», — заключил А.Г. Шилов.



Формула успеха

АЭМ-ТЕХНОЛОГИИ
ФИЛИАЛ АТОММАШ

АТОМЭНЕРГОМАШ
ОТКРЫТЫЕ АКЦИОНЕРНЫЕ ОБЩЕСТВО

PLM-технологии способствуют улучшению качества и надежности оборудования АЭС АО «АЭМ-технологии»

«Атоммаш» специализируется на производстве крупногабаритного реакторного, теплообменного, корпусного, емкостного и котельного оборудования, в том числе для нефтеперерабатывающих и нефтехимических производств, а также АЭС

О проекте автоматизации сложных процессов конструкторско-технологической подготовки производства (КТПП), реализованном на одной из производственных площадок АО «АЭМ-технологии», в интервью Александре Сухановой рассказали ИТ-директор Антон Сергеевич Думин (А.Д.) и директор по ИТ Волгодонского филиала («Атоммаш») Олег Николаевич Апанасик (О.А.). Этот проект находится в фазе постоянного совершенствования и улучшения изначально принятых решений — ежемесячно со стороны технической дирекции в дирекцию по информационным технологиям поступает до десятка предложений по улучшениям.

Основными целями обсуждаемого проекта автоматизации являются обеспечение полноты данных для целей производственного планирования и учета; прозрачность и прогнозируемость бизнес-процессов на любом эта-

пе подготовки производства; унификация и стандартизация бизнес-процессов подготовки производства; создание единого информационного пространства для работы конструкторов и технологов.

— **Антон Сергеевич, расскажите о компании «АЭМ-технологии». Какой Вы видите роль ИТ в ее деятельности?**

— А.Д.: АО «АЭМ-технологии» — это инженеринговая компания с головным офисом в Санкт-Петербурге и двумя производственными площадками в Волгодонске («Атоммаш») и Петрозаводске («Петрозаводскмаш»). АО «АЭМ-технологии» входит в состав АО «Атомэнергомаш» — это машиностроительный дивизион госкорпорации «Росатом». Наша компания производит оборудование реакторного зала АЭС, а также крупное оборудование для нефтегазоперерабатывающих и добывающих компаний. Значительная доля этого оборудования производит-

ся на площадке «Атоммаш». Для выполнения этой задачи завод прошел через техническую модернизацию, подготовку специалистов на всех участках и оптимизацию внутренних бизнес-процессов. Сегодня у нас есть все возможности для исполнения имеющихся заказов точно в срок и с требуемым качеством. Роль ИТ в решении этих задач — обеспечение компании конкурентных преимуществ в отношении сроков и себестоимости изготовления продукции за счет использования современных программно-аппаратных комплексов и оптимизации существующих бизнес-процессов.

– Сколько сотрудников участвует в проектировании изделий и последующей подготовке производства?

– А.Д.: В компании «АЭМ-технологии» работает более 300 конструкторов и технологов. Из них около 200 — на «Атоммаше». Процесс проектирования по направлению АЭС у нас начинается с разработки рабочей конструкторской документации (РКД), выполнения инженерных расчетов, формирования предварительных материальных ведомостей. По другим направлениям (нефтегазохимия — НГХ, арматура и пр.) мы зачастую являемся и проектантами. Совместно с разработкой РКД в работу включаются технологи-«маршрутчики», затем технологи по сварке, металлургии и технологи по дефектоскопии. В процессе разработки технологии встает вопрос о необходимой оснастке, и снова в работу включаются конструкторы — уже с задачей проектирования оснастки. На конечном этапе к процессу подготовки производства подключаются нормировщики, которые вводят информацию по трудоемкости выполнения технологических и контрольных операций.

– «Атоммаш» — ударная комсомольско-молодежная стройка 1970-х, один из лучших брендов поздних советских времен. Расскажите, а каково это — работать на легендарном предприятии атомного машиностроения?

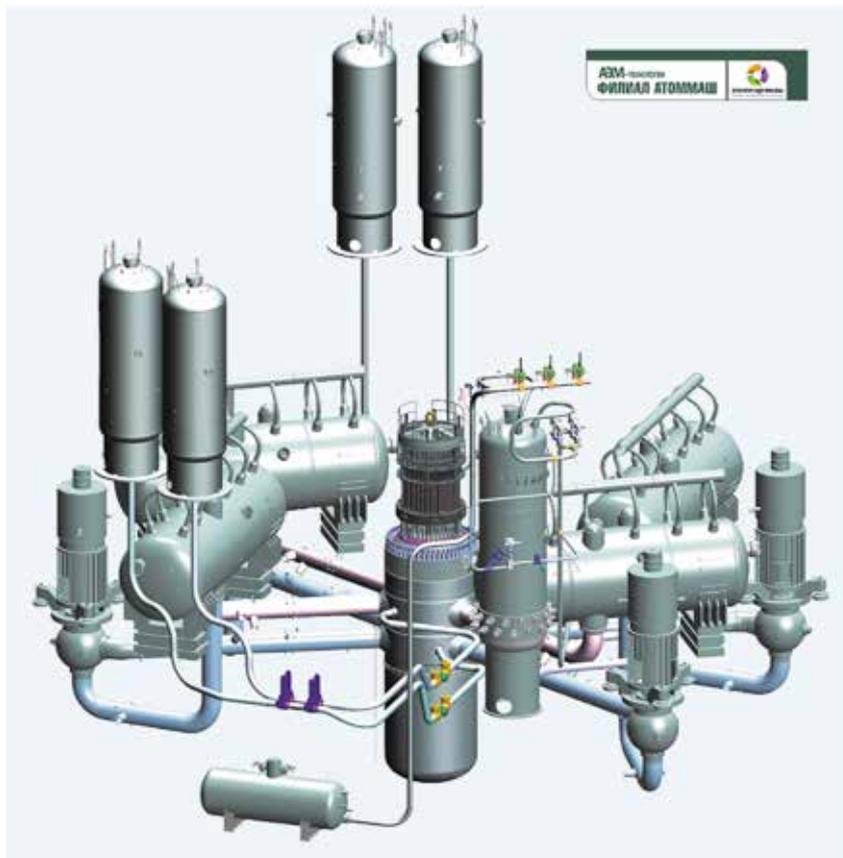
– О.А.: Для меня очень важно, чтобы ИТ-инфраструктура на нашем предприятии и используемые ИТ-решения позволяли эффективно решать поставленные перед ними бизнес-задачи. Основное сейчас — это выполнение всех контрактных обязательств качественно, в установлен-

ленные сроки и в рамках утвержденной себестоимости. Конечно, масштаб завода добавляет нашей службе движения. Для понимания: общая площадь завода — 170 га, производственная площадь — 670,6 тыс. кв.м. Подразделения территориально разнесены по площадке. Протяженность оптики — более 40 км, телефонных линий — 105 км, витой пары — 203 км. У нас функционируют 11 серверов (78 виртуальных машин) — 140 ядер CPU, система хранения данных (55 Tb), 81 коммутатор (37 сертифицированы ФСТЭК), 780 абонентов стационарной связи и 665 — мобильной. Свыше тысячи человек работают на персональных компьютерах, из них 240 — пользователи SAP ERP, 190 — системы Teamcenter, 750 — 1С: Документооборот, 10 — ANSYS, 14 — Техтран. Обслуживают все это хозяйство 28 самых лучших, по моему мнению, ИТ-специалистов.

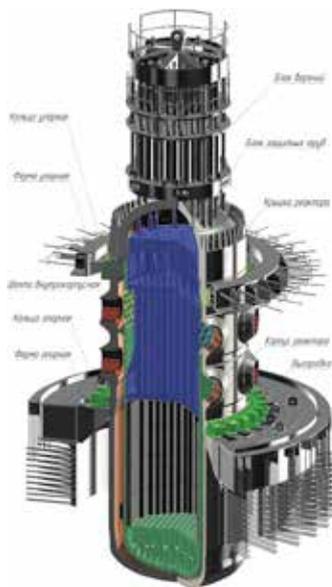
– И нам, и нашим читателям известны причины общего характера, по которым предприятия занимаются автоматизацией проектирования и подготовки производства, — такие как необходимость работы в единой сре-

де, обеспечение прозрачности бизнес-процессов, внедрение проектного подхода, повышение управляемости и пр. Но крайне интересно узнать собственную историю «Атоммаша» в этом ее аспекте. Как выглядит заводской ландшафт инструментов автоматизации КТПП? Какие системы применяются и в каком масштабе?

– О.А.: На «Атоммаше» с продуктами Siemens PLM Software работаем с 2003 года. Разработки всех изделий ведем исключительно в 3D. На сегодня в базе — порядка 1000 уникальных изделий, состоящих из 50 000 сборочных единиц и 150 000 деталей. В 2015 году реализован 61 серьезный проект (АЭС — 24, нефтегазохимия — 11, арматура — 26) и более 200 проектов различной оснастки. Для управления проектами используем систему Siemens Teamcenter 9.1.3. Разработку ведем в системе трехмерного моделирования NX 8.5. В начале этого года мы переходим на NX 9 и Teamcenter 10. Все подготовительные работы по переходу на новые версии и тестирование мы завершили еще в 2015-м, но не стали под конец года



На «Атоммаш» усовершенствованы парадигма функционального предприятия и основные бизнес-процессы



добавлять «перчинку» в работу наших конструкторов и технологов. Все чертежи на разрабатываемые нами изделия ассоциативно связаны с 3D-моделями — при изменении модели изменяется и чертеж. Мы оценили, что за счет проектирования в 3D время внесения изменений в чертежи сокращается более чем в 2,5 раза, а качество разработки повышается (исключаются ошибки собираемости при проектировании в 2D).

– Как организован доступ к документации всех участников производственного процесса?

– О.А.: Для доступа к электронному архиву конструкторской, технологической и нормативно-справочной информации мы используем корпоративный портал, реализованный на MS Share Point 2010. Все чертежи, техпроцессы и извещения хранятся в электронном виде в базе, доступ к которой имеет любой сотрудник «Атоммаша» в соответствии с предоставленными правами. После согласования автор документа выводит его на печать, собирает «мокрые» подписи и сдает в отдел сопровождения конструкторско-технологических работ. Там документ сканируют и размещают в электронный архив. После чего происходит оповещение по электронной почте всех заинтересованных подразделений. За счет этого на порядок сокращается продолжительность поиска любого документа и исключаются ошибки, связанные с тем, что на про-

изводстве возьмут в работу старую версию чертежа или техпроцесса.

– Где еще в производстве вы примените разработанные 3D-модели?

– О.А.: Далее 3D-модели мы используем для подготовки управляющих программ для станков с ЧПУ. Сама подготовка ведется в среде NX CAM.

Процесс разработки УП по сути состоит из открытия модели, разработки управляющих программ, верификации обработки и передачи CNC-кодов на станки с ЧПУ (напрямую или при помощи DNC-терминалов). В 2015 году у нас было разработано и внедрено более 250 программ обработки деталей, 43 из них — повышенной сложности. На сегодня у нас разработано 12 постпроцессоров к 30 крупным станкам. При поставках нового обрабатывающего оборудования поставщик предоставляет вместе с ним постпроцессор под NX CAM и 3D-компоновку этого оборудования. CAM-система позволяет нам сократить сроки внесения изменений в управляющие программы, использовать разработанные ранее шаблоны обработок и избежать ошибок при обработке «металла» за счет предварительной верификации на компьютере. Следующая сфера, где мы используем 3D-модели, — это инженерные расчеты. В настоящее время на «Атоммаше» применяются семь видов расчетов: на прочность, сейсмические, тепловые, задачи гидравлики, на устойчивость, на циклическую прочность, на малоцикловую усталость. Для расчетов используются геометрические модели, разработанные в NX. В 2015 году нами выполнено 315 расчетов для проектов изделий НГХ и технологические расчеты для изделий АЭС. Например, расчет на прочность траверсы для парогенератора для РoАЭС, расчет на прочность транспортера сочлененного типа при перевозке парогенератора, расчет распределения тепловых полей для технологических скоб при сварке кольцевого шва корпуса парогенератора. Это позволяет нам сократить продолжительность и стоимость расчетов. Например, выполнение подобных работ на стороне заняло бы минимум месяц (с учетом времени проведения закупочных процедур, постановки задачи и передачи модели подрядчику). Мы же делаем расчеты за неделю.

– **Какие первоочередные задачи следовало решать совместно с потен-**

циальным партнером — поставщиком ПО?

– А.Д.: В 2012 году мы приняли концепцию развития ИТ-технологий в нашей компании. Также было принято решение, что на наших предприятиях остаются работать уже использующиеся там программные продукты. Именно они должны были лечь в основу ИТ-пространства наших производственных площадок, и с их учетом нам нужно было заниматься не только вопросами конструирования и ТПП, но и задачами планирования и учета хода производства. Тогда мы сформировали в общих чертах и приняли политику развития единого информационного пространства предприятия. Сегодня это уже утвержденный документ, определивший, какие продукты будут лежать в основе. Что касается очередности... Во-первых, требовалось навести порядок в сфере конструкторской и технологической подготовки производства, где рождаются данные о составе изделий и технологических процессах их производства. Результатом автоматизации должна была стать возможность использовать данные КТПП. Когда было принято решение, что на «Атоммаше» в Волгодонске остается и развивается PDM-система Teamcenter, мы пришли к выводу, что опыт, полученный нами в Петрозаводске, может быть применен и в этом проекте. На базе имеющихся

систем и данных мы хотели получить решение для моделирования производственной системы, с помощью которого можно было бы, исходя из параметров ТПП изделий, моделировать производственную программу с учетом имеющихся мощностей и персонала. Это наша большая стратегическая цель. Конечно, мы заинтересованы и в возможностях мониторинга всего производствен-

бы вносить в базу непротиворечивые данные, доступные всем подписчикам. Самая главная задача этого этапа — создание понятного рабочего пространства для технолога, которое давало бы ему возможность создавать технологический процесс в привычной среде, но внутри Teamcenter. Также у нас были задачи, связанные с необходимостью обязательного проведения постпроверок технологии пе-

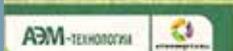
Такого решения по разработке ТПП в Teamcenter, как на «Атоммаше», нет ни на одном машиностроительном предприятии России

ного процесса. Как я уже говорил, во время реализации похожего проекта на площадке в Петрозаводске у нас сформировался список требований к КТПП. Проанализировав текущую функциональность Teamcenter, мы ощутили потребность в расширении его функционала с учетом специфики нашего предприятия. Одновременно перед нами стояли задачи унификации и доступности справочников. Материалы для производства могут закупаться для одной площадки, а использоваться на другой. Нам нужен был единый справочник и разработанное в среде Teamcenter рабочее место инженера НСИ, которое позволяло

ред ее загрузкой в систему SAP, в которой мы получаем спецификацию и технологическую карту для конкретного изделия. Чтобы загрузить технологические данные, требуется модуль интеграции, который был разработан в рамках проекта с компанией «Борлас».

– Системы NX и Teamcenter на площадке «Атоммаша» работали на протяжении десяти лет. В какой момент ваша компания приняла решение о старте комплексного PLM-проекта?

– О.А.: Решение о старте проекта по доработке и внедрению комплексного PLM-решения на базе Teamcenter мы приняли в начале 2013 года. Предпосылками





к запуску проекта послужил ряд ограничений используемой на тот момент системы КТПП:

1. Состав изделия велся в двух системах. Конструкторы вели разработку в NX и Teamcenter, после окончания разработки изделия технологи вручную переносили состав в самописную систему ТПП. Когда выходило конструкторское извещение, затрагивающее состав, процедуру приходилось повторять. Из-за необходимости «вручную» отслеживать соответствие составов изделия в двух разных системах нередко возникали ошибки.
2. Справочники НСИ велись вручную в трех системах. Конструкторы работали в Teamcenter, технологи — в самописной системе, а менеджеры по закупкам — в SAP. Соответственно, один и тот же материал заводился в справочники трижды. Из-за человеческого фактора зачастую получалось, что в спецификации и ВСНPM (ведомости специфицированных норм расхода материалов) заведен материал с одним наименованием, а в SAP закупки делают с другим. Соответственно, спланировать закупки или сформировать план-фактные отклонения не представлялось возможным.
3. Утеряны компетенции по доработке и сопровождению системы.
4. Нет возможности прогнозировать сроки окончания КТПП.

Кроме того, уже в 2013 году стало очевидно несовершенство существующей системы планирования производства при резко возросших объемах заказов.

Для этого и был запущен проект внедрения системы КТПП, основные задачи которого:

- подготовить качественные исходные данные для системы планирования;
- обеспечить единую среду разработки для конструкторов и технологов;
- реализовать единую систему ведения НСИ на трех площадках;
- обеспечить доступ ко всем данным подготовки производства в электронном виде на любом этапе жизненного цикла изделия непосредственно на рабочих местах, без необходимости обращения к бумажной документации;

- повысить прозрачность проведения КТПП и прогнозируемость сроков.

– **На Ваш взгляд, были ли достигнуты цели, которые ставились перед началом проекта?**

– О.А.: В настоящее время ТПП на все изделия на «Атоммаше» разрабатываются в Teamcenter. Все задачи, которые мы ставили перед собой в начале пути, выполнены. В итоге внедрения на «Атоммаше» наши конструкторы и технологи получили удобный инструмент для КТПП, с помощью которого они совместно нарабатывают базу конструкторско-технологических решений, аналогов. Ведь, как известно, в машиностроении основой для написания ТП являются аналоги. Когда-то написанный техпроцесс на обечайку можно использовать и сегодня, изменив его параметры. Сегодня у работающих в системе технологов имеется большое количество предложений по улучшению работы, по внедрению новых возможностей, которые помогут сократить сроки КТПП и повысить качество разрабатываемых изделий.

– А.Д.: Из нашего опыта однозначно понятно, что на этапе освоения автоматизированного сквозного процесса КТПП трудоемкость значительно увеличивается. В Петрозаводске система уже отшлифована, технологи уже отточили свои навыки, и поэтому технологию они пишут с той же скоростью, как делали это в старой, знакомой им системе. Однако теперь результатом их работы становятся такие данные, которые уже можно анализировать. На «Атоммаше» мы к этому состоянию пока только приближаемся. Должен отметить: то, что нам позволяют увидеть внедренные инструменты анализа, прежде мы видеть не могли. Результатом нашего проекта стала возможность смотреть на проблему в целом — например, видеть аналитику, касающуюся отклонений в технологическом процессе. Это очень существенный плюс для нас. Работа конструктора и технолога — это, конечно, важно, но не менее важно знать, что происходит потом. Для компании в целом внедренные решения позволяют повысить управляемость, что крайне важно.

– **Как влияет автоматизация процессов проектиро-**



Внедрение NX и Teamcenter стало одним из решающих факторов в повышении качества выпускаемого оборудования

вания и управления данными на основе продуктов и технологий Siemens PLM Software на показатели деятельности завода?

– А.Д.: Назову ряд достигнутых целей — нам удалось получить документацию на изделие в нескольких производственных системах, отладить систему проверок технологической документации на непротиворечивость, существенно повысить детализацию технологического процесса. Благодаря новым процессам нам удалось изменить уровень детализации ТПП. Раньше мы писали техпроцесс с одним уровнем детализации, а сегодня делаем это совершенно по-другому: пишем попереходную технологию, указываем материалы и ДСЕ на фазах вовлечения. То есть технологам приходится дополнительно указывать большее количество параметров. Сегодня мы получаем прямой посыл из отрасли: сократить цикл производства оборудования для атомных станций, сохраняя высокое качество! Но чтобы этот цикл сократить, его сначала нужно охватить, понять и разложить по мощностям предприятия. Единожды написанный техпроцесс не остается неизменным — ищутся более оптимальные пути производства, появляется новое оборудование с ЧПУ, новый режущий инструмент, применяется другой подход к нормированию.

– Насколько важным фактором успеха ИТ-проекта, такого как запуск системы КТПП, является формирование эффективной команды внедренцев? Какова роль первого лица предприятия в обеспечении успеха?

– А.Д.: Когда мы начинали проект на «Атоммаше», нам уже не нужно было растить ИТ-специалистов, которые обслуживали бы продукты Siemens, — эти специалисты уже имелись и были достаточно опытными. Также пригодился опыт проекта на площадке «Петрозаводск-маша». Что касается роли первого лица — ее сложно переоценить. Уверен, что без постоянной и всесторонней поддержки генерального директора достичь таких результатов просто невозможно. Во всех реализованных проектах он выступает в роли куратора, пристально следя за реализацией.

– Как вы намерены развивать свою систему КТПП, что еще предстоит сделать?

– А.Д.: Все ИТ-системы предприятия вместе должны позволить нам вести четкий мониторинг исполнения проекта или контракта. Ведь контракт может быть на одно изделие, а может включать изготовление 23 видов изделий, каждое из которых состоит из четырех или восьми изделий. Все они выпускаются у нас на разных площадках и у каждого есть свой цикл — КД, ТД, закупки, производство, входной и выходной контроль. Перед нами стоит задача выполнить заказ вовремя, и у нас есть проработанные подходы к решению этой задачи.

– В чем заключается ваша формула успеха?

– А.Д.: Проект, который мы реализовали на нашей площадке в Петрозаводске, входил в программу по ИТ-трансформации госкорпорации «Росатом». Предпосылки к таким активным действиям в отрасли были, нас подталкивали к этому наши руководители. Когда я пришел на работу в «АЭМ-технологии», передо мной была поставлена задача наладить работу конструкторов и технологов в единой среде. Что мы и реализовали на обеих производственных площадках — «Петрозаводск-маш» и «Атоммаш».

Александра Суханова
CAD/CAM/CAE Observer

Печатается с сокращениями, полный текст интервью читайте на www.cad-cam-cae.ru

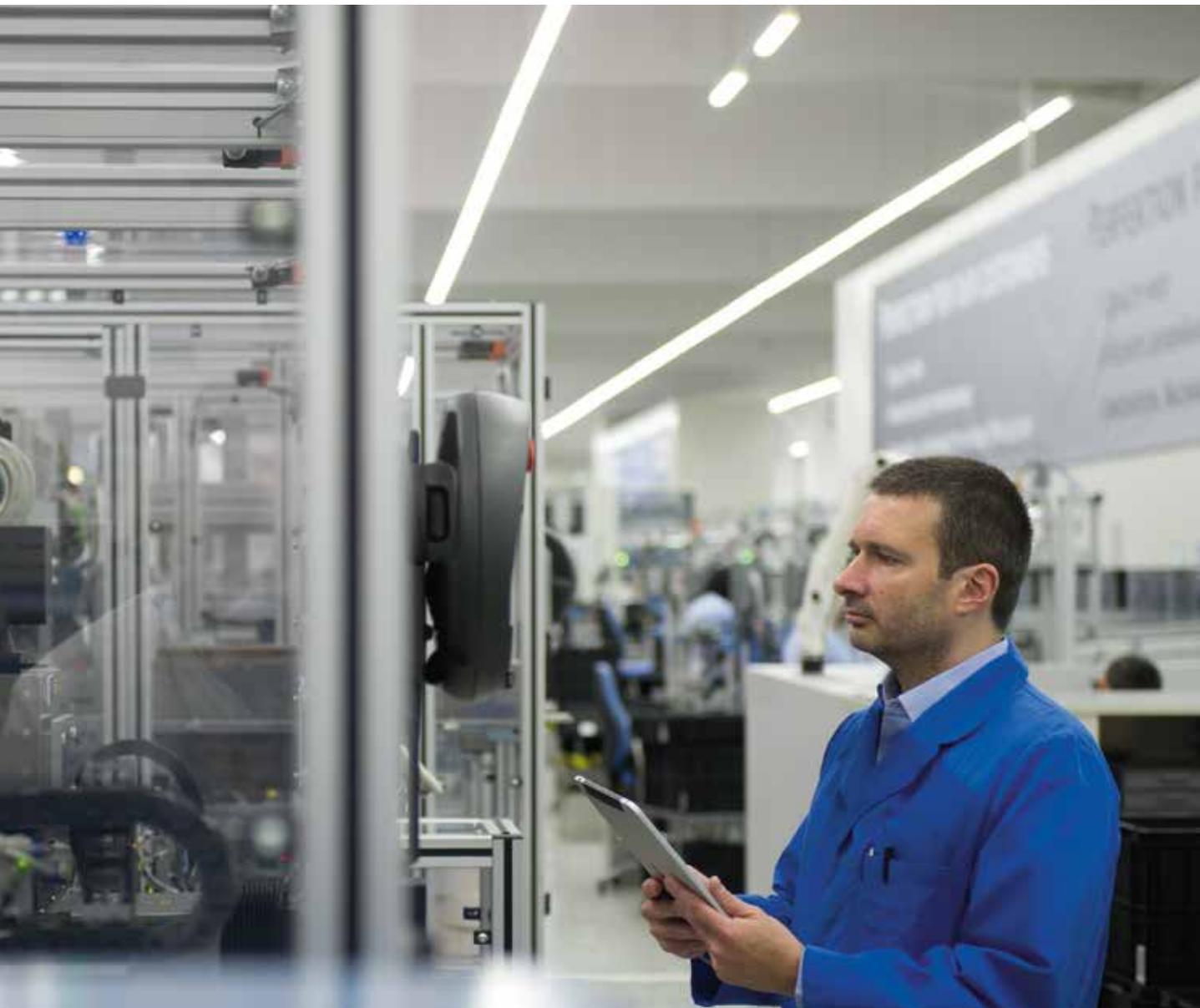
Концепция «Индустрия 4.0». Цифровая фабрика



В своей монографии «Концепция «Индустрия 4.0», опубликованной издательством Springer Vieweg, Антон С. Хубер представил взгляды и концепцию Siemens, направленные на решение современных задач цифровой революции. Выдержка из монографии публикуется с сокращениями



Антон С. Хубер,
CEO подразделения
Digital Factory
компании Siemens



Цифровая фабрика: профессиональное цифровое представ- ление процессов разработки и изготов- ления изделий

Внедрение программного обеспечения на промышленных предприятиях оказало наибольшее влияние на рост инноваций. Сегодня роль и значение ПО продолжает стремительно расти. Компании широко применяют решения для автоматизации ведения бухгалтерского учета, управления персоналом, продаж и сопровождения сделок. Однако в таких важнейших процессах создания добавленной стоимости, как исследования и разработки, изготовление и послепродажное обслуживание изделий, программное обеспечение применяется все еще незначительно.

В свое время промышленные предприятия начали внедрение программных решений для поддержки различных технических процессов с целью ускорения создания добавленной стоимости, а также повышения качества изделий. В ближайшем же будущем все процессы создания добавленной стоимости, относящиеся

к разработке и производству изделий, а также к их выводу на рынок, практически полностью перейдут в цифровой формат, а необходимость изготовления большого числа опытных образцов отпадет. Те компании, которые уже сделали необходимые инвестиции и внесли соответствующие изменения в рабочие процессы, можно назвать успешно вставшими на путь преобразования в цифровое предприятие.

Опыт предприятий, пионеров этого направления, показывает, что существующие технологии хотя и не идеальны, но уже достаточно совершенны для реального практического применения. Достижения этих предприятий настолько существенны, что вполне можно говорить о революционных переменах. Становится ясно, что в ближайшей перспективе конкурентоспособность компаний будет в значительной степени определяться масштабами внедрения подобных технологий и уровнем профессионализма при их применении.

Реализация проекта цифровой фабрики — это непрерывный вызов и испытание для каждого вовлеченного в процесс, готовность и необходимость полностью



пересмотреть свой образ мышления. Инженерные рабочие процессы будущего будут опираться на широкую поддержку программных средств, а прогресс в производственных технологиях будет в значительной степени определяться развитием соответствующих компьютерных систем. Поэтому отказ сегодня от инвестиций и выжидание того, когда системы достигнут высочайшего уровня совершенства, неразумен: промедление смерти подобно. Задержка с внедрением и освоением новых технологий наносит значительный ущерб конкурентоспособности предприятия.

Согласно концепции «Индустрия 4.0» эволюционные преобразования происходят по мере объединения современных информационных технологий и программных средств с классическими производственными процессами. Такие изменения будут иметь революционные для всей промышленности последствия. Однако, несмотря на всю их революционность, широкое внедрение новых технологий в промышленность займет значительное время. При планировании инвестиций необходимо прини-

мать во внимание этот факт.

Стоящие перед промышленностью задачи можно сравнить с операцией на открытом сердце: переход к цифровому производству и реализация огромного потенциала повышения эффективности требует устранения множества барьеров, в то время как проектирование и изготовление новых изделий продолжается. В числе самых серьезных барьеров — наличие изолированных хранилищ данных и процессов в каждом подразделении, отсутствие интеграции между различными инженерными дисциплинами и компаниями в глобальном масштабе. Также следует учитывать и специфику каждой конкретной отрасли, что находит свое отражение в применении разных программных платформ для построения цифровой фабрики. Экономическая целесообразность перехода на цифровые технологии требует соответствующих стандартов открытости систем. И последнее, но не менее важное замечание: следует подготовить инструменты и средства связи, обеспечивающие интеграцию и слияние виртуального и реального мира.

Являясь поставщиком и пользователем цифровых технологий, Siemens вдвойне заинтересован в быстрой практической реализации концепции цифровой фабрики. Отсюда естественно проистекает разносторонний подход ко всем процессам создания добавленной стоимости. Siemens — компания, которая проектирует и изготавливает изделия, и это оказывает решающее влияние на концепцию и разработку наших программных продуктов, предлагаемых нашим заказчикам.

Платформа цифровой фабрики

Сегодня информационные системы применяются на всех этапах цепочки создания добавленной стоимости и жизненного цикла изделия. Их применение существенно улучшает процессы изготовления изделия и, как следствие, оказывает влияние на инновационность и конкурентоспособность создаваемого изделия. Однако инструменты, применяемые в информационных системах, зачастую разрабатываются и совершенствуются автономно и независимо друг от друга. Основные усилия пользователей систем — сотрудников предприятия и разработчиков ИТ-решений — все еще направлены на техническую поддержку систем. Вопросы взаимодействия с другими программами и совместимости данных в целом не являются приоритетными.

Это еще очень далеко от концепции цифровой фабрики, согласно которой все процессы создания добавленной стоимости, вплоть до работы поставщиков, представляются в цифровом виде и надежно интегрируются в рамках единой сети. В рамках существующей инфраструктуры работы с инженерными данными удовлетворить спрос на киберфизические системы (КФС), интернет вещей и прочие сервисы весьма трудно. Экономически целесообразное решение, ориентированное на самые широкие области применения, может быть создано только с появлением технологической платформы, которая должна будет обеспечить быстрое и надежное подключение новых инструментов. Это позволит разработчикам создать широкий спектр инструментов и приложений, направленных на решение самых разнообразных задач.

Безусловно, такая платформа не появится сама по себе, ее создание — результат совместных усилий поставщиков и пользователей программных решений.

Сегодня компании создают и хранят огромные массивы данных, использование которых ограничено рамками отдельного участка в цепочке создания добавленной стоимости. Чаще всего данные используются тем подразделением, где и были созданы. Аналогично истории с интернетом, ставшим важной составляющей в жизни каждого за счет доступа к огромному объему информации, данные на цифровой фабрике будут использованы в полной мере — доступ к ним будет обеспечен для всех подразделений предприятия, а в ряде случаев — и для заказчиков.

Как и в случае с интернетом, одна отдельно взятая компания не сможет реализовать все функции, необходимые для создания цифровой фабрики. Надежная взаимосвязь и глубокая интеграция всех компонентов на основе общепризнанных стандартов представляется единственно возможным решением.

Глобализация, вопросы экологии, устойчивое развитие — факторы создания цифровой фабрики

Преобразование промышленности началось не сегодня. Но именно сегодня в промышленности происходят самые существенные изменения за последнее столетие. Если раньше



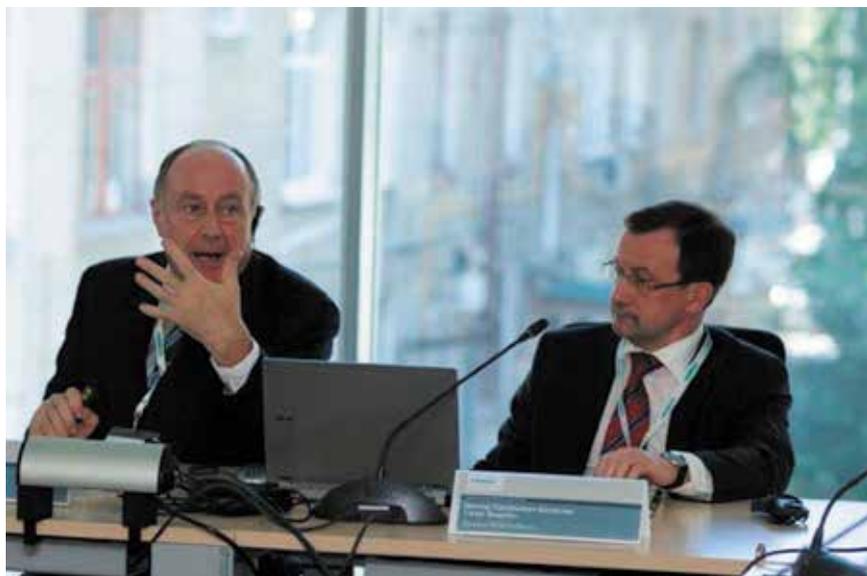
конструкторско-технологическая подготовка, изготовление оснастки, производство изделий, их послепродажное обслуживание выполнялись в одном месте, то теперь изделия создаются в географически распределенной среде. В выводе изделия на рынок принимают участие тысячи поставщиков и партнеров, расположенных по всему миру. Все участники распределенного предприятия должны соответствовать ужесточающимся нормативным и законодательным требованиям во всех странах мира.

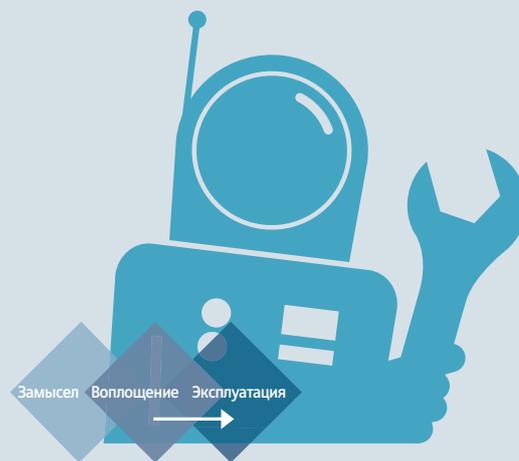
Число нормативных требований само по себе столь велико, что ни одна отдельная компания не способна отслеживать их без применения соответствующих компьютерных

систем. Специализированные программы позволяют специалистам сформулировать требования к готовому изделию, отследить подтверждение соответствия таким требованиям, а также достичь высокого качества продукции. Это именно то, что сегодня ожидают от производителей и общество, и законодательство.

Сокращение жизненного цикла изделия и увеличение скорости создания инноваций повышают критичность таких вопросов, как надежное прогнозирование и планирование. А по мере того, как рынок растет, становится более дифференцированным и сложным, возрастает важность вовлечения заказчиков и партнеров в процессы создания изделий.

Эти аспекты нашли отражение в концепции цифровой фабрики. Цифровая фабрика представляет собой информационную структуру и платформу для совместного доступа к данным в режиме реального времени, что станет колоссальным прогрессом по сравнению с текущей ситуацией. В результате созданные данные используются не только для решения единичной задачи, но и благодаря наличию стандартных форматов представления становятся доступными в любой момент для решения любых других задач. Вместо разрозненных массивов информации специалисты получают структурированный источник данных, которые затем преобразуют в знания.





Изготовить гаечный ключ в космосе?

Когда астронавтам на МКС понадобился гаечный ключ, NASA отправила им по электронной почте CAD-файл. Ключ был изготовлен на 3D-принтере в невесомости.

Реализация концепции цифровой фабрики требует совместных усилий

Необходимые технологии не появятся внезапно — создание технологической платформы для реализации концепции цифровой фабрики требует крупных и многолетних инвестиций. Ее невозможно разработать изолированно — она станет результатом поступательных совместных усилий многих компаний, производителей и пользователей. Участники ее создания должны будут внести изменения в свои системы: совершить переход от автономных приложений, решающих одну конкретную задачу в рамках собственной информационной среды, к приложениям, которые максимально используют общую базу данных, а результаты их работы представляются в стандартном формате. Это позволит сделать данные доступными для всех прочих приложений. Разумеется, выстраивание инфраструктуры для работы с инженерными данными займет немало времени. Поскольку разработка изделий представляет собой итерационный процесс, особое внимание должно быть уделено автоматической синхронизации данных. В частности, организация совместной работы при реализации крупных проектов требует применения не только стандартных форматов, интерфейса и системы управления данными, но и внедрения единых моделей данных. Не менее сложные задачи встают и перед пользователями. Для выхода на новые уровни производительности, применяемые ими решения, на базе которых создано множество данных и моделей изделий, придется полностью перепроектировать. На пути к созданию цифровой фабрики информационные системы потребуются переделать так, чтобы они соответствовали требованиям распределенной и интеллектуальной разработки и изготовления изделий. Лишь малая часть существующих сегодня данных, моделей изделий и технологического оборудования без каких-либо изменений сможет быть пригодной для использования на заводе будущего.

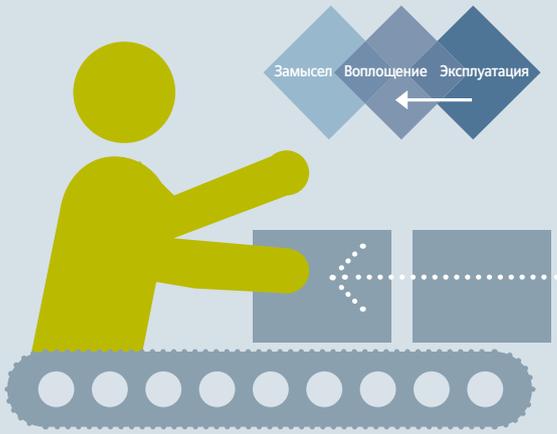
Наибольшие сложности возникнут в ходе создания моделей новых изделий и технологических систем. Системы будущего должны не просто управлять жесткой иерархической структурой данных, описывающих геометрию механических узлов изделия, — они будут работать с логически структурированной информацией, представляющей функциональные модели. Только таким образом численное моделирование крупномасштабных систем будет способно заменить трудоемкое и дорогостоящее изготовление опытных образцов. В будущей цепочке создания добавленной стоимости численное моделирование систем станет наиболее существенным фактором роста производительности.

Устранение барьеров

Высокие расходы на начальных этапах, которые, как правило, не дают быстрой отдачи, становятся причиной скептического отношения к внедрению новых технологий и тормозят проект. Между тем достаточный для окупаемости прирост производительности возможен только после внедрения критически важной базовой функциональности, на которую приходится непропорционально большая доля инфраструктурных затрат.

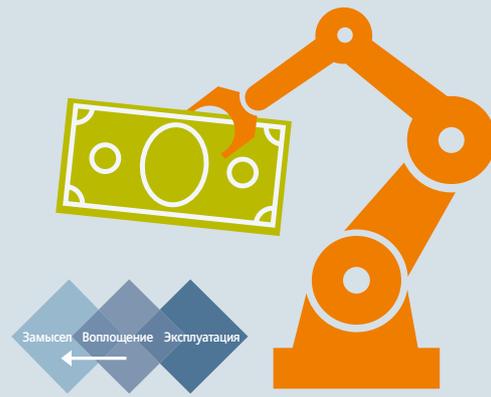
Из-за того, что новые решения приходится внедрять на ходу, не прерывая текущую работу предприятия, сотрудники вынуждены выполнять значительно больший объем работы в течение сравнительно долгого периода. Если работа не будет выполнена полностью и с надлежащим качеством, переход на новую систему может привести к массовым сбоям в рабочих процессах и к серьезному неприятию новых решений. Внедрение новых технологий ведет к необходимости разрабатывать, внедрять и вносить изменения в рабочие процессы. Связанные с этим задачи настройки рабочих процессов часто воспринимаются сотрудниками как недостаток нового решения и могут вызывать недовольство и приводить к временному падению производительности.

Переход на цифровые технологии гарантирует успешное воплощение инноваций на любом этапе жизненного цикла



Бережливое производство

Анализ больших данных на предмет поведения постоянных заказчиков позволяет предприятию внедрить принципы бережливого производства и улучшить условия взаимодействия.



Роботы выходят на новые рынки

Производитель узлов для двигателей вложил средства в современных роботов для сохранения конкурентоспособности, а затем благодаря высокой гибкости роботизированных систем вышел на новые рынки.

Внедрение «коробочных» систем позволяет свести к минимуму различные настройки под нужды конкретного предприятия, а также избежать сложных и рискованных приключений при переходе на новую версию.

Острова данных: PLM, MES, SCM, DF, ERP

Цепочка создания добавленной стоимости изделия и стоящие за ней производственные процессы описываются большим числом терминов и сокращений, обозначающих различные подпроцессы. Разработка любых изделий — от массовых потребительских товаров до высокотехнологичных производственных линий — описывается термином «управление жизненным циклом изделия» (PLM). Накапливаемая при разработке изделия информация хранится во множестве баз данных и подсистем, обеспечивающих информационную поддержку PLM-процесса. Технологическая подготовка и управление производством, в том числе фиксация производственных данных и управление ими, поддерживаются другими подсистемами. В зависимости от конкретного предприятия к ним относятся системы управления ресурсами предприятия (ERP) и автоматизированные системы управления производством (MES). Необходимая информация также хранится в различных базах данных и нередко даже в разных форматах. Любое преобразование данных выполняется отдельно, оказываясь сложным и ненадежным процессом. Управление всей цепочкой поставок при разработке и изготовлении изделий выполняется при помощи средств управления цепочками поставок (SCM), а технологической подготовкой производства — при помощи системы разработки технологических процессов, которые в будущем станут частью цифровой фабрики. Как правило, ERP-система применяется для управления финансами, в том числе для организации закупок и поставок, обработки заказов и всей логистики предприятия.

Приведенный перечень включает только основные элементы ИТ-среды. Без внимания здесь оставлен ряд важных подсистем — для проведения испытаний, про-

верки отказоустойчивости, оценки эргономичности, выполнения самых различных расчетов, анализа и численного моделирования, которые успешные предприятия активно используют. Если между огромными объемами данных, создаваемых и хранимых в переносимых системах, и существуют какие-либо взаимосвязи, то соответствующие конвертеры, как правило, сложны в эксплуатации. При обновлении версии даже одного задействованного программного компонента (а эти компоненты создаются множеством различных разработчиков) легко упустить внесенные ранее изменения с далеко идущими негативными последствиями. Применяемые сегодня процессы импорта и экспорта данных в известных форматах достаточно трудоемки и не обеспечивают автоматизированный контроль корректности информации. В ближайшем будущем роль согласованности и надежной интеграции данных по всей цепочке создания добавленной стоимости в коммерческом успехе промышленного предприятия значительно возрастет.

Объединение технических дисциплин

В будущем наиболее существенный вклад в устойчивое развитие промышленных предприятий внесет численное моделирование изделий и технологических процессов. Мехатронные узлы состоят из механики, гидравлики, электроники и программного обеспечения. Системно-ориентированный подход позволяет выполнять численное моделирование с целью описания и изучения сложных взаимодействий внутри таких систем. Организация эффективной работы требует объединения различных инженерных дисциплин и тесного взаимодействия различных специалистов. Возможность хранить все данные в единой базе позволит всем участникам процесса одновременно работать над проектом, имея доступ к актуальной и согласованной информации.

Это непростая задача, и многие предприятия пока не преуспели в преобразовании методик разработки изделий, применяемых многочисленными

подразделениями. Нередко требуемые для этого трудозатраты не оправданы с точки зрения конкурентоспособности, да еще и оказывают негативное влияние на прибыльность.

Многие трудности связаны с различиями в технической культуре: участвующие в разработке инженеры и учебные заведения «говорят на разных языках». В какой-то степени это ожидаемо: инженеров готовят на факультетах, дающих узкоспециализированное образование, служащее своего рода торговой маркой университета. Однако в будущем задачей университетов станет не просто подготовка специалистов, но и проведение междисциплинарных исследований и соответствующего обучения, что будет способствовать появлению инженеров широкого профиля.

Одно из необходимых условий создания цифровой фабрики — устранение барьеров между различными дисциплинами и университетами кафедрами. Все модули, данные из которых должны быть взаимосвязаны, необходимо представить в цифровом виде так, чтобы их смогли использовать все участники процесса для решения своих задач, не прибегая к сложным преобразованиям информации.

Отраслевая специфика

Постоянный рост сложности динамических киберфизических систем, связанные с этим трудности и происходящая цифровая революция затронут каждую отрасль. Развитие интернет-технологии, высокая миниатюризация компьютерной памяти, точность и эффективность изделий привлекают потребителей и способствуют формированию новых рынков сбыта. Для предприятий неспособность или нежелание участвовать во всем этом станет смертным приговором. Ведь требования, предъявляемые новыми технологиями, и изменяющиеся модели ведения бизнеса оказываются крайне сложными.

Важно помнить, что одной из основных причин роста сложности является тенденция ужесточения глобального регулирования и необходимость подтверждения соответствия продукции нормативам.

Если раньше нормативные требования оказывали наибольшее влияние на перерабатывающую промышленность, то сегодня требования к экологичности и безопасности распространились и на промышленное производство. Дальнейший рост сложности изделий и технологического оборудования в немалой степени связан с нормативами по снижению выбросов двуокиси углерода при генерации и распределении электроэнергии.

Массовое производство

Начавшись с конвейера Генри Форда более 100 лет назад, массовое производство достигло исключительно высокой степени совершенства. Выпуск миллионов и миллионов одинаковых изделий со стабильно высоким качеством сегодня никого уже не удивляет. Однако и здесь остались резервы для улучшения.

Автопроизводители уже могут выпускать по несколько сотен различных вариантов одной и той же модели с различными наборами оборудования, а современные PLM-решения способны обеспечить значительно большую степень уникальности каждого выпускаемого изделия. Основные препятствия на этом пути — применяемые сегодня компьютерные системы обработки заказов и технологической подготовки производства, а также сами производственные технологии. Серьезной задачей является модернизация всех этих систем с целью управления все возрастающей сложностью. Специалисты понимают, что такая задача хотя и сродни подвигам Геркулеса, но вполне выполнима.

Своевременный вывод индивидуализированных изделий на рынок в скором времени станет обязательным условием устойчивого функционирования предприятия. С учетом быстро растущего населения планеты и повышения качества жизни перепроизводство, потери ценного сырья и энергии становятся абсолютно неприемлемыми. Цифровая фабрика — идеальная платформа для решения всех предстоящих задач создания и обслуживания изделий. В массовом производстве это относится не только к автомобилестроению, которое отличает высокое потребле-

ние сырья и энергии, но и к электронной промышленности. Так как за короткое время изготавливается огромное количество изделий, особое внимание следует уделять качеству, добиваясь соблюдения принципа «правильно — с первого раза». На выпускающем электронные изделия заводе EWA Siemens, расположенном в г. Амберг (Германия), созданы условия для достижения высочайших стандартов качества. Ежегодно на заводе выпускается 12 миллионов контроллеров типа SIMATIC. Качество выпускаемой продукции составляет 99,99885%. Это рекордный показатель во всей отрасли.

Все производство максимально автоматизировано. Все сборки представлены в виде CAD-моделей. По мере того как реальные изделия проходят по производственной линии, каждому сотруднику доступно точное представление текущего состояния сборки в виде выводимой на экран исходной CAD-модели. Бумажные чертежи и эскизы, поддержание актуальности которых всегда представляло собой большую проблему, ушли в прошлое. Жизненный цикл каждого изделия прослеживается вплоть до мельчайших подробностей. Технологические операции программируются, а их выполнение регистрируется на всех этапах. Система управления производством тесно интегрирована с конструкторской. Изменения передаются непосредственно в технологические процессы на этап изготовления, что позволяет устранять возникающие проблемы раз и навсегда с документальной фиксацией этого факта, не тратя массу времени на сбор и анализ статистики отказов.

Изготовление изделий на заказ

При изготовлении уникальных или мелкосерийных изделий на заказ — специализированного оборудования, транспортных средств или специальных судов — многие производственные процессы реализуются параллельно. В таких проектах требуется организация «полупараллельного» взаимодействия между различными специализированными дисциплинами, а также совместная работа большого числа поставщиков и партнеров. Без интеграции всех задействованных базовых систем путь в цифровое будущее

закрывает. Хранящиеся в различных системах данные должны быть доступны для ввода, просмотра, а особенно — для визуализации, и не только с любого рабочего места в пределах предприятия, но и от поставщиков, и мобильных рабочих мест.

Однако именно в этих отраслях подходы, базирующиеся на давно устаревших технологиях, получили наибольшее распространение: «Наши проекты слишком сложны, чтобы ими можно было управлять в рамках стандартной ИТ-системы». И именно там, где интегрированные ИТ-решения способны принести максимальную пользу, наблюдается наибольший скептицизм к цифровым процессам.

Для интеграции данных необходимы стандартные форматы и открытые мобильные системы

Систематический, инновационный и согласованный подход к организации рабочих процессов дает предприятию очевидные конкурентные преимущества. Сохранять секретность технологических процессов проще на протяжении длительного срока. Процессы, в отличие от готовой продукции, не появляются на рынке и их невозможно быстро изучить. Воспроизвести применяемые успешными предприятиями процессы, используя стандартные программные средства, в обозримой перспективе по-прежнему будет невозможно.

Будущие программные решения и системы связи, на основе которых создается цифровая фабрика, должны быть (и будут!) достаточно гибкими, чтобы поддерживать постоянное улучшение и внесение тех или иных изменений с целью создания новых исполнений изделий. Для достижения требуемой гибкости при сохранении экономичности нужны стандарты предоставления данных, а также соответствующие механизмы взаимодействия программных модулей и инструментов.

Концепция «Индустрия 4.0» предполагает глубокую стандартизацию обмена промышленными данными в цифровом виде.

Прежде всего необходимо внедрение существующих стандартов — например HTML, XML, UML или SysML. Там, где стандарты отсутствуют, но необходимы, важно их бы-

стро согласовать. Siemens уже внес огромный вклад в стандартизацию, разработав формат 3D-визуализации JT. С 2012 года этот формат является стандартом ISO и доступен всем заинтересованным пользователям.

Применение открытых решений — неотъемлемый элемент платформы цифровой фабрики. Создание действительно интегрированной цепочки передачи информации возможно только при обеспечении доступа ко всем данным из сторонних приложений. Вопросы защиты

В будущем наиболее существенный вклад в устойчивое развитие промышленных предприятий внесет численное моделирование изделий и технологических процессов

информации вновь становятся первоочередными. Речь не только о защите от кражи или несанкционированного доступа к информации, но и о безопасности критически важных процессов, управляемых компьютерными системами.

Для крупных компаний защита данных представляет собой очень серьезную задачу — весь персонал должен постоянно уделять внимание этому вопросу.

В будущем платформа цифровой фабрики сможет в полной мере функционировать на всех этапах жизненного цикла изделий при наличии мобильного доступа к данным и моделям. Согласно концепции «Индустрия 4.0» поставщик, к примеру электронных датчиков, является важной составляющей так называемой «модели расширенного предприятия». В будущем благодаря поддержке мобильных ИТ-решений конкурентоспособность процессов значительно возрастет. Как уже отмечалось выше, с ростом числа мобильных решений растет и важность защиты информации от несанкционированного доступа.

Siemens поставляет инфраструктуру и программное обеспечение

С момента приобретения компании UGS в 2007 г. Siemens поставляет решения для полной поддержки всех PLM-процессов, включая конструкторско-технологическое проектирование и техническое обслуживание изделий, а также системы ЧПУ и средства промышленной автоматизации — вплоть до АСУП.

Тот факт, что Siemens является одной из крупнейших машиностроительных компаний в мире и имеет полное представление о процессах создания изделий, несомненно оказывает существенное влияние на направление развития выпускаемых программных продуктов. Эти программные продукты используются и в самой компании, где их критически оценивают десятки тысяч пользователей и на основе их мнений ведется непрерывное совершенствование систем.

Представленные в данной работе взгляды и концепции Siemens направлены на решение современных задач «цифровой революции». Наши мотивы очевидны: для появления цифровой фабрики и соответствующих платформ необходима совместная работа с пользователями и заказчиками. С этой целью компания Siemens ищет способы открытого обмена идеями и проведения дискуссий, в ходе которых зерна многих инновационных идей по созданию цифровых платформ отделяются от плевел.

Философия PLM в вузе



Переход машиностроительных предприятий на цифровые технологии ставит перед вузами задачу подготовки профессиональных кадров, свободно владеющих навыками работы с инновационными технологиями



Пермский национальный исследовательский политехнический университет (ПНИПУ) — один из крупнейших вузов Российской Федерации



Внедрение в учебный процесс современных технологий для проектирования и управления жизненным циклом изделия и применение эффективных методик обучения гарантируют высокую востребованность выпускников университета на рынке труда. Наличие на предприятии квалифицированных специалистов необходимо для разработки и производства высокотехнологичных конкурентоспособных изделий, создание которых просто невозможно без применения передовых технологий и повышения эффективности процессов конструкторско-технологической подготовки изделий. Молодые инженеры, приходя на производство, должны иметь навыки работы с системами автоматизированного проектирования (CAD), инженерного анализа (CAE), подготовки технологической документации (CAM). Кафедра Инновационных технологий машиностроения Пермского национального исследовательского политехнического университета в числе первых в регионе внедрила в учебный процесс технологии для управления жизненным циклом изделия. На кафедру были поставлены учебные лицензии NX и Teamcenter с техподдержкой и возможностью обновления. С целью обучения и

повышения квалификации преподавателей специалистами Siemens были подготовлены и проведены специализированные семинары по теории и практике работы с PLM-технологиями, включая организацию работы в NX под управлением Teamcenter. Начало сотрудничеству ПНИПУ и Siemens положил процесс выбора университетом поставщика решения. Помимо анализа функциональных возможностей и преимуществ решений, важно было учесть реальные потребности профильных предприятий, для которых факультет готовит специалистов. Среди таких компаний — ОАО «Авиадвигатель», ПАО «Редуктор-ПМ», ПАО «Мотовилихинские заводы». «Нам пришлось изучить возможности ряда PLM-систем, представленных на российском рынке международными разработчиками, в том числе ProEngineer и Adem, провести детальный анализ предлагаемых инструментов, — рассказывает заведующий кафедрой Инновационных технологий машиностроения, профессор, д.т.н. Вадим Владимирович Карманов. — Мы выбрали решение Siemens PLM Software как единого поставщика. В портфеле Siemens PLM Software имеются все



Важным аргументом в пользу выбора решений Siemens стала концентрация на факультете профильных кафедр, осуществляющих подготовку кадров для предприятий ПАО «ОАК», АО «ОДК», АО «Вертолеты России» и ФГУП «ГКНПЦ им. М.В. Хруничева». На всех этих предприятиях широко применяются решения Siemens PLM Software, ставшие стандартом отрасли

необходимые технологии для создания современного комплекса для проектирования, изготовления и обслуживания изделия в рамках концепции электронного макета». Важным аргументом в пользу выбора решений Siemens стала концентрация на факультете профильных кафедр, осуществляющих подготовку кадров для предприятий ПАО «ОАК», АО «ОДК», АО «Вертолеты России» и ФГУП «ГКНПЦ им. М.В. Хруничева». На всех этих предприятиях широко применяются решения Siemens PLM Software, ставшие стандартом отрасли. По времени выбор PLM-системы ПНИПУ совпал с переходом ПАО «Мотовилихинские заводы» на новые технологии производства. Предприятию требовались как квалифицированные молодые специалисты, так и повышение квалификации работающих инженеров для работы с современными программными решениями Siemens PLM Software. Так в проекте появился еще один участник — «Мотовилиха». Siemens PLM Software было предложено подойти к решению задачи комплексно: была

представлена образовательная концепция подготовки инженеров-машинистов по непрерывной цепочке «вуз — завод», с интеграцией решений NX и Teamcenter в учебный процесс. Стороны договорились об объединении ресурсов, и в 2014 году стартовал трехсторонний проект. Освоить PLM-систему за один учебный курс невозможно. Необходимо изучение как минимум двух больших модулей: конструкторского и технологического. Овладев навыками 3D-проектирования, можно перейти к изучению курса технологической подготовки производства. В свою очередь, это требует изменения концепции применения ранее полученных знаний: студенту нужно как бы «забыть» все, что он изучал до этого, и учиться использовать свои знания совершенно иначе. Проблема решается при организации обучения студентов работе с системой управления жизненным циклом изделия уже на первом курсе. «Студенты легко осваивают основной функционал NX CAD в рамках учебной дисциплины и

в дальнейшем используют NX CAD при разработке проектов по другим дисциплинам, самостоятельно отработывая и расширяя полученные умения и навыки», — отмечает В.В. Карманов.

Если раньше, несмотря на выполнение курсовых проектов в NX CAD, чертежи и расчеты сдавались на проверку только в бумажном виде, то после старта проекта с Siemens PLM Software на кафедре отказались от бумажных носителей. Теперь студенты, овладевающие навыками 3D-проектирования в PLM-среде, оперируют исключительно цифровыми моделями. Проверка и согласование проектов также проводится в электронном виде. Все полученные в процессе выполнения курсовой работы данные — чертежи, расчеты, замечания преподавателя, переписка с обсуждением принятия технического решения — должны быть не только представлены в электронном виде, но и находиться в единой базе данных университета, с доступом к ним через интернет с любого компьютера. Это позволяет студентам вести совместную работу над проектом, что способствует их подготовке к приходу на реальное производство. На кафедре уже состоялись защиты комплексных дипломов.

К изучению модуля NX CAM студенты приступают на 3-4-м курсах, обучение продолжается в рамках магистратуры. Будущие инженеры осваивают программирование станков с числовым программным управлением (ЧПУ), разработку технологических процессов и другие навыки. Учебная программа основ ЧПУ предусматривает выполнение практических работ по обработке детали на

токарно-фрезерном центре с помощью управляющей программы.

Применить полученные знания студенты могут уже по окончании 3-го курса, при прохождении производственной практики.

Программа магистратуры начиная с 2015-2016 учебного года включает курс компьютерного инженерного анализа на базе NX Nastran. На базе его функционала будущим инженерам предстоит освоить расчеты, кинематический и прочностной анализ, а также сформировать навыки решения задач прочности и динамики потоков для подтверждения работоспособности проектируемых конструкций.

Также при поддержке Siemens PLM Software в ПНИПУ были организованы курсы повышения квалификации кадров предприятий г. Перми. Слушатели курсов осваивают работу в PLM-системе, проектирование в NX CAD, расчеты конструкций на прочность в NX Nastran, разработку управляющих программ для станков с ЧПУ в среде NX CAM. Было организовано обучение с целью повышения квалификации более 100 конструкторов, программистов и технологов ПАО «Мотовилихинские заводы». После программы подготовки и успешной защиты аттестационной работы слушателям вручаются дипломы о профессиональной переподготовке, подтверждающие право работы в сфере инновационных технологий в машиностроении.

В результате реализации проекта в выигрыше оказались все участники: в ПНИПУ внедрена система сквозного комплексного обучения студентов новейшим решениям —

с 1-го курса до магистратуры; на «Мотовилихе» начат процесс перехода предприятия на цифровые технологии проектирования и производства, проведено обучение сотрудников. «Главные бенефициары проекта — предприятия г. Перми, решившие проблему квалифицированных кадров, и выпускники университета, получившие гарантию своей востребованности на рынке труда, — подчеркнул Вадим Карманов. — И у нас уже есть положительные отзывы профильных предприятий о качестве подготовки студентов».

PLM-система — сложное и одновременно гибкое решение, которое постоянно совершенствуется. Овладение всеми возможностями PLM-технологий требует иной философии обучения и владения новыми методиками преподавания, аналогов которым на данный момент в России нет. «Важно уменьшить разрыв между учебным процессом и реальным производством, чтобы выпускник университета был сравним по своей квалификации со специалистом, уже проработавшим в данной области несколько лет», — объясняет В.В. Карманов. Для решения этой задачи на кафедре в учебный процесс внедряется проектная работа студентов в малых автономных группах по конкретным заказам предприятий и в ближайшее время должно начать свою работу инновационное студенческое конструкторское бюро.

В ближайших планах — создание комплекса технологий по проектированию, изготовлению, управлению производством и эксплуатации инновационных изделий и формирование базы знаний для обучения. Главная цель — расширение внедрения решений Siemens PLM Software и их более глубокая интеграция в учебный процесс для наработки компетенций у учащихся. «Реализация PLM-концепции на базе решений Siemens PLM Software привела к полному изменению процесса обучения и традиционных доктрин преподавания в университете, — подчеркивает В.В. Карманов. — И такого успеха мы достигли за счет самоотверженной работы сотрудников кафедры и поддержки специалистов Siemens PLM Software при развертывании и настройке системы, обучении команды проекта».





Покоряя новые горизонты

Каждый робот, выпускаемый компанией Ross Robotics, уникален по своим функциональным характеристикам. При этом мало кто догадывается, что все модели состоят из абсолютно одинаковых деталей. Ross Robotics создает уникальных реконфигурируемых роботов, специализирующихся на выполнении множества разнообразных задач в самых различных областях

Развить творческие идеи и организовать эффективный процесс создания роботов Филипу Норману, сооснователю и главному инженеру Ross Robotics, позволил Solid Edge

Создание уникальных реконфигурируемых роботов стало возможным благодаря разработке модульной платформы Robosynthesis®, ключевые элементы которой соединены универсальным разъемом с поворотным замком. Геометрия данной системы основана на принципе осевого и ортогонального перемещения модулей. Каждый модуль независим, но способен соединяться с одним или несколькими другими модулями в любом направлении и под любым углом. В результате количество вариантов конструкций, которые возможно собрать подобным образом, безгранично. Идея модульной платформы Robosynthesis зародилась у Филипа Нормана, сооснователя и главного инженера компании Ross Robotics, когда он работал над новым конструктором для детей. Норман рассказал о своей задумке знакомому инженеру, который пока-

зал ему систему Solid Edge®. «Это стало настоящим озарением, — вспоминает Норман. — То, что казалось несбыточной мечтой, вдруг оказалось доступным. Я с большим удовольствием осваивал Solid Edge, открывая для себя новые возможности. Особенно впечатлила легкость и скорость получения 3D-модели из эскиза. Можно собирать детали в большие сборки, создавать библиотеки из них для последующего использования. При изменении одной детали моментально обновляется вся сборка. Я получил возможность разобрать модель на отдельные элементы и начать с нуля. Мне постоянно хотелось воскликнуть «Эврика!»». Знакомство с Solid Edge и обсуждение с единомышленниками своих мыслей натолкнули его на идею создания реконфигурируемого робота. «Я понял, что эту идею необходимо довести до практического воплощения, и

полностью сконцентрировался на ней, — говорит он. — Самой сложной оказалась задача разработки и изготовления узла, обеспечивающего соединение и взаимное вращение модулей». Важнейшей частью модульной платформы Robosynthesis стал универсальный разъем из неметаллических материалов, который в дальнейшем был запатентован. Помимо задачи надежного механического соединения модулей, при помощи Solid Edge была успешно решена проблема электропитания. Система колес, позволяющая роботу передвигаться по любым типам рельефа, — еще одно уникальное изобретение Нормана. Получившая название CLAWWS, эта система, позаимствованная у перепончатых лап утки, позволяет роботу подниматься по ступенькам и двигаться по любой неровной поверхности, например через заросли кустарника. «На подбор нужной геометрии, — отмечает Норман, — ушло немало времени. Однако Solid Edge помог существенно ускорить работу. Я рассматривал один вариант за другим, сохраняя и анализируя каждый. Возможность выбора нужного варианта значительно ускоряла процесс работы. Иногда мне приходилось проектировать в условиях неопределенности и меня покидало вдохновение, но я вновь достигал полной уверенности в том, что создаю, имея возможность легко и быстро вносить изменения и на их основе принимать окончательное решение».

«С появлением синхронной технологии ряд процессов в Solid Edge значительно ускорился, — добавляет Норман. — Задачи, на решение которых раньше уходил целый день, теперь выполняются за пару часов. Временные затраты в целом сократились на 75%».



Черпая вдохновение у природы, Норман позаимствовал идею низкого центра тяжести для повышения устойчивости роботов. Он также «прикрутил» к их конструкции специальный хвост, служащий амортизатором и предотвращающий переворачивание. Модули роботов, создаваемых Ross Robotics, отличаются особой прочностью и надежностью. Детали изготавливаются вакуумной формовкой из различных видов пластика. Пресс-формы фрезеруются на станках с ЧПУ. «Мы применяем пластик, так как более жесткие материалы легко ломаются. К тому же производство пластмасс обходится нам дешевле, — поясняет Норман. — Мы покрываем пластмассу тонким слоем металла вместо изготовления металлических деталей. Такой процесс металлизации применяется также при изготовлении универсального разъема и позволяет создавать прочные, легкие и дешевые детали». Норман стремился сделать работу с модульной платформой Robosynthesis интуитивно понятной даже для неподготовленного пользователя. При сборке робота

не требуются специальные крепежи, все детали защелкиваются между собой, словно детали детского конструктора. Филип отмечает, что возможность создания в Solid Edge высококачественных фотореалистичных изображений деталей и узлов невероятно облегчает решение задач маркетинга и презентации проектов изделий потенциальным клиентам.

Для Нормана уникальная модульная система Robosynthesis — прежде всего результат увлекательной работы. «В атомной физике сам факт наблюдения способен изменить состояние элементарной частицы. А самое тщательное рассмотрение задачи не всегда позволяет получить четкие ответы. Самое главное — выявить пути дальнейшего развития замысла, а это не просто», — утверждает Норман.

Развить творческие идеи и организовать эффективный процесс создания роботов наиболее гибким способом ему позволил Solid Edge. Упорная работа Нормана обеспечила ему целый ряд патентов, а модульная система Robosynthesis вызвала огромный интерес у широкого ряда специалистов. Среди потенциальных областей применения системы — сельскохозяйственные работы, техническое обслуживание важнейших объектов инфраструктуры, разминирование. «Я стремлюсь создавать изделия высокого дизайна, но наши роботы — это всего лишь наборы деталей. Solid Edge стал нашим основным инструментом в работе над проектом, эта система предлагает исчерпывающий функционал для конструирования деталей и узлов», — отмечает Норман в заключение.



Интернет вещей



Сегодня даже самые обычные устройства содержат микрокомпьютеры, которые управляют их работой и расширяют области применения. Эти взаимодействующие между собой устройства характеризуют термином «интернет вещей». В ближайшем будущем объединенные сетью машины приведут к революционным изменениям в производстве, инфраструктуре и транспортной системе, а также в распределении и использовании энергетических ресурсов



Интернет вещей приведет к настоящей революции в машиностроении



Микроконтроллеры используются повсеместно. Фактически они представляют собой компьютеры, встроенные в различные машины. Их функциональность постоянно расширяется. Например, в стиральных машинах компьютер считывает информацию с электронных ярлычков на одежде, благодаря чему машина безошибочно определяет состав загруженных в нее вещей и выбирает соответствующий режим стирки. Другой определяет степень загрязненности одежды. Компьютер также управляет клапанами подачи воды и проверяет, чтобы люк барабана был плотно закрыт. Микроконтроллеры могут быть встроены в любую систему: в DVD-проигрыватели, электроинструменты, автомобили, компьютерные томографы. Отличие микроконтроллера от обычного компьютера состоит в габаритах и вычислительной мощности — во встроенных системах тоже имеется микропроцессор, память и интерфейсы для взаимодействия с внешним миром. Но при этом контроллеры гораздо меньше, чем ПК, и все электронные компоненты размещаются в одной микросхеме. Хотя микроконтроллеры очень малога-

баритны, их программное обеспечение вполне способно управлять сложными машинами.

Невидимые помощники

Еще в 1966 г. Карл Штейнбух, немецкий специалист по компьютерным технологиям, предсказал, что через несколько десятков лет вряд ли останется хоть одно промышленное изделие без компьютера внутри. И это его предсказание давно воплотилось в жизнь. По данным исследования, проведенного немецкой промышленной ассоциацией Bitkom и консалтинговой компанией Roland Berger, емкость быстрорастущего мирового рынка встроенных микрокомпьютерных систем составляет около 200 млрд евро. Встроенные системы занимают особо важное место в бизнесе Siemens. Почти невидимые микрокомпьютеры присутствуют практически во всей выпускаемой концерном продукции: от медицинской техники и средств автоматизации до систем управления зданиями, поездами, турбогенераторами и системами распределения энергии.



К 2020 г. объем продаж подключенных к Интернету устройств достигнет почти \$9 млрд в год
(Источник: International Data Corporation)

Как и обычным компьютерам, микроконтроллерам требуется программное обеспечение, многолетний опыт в разработке которого отличает Siemens от других в этом сегменте рынка. В компании работает 17 тысяч программистов, а в исследования в области программных разработок ежегодно инвестируется около 2 млрд евро. Но деятельность Siemens в этой сфере не ограничивается только встроенными микроконтроллерами. «Мы второй крупнейший разработчик программного обеспечения в Европе после компании SAP», — отмечает Герхард Кресс, руководитель проекта «Интеллектуальные решения для бизнеса» подразделения Siemens Corporate Development.

Встроенный интеллект

Siemens уделяет огромное внимание «вертикальным ИТ» — специализированным информационным технологиям для конкретных отраслей промышленности. Герхард Кресс поясняет, что «горизонтальные ИТ отличаются тем, что могут применяться сразу во многих отраслях. Примерами могут служить пакет Microsoft Office, системы для закупок, продаж, календарного планирования и управления базами данных. Компания Siemens придерживается другого подхода и создает вертикальные ИТ».

Вертикальные ИТ основаны на встроенных системах, что позволяет расширять их функциональность. Например, благодаря встроенным в современный компьютерный томограф интеллектуальным функциям, врач может просматривать получаемые изображения на своем мониторе и передавать данные в пакет диагностических программ (в частности, *syngo.via* от Siemens) посредством интегрированного сетевого интерфейса. Такие программы помогают медикам в диагностике, а также при проведении сравнения новых снимков пациента с ранее полученными. «Они приносят большую пользу врачам, — говорит Кресс. — Вертикальные информационные технологии стали конкурентным преимуществом нашей компании». Вертикальные ИТ предоставляют серьезные преиму-

щества заказчикам. Например, один из автопроизводителей благодаря использованию сквозных решений Siemens для автомобильной промышленности почти наполовину сократил сроки разработки изделий. В частности, речь идет о таких системах, как NX, которая предназначена для решения конструкторско-технологических задач и выполнения инженерных расчетов; PDM/PLM-система Teamcenter для управления данными об изделии и процессах на всех этапах жизненного цикла; Tecnomatix и Totally Integrated Automation для цифрового проектирования производственных мощностей и автоматизации производства, а также о системе SIMATIC IT для управления технологическими процессами в реальном времени.

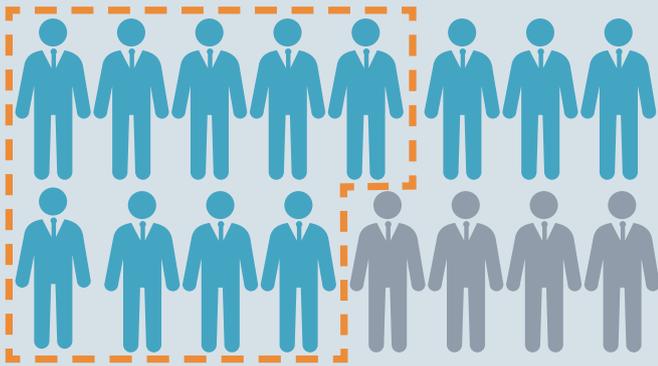
Параллельно с разработкой изделий автопроизводители применяют системы Siemens для проектирования новых заводов, повышения производительности и виртуального программирования станков ЧПУ. Это экономит время и средства, а также позволяет сократить число возможных ошибок на начальном этапе. Передача производственной информации обратно на этап разработки помогает в дальнейшем совершенствовать изделия.

«Рынок горизонтальных ИТ-систем ежегодно растет примерно на 4%, а вертикальных — на 9%», — подчеркивает Кресс. Поэтому вертикальные ИТ лежат в основе «ИТ-революции Siemens», направленной на завоевание новых рынков, занимающих нишу между традиционными и горизонтальными ИТ-решениями.

Когда деревья говорят

Аналогично глобальной сети передачи данных — интернету — сегодня создается сеть для машин. Эта тенденция открывает новые горизонты для интернета вещей — интеллектуальные системы управления получают интерфейсы для прямого взаимодействия друг с другом. «По нашим прогнозам, в 2020 г. число подключенных к сети устройств достигнет 50 миллиардов», — утверждает Ганс Вестберг, главный исполнительный директор компании Ericsson. Компания смо-

Компании применяют Интернет вещей для создания инноваций



75% руководителей сообщают, что их компании рассматривают решения на основе Интернета вещей. Из них

75% используют Интернет-вещей для поиска нового бизнеса и совершенствования изделий. (Источник: Deloitte)

Компании используют эксплуатационные данные для создания инноваций.

ла встроить микропроцессор даже в дерево, и теперь растение посылает сообщения в интернет. «Предположим, вы занимаетесь лесозаготовками, — рассказывает Вестберг. — Разве это не здорово, получать информацию о состоянии каждого дерева?»

Летом 2011 г. Siemens совместно с немецким научным журналом *Spektrum der Wissenschaft* аналогичным образом оснастили датчиками 150-летний дуб в Ботаническом саду Эрлангена. Датчик количества взвешенных частиц и датчик уровня озона регистрируют параметры окружающей среды. В дополнение данные поступают с метеостанции и веб-камеры. Благодаря наличию сети Wi-Fi установленные на дереве датчики отправляют данные на компьютер, который анализирует их, определяя состояние дерева в любой заданный момент.

Обмен данными в сообществах машин

Разумеется, концепция интернета вещей — это не только интерактивные деревья. Обмениваться данными могут и ветроэлектростанции. К примеру, на одной из таких станций, работающих под управлением программного обеспечения Siemens, турбины обмениваются информацией между собой. Это делается с целью снижения износа узлов.

Интернет вещей также находит применение в создании интеллектуальных систем распределения электроэнергии. В будущем приборы, потребляющие электроэнергию (стиральные машины, кондиционеры и др.), станут взаимодействовать с энергосистемой, что позволит уравновесить подаваемую и потребляемую мощность. Siemens и энергетическая компания Allgäuer Überlandwerk GmbH уже более трех лет проводят испытания такой интеллектуальной электрической сети. «Мы создали условия, которые, согласно прогнозам, будут широко распространены в Германии к 2020 году», — отмечает Майкл Фидлдей, главный инженер компании Allgäuer.

Автомобили также научатся общаться друг с другом и с окружающей средой, что позволит избежать аварий

и оптимизировать транспортные потоки. Например, если загруженность дороги превышает допустимый уровень, то встречные автомобили будут предупреждены об этом по беспроводным сетям. Машины будут взаимодействовать с другими машинами с целью сохранения жизни людей.

Революция в машиностроении

Интернет вещей представляет огромный интерес для многих отраслей промышленности, а в машиностроении он приведет к настоящей революции. Эту точку зрения разделяют сторонники концепции «Промышленность 4.0». Эта концепция предусматривает сценарий создания распределенных интеллектуальных сетей, при котором заводу более не понадобится централизованное управление.

Согласно такому сценарию, заготовки и станки будут обмениваться данными, самостоятельно оптимизируя технологические процессы. «Каждый полуфабрикат будет содержать крошечную встроенную систему (фактически — миниатюрный веб-сервер с беспроводным интерфейсом), выполняющую функции цифровой памяти изделия, — поясняет профессор Вольфганг Вальстер, управляющий директор Немецкого центра исследований искусственного интеллекта (DFKI) в Саарбрюккене. — Встроенная система точно знает, в какое изделие должен превратиться полуфабрикат, и самостоятельно запрашивает выполнение технологических операций на отдельных станках».

Четвертая промышленная революция

Это можно назвать четвертой промышленной революцией. Интернет вещей и децентрализованное управление способны обеспечить настолько высокий уровень гибкости производства, что даже штучное производство окажется прибыльным. Подобный подход поможет сохранить рабочие места и поддержать конкурентоспособность в странах с высоким уровнем оплаты труда. Кроме того, станки смогут гибко переключаться с одного заказа на другой без вмешательства центра-



лизованной системы управления. Профессор Вальстер называет такой подход Plug and Produce («Подключайся и изготавливай») по аналогии с применяемой в компьютерах технологией Plug and Play.

Siemens координирует работы по проекту Европейского Союза «Интернет вещей в действии», целью которого является достижение именно такого уровня гибкости производства. В рамках концепции «Промышленность 4.0» компания принимает участие и в проекте RES-COM («Сохранение ресурсов на основе управляемого контекстом взаимодействия машин»). Данный проект, возглавляемый профессором Вальстером и финансируемый Федеральным министерством образования и науки Германии, направлен на достижение эффективного использования таких ценных ресурсов, как энергия, вода, воздух и сырье. «Будет неверно полагать, что интернет вещей — это только лишь сбор информации с датчиков, — подчеркивает Йоахим Валеvски, сотрудник подразделения Siemens Corporate Technology. — Из собранных данных необходимо извлекать применимые на практике знания». К примеру, недостаточно, чтобы датчик на транспортном средстве распознавал только красные круги. Система должна знать, что машина движется в определенном направлении и приближается к светофору с красным светом, после чего прийти к правильному выводу — о том, что пора тормозить.

Объекты со встроенной системой автонавигации

Профессор Михаэль тен Хомпель, управляющий директор Института исследований материальных потоков и логистики им. Фраунгофера в Дортмунде, сравнивает грузовые контейнеры с пакетами данных в компьютерной сети и любит говорить о «логистике а-ля интернет». В будущем грузы станут самостоятельно прокладывать маршруты по логистическим сетям, взаимодействуя с окружающими объектами и средой. «Срочные грузы будут получать приоритет в доставке, а остальным придется ждать своей очереди», —

объясняет он. Встроенные в контейнеры системы, состоящие из микропроцессора, датчиков и модуля беспроводной связи, смогут не только находить оптимальные маршруты. Датчики температуры будут контролировать состояние скоропортящихся грузов и выполнять функции регистратора информации.

Облачные технологии сыграют ключевую роль в будущем логистики. Речь идет о доступе к вычислительной мощности, программному обеспечению и ресурсам памяти по интернету. «Все информационные процессы управления грузопотоками можно перенести в облако, — считает Хомпель. — Сканер RFID-меток подключается не к серверу склада, а к удаленному компьютеру в облаке». При этом грузы на своем пути получают доступ ко всему спектру услуг — аналогично программному модулю, регистрирующему доставку на склад в базе данных. Подобные небольшие приложения можно, словно блоки конструктора «Лего», собирать в более сложные сервисы, и очень многие компании будут создавать такие сервисы.

Технологии семантического анализа и интернет-сервисов

Именно такая идея лежит в основе концепции интернета сервисов. Глобальная компьютерная сеть преобразуется в набор компьютерных модулей, которые благодаря наличию стандартных интерфейсов легко комбинируются с образованием сервисов высокого уровня. На пути к этой цели институт, в котором работает Михаэль тен Хомпель, уже перевел на облачные технологии транзитный склад в г. Дуйсбург (Германия).

«У нашего облачного сервера имеется 31 бизнес-объект, каждый из которых реализован в виде программного модуля. Они выполняют самые различные функции: управление складом, прием товара... Модули разработаны десятком различных компаний, но легко комбинируются друг с другом, так как все они поддерживают одинаковые стандарты взаимодействия», — рассказывает Хомпель. Всего через две недели склад

На сегодняшний день общий объем цифровой информации на планете составляет 8591 экзабайт. Это соответствует 1,2 терабайтов данных на каждого жителя Земли

был полностью готов к работе, хотя обычно на подготовку уходят месяцы.

Будущий интернет сервисов способен облегчить нашу жизнь. Ряд исследователей прогнозируют появление онлайн-рынка, создающего сервисы и предоставляющего их всем желающим. Тогда, к примеру, при отказе системы отопления владельцу дома не придется заниматься вызовом сантехников. Достаточно будет сообщить о проблеме на платформе предоставления сервисов. Применяя технологии тематического анализа, система поймет, в чем заключается проблема, и оценит серьезность ситуации в зависимости от времени года и прогноза погоды. Затем система автоматически подберет подходящих сантехников и скорректирует время выполнения работ с учетом графиков всех заинтересованных лиц. Для реализации подобной системы требуется стандартный механизм описания сервисов, аналогичный применяемому в языке Unified Service Description Language (USDL). Язык USDL был разработан в рамках немецкой исследовательской программы «Тесей», ведущим исполнителем которой стал Siemens.

Аналогично автономные сервисы в интернете сыграют ключевую роль в создании интеллектуальных электросистем будущего. Программные агенты смогут самостоятельно покупать и продавать электроэнергию от лица ее потребителей и поставщиков. Цены на такой виртуальной энергетической бирже будут учитывать не только текущий спрос и предложение, но также и историю, и прогноз.

Здания со встроенным интеллектом

В будущем гигантский объем представленных в интернете данных станет основой новых сервисов. Это могут быть сервисы для зданий и их владельцев, учитывающие суточные профили потребления электроэнергии в разное время года, сервисы для управления транспортными потоками в зависимости от количества автомобилей в разное время суток, сервисы для систем автоматизации зданий, учитывающие

прогноз погоды. Например, зная о приближении теплового фронта, здание самостоятельно сможет начать постепенное отключение отопления. Обладающая подобной функциональностью система способна даже предсказать неизбежный отказ того или иного узла. В частности, в газовых турбинах производства компа-



нии Siemens установлены тысячи датчиков, передающих информацию в нейронные сети. Это позволяет контролировать и оптимизировать работу турбины. Компания Siemens собирает эксплуатационные данные примерно с 400 турбогенераторов по всему миру и на основе полученной информации прогнозирует степень износа различных деталей, а также обеспечивает их профилактическую замену, не доводя их до ситуации выхода из строя. Профилактический ремонт с целью избежать внезапной поломки — огромное преимущество машины или техники, способной рассказать о своем состоянии самостоятельно.

Кристиан Бак



American Axle

В основе успеха American Axle & Manufacturing Holdings, Inc. (AAM), глобального поставщика первого уровня в автомобилестроении, — экономичность выпускаемой продукции и особое внимание, уделяемое вопросам качества, надежности, гарантийного обслуживания, технической поддержки при поставках и выводе новых изделий на рынок.

Производственный опыт этого ведущего производителя трансмиссий и соответствующих узлов для малотоннажных грузовиков, внедорожников, легковых автомобилей, кроссоверов и коммерческого транспорта превышает 90 лет, а объем продаж достигает 3,7 млрд долларов США в год. Более 13 тысяч ее сотрудников работают свыше чем на 30 заводах, расположенных по всему миру и обслуживают около 100 предприятий-заказчиков.

В компании уверены: трансмиссия должна быть бесшумной и не соз-

давать вибраций, чтобы крутящий момент двигателя достигал колес незаметно для водителя. Поэтому свою цель в ААМ видят в обеспечении плавной передачи крутящего момента. Тихая и свободная от вибраций трансмиссия сразу повышает класс автомобиля и степень удовлетворенности покупателей.

Чтобы соответствовать самым жестким отраслевым стандартам, в ААМ применяются и численное моделирование, и натурные испытания автомобильных мостов и трансмиссий. «Мы широко используем компьютерные расчеты методом конечных элементов для оценки характеристик изделий, в том числе шума и вибрации, — рассказывает главный конструктор Глен Стейер. — В ААМ для инженерных расчетов применяется система NX, для расчетов шумов, вибраций методом конечных элементов — NX Nastran, а для сбора данных при натурных испытаниях

и проектирования изделий с учетом полученных результатов — LMS Test.Lab™».

Ранее для численного моделирования в ААМ применялось приложение I-deas™. «Работа с I-deas шла очень успешно, — отмечает Жаогу Сан, старший руководитель по расчетам шумов и вибраций в ААМ. — Но мы осознали необходимость выхода на новый технологический уровень и расширения спектра возможностей».

Требования, сформулированные специалистами для выбора системы численного моделирования следующего поколения, предусматривали, что новая система должна обладать всеми преимуществами функционала I-deas, который уже отлично зарекомендовал себя и был высоко оценен инженерами компании. Вместе с тем ожидалось, что система будет обладать новыми функциями, которые отсутствовали в I-deas, но были крайне необходимы для реализации задач предприятия.

Тщательный анализ представленных на рынке средств расчетов методом конечных элементов на предмет их соответствия выдвинутым требованиям показал, что NX CAE оказалась единственной системой, которая не только отвечала всем требованиям, но и превосходила их. Специалисты ААМ оценили мощные функции создания конечно-элементных сеток в автоматическом и ручном режимах, встроенный модуль модального анализа спектра отклика, автоматизацию задач моделирования и возможность работы в пакетном режиме. Высокую оценку получила эффективность решателя Nastran, который на протяжении нескольких десятков лет является общепризнанным стандартом при расчетах шумов и вибраций в автомобилестроении. NX Nastran, интегрированный с NX CAE, представляет собой основу для работы специалистов во всем мире при расчете шумов и вибраций. Поскольку для конструирования изделий в ААМ используется NX CAD, специалисты смогли в полной мере оценить преимущества NX CAE в плане сокращения сроков расчетов. Основанные на одной платформе системы NX CAD и NX CAE обеспечивают прямую передачу CAD-моделей из системы автоматизированного проектирования инженерам-расчетчикам без каких-либо ошибок, связанных с преобразованием данных. Инженеры создают конечно-элементные модели на основе полученной геометрии — эти модели автоматически обновляются, если конструктор вносит изменения в CAD-файлы. Благодаря этому компании ААМ удалось сократить сроки цикла «проектирование — расчет».

«С момента внедрения NX CAE мы строим конечно-элементную модель по CAD-данным и получаем результаты расчета всего за один день», — говорит Алекс Сэндстром, старший инженер по расчету шумов и вибраций. Сан добавляет, что целью группы расчета шумов и вибраций является дальнейшее сокращение сроков численного моделирования до нескольких часов. «Мы уверены, что с помощью NX CAE эта задача выполнима», — заявляет он. Инженеры знают, что в решении столь амбициозной задачи им помогут реализованные в NX CAE функции протоколирования

и автоматизации работы, а также пакетного создания конечно-элементных сеток. Преимущество численного моделирования состоит в возможности предусмотреть и проанализировать поведение готового изделия

мического поведения узла применяется специализированный модуль NX Response Simulation. Получаемые в этом модуле графики легко передаются в LMS Test.Lab, где выполняется сравнение и корреляция с результатами натур-

Компания American Axle & Manufacturing ежегодно снижает затраты на исполнение гарантийных обязательств

уже на этапе проектирования. Это позволяет сократить финансовые и временные затраты на выпуск опытных образцов. Если моделирование не гарантирует точного прогноза реальных характеристик изделия, оно теряет смысл. Чтобы расчеты шумов и вибраций соответствовали действительности, инженеры компании ААМ сопоставляют результаты численного моделирования и натуральных испытаний, проводимых на самых современных стендах. Такая задача решается посредством созданного контура обратной связи между системами NX CAE и LMS Test.Lab. Сначала конечно-элементная модель создается и рассчитывается в NX CAE, для интерактивного анализа дина-

ных испытаний. На основе полученных корреляций инженеры корректируют расчетные модели, обеспечивая полное соответствие реальному поведению изделия. Это значительно повышает точность последующих расчетов. Компания ААМ уделяет особое внимание вопросам поведения изделий в ходе эксплуатации. «Мы ежегодно снижаем затраты на исполнение гарантийных обязательств», — отмечает Стейер. Достигнутый успех в значительной мере связан с усилиями инженеров, направленными на снижение шумов и вибраций. Он добавляет: «Siemens PLM Software оказала нам неоценимую помощь в освоении передовых технологий для анализа шумов и вибраций».



Управлять переменами

Renault, внедрившая средства
численного моделирования
систем изделий одной из первых,
широко применяет решение
LMS Imagine.Lab Amesim
более десяти лет



Внедрение LMS Imagine.Lab
Amesim открыло перед Renault
мир новых возможностей



«Управляй переменами» — так звучит новый слоган одного из крупнейших мировых автопроизводителей — компании Renault. Он отражает ее стремление производить доступные средства передвижения, а также смелое видение, лежащее в основе корпоративной культуры и в способах организации рабочих процессов. Компания постоянно внедряет новые инициативы, направленные на максимальное повышение эффективности процесса создания автомобилей. А ее руководящим принципом на всех уровнях организации — от центров разработок до производственных площадок — выступает оптимизация ресурсов. Опираясь на высокую репутацию бренда, Renault уверенно расширяет свое международное присутствие.

Renault, внедрившая средства численного моделирования систем изделий одной из первых, широко применяет решение LMS Imagine.Lab Amesim™ на протяжении 10 лет. Это позволяет компании уже на ранних этапах оценивать и оптимизировать такие параметры, как дорожные качества автомобиля, шумы, вибрации, жесткость. Возможности приложения активно используются для оптимизации характеристик двигателя и повышения топливной экономичности.

Вступающие в действие европейские стандарты по допустимому уровню токсичности выхлопных газов Euro 6 и Euro 7 поставили перед компанией задачу совершенствования автомобилей. Необходимость создания инновационных изделий, объединяющих в себе различные сложные технологии и соответствующих строгим нормативным требованиям, потребовала модернизации рабочих процессов и применяемых инструментов. Ведь теперь конструктора должны разрабатывать более сложные системы управления двигателем, а в результате усложняющегося взаимодействия между растущим числом систем и приводов — учитывать большее число степеней свободы.

Также потребовалась организация эффективной совместной работы инженеров, говорящих на разных языках и использующих в работе различные стандарты и правила, в географически распределенной среде. Renault представляет собой транснациональную группу компаний: во Франции находятся все проектно-технологические службы, в Румынии специализируются на испытаниях контроллеров с устройствами управления на стендах, в Индии пишут и отрабатывают программный код, а в Испании и Корее — осуществляют доводку.

Различные отделы, центры разработок и производственные площадки компании расположены в 115 странах. Совокупность различных культур, технических дисциплин и опыта затрудняет взаимный обмен знаниями, а перевозка тяжелых и хрупких опытных образцов на большие расстояния даже не представляется возможной. Любое взаимное непонимание способно нарушить работу распределенных конструкторских групп.

Хотя все специалисты имеют общую цель, их инструменты и применяемые методы различаются. Конструкторы оптимизируют параметры двигателя в установившемся режиме, чтобы добиться максимально высоких технических показателей. Например, используемые ими расчетные коды должны точно определять объем воздуха, который попадает во впускной коллектор, для того, чтобы верно оценить наполнение и состав воздушно-топливной смеси в цилиндрах. Инженерам по системам управления, испытаниям, валидации и калибровке также необходимы точные модели, по которым они смогут выполнять экстраполяцию и интерполяцию в целях прогнозирования. В то же время им нужно иметь возможность упрощать сложные модели, так как разработчикам систем управления нужны гибкие мультифизические модели. Хотя инженеры применяют подробные модели на этапе описания алгоритмов управления, для отработки работы в реальном времени требуется их упрощение, поскольку подробные модели резко увеличивают вычислительное время.

Для организации эффективной совместной работы инженеров в компании Renault была поставлена задача приобрести решение для поддержки глобальных процессов и создания виртуальных опытных образцов. Требовалась стандартизированная система, чтобы разработчики могли легко обмениваться моделями. Разумеется, модели должны быть точными, но в то же время обладать достаточной гибкостью, чтобы различные группы специалистов могли адаптировать их к решению той или иной задачи. Они должны легко трансформироваться, сохраняя необходимую точность. И компания Renault внедрила LMS Amesim в качестве стандартного инструмента междисциплинар-

ных расчетов, применяемого на всех этапах создания систем управления. LMS Amesim стал единым языком общения для работающих в различных подразделениях и странах инженеров, что способствовало оптимизации процессов разработки. Использование этого решения не ограничивается задачами оптимизации конструкции двигателей, LMS Amesim также применяется на таких этапах разработки изделия, как SIL и HIL. Разработчики систем управления работают с высокоточными 1D-моделями двигателя и его подсистем, создаваемыми инженерами-конструкторами. Благодаря взаимодействию моделей удается достичь баланса сложности и функциональности разрабатываемого изделия.

Применение решения LMS Amesim позволило компании Renault достичь полной интеграции моделей объекта управления с системой управления. Таким образом, инженеры связывают с помощью интерфейса LMS Amesim модели систем управления с моделями объекта управления либо импортируют их в среду Simulink. Встроенная функция совместного расчета разных частей системы в одном цикле позволяет инженерам соединять модель, созданную в LMS Amesim, с моделью системы управления. Инженер на этапе проверки работы системы управления выбирает наиболее оптимальный вариант решения в зависимости от стадии разработки. Путем интеграции созданной в LMS Amesim модели объекта управления с системой управления можно перейти к разработке изделия согласно этапам MIL (отработка алгоритма управления), SIL (отработка программного кода управления), HIL (отработка физических контроллеров).

Замена натуральных испытаний опытных образцов двигателей расчетными виртуальными моделями обеспечивает существенную экономию. Натурные испытания двигателя на стендах — исключительно дорогостоящее дело. Инженеры компании Renault в полной мере реализовали все возможности оптимизации процессов, используя во всех подразделениях при создании всех типов двигателей и коробок передач такие технологии, как совместный расчет разных частей системы в одном цикле расчета и разработка изделия согласно этапам MIL, SIL, HIL.

«Внедрение LMS Amesim открыло перед нами мир новых возможностей, — отмечает Винсент Тало, специалист по расчетам моделей в компании Renault. — Сначала я был одним из двух инженеров, владевших методами численного моделирования. Сегодня, благодаря внедрению системы во всей компании, наши румынские коллеги включают разработанные ими модели двигателей в общий цикл проектирования и занимаются оптимизацией конструкции. Таким образом, они помогают нам оценивать модели существующих двигателей, а также создавать совершенно новые модели».

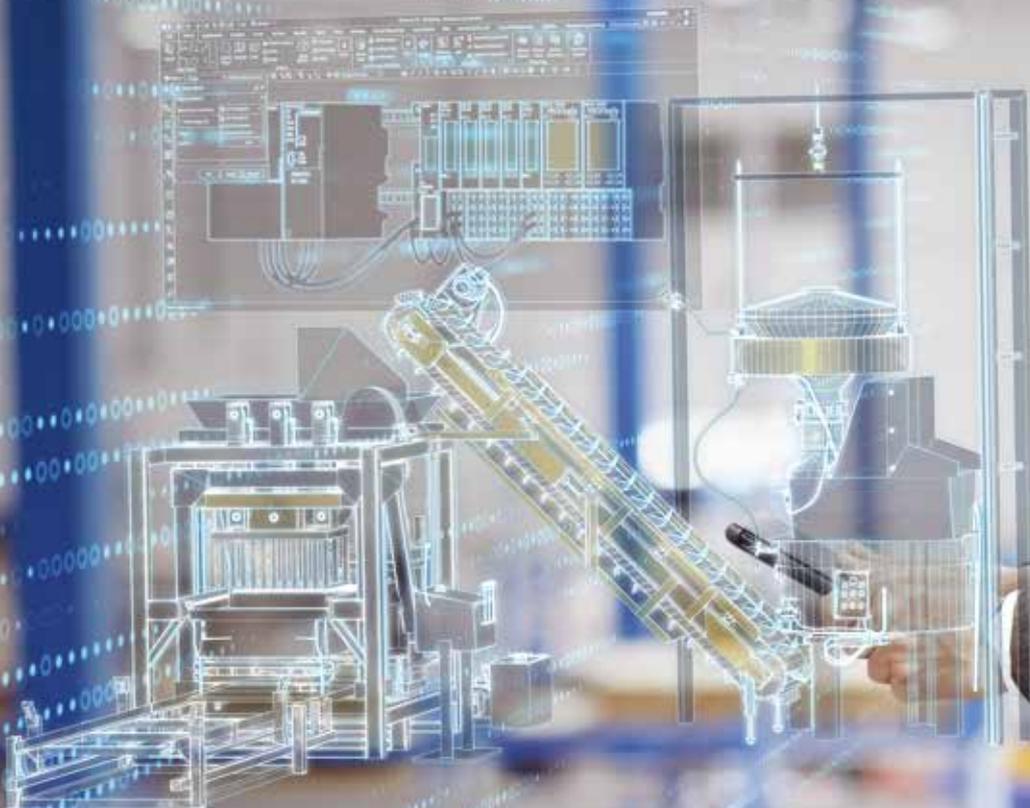
Внедрение стандартной системы моделирования дало не только технические преимущества — система стала эффективным средством управления ресурсами. «Работа в LMS Amesim позволила нашим сотрудникам сконцентрироваться на своей основной задаче — создании инноваций, — поясняет Винсент Тало. — Внедрение LMS Amesim в качестве стандартного решения позволило резко повысить эффективность. Однако самое существенное преимущество заключается в значительной экономии, достигнутой благодаря использованию этого решения. Мы не только резко сократили применение испытательных стендов, но и повысили качество продукции благодаря внедрению новых подходов к разработке алгоритмов управления. Компания Renault снизила затраты на гарантийное обслуживание на протяжении всего жизненного цикла выпускаемых автомобилей».

Инженеры Renault полагают, что разработка систем на основе моделей является обоснованным и правильным подходом, поэтому ведется работа по дальнейшему совершенствованию рабочих процессов.

К примеру, разработка все большего и большего числа исполнений двигателей требует валидации огромного количества их моделей. Быстрый рост количества моделей и вариантов исполнения создает проблему их первичной и повторной идентификации. Внедрение стандартной системы моделирования уже позволило компании Renault сократить время идентификации моделей в 5 раз — с 50 до 10 дней. Компания планирует довести этот показатель до двух дней. Эта амбициозная цель отражает приверженность компании Renault своим принципам и ее стремление управлять переменами в автомобильной промышленности.

SIEMENS

© 2015 Siemens Product Lifecycle Management Software Inc. Siemens и логотип Siemens являются зарегистрированными товарными знаками компании Siemens AG. Все прочие товарные знаки, зарегистрированные товарные знаки или знаки обслуживания являются собственностью их владельцев.



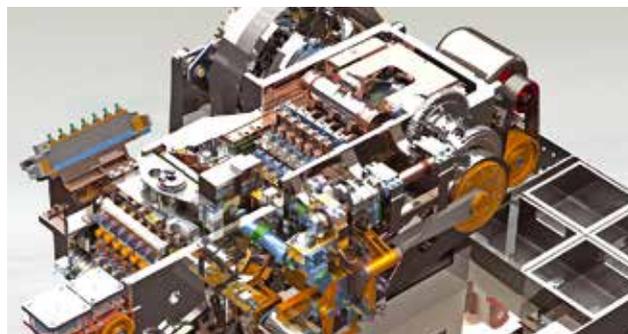
Реализуем возможности

Siemens PLM Software: отраслевые решения для интеллектуальных инноваций

Как успешно конкурировать в условиях, когда даже одна инновация способна трансформировать целые отрасли? В мире «интеллектуальных изделий» традиционные критерии успеха — качество, себестоимость, сроки — важны, только их уже недостаточно. Пришло время перейти от передовых приемов работы к созданию совершенно новых подходов и бизнес-моделей. Предприятия с перспективным мышлением преобразуют инновационные процессы и объединяют этапы жизненного цикла изделия — от замысла до эксплуатации — на единой цифровой платформе. Потому что наличие хорошей идеи еще не гарантирует ее реализации — нужно уметь воплотить ее в жизнь.

Интеллектуальная линейка решений для создания инноваций — Smart Innovation Portfolio от Siemens PLM Software гарантирует преобразование цифрового предприятия для успешного воплощения прорывных инноваций. Воплощайте смелые идеи.

siemens.com/plm/vision, +7 (495) 223 36 46



Smart Innovation Portfolio — адаптивная система, которая предоставляет всем участникам PLM-процесса нужную информацию своевременно, в правильном контексте. Интеллектуальные модели, входящие в состав решения, содержат всю необходимую информацию для последующего эффективного производства изделия.

Воплощаем инновации

