

Июль 2017 | www.siemens.ru/plm

SIEMENS

Ingenuity for life

PLM Эксперт

Инновации в промышленности

Дигитализация
меняет всё

PLM Эксперт

Воплощаем инновации

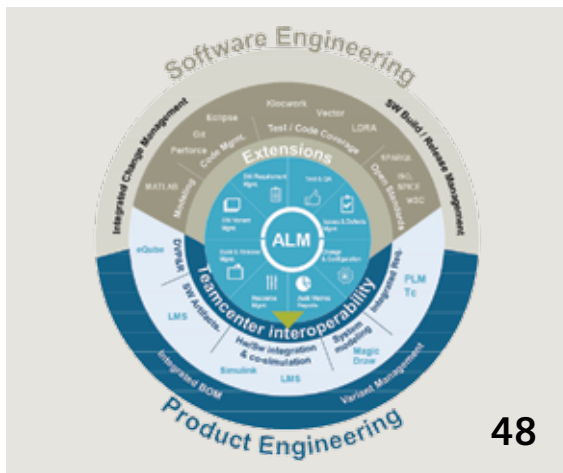
Siemens PLM Software



3



8



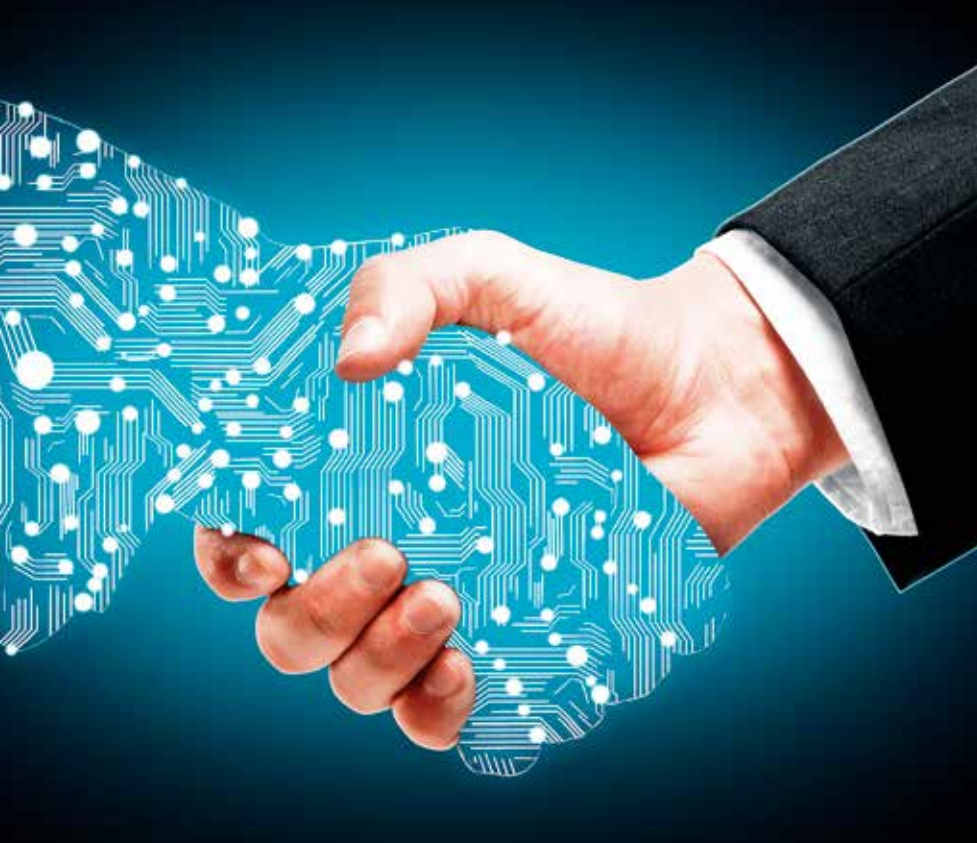
48



38

Содержание

- 2 Новости**
- 8 Самое важное – в деталях**
На конференции для аналитиков Siemens представил результаты инвестиций в развитие программных решений
- 12 Другие говорят, Siemens делает!**
Интервью В. Беспалова, вице-президента, генерального менеджера Siemens PLM Software
- 18 Российские Космические Системы**
«У нас амбициозная цель — стать одной из самых продвинутых «цифровых» компаний в России». Интервью В. Денежкина, ИТ-директора РКС
- 24 Испытания для космической доставки**
Экспертные знания в области испытаний и проверки запуска космических грузов востребованы разработчиками спутников и производителей комплектующих для них
- 28 Движение по Азимуту**
Информационная среда компании «Азимут» характеризуется высокой степенью автоматизации бизнес процессов
- 30 Достичь большего меньшими средствами**
Рынок требует новых изделий с расширенной функциональностью при одновременном снижении стоимости
- 34 Индустрия 4.0: семь фактов**
Что выступает движущей силой преобразований?
- 36 Будущее машиностроения**
Экспертное мнение – Ян Мросик, CEO подразделения Digital Factory концерна Siemens
- 38 Три аспекта завода будущего**
Созданные Siemens системы управления жизненным циклом изделия преобразуют способы создания изделий и производственных линий
- 42 Создание турбин в виртуальном мире**
Новые цифровые процессы позволили заводу Siemens повысить коэффициент использования станочного парка и сократить сроки изготовления элементов горелки газовой турбины
- 44 Время новых технологий**
Британская Tokamak Energy проектирует термоядерную электростанцию в Solid Edge
- 48 Управляем встроенным интеллектом**
Объединенная ALM-PLM-система обеспечивает замкнутый цикл управления изменениями
- 52 Численное моделирование динамики автомобилей нового поколения**
На протяжении десятилетий Daimler задает тенденции развития автомобильной промышленности



Siemens приобрел Mentor Graphics за 4,5 млрд долларов

Siemens приобрел американскую корпорацию Mentor Graphics. Закрытие сделки стоимостью в 4,5 миллиарда долларов состоялось в конце марта. Приобретение ведущего поставщика систем автоматизированного проектирования электронных устройств делает Siemens уникальным участником рынка решений для цифрового производства, предлагающим средства проектирования механических, тепловых, электрических и электронных систем, а также встроенного программного обеспечения, работающего на единой платформе.

Это событие принесет существенную пользу заказчикам компании, разрабатывающим электронные приборы и интегральные микросхемы. При помощи интегрированных средств разработки и встроенного ПО они смогут создать больше инноваций, повысить эффективность производства и оптимизировать процессы эксплуатации выпускаемых изделий. Впервые появилась возможность

междисциплинарной оптимизации сроков, качества, эффективности, гибкости и безопасности на всех этапах жизненного цикла изделия и в масштабах расширенного предприятия, объединяющего нескольких производителей. «Вся линейка EDA-систем от компании Mentor критически важна для достижения наших целей по расширению клиентской базы и созданию самого полнофункционального комплекса решений для поддержки цифрового производства в мире», – заявил Тони Хеммельгарн, президент и главный исполнительный директор Siemens PLM Software. С 2007 года Siemens вложил более 10 млрд долларов в приобретение компаний-разработчиков программного обеспечения, значительно расширив свое присутствие на рынке. Сделка с Mentor упрочняет лидерство Siemens и знаменует появление на рынке ведущего мирового поставщика промышленного программного обеспечения для цифровых предприятий.

Аддитивное производство онлайн

Онлайн-платформа для глобальной поддержки аддитивного производства объединит предприятия по всему миру и обеспечит доступ к мировому опыту проектирования и услугам 3D-печати. О планах разработки такой платформы Siemens объявил на Ганноверской выставке. Новая платформа станет средой, объединяющей мировое сообщество машиностроителей с целью максимально эффективного использования ресурсов, обмена производственным опытом и создания новых возможностей для бизнеса.

За счет сведения заказчиков деталей с микрофабриками онлайн-платформа позволит участникам изготавливать детали методом 3D-печати на заказ и в любой точке мира. Кроме того, будет поддерживаться совместная работа, что поможет оптимизировать процессы создания инноваций и ускорит внедрение трехмерной печати в качестве общепринятой технологии изготовления деталей.



Создаваемая Siemens онлайн-платформа решит проблемы, связанные с растущим спросом на изготовление уникальной продукции на заказ и обеспечением глобального доступа к опыту и новейшим технологиям в области аддитивного производства. Участники проекта смогут мгновенно связываться друг с другом и совместно работать над созданием инновационных изделий, применяя новейшее программное обеспечение для поддержки аддитивного производства. Ввод новой платформы запланирован на середину 2018 года.

На Петербургском международном экономическом форуме ПАО «КАМАЗ» и компания «Сименс АГ» подписали Соглашение о сотрудничестве и партнерстве

Свои подписи под документом поставили генеральный директор ПАО «КАМАЗ» Сергей Когогин и член Правления «Сименс АГ» Роланд Буш. Партнеры намерены сотрудничать по ключевым направлениям деятельности компаний. Речь идет об использовании инновационных решений для автомобильной промышленности в соответствии с кон-

мы автоматизации (стойки управления станками с робототехническими комплексами, промышленные контроллеры, датчики, контроллеры, частотные преобразователи и т.д.). Это обеспечит унификацию закупаемых систем промышленной автоматизации и создаст условия для экономики в долгосрочной перспекти-

«Сименс» обладает как технологиями разработки электромобилей, так и решениями, которые используются для создания необходимой инфраструктуры для гибридного транспорта. Сотрудничество в данной области позволит «КАМАЗу» получить доступ к этим технологиям и знаниям, необходимым при разработке гибридного транспорта.

«Переход «КАМАЗа» на новый модельный ряд, наши разработки перспективных семейств автомобилей, в том числе на газовом топливе, энергоэффективных транспортных средств для магистральных, городских и полноприводных перевозок, беспилотных автомобилей подразумевают внедрение не только современных станков и оборудования, но и дигитализацию производства. И в этом сложном процессе нам необходима помощь лидеров рынка цифровых технологий, одним из которых, безусловно, является «Сименс АГ», — подчеркнул генеральный директор ПАО «КАМАЗ» Сергей Когогин.

«Тема дигитализации производства является одной из самых актуальных для современной экономики. И мы рады, что такое ведущее российское машиностроительное предприятие, как «КАМАЗ» уделяет данному вопросу должное внимание. Подписанное сегодня соглашение станет началом большой совместной работы. Уверен, что внедряемые цифровые решения и технологии «Сименс» помогут нашему партнеру достичь ряда преимуществ: сократить сроки запуска новых автомобилей, снизить трудоемкость при серийном производстве и уменьшить себестоимость готовой продукции», — отметил Роланд Буш.

На фото: Роланд Буш, член Правления «Сименс АГ» и Сергей Когогин, директор ПАО «КАМАЗ».

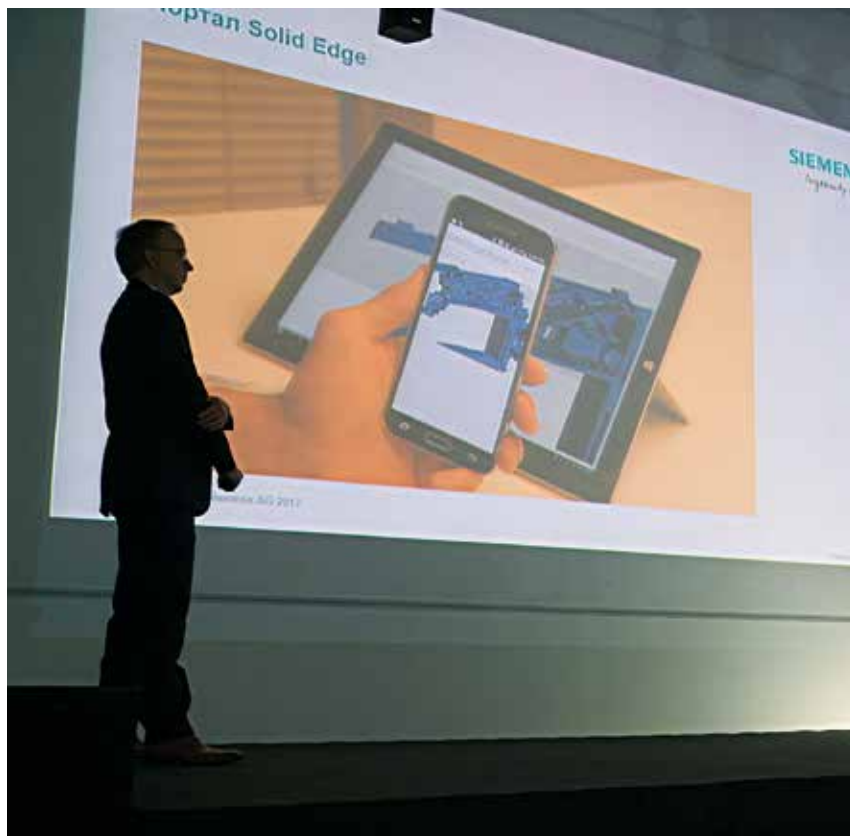


цепцией цифрового производства и технологии цифровой симуляции процессов производства грузовых автомобилей.

В рамках сотрудничества предполагается создание единой платформы «КАМАЗ» для мониторинга и оперативного управления (МОМ) различными объектами производства в режиме реального времени. На предприятиях предусмотрена модернизация существующего оборудования для возможности его использования в терминах «цифровое производство» и «умная фабрика». Будут разработаны стандарты промышленной автоматизации, которые позволят унифицировать систе-

мы. Также компании планируют совместную реализацию проекта «Реинжиниринг автопроизводства и создание перспективного семейства автомобилей «КАМАЗ». Документ затрагивает и внедрение решений концепции Индустрия 4.0. Это и создание цифровых двойников изделия и производства, и разработка корпоративного стандарта «КАМАЗ» в области дигитализации, и повышение энергоэффективности производства. Кроме этого, компании рассматривают возможность реализации проектов в области создания электрических автомобилей (eTruck) и автобусов (eBus).

Расширение возможностей



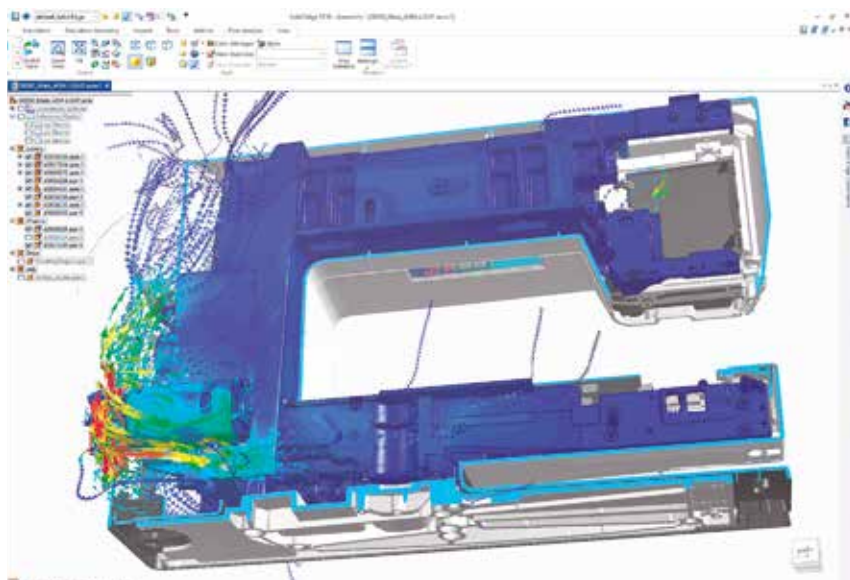
Solid Edge ST10 выводит аспекты разработки изделия и подготовки производства на принципиально новый уровень. В этой версии реализованы новейшие технологии автоматизированного проектирования, включены полностью интегрированные средства газогидродинамических расчетов, новейшие инструменты поддержки технологий 3D-печати и новые способы создания технической документации. Система обеспечивает

удобное управление конструкторскими данными любых объемов. Появилась и поддержка абсолютно новой технологии совместной работы в защищенном облаке. Реализованная в Solid Edge ST10 уникальная технология объединенного моделирования Convergent Modeling, созданная Siemens, резко повышает производительность труда конструкторов и упрощает работу с импортированной геометрией. Помимо тра-

диционных функций CAD-системы, в версии Solid Edge ST10 представлен обширный набор инструментов для оптимизации процессов разработки изделий. Новая технология оптимизации топологии, относящаяся к средствам автоматизированного создания геометрии, выполняет оптимизацию массиво-прочностных характеристик деталей. Объединенное моделирование существенно упрощает работу с геометрией, представляющей собой набор граней, поверхностей и твердых тел. Как правило, именно такая геометрия получается при импорте файлов из других CAD-систем или в результате оптимизации топологии. Новые функции численного моделирования, в частности полностью интегрированные в систему средства расчета потоков жидкостей и газов, избавляют от необходимости обмена данными с другими приложениями. Теперь конструкторы смогут выполнять быстрые и точные газодинамические и тепловые расчеты непосредственно в Solid Edge.

Улучшения функционала технологической подготовки производства (САМ) обеспечивают эффективную разработку управляющих программ для станков с ЧПУ и разработку сложных листовых деталей с оптимизацией геометрии для повышения технологичности. Новые средства поддержки аддитивного производства позволяют изготавливать детали методом 3D-печати как самостоятельно, так и с помощью сторонних поставщиков подобных услуг. Это существенно расширяет выбор применяемых материалов и оптимизирует производственные процессы.

Совершенствование встроенных в Solid Edge функций управления данными и расширенная интеграция с системой Teamcenter® позволили получить масштабируемое решение по управлению данными об изделии, при помощи которого предприятия любого размера смогут перейти на путь цифрового производства. Благодаря наличию встроенных средств интеграции с Teamcenter теперь Solid Edge поддерживает классификацию деталей и узлов, а также автономную работу без доступа к сети.



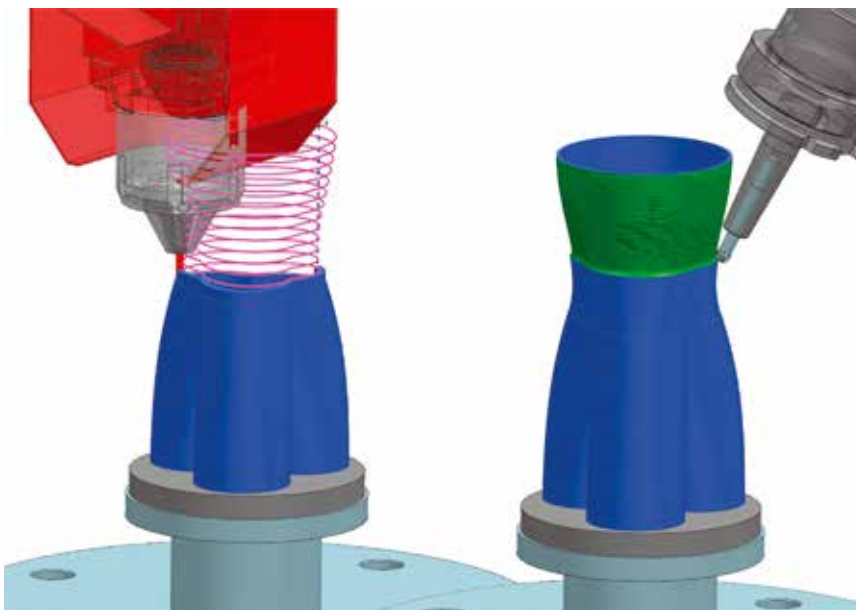
Инвестиции в прорыв

С целью реализации новых возможностей роста и развития в индустрии цифрового проектирования изделия Siemens и Bentley Systems объявили о новом стратегическом партнерстве. Компании намерены инвестировать не менее 50 млн евро в разработку совместных решений и расширение линейки предложений для промышленности и объектов инфраструктуры. Это обеспечит уникальное применение новых облачных технологий для создания единой среды обработки данных, объединяющей стратегии автоматизированного проектирования обеих компаний. Также Siemens приобрел на вторичном рынке акции Bentley на сумму около 70 млн евро. Программа приобретения акций будет продолжена до момента

их выхода на фондовый рынок. Новые инициативы по инвестициям распространяются практически на все подразделения концерна Siemens. Они способствуют накоплению знаний и их реализации в решениях Siemens на базе дополняющих систем автоматизированного архитектурного проектирования, расчетов и моделирования компании Bentley. В результате создаются интегрированные модели – «цифровые двойники», отображаемые в удобном 3D-интерфейсе. Генеральный директор Bentley Systems Грег Бентли считает, что только в сотрудничестве с Siemens его компания может совершить прорыв, перейдя от простого внедрения Интернета вещей к использова-

нию цифровых моделей для визуализации работы и оценки эксплуатационных характеристик подключенных к сети объектов инфраструктуры. Настоящее стратегическое партнерство расширяет действующее сотрудничество Siemens и Bentley Systems. Компании давно предлагают дополняющие линейки программных продуктов, лицензируя технологии друг друга. Ранее была выполнена интеграция решений Bentley и подразделений Siemens – Digital Factory и Process Industries & Drives, что позволило заказчикам компаний существенно улучшить процессы подготовки производства и контроля проектных решений, сократить сроки и снизить себестоимость.

Поколение промышленных технологий – NEXT



Поставки первого в мире решения, объединяющего все этапы аддитивного производства – от автоматизированных средств оптимизации конструкций до современных технологий 3D-печати, начались. Новое сквозное решение для поддержки аддитивного производства, разработанное Siemens, включает в себя интегрированные средства проектирования, численного моделирования, цифрового производства, а также управления данными и процессами. Генеративное проектирование на основе технологий

объединенного моделирования (Convergent Modelling) и топологической оптимизации позволяет создавать сложные органические поверхности с оптимизированными характеристиками, подходящие для изготовления методом 3D-печати. Это сокращает число деталей в сборке, снижает массу и повышает прочность изделий. Siemens PLM Software раздвигает границы возможностей аддитивного производства и способствует развитию промышленности, считают аналитики CIMData. Компания

разрабатывает средства создания функционально оптимизированной геометрии, которую невозможно получить традиционными методами проектирования и производства. Эта принципиально новая технология способствует созданию инноваций. Возможность гибкого управления формой деталей позволяет существенно сократить затраты и повысить технические характеристики изделий, что принесет колоссальную пользу в самых различных отраслях. Революционное решение объединяет NX, Simcenter, Teamcenter, а также единую архитектуру для дискретного производства SIMATIC IT и SIMATIC WinCC. Оно включает в себя две новые технологии автоматизированного генеративного проектирования: объединенное моделирование и топологическую оптимизацию. Интеллектуальные модели применяются на этапах проектирования, инженерных расчетов и производства изделий без необходимости преобразования данных. «Это только начало нового поколения промышленных технологий», – прокомментировал выход нового решения Тони Хеммельгарн, президент и главный исполнительный директор Siemens PLM Software.

Неподвластное времени очарование



Решения Siemens для дальнейшей оптимизации процессов конструирования и изготовления престижных яхт Ferretti Yachts и CRN выбрала итальянская группа компаний Ferretti — мировой лидер в проектировании, строительстве и продаже моторных яхт и прогулочных судов. С помощью решений NX и Teamcenter группа компаний Ferretti рассчитывает сократить сроки разработки и строительства яхт, а также уменьшить

производственные издержки, не снижая высочайших стандартов качества. Для совершенствования процессов проектирования и изготовления деталей из композитов Ferretti будет использовать продукты линейки Fibersim.

Решающим фактором выбора Siemens в качестве поставщика стала возможность работать в рамках единой открытой платформы с данными об изделии, создаваемыми в PLM-системах других разра-

ботчиков. Принятое решение полностью отвечает стратегии ведения бизнеса итальянской группы компаний, осуществившей серию инвестиций в производство новых судов. Комментируя выбор компании, Джулиано Капицци, директор по информационным технологиям группы компаний Ferretti, отметил: «У нас появилась необходимость зафиксировать накопленные знания в цифровом виде и автоматизировать производство с целью повышения эффективности в глобальном масштабе, обеспечить надежную защиту данных. Решение Siemens для судостроения обеспечивает полную дигитализацию всего процесса и позволит нам сократить сроки и расходы».

Создаваемые Ferretti суда отличаются высочайшим качеством, безопасностью, прекрасными мореходными данными и исключительным дизайном. В них есть неподвластное времени очарование. Под брендом Ferretti Yachts изготавливаются стеклопластиковые яхты с открытым мостиком длиной от 45 до 96 футов (13-29 м). Бренд CRN специализируется на проектировании и строительстве уникальных яхт из алюминия и стали длиной до 100 м.

Аддитивные технологии в промышленности: партнерство TRUMPF и Siemens

На отраслевой ярмарке Formnext во Франкфурте было объявлено о новом партнерстве Siemens и производителя лазерных систем — компании TRUMPF. Совместная работа будет направлена на внедрение технологий лазерного сплавления металлических порошков (Laser Metal Fusion) для серийного производства сложных металлических деталей методом 3D-печати. Цель — сделать аддитивное производство неотъемлемой частью технологических процессов в машиностроении. Ставится задача интеграции всего процесса лазерного сплавления металлических порошков, выполняемого на станках компании TRUMPF, в NX и оптимизации данной технологии. Комплексное решение будет обеспечивать конструкторское и техно-

логическое проектирование в условиях аддитивного производства, а также подготовку к 3D-печати с интегрированной технологией встроенного процессора компании TRUMPF.

По мнению Тони Хеммельгарна, президента и главного исполнительного директора Siemens PLM Software, совместное решение обеспечит высокую надежность технологического процесса благодаря применению на всех этапах интеллектуальных моделей изделия. Необходимость преобразования данных будет исключена, так как все средства автоматизированного проектирования, расчетов, подготовки управляющих программ для оборудования с ЧПУ и станков для 3D-печати интегрированы в единую си-

стему.

«Наше сотрудничество приведет к обеспечению оптимального взаимодействия между станком и программой, что позволит заказчикам проектировать детали с учетом новых возможностей аддитивного производства», — считает Питер Лейбингер, глава подразделения лазерных технологий и электроники компании TRUMPF.

Новое решение объединит недавно представленную Siemens технологию поддержки аддитивного производства в NX с встроенным процессором компании TRUMPF и обеспечит оптимизацию рабочего процесса — от конструирования детали до ее 3D-печати. Решение будет поставляться в комплекте со станками для лазерного сплавления TRUMPF TruPrint.

Через тернии к звездам

Новый лидер космической отрасли полностью переходит на интегрированное решение Siemens для авиационно-космических предприятий, объединяющее системы управления жизненным циклом изделия и управления производством. После тщательного анализа нескольких конкурирующих предложений Airbus Safran Launchers остановила свой выбор на программных продуктах Siemens. Эти решения позволят преобразовать процессы управления жизненным циклом изделий, повысить качество и производительность, снизить себестоимость проектирования и производства ракет-носителей, уверены в компании. Airbus Safran Launchers стремится сократить производственный цикл и время вывода изделий на рынок, а также расходы на техническое обслуживание своей продукции.

Airbus Safran Launchers — совместное предприятие, равные доли в котором принадлежат компаниям Safran и Airbus Defence and Space. Целью его создания стал вывод европейской космической отрасли на высочайший уровень. Airbus Safran Launchers проектирует и произво-

дит инновационные, высококонкурентные ракеты-носители гражданского и военного назначения. Объем продаж компании составляет около 2,5 млрд евро, на предприятиях во Франции и Германии трудятся более 8000 высококвалифицированных сотрудников.

«Siemens помог нам оценить применяемые методы работы и внедрить сквозное решение, охватывающее процессы управления жизненным циклом изделий и производством, — отметил Дэвид Куанкард, главный исполнительный директор Airbus Safran Launchers. — Нам были предложены и программное обеспечение, и средства управления проектами, точно отвечающие нашим потребностям. Преимущества от методологии Siemens мы смогли оценить уже на начальном этапе».

В Siemens уверены, что ее интегрированное решение для авиационно-космической отрасли и экспертиза вместе с неоспоримым лидерством компании Airbus Safran Launchers принесут огромную пользу и предприятию, и отрасли в целом.



Мировой лидер рынка систем автоматизированного управления производственными процессами

IDC MarketScape признала Siemens лидером разработки программно-обеспечения и стратегий управления дискретным и непрерывным производством сразу в двух отдельных исследованиях рынка:

«Анализ мировых поставщиков систем автоматизированного управления процессами дискретного производства в 2016 г.» и «Анализ мировых поставщиков систем автоматизированного управления процессами непрерывного производства в 2016 г.».

Первое исследование анализирует мировой рынок MES-систем, уделяя особое внимание оценке и сравнению поставщиков решений для таких отраслей, как автомобилестроение, авиационно-космическая промышленность, станкостро-

ение, металлообработка, высокие технологии, электроника и полупроводниковая техника. Второе — проводит оценку и сравнение ведущих поставщиков MES-систем для отраслей: потребительские товары, металлургия, химическая и фармацевтическая промышленность. Разработанный Siemens PLM Software широкий спектр MES-систем, входящих в портфель решений Manufacturing Operations Management (MOM), обеспечил компании лидерство сразу по двум показателям: «функциональные возможности» и «стратегии».

Признание исследованиями IDC MarketScape лидерства за Siemens подтверждает экспертизу компании в области преобразования ма-

шиностроительных предприятий в соответствии с принципами цифрового производства, считают в компании.

Применяемая при подготовке исследования IDC MarketScape методика анализа направлена на оценку конкурентоспособности поставщиков. Исследование предусматривает построение рейтинга на основе количественных и качественных критериев. В результате получается график, отображающий позиции каждого поставщика на рынке. Исследование IDC MarketScape служит надежным инструментом сравнения продуктов и услуг, функциональных возможностей и стратегий, а также оценки текущего и будущего рыночного успеха поставщика.



**Самое важное —
в деталях**

Традиционно Siemens представляет результаты инвестиций в развитие программных решений на ежегодной конференции для аналитических агентств. В этот раз она прошла в Бостоне. По ее завершению аналитическое сообщество отметило, что если десять лет назад Siemens воспринимался исключительно как производственная компания, то сегодня ситуация кардинально изменилась. Теперь у Siemens имеется крупное PLM-подразделение, занимающееся разработкой ПО, и широкий портфель программных решений. Компания уделяет серьезное внимание стратегии дигитализации и достигла существенного прогресса в этом направлении.

Siemens предлагает обширную линейку систем автоматизированного проектирования и численного моделирования изделий и процессов. Аналитики отмечают, что предложенная компанией концепция «цифрового двойника» великолепна и позволила значительно продвинуть вперед проектирование изделий и технологий. При этом у Siemens остается еще масса возможностей для улучшения производственных процессов и оптимизации использования ресурсов. И хотя решения Siemens совместимы с другими CAD-программами, а используемые форматы данных являются достаточно открытыми, чтобы обмениваться ими с другими системами, стратегия компании при разработке программного обеспечения заключается в приобретении технологий и их встраивании в существующие продукты. Это отличается от традиционного подхода к разработке систем автоматизации, когда все компоненты создаются своими силами.

Дигитализация меняет все

Руководители Siemens отмечают – дигитализация меняет все. Значительные инвестиции в разработку программного обеспечения, включая приобретенные системы LMS и CD-Adapco, предназначенные для создания «цифровых двойников» и выполнения численного моделирования, демонстрируют – у Siemens слова не расходятся с делом. Все три дня на конференции в Бостоне участникам ясно давали понять, что будущее Siemens — это создание программного обеспечения для интеграции всех процессов проектирования и производства.

Руководство компании согласно с прогнозом, что 40% ведущих компаний из списка Fortune 500 может прекратить свое существование в следующее десятилетие из-за неспособности войти в цифровой мир. Было отмечено, что 50% орга-

«Цифровой двойник»

Концепция «цифрового двойника» пронизывает все, что делает сегодня Siemens. Речь идет об объединении виртуальных моделей изделий и технологических процессов с их

На Бостонской конференции для аналитиков Siemens представил результаты инвестиций в развитие программного обеспечения

низаций, пытающихся перейти на цифровые технологии, терпят неудачу. В числе причин многих неудач – отсутствие целенаправленной корпоративной стратегии и попытки «кусочной» автоматизации. Такие организации мыслят не категорией дигитализации, а думают о простой оцифровке. Переход на цифровые технологии означает внедрение таких технологий во все без исключения аспекты деятельности промышленных предприятий.

реальными прототипами. За последний год достигнут существенный прогресс в плане интеграции решений для проектирования, изготовления и эксплуатации изделий, поддерживающих концепцию «цифрового двойника». Компания внедрила в свои продукты ряд приобретенных ею ключевых технологий и получила мощный комплект инструментов разработки изделий. Особый интерес аналитиков привлекает развитие систем численного моделиро-





вания, среди которых средство мультифизических расчетов от CD-adapco. Столь совершенные функции численного моделирования требуют больших вычислительных мощностей и идеально подходят для установки в облаке. Siemens проводила расчеты на компьютерных кластерах, которые содержат до 100 тысяч процессоров, входящих в облако, вычислительные мощности которого предоставляются по принципу «оплата за время работы». Результаты численного моделирования применяются для прогнозирования последствий конструкторских изменений на ранних этапах разработки, что сокращает общие затраты на жизненный цикл. Благодаря поддержке технологии «цифрового двойника» решения Siemens для численного моделирования прочно удерживают лидирующее положение в сфере автоматизированного проектирования. Все системы работают под управлением Teamcenter.

Разработка программного обеспечения и аддитивные технологии

Помимо численного моделирования большой интерес у аналитиков вызвали решения по управлению жизненным циклом программного обеспечения (ALM) и технологии аддитивного производства (3D-печать). В 2016 году компания Siemens приобрела компанию Polarion, благодаря чему в цифровом мире PLM появился весьма существенный элемент: разработка программного обеспечения. ALM — это полнофункциональное решение по управлению разработкой программ (как автономных, так и входящих в состав мехатронных узлов), интегрированное в PLM-систему и весь жизненный цикл изделия. Подобная интеграция быстро стала стандартом. Она предусматривает управление версиями и изменениями как программного кода, так и всех остальных элементов изделия. ALM-решение, интегрированное с PLM, просто обязательно для всех производителей современных киберфизических систем.

На конференции активно обсуждались технологии аддитивного производства и вопросы конструирования с

учетом возможностей 3D-печати. Было четко заявлено: Siemens не планирует выпускать оборудование для 3D-печати. Как и в случае станкостроения, компания не собирается конкурировать со своими заказчиками. Siemens сотрудничает с разработчиками 3D-принтеров, чтобы все ее решения поддерживали технологии аддитивного производства. Докладчики много обсуждали новые подходы к конструированию с учетом возможностей 3D-печати, а также гибридные производственные процессы, объединяющие обработку резанием с аддитивными технологиями. В частности, речь шла о трехмерном сканировании деталей для их последующего изготовления, применении оптимальных форм, которые невозможно изготовить традиционными методами, и повышении технических характеристик изделий.

Одна из ключевых технологий — «объединенное моделирование» (convergent modeling) — предусматривает использование не только твердотельных 3D-моделей, но и получаемой путем сканирования «геометрии на основе граней». Подобный подход существенно ускоряет работу со сканированными моделями, позволяя применять их при проектировании деталей, изготавливаемых 3D-печатью или гибридными производственными процессами.

Участники конференции отмечают, что за последние годы Siemens достигла существенного прогресса в ряде областей и приобретаемые технологии теперь интегрируются значительно быстрее.

Изготовление изделий: пришло время создавать

Основной темой при обсуждении этапа изготовления изделия снова стала 3D-печать. Siemens прикладывает массу усилий по поддержке партнеров-разработчиков устройств для 3D-печати, чтобы заказчики могли встраивать аддитивные процессы в традиционные производственные технологии. Концепция «цифрового двойника» применительно к конструкторско-технологическому проектированию — ключевой фактор



повышения гибкости производства и перехода к разработке и выпуску изделий на заказ. Такие идеи, как численное моделирование производства, обеспечивающие совместную работу людей и роботов (а не изоляцию роботов на отдельном отгороженном участке), будут активно развиваться в ближайшем будущем. По оценке аналитиков LNS, дальнейшее повышение уровня реалистичности и детальности численного моделирования технологических процессов принесет колоссальные преимущества.

Компания Siemens уже многие годы выпускает системы полностью интегрированной автоматизации (ТИА) и численного моделирования. При этом средства автоматизации программирования устройств управления встроены в процессы проектирования и производства, реализуемые на платформе Teamcenter. Предполагается, что по мере появления новых MOM-решений они также станут интегрированными как с реальным оборудованием, так и с его «цифровыми двойниками».

Средства промышленной аналитики

На конференции Siemens обратила внимание на высокий спрос на средства промышленной аналитики, которые обеспечивают обратную связь между этапами эксплуатации, конструирования и изготовления изделия. Siemens предлагает рынку две технологии – Omneo и Mindsphere. Сегодня Omneo — это мощное средство для интеллектуальной оценки характеристик изделий (PP-система). Оно выполняет анализ самых различных данных, создаваемых на этапах конструирования, контроля качества, эксплуатации, а также в различных бизнес-системах. MindSphere больше относится к сфере PLM и обработке технологической информации в пределах предприятия. Система MindSphere работает на SAP-платформе HANA, а Omneo — на Cloudera, решении для обработки больших данных с открытым исходным кодом на платформе Hadoop. Наличие двух мощных и открытых платформ для Интернета вещей действительно дает серьезные преимущества.

Управление технологическими процессами

Siemens является крупным поставщиком на рынке автоматизированных систем управления технологическими процессами (MOM). Simatic IT и выполненное по обновленной архитектуре родственное решение Simatic IT UA представляют собой мощные MOM-платформы. После приобретения компании Camstar у Siemens появилась еще одна MOM-система, в основном предназначенная для изготовителей медицинской техники и предприятий авиационно-космической и оборонной отраслей. Именно эти отрасли отличаются высоким уровнем государственного регулирования, а также сложными процессами дискретного производства. Включение MOM-систем в предлагаемый интегрированный жизненный цикл изделия, охватывающий этапы от замысла до изготовления и эксплуатации, однозначно — важная веха на пути к цифровому производству.

Аналитики практически единогласно заявляют, что наличие в линейке продуктов Siemens систем для конструкторско-технологического проектирования, анализа данных, численного моделирования и многого другого делает компанию крупным поставщиком программного обеспечения для промышленности.

Уже по завершении конференции для аналитиков состоялось объявление о планах Siemens о приобретении американской корпорации Mentor Graphics. Приобретение ведущего поставщика систем автоматизированного проектирования электронных устройств сделает Siemens уникальным участником рынка решений для цифрового производства, предлагающим средства проектирования механических, тепловых, электрических и электронных систем, а также встроенного программного обеспечения, работающего на единой платформе.

Другие говорят, Siemens – делает!



*Интервью Виктора Беспалова,
вице-президента и генерального
менеджера Siemens PLM Software
в России и СНГ, директору журнала
CAD/CAM/CAE Observer
Александре Сухановой*



Тренд на дигитализацию будет усиливаться. Он будет оказывать всё большее влияние на промышленные предприятия



В этом году исполняется ровно четверть века с того дня, когда в Москве открылся офис Siemens PLM Software. Восемь лет из 25-ти российское подразделение возглавляет Виктор Беспалов. Его личный вклад в обеспечение успеха компании, глубокой дигитализации и соответствующей трансформации самых важных для обороноспособности страны предприятий неоспорим.

— Ваши предшественники – Генрих Мелус и Штеффен Бухвальд – оставили неплохое наследство. Насколько эффективно Вам, Виктор Евгеньевич, удалось распорядиться этим наследством? В каких отраслях и секторах промышленности решения Siemens сегодня преобладают над решениями конкурентов?

— Нам досталось хорошее наследство от Генриха Мелуса, и оно послужило фундаментом для дальнейшего развития. Штеффен Бухвальд, к нашему искреннему сожалению, слишком рано ушел от нас в мир иной и не успел сделать всё, что мог бы. Его поддержка была очень важна для дальнейшего становления нашего офиса в 2009–2010 годах.

Задел у нас был хороший – в первую очередь в авиационной отрасли России. Проект по созданию Sukhoi Superjet 100 уже активно развивался. Я понимал, что передо мной стоит задача диверсификации бизнеса – нужно было выходить в другие отрасли. В 2009 году, еще до того, как Siemens PLM Software объявил о своей новой стратегии, я уже предложил нашему офису работать по индустриально-отраслевому принципу. С этой задачей, я считаю, мы справились. Еще больше укрепили наши позиции в авиастроении, где мы продолжили развивать и углублять сотрудничество с предприятиями ОАК, “Вертолеты России” и ОДК, а также с их поставщиками первого и второго уровней. Авиационная отрасль по-прежнему остается нашим ключевым направлением – с точки зрения не только приносимого дохода, но и опыта, который мы получили за многие годы.

У российского офиса Siemens PLM Software самый высокий уровень компетенций, знаний и опыта в авиационной отрасли среди коллег в мире. Мы отлично понимаем, как продукты Siemens могут быть использованы в различных процессах авиационной



отрасли. Этим мы можем гордиться. Глубина проработки связки NX CAD + PDM Teamcenter, включая управление изменениями, управление составом изделия, управление электронным макетом, интеграция КД и ТД в приложении к авиационной промышленности, где всё это имеет большую специфику, у нас находится на таком уровне, который среди всех европейских коллег можем показать только мы. Это же касается и системного инжиниринга, в рамках которого налажена связь CAD-данных, модельно-ориентированного системного проектирования (MBSE) и управления составом изделия.

Важная задача диверсификации нашего бизнеса была реализована за счет успешного проникновения в разные отрасли – в том числе в автомобилестроение, тяжелое машиностроение, космическую отрасль, энергетическое машиностроение, приборостроение.

Резюмируя, могу сказать: диверсификация нам удалась! Сегодня в России мы присутствуем во всех отраслях промышленности. Мы реализуем серьезные проекты, и нам есть что показать и предложить заказчикам.

— **Расскажите, пожалуйста, о нескольких наиболее значимых PLM-проектах Siemens на предприятиях России. Какими данн**

ми о влиянии PLM на сроки, качество и стоимость разработок на этих предприятиях Вы располагаете? Как ускорился вывод изделий на рынок?

— Проект по созданию Sukhoi Superjet 100 был настолько всеобъемлющим и ярким, что его одного хватило бы в качестве референсного. Недавно компания Mitsubishi Aircraft Corporation, которая занимается созданием среднемагистрального самолета MRJ, заявила о задержке выхода этой программы на два года. При всей технологической продвинутости Японии до этого они не занимались созданием объектов гражданской авиации и соответствующей культуры там пока нет. Если даже разработчики и смогут выдержать новые сроки, то до момента, когда новый самолет полетит (от начала его разработки до сертификации), пройдет как минимум 13 лет. В Китае собственный среднемагистральный самолет COMAC ARJ21 создавался 14 лет. А наш Sukhoi Superjet был сделан за 8 лет (с момента запуска программы до его сертификации). На мой взгляд, это колоссальная скорость для авиационной промышленности! Это большая заслуга команды создателей самолета и Михаила Аслановича Погосяна. Мы в Siemens PLM Software гордимся тем, что были причастны к этому проекту.

Другой яркий PLM-пример – КАМАЗ 5490. Новый грузовой автомобиль и вся технологическая подготовка производства были выполнены с применением PLM-технологии. При посещении сотрудниками Daimler площадки КАМАЗ большое впечатление на них произвел уровень проработки в системе Tecnomatix техпроцессов сборки автомобиля. Они были приятно удивлены объемом проделанной в такие сжатые сроки работы.

Еще один значимый для всех нас проект – это создание и производство новейшего авиационного двигателя ПД-14, предназначенного прежде всего для нового ближне-среднемагистрального самолета MC-21. Менеджеры Pratt & Whitney до последнего не верили, что ОДК, “Авиадвигатель” и ПМЗ смогут реализовать этот проект в такие сроки. Как Вы знаете, сегодня ПД-14 уже проходит летные испытания. Подчеркну, что без PLM ни проект по созданию SSJ 100, ни КАМАЗ-5490, ни ПД-14, не были бы реализованы в такие сжатые сроки.

— **Какие особенности продуктов, технологий и решений Siemens обеспечивают вам превосходство над конкурентами?**

— Открытость наших решений – это очень важно и достойно упоминания. В России мы не всегда это оцениваем в полной мере, поскольку российский рынок автоматизации

несколько запоздал в сравнении с развитыми странами, и основной рывок был сделан в конце 1990-х и в двухтысячных годах. В развитых странах многое обстоит иначе. Возьмем, к примеру, Airbus: 60 тыс. сотрудников и 2,5 тыс. различных информационных систем. На Boeing – 40 тыс. сотрудников и информационных систем не меньше, чем у Airbus. Представьте, насколько сложно эти экосистемы интегрировать, а затем еще и развивать, сделав их открытыми для новых технологий, которые постоянно появляются и оказывают существенное влияние на процессы и организацию бизнеса предприятия. Это колоссальная проблема! Именно по этой причине Siemens всячески декларирует и демонстрирует, какой должна быть открытость решений. Если компания вложила миллионы долларов в свою ИТ-среду, а в итоге не может сделать её открытой для новых веяний, технологий и методов работы, то это грозит смертью для предприятия. Очень важно, что Siemens ориентируется на открытые, а не частные (proprietary) стандарты и форматы. Именно такой подход помогает обеспечить нашим заказчикам динамичное развитие. Более того, в текущей экономической ситуации все очень внимательно считают свои расходы. Снести все уже имеющиеся системы на предприятии – это неприемлемо для заказчиков. Я помню, как Антон Хубер, бывший CEO подразделения Digital Factory в Siemens, однажды сравнил замену MES (система управления производственными процессами) на предприятии с операцией на открытом сердце пациента. Нельзя прийти на ритмично работающее предприятие, выполняющее заказы в срок (а не работающее на склад), остановить там всё и начать внедрять другую систему управления производством – это обернется крахом. Внедрять нужно параллельно. Сегодня мы сталкиваемся с чем-то схожим и в России. Заказчики хотят внедрять самые лучшие решения, но не останавливая при этом производство своей серийной продукции. Как это осуществить, не имея гибких и открытых решений, которые есть в арсенале Siemens?! Еще, как я уже говорил, нас выделяет нацеленность на результат и профессиональная команда, которая готова внедрить и запустить на площадке заказчика накопленные индустри-

альные знания, основанные на открытых стандартах.

— Чем Вы объясняете нередкие случаи, когда крупные мировые корпорации (яркий пример – Chrysler и Daimler) заменяют свои прежние PLM-платформы на платформу от Siemens?

— Сегодня автомобильная промышленность, пожалуй, является собой один из самых конкурентных рынков. Конкуренция очень жесткая, так как на рынке действует много успешных игроков. С помощью цены и функциональных возможностей они конкурируют жестко в каждом сегменте рынка. Каждая новая модель автомобиля получает больше опций в базовой комплектации, которые ранее шли за дополнительную плату. Это еще и очень динамичный рынок. Скорость разработки новых автомобилей постоянно увеличивается. В 1990-х годах новая машина должна была выходить раз в 36 месяцев, цель была – ускориться до 24 месяцев. Сейчас этот срок сократился вдвое – до 17-18 месяцев. При этом выпускаемые модели всё больше нацелены на конкретный сегмент рынка. Когда-нибудь в будущем мы придем к тому, что все машины будут создаваться по индивидуальному заказу... Возрастающая сложность изделий, ценовое давление, сокращение сроков создания и “индивидуализация” продукции – эти драйверы являются ответом на вопрос, почему Daimler и Chrysler поменяли прежнюю PLM-платформу на решения от Siemens. Они хотели и должны были получить возможность адекватно отвечать современным вызовам и требованиям рынка – быстрее, дешевле, качественнее и с учетом индивидуальных особенностей сегмента. Состояние дел на этапе инжиниринга во многом влияет на успешность автопроизводителя. По этой причине автоконцерны приняли такое громкое и показательное решение о смене PLM-платформы. На сегодня Daimler завершил успешный перевод всех своих центров разработки на платформу от Siemens. Надо отметить, что команде Siemens это дорогого стоило с точки зрения ресурсов, которые были вовлечены в этот проект, и он был успешно доведен до конца. Оказалось, что это возможно и это работает!

— Имеются ли такого рода примеры смены платформы и поставщика на территории России?

— В России такие примеры у нас появляются периодически. В основном они связаны с переходом предприятий от систем класса “мейнстрим” (средний уровень возможностей и цены) на более серьезные решения. Заказчик осознаёт, что тот выбор, который был сделан несколько лет назад, более не соответствует текущим потребностям и задачам, связанным с выпуском новой продукции. Такие примеры у нас есть в отечественном авто- и машиностроении.

Надо упомянуть и о том, что наша команда проделала серьезную работу для того, чтобы заменить большую часть имевшихся инсталляций CADDS5 на NX и Teamcenter. В качестве ярких примеров могу назвать КАМАЗ, УАЗ, ГП “Антонов” (Украина). По отзывам последнего, в проекте по созданию АН-178 именно решения Siemens позволили получить такие результаты, которых они не могли добиться на протяжении пяти-шести лет при использовании CADDS5. Прямо скажем, было непросто перевести все КБ с одних рельс на другие, переучить людей, обеспечить наследование данных старых проектов. Сегодня ни один из PLM-вендоров не может показать что-то подобное на территории СНГ.

— Институт технической поддержки (maintenance) ИТ-систем особым почетом в России не пользуется. За время работы в Siemens наблюдали ли Вы, как меняется это отношение и что на него влияет?

— К сожалению, не могу утверждать, что в этом вопросе у нас всё идеально. Хотя в целом мы довольны тем, как улучшается ситуация в плане числа заказчиков на ежегодной платной техподдержке. Одной из моих задач при заступлении на должность было существенно увеличить процент компаний в России с актуальной техподдержкой. За прошедшее время мы решили эту задачу достаточно успешно: все наши крупные заказчики находятся на активной поддержке. Добиться этого удалось благодаря трем факторам. Во-первых, заказчики понимают, что развернутая у них PLM-система является критически значимой для ведения бизнеса. Когда количество инсталляций



на площадке предприятия достигает тысячи и более, переход на новый релиз становится нетривиальной задачей – с учетом необходимости переноса всей проделанной кастомизации. Сделать это в короткий срок без техподдержки наших специалистов очень сложно. Во-вторых, нам удалось добиться того, что разработчики Siemens PLM Software включают в новые релизы ПО новые возможности, ориентированные именно на требования российских заказчиков. Это дорогого стоит, и наши заказчики это ценят. Так повышается ценность платной поддержки. В-третьих, каждый год компания Siemens PLM Software проводит электронный опрос заказчиков (Voice of Customers, VOC) и выясняет степень их удовлетворенности нашим обслуживанием. Все критические замечания внимательно анализируются и оцениваются, затем мы связываемся с таким заказчиком и стараемся решить проблему. Такой опрос проводится во всех странах, то есть в этом плане ведется системная работа. В России – результат налицо!

У средних и мелких заказчиков нет такого количества рабочих мест и таких сложностей с переходом на новый релиз, но они тоже мотивированы находиться на платной техподдержке. Дело в том, что функциональность систем расширяется, а специалисты всё больше ценят производительность, которую обеспечивает система. Если новое решение действительно позволяет добиться результата в более короткие сроки, получить более качественный результат, то они готовы за это платить. И деньги заказчики платят не только за то, чтобы мы им отвечали на вопросы 24 часа в сутки 7 дней в неделю, но и за то, чтобы разработка новых функций велась и в их интересах. В наш офис мы приглашаем рядовых пользователей NX для бета-тестирования нового релиза. У них есть возможность оставить свои отзывы, комментарии, пожелания по развитию функционала.

— **Уровень использования нелегального инженерного ПО в России по-прежнему высок. Как вы решаете проблему пиратства на предприятиях, которые одновременно являются вашими заказчиками?**

— Да, это очевидно, что уровень пиратства высок. Два года назад мы открыли в нашем офисе позицию License Compliance Officer. Мы реалисты, поэтому задача этого выделенного специалиста не только в том, чтобы снизить уровень пиратства или наказать кого-то и получить деньги. Есть более важная задача: разобраться в причинах конкретной ситуации. Вполне вероятно, что работающие на предприятии инженеры просто не знают о возможности бесплатно получить временную триал-версию нашего ПО. Если же мы наблюдаем систематическое пиратство в собственных интересах, то с такими нарушениями интеллектуальных прав собственности приходится разбираться – практика и прецеденты по таким случаям давно имеются. Чаще всего со стороны компаний-нарушителей мы встречаем адекватную реакцию. Но есть и случаи судебных разбирательств. В последнее время мы фиксируем меньшее количество правонарушений. С чем это связано – выводы делать пока рано.

— **Несомненно, ваш опыт позволяет обобщить, классифицировать и отранжировать по важности общие проблемы российских предприятий при внедрении САПР/PLM. Не могли бы Вы их назвать? И существует ли универсальный рецепт их решения в условиях России?**

— Проблемы, с которыми сталкиваются российские компании, не уникальны. Они возникают, когда не решаются основные задачи внедрения. Их можно разбить на три больших группы. Первая группа – стратегическая: с чего надо начинать проект внедрения, зачем это нужно сделать, какую выгоду планируется получить. Второй блок – как это будет реализовано: какие есть пути реализации, как будет осуществляться контроль перехода на новую систему, как будет измеряться результат. Третий блок – с помощью какой технологии будет вестись проект: будут ли использоваться стандартные существующие решения или придется дописывать что-то новое/кастомизировать. Игнорирование любого из вышеперечисленных вопросов приводит к неудаче. Я говорю это, исходя из нашего собственного внедренческого опыта.



Если предприятие не знает, зачем оно это делает, то внедрение может превратиться в бесконечный процесс. Без надлежащего контроля перехода и процессов получится «месиво». Если не будут введены четкие KPI (Key Performance Indicators – ключевые показатели эффективности), то неизбежен постоянный перерасход бюджета и все будут говорить, что деньги потрачены, а результата нет. Просто автоматизировать на предприятии “в лоб” всё то, что раньше было на бумаге, – это не решение! В этом случае работать с 3D-моделями удобнее будет только конструкторам – ну а как насчет технологов, расчетчиков, нормировщиков, плановиков и руководства? Поэтому на все эти основные моменты нужно обращать внимание при внедрении САПР/PLM.

— Каким Вы видите дальнейшее развитие технологий: к чему придут PLM-вендоры, интеграторы и заказчики через 5-10 лет? Как изменится деятельность инжиниринговых компаний?

— Мой прогноз таков: тренд на дигитализацию будет усиливаться. Он будет оказывать всё большее влияние на компании, которые являются нашими пользователями. Игнорировать этот тренд нельзя. Сегодня это многим может казаться просто маркетинговым ходом вендора, который придумал его, чтобы успешнее продавать свое ПО. Но те, кто так считают, – заблуждаются. На горизонте десяти лет этот тренд будет только усиливаться.

— Станет ли Россия полноценным участником 4-й Промышленной революции?

— Станет! Оглядываясь на 25 лет назад, на то, как развивался российский рынок в сравнении с развитыми и развивающимися рынками, я вижу, что в области автоматизации мы развивались точно так же, как и все другие. Здесь у нас нет какого-то особого пути. Если это будет давать результат – скорость, эффективность, качество, разнообразие, – то такие решения будут использовать все. Россия в хорошем смысле обречена на то, чтобы двигаться в направлении 4-й Промышленной революции. К сожалению, многие российские предприятия пока не готовы к такой постановке во-

проса, как это звучит в концепции Industry 4.0, ведь речь там идет о смене парадигмы и бизнес-моделей. Это будет фундаментальным сдвигом. В финансовых терминах предприятия будут стремиться уйти от капитальных затрат к операционным расходам. Россия тоже будет двигаться в этом направлении.

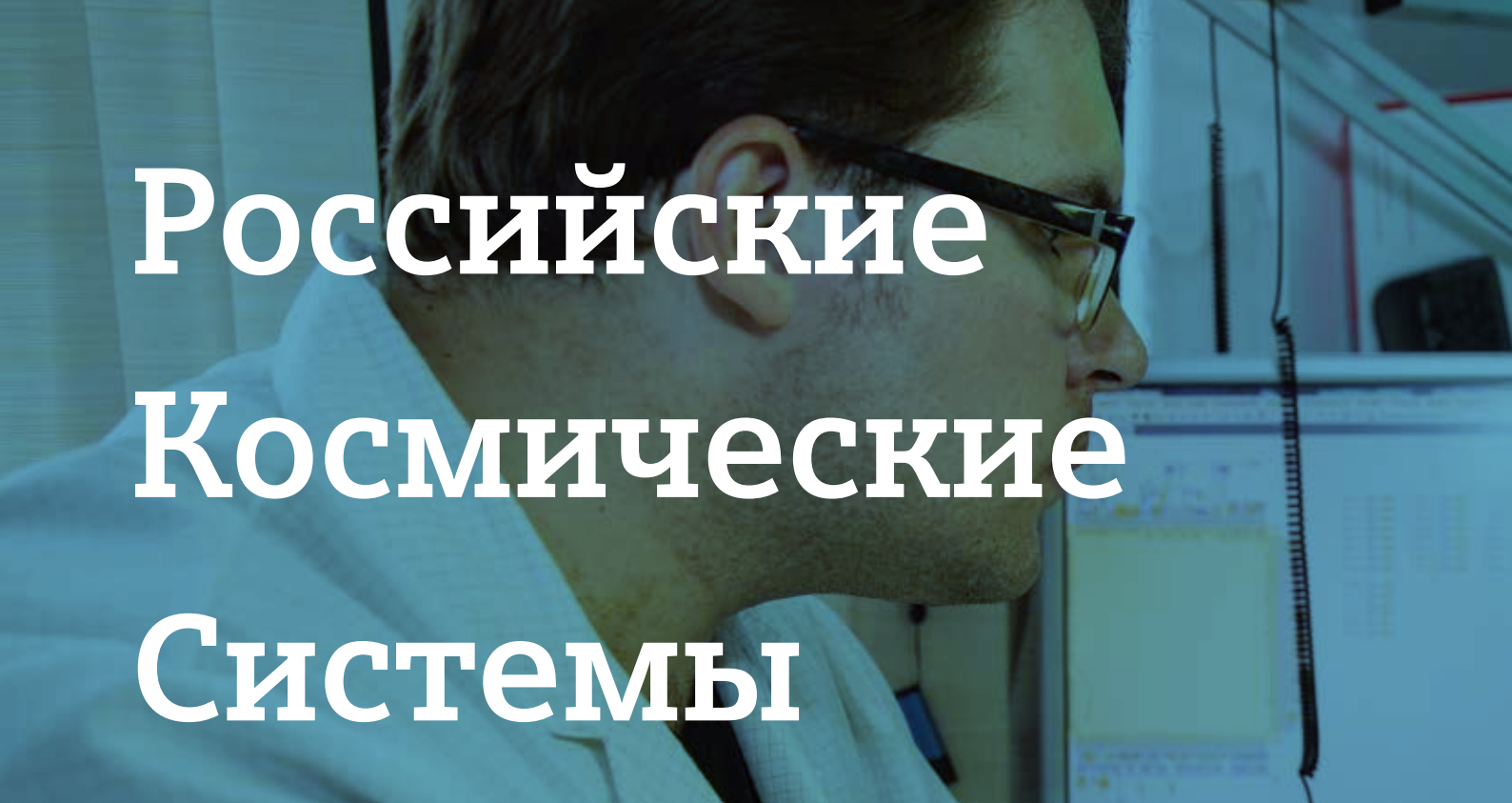
Мы уже наблюдаем появление и работу Агентства стратегических инициатив, Национальной технологической инициативы (НТИ), дорожных карт «Технет», «Автонет», «Аэронет» и т.д. Видно, что наибольшую востребованность со стороны промышленности получает инициатива “Технет”: первая в рамках НТИ дорожная карта, которая разработана для развития и эффективного применения новых производственных технологий.

— На протяжении последних лет PLM-бизнес вашей компании показывает хорошую динамику роста. Что, по Вашему мнению, в большей степени обеспечивает этот рост PLM-сегмента – рыночный спрос, профессионализм сотрудников или умение руководства вести дела с учетом специфических особенностей рынка?

— Я бы сказал, что на наш высокий результат сработало два фактора. Во-первых, наши заказчики реально оценивают текущую ситуацию. Все осознают, какие задачи перед ними стоят и что для них значит компания Siemens PLM Software. Огромное спасибо за это нашим заказчикам! Во-вторых, это наша команда, которая закладывала эти основы и реализовывала продуманную нами стратегию, которую поддержала и наша штаб-квартира – за это всем сотрудникам большое спасибо! Условия работы у нас непростые. Мы боремся за проекты, мы доказываем заказчикам, что двигаться им нужно по единственно правильному пути.

— Благодарим Вас, Виктор Евгеньевич, за время, которое Вы нам уделите, и от лица редакции поздравляем Вас лично и всю вашу замечательную команду с 25-летним юбилеем!

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



Российские Космические Системы

В. Денежкин

*«У нас амбициозные цели:
через несколько лет РКС станет
одной из самых продвинутых
«цифровых» компаний
в России»*



Интервью Владимира Денежкина, директора по информационным технологиям АО «Российские космические системы»

— **Владимир Геннадьевич, расскажите пожалуйста о себе. Каков Ваш опыт? Как Вы пришли в ИТ?**

— Я родился 1972 году в Туле, закончил МГТУ им. Н.Э. Баумана по специальности «Импульсные тепловые машины», учился в аспирантуре и защитил диссертацию по теме «Методы оптимизации сложных технических систем». В ИТ я пришел не сразу, хотя программировал еще в институте. Занимался телекоммуникационными технологиями, потом создал стартап, который разрабатывал перспективные решения для анализа IP-трафика... В АО «Российские космические системы» я работаю около двух лет, на позиции ИТ-директора нахожусь чуть больше года.

— **Какие приоритетные задачи стоят перед Вами в 2017 году? С какими вызовами сталкиваетесь?**

— АО «Российские космические системы» – крупная приборостроительная компания с холдинговой структурой. Для обеспечения ее конкурентоспособности на российском и международном рынках требуется реализовать ряд приоритетных ИТ-проектов. Одним из важнейших является создание вычислительного кластера для подключения виртуальных рабочих мест в АО «Российские космические системы» и

в дочерних структурах. Кроме того, совместно с коллегами из тематических подразделений мы разрабатываем и внедряем сквозной цикл проектирования радиоэлектронной аппаратуры, автоматизируем производственные процессы холдинга, то есть в широком смысле создаем то, что сегодня называется цифровым предприятием. До конца 2017 года мы должны получить результаты по каждому из этих направлений. Вызовов много: устаревшая инфраструктура и информационные системы, проблемы с организацией труда и даже с финансированием ИТ. Поскольку современные ИТ-решения стоят достаточно дорого, много времени уделяется определению источников финансирования. Тем не менее эти задачи решаются. Постепенно мы создаем информационные системы и технологии, отвечающие требованиям ведения бизнеса современной приборостроительной компании мирового уровня.

— **Как Вы оцениваете значение современных информационных технологий для бизнеса организации?**

— В космическом приборостроении они играют колоссальную роль. Крайне важно понимать, что ни на одном этапе развития человеческой цивилизации информационные технологии не имели такого значения, как сейчас. Современные предприятия без ИТ функционировать не могут. Где-то ИТ работают лучше, где-то хуже, но чем активнее они применяются, тем более

*На фото: Владимир Денежкин,
директор по информационным
технологиям АО «Российские
космические системы»*



эффективно предприятия используют имеющиеся возможности по технологическим переделам и использованию человеческого потенциала.

— Какое место в общей стратегии ИТ отводите цифровым технологиям? Прокомментируйте, пожалуйста, необходимость внедрения цифровых технологий для крупного предприятия.

— Термин «цифровые технологии» в достаточной степени размыт, поэтому важно определить, что под ним понимается. Если рассмотреть его в соответствии с концепцией жизненного цикла, то вся жизнь изделия — это жизнь его цифрового прототипа, начиная от формирования научно-технического задела и заканчивая утилизацией. Весь жизненный цикл пронизан «цифрой»: постоянно используются ранее работанные знания; разработка продуктов ведется с учетом доработанной информации; проектирование и подготовка изделий к производству происходит без бумаги. Все делается в «цифре», с использованием максимальным образом автоматизации и с применением управляющих программ, например, для станков с ЧПУ. Цифровые методы позволяют регистрировать режимы технологических параметров, отслеживать отклонения от заданных условий. На этапе эксплуатации по цифровым каналам поступает телеметрическая информация, которая позволяет на основании прогнозных моделей определять выход из строя тех или иных агрегатов, чтобы уточнять требования к проектируемым изделиям — будущие образцы уже не должны иметь проблем, которые выявляются на этапе эксплуатации.

— Что такое «цифровое производство» для Вас? Какую роль в обеспечении технологического прорыва Вы отводите дигитализации? По какому принципу должна формироваться платформа для организации цифрового предприятия и выбираться программные решения?

— Если смотреть на «цифровое производство» через призму настоящего и тех проблем, с которыми мы встречаемся ежедневно, то хотелось бы в начале погрузить всех сотрудников холдинга «Российские космические системы» в иную идеологическую среду создания совре-

менной сложной наукоемкой продукции. Этот процесс является основным на пути к «цифровому предприятию». На каждом этапе жизненного цикла создания изделий космического назначения нам необходимо использовать современные средства автоматизации, которые позволяют не только эффективно управлять процессом разработки, создания и эксплуатации изделий, но и предохраняют нас от возможности совершения ошибки на самых ранних этапах — на этапах концептуального проектирования.

Термин «дигитализация» в своем роде достаточно новый, но уже сейчас можно отвести ему одну из основных ролей в построении будущего в части технического сопровождения процессов создания современных изделий, отвечающих самым высоким мировым стандартам.

Программная платформа, на которой вы собираетесь строить цифровое предприятие, должна в первую очередь отвечать требованиям ваших коллег — конструкторов,

разработчиков, технологов, финансистов, управленцев или представителей любой другой службы, которая является частью предприятия и которую вы хотите погрузить в иные реалии, связанные с ведением их повседневной деятельности с применением средств автоматизации.

— При разработке и реализации концепции дигитализации учитываете ли Вы особенности ракетно-космической техники и условий ее создания? В чем это проявляется?

— Разумеется, учитываем. В нашей отрасли цикл проектирования очень длинный — от начала разработки до выпуска новой системы проходит несколько лет. Обычно это уникальные изделия, серия может состоять всего лишь из нескольких аппаратов. По составу эти аппараты могут также иметь уникальные приборы. Я не могу назвать никакую другую отрасль, где бы выпускались столь малые серии изделий. Поэтому чем выше степень применения цифровых технологий, тем меньше требуется

АО «Российские космические системы» (входит в Госкорпорацию «РОСКОСМОС») на протяжении 70 лет разрабатывает, производит, испытывает, поставяет и эксплуатирует бортовую и наземную аппаратуру и информационные системы космического назначения. Основные направления деятельности — создание, развитие и целевое использование глобальной навигационной спутниковой системы ГЛОНАСС; наземный комплекс управления космическими аппаратами; космические системы поиска и спасания, гидрометеорологического обеспечения, радиотехнического обеспечения научных исследований космического пространства; наземные пункты приема и обработки информации дистанционного зондирования Земли. Интегрированная структура «Российских космических систем» объединяет ведущие предприятия космического приборостроения России: Научно-исследовательский институт точных приборов (АО «НИИ ТП»), Научно-производственное объединение измерительной техники (АО «НПО ИТ»), Научно-исследовательский институт физических измерений (АО «НИИФИ»), Особое конструкторское бюро МЭИ (АО «ОКБ МЭИ») и Научно-производственную организацию «Орион» (АО «НПО «Орион»).



времени на согласование и внесение изменений в случае возникновения проблем. Цифровой макет, который сопровождает изделия на этапах жизненного цикла, является в каком-то смысле спасением: он позволяет экономить до 30% времени на создание изделия, а также дает выгоду по стоимости, так как основные затраты приходятся на разработку. Еще одной особенностью создания изделий ракетно-космической техники является большое количество технологических переделов. Это накладывает большое количество требований на производство изделий космического назначения. По моему мнению, основным сдерживающим фактором создания сложной наукоемкой продукции с применением современных средств автоматизации является существующая нормативная база, которая тормозит эффективную реализацию концепции дигитализации в ракетно-космическом приборостроении.

— Насколько востребована российским рынком необходимость предоставления данных о жизненном цикле изделий в цифровом виде?

— Отчасти я уже ответил на этот вопрос. Крайне востребована, потому что существенным образом сокращается время на разработку, внесение изменений в конструкторскую документацию и подготовку производства. Пока, к сожалению, в России подлинник документации в цифровом виде не принимается, и это является одной

из ключевых проблем. На определенном этапе разработки наши конструкторы до сих пор вынуждены делать чертежи на бумаге. Согласование чертежей и спецификации на бумаге, передача их в архив удлинняет процесс разработки, но государство уже озабочено решением этой проблемы. Надеюсь, в ближайшие один-два года ситуация будет исправлена. Она касается не только космической отрасли, а затрагивает всю промышленность. Все ждут, когда новые нормативы позволят отказаться от бумаги.

— Как Вы видите взаимодействие с другими предприятиями отрасли? Может ли дигитализация способствовать более тесному взаимодействию предприятий Госкорпорации «Роскосмос»?

— РКС является одним из специализированных холдингов «Роскосмоса», отвечающим за развитие космического приборостроения, и активно взаимодействует с другими предприятиями. Предприятия нашего холдинга участвуют в важнейших отраслевых проектах в сфере создания современных космических аппаратов навигации, связи, дистанционного зондирования Земли и многих других, полностью или частично отвечая за наполнение платформ этих спутников новейшей аппаратурой. Дигитализация может способствовать расширению отраслевого взаимодействия, так как передача составных частей наших проектов в «цифре» происходит гораздо проще. Ускоряется процесс проекти-

рования не только для нас, но и для головных предприятий «Роскосмоса», чьи заказы выполняет РКС. Если все предприятия при создании того или иного космического аппарата будут работать в одной информационной системе, то цифровой макет изделия можно будет передавать в «живых» форматах, а не в «мертвых», как это делается сейчас. Работа в одной системе упрощает обмен информацией. Поэтому необходимо определиться с бизнес-подходами, моделями взаимодействия и создания корпоративных информационных систем с точки зрения сквозного цикла проектирования. Можно сформировать такую модель, которая позволит всей ракетно-космической отрасли работать в подобных системах. На данный момент уже проработаны частные связи «точка-точка», которые в рамках того ли иного проекта организованы между нами и, например, одной из головных компаний «Роскосмоса».

— Как Вы оцениваете, насколько оснащение производства, бизнес-процессы и научно-технический потенциал Вашей компании сопоставим с тем, что имеется у коллег по международной космической отрасли?

— Состав оборудования, оснащённость производства РКС сегодня — одни из лучших в России и соответствуют самому современному мировому уровню. Бизнес-процессы также соответствуют передовым мировым практикам. Но по ряду других аспектов, связанных с системой организации производства и оптимизацией бизнес-процессов, с реализацией научно-технического потенциала, мы можем немного отставать. В общем виде отечественная система несовершенная, и требуются усилия для того, чтобы ее оптимизировать. В то же время в России выпускаются уникальные приборы с настолько высокими характеристиками, которые недостижимы ни одной другой компанией в мире. В рамках автоматизации и дигитализации мы решаем задачи по обеспечению максимально эффективного использования имеющегося потенциала, задела, компетенций, возможностей. В этом смысле мы скорее конкурируем сами с собой. Еще остаются вопросы, связанные, например, с качеством оказан-

ния услуг и себестоимостью космических систем. Многие сегодня зависят от эффективности нашей работы и скорости выпуска новой продукции.

— Что Вами уже сделано в области внедрения и развертывания цифровых технологий? Каковы результаты? Как Вы оцениваете свои достижения? Как они выглядят на уровне отрасли?

— Мы пытаемся реализовать задачи по созданию высокоинтегрированной системы: в соответствии с современными подходами к цифровым технологиям мы автоматизируем бизнес-процессы, связанные с разработкой, сквозным циклом разработки изделий, управлением предприятием и производственными единицами. Мы стремимся создать максимально связанную систему, которая с точки зрения такого подхода к интеграции уже превосходит то, что реализовано на других предприятиях ракетно-космической отрасли. Сегодня АО «Российские космические системы» совместно с компанией Siemens реализована первая очередь проекта по комплексной автоматизации процессов управления жизненным циклом изделий ракетно-космической техники. В рамках этого направления получен перспективный задел для создания единой интегрированной инженерной среды конструирования бортовой аппаратуры, проведена унификация систем автоматизированного проектирования, отработан технический электронный документооборот, получены навыки коллективной работы над изделием. Наряду с перспективными технологиями разработки изделий ракетно-космической техники проведено тестирование современных систем и технологий, предназначенных для оптимизации распределения вычислительных мощностей на базе решений VDI. Решены ключевые задачи централизованного управления библиотеками ЭКБ. Результаты работ подтверждены своевременным выполнением контрактных обязательств в рамках ряда ОКР. Создаваемый в настоящее время комплекс автоматизированных систем дорабатывается с учетом пожеланий функциональных заказчиков АО «Российские космические системы» для последующего тира-

жирования данного решения на дочерних предприятиях нашего приборостроительного холдинга. Это позволит сократить затраты на содержание информационных систем, внедрить единые подходы разработки изделий, унифицировать применяемые системы и технологии, а также обеспечить своевременное и качественное выполнение стоящих перед компанией задач.

Предприятия холдинга участвуют в важнейших проектах в сфере создания современных космических систем

У нас амбициозные цели: если нам удастся реализовать запланированное, то через несколько лет РКС станет одной из самых продвинутых «цифровых» компаний в России. Промежуточные результаты говорят о том, что пока мы находимся в начале пути, впереди еще очень много самых сложных задач, но мы уже ускоряемся. Достижения следующего года должны на порядок превосходить достижения текущего, и я бы предпочел их оценивать на рубеже ближайших трех лет, а не за тот год с небольшим, который я работаю на занимаемой должности.

— Какие перспективы вы видите для российских предприятий в области Индустрии 4.0? Что может послужить стимулом для преобразования?

— Нам нравятся перспективы Индустрии 4.0 и те средства, которые предлагаются для достижения результатов. Без преобразований отрасль обречена. При международном разделении труда рассчитывать только на государственное финансирование нельзя – это плохой подход. Нужно реформироваться. В РКС мы планируем свою работу на основе перспективных оценок времени, сроков, технических характеристик и себестоимости производства наших будущих изделий в условиях конкуренции на международном рынке. Для нас принципы, которые предполагают-

ся Индустрией 4.0, – это стимул совершить качественные преобразования.

— У Вас есть план развития дигитализации на следующие пять лет? Не могли бы Вы схематично обозначить основные его направления?

— Несколько лет назад РКС в партнерстве с «Ростелекомом» основали Консорциум промышленного интернета, который сегодня транс-

формировался в Национальную ассоциацию промышленного интернета. Сейчас мы видим, что диалог о промышленном интернете коррелирует с Индустрией 4.0, поэтому наш план развития дигитализации – это реализация принципов шестого технологического уклада, реализация Индустрии 4.0 и принципов промышленного интернета. Увеличивается сложность изделий и систем, поэтому для выживания в условиях современной экономики дигитализация – один из основных инструментов, позволяющих реализовывать конкурентные преимущества. ИТ является средством для реализации новых базовых принципов, которые еще 10 лет назад было сложно представить, но которые сейчас играют ключевую роль в нашей жизни. Как 20 лет назад сложно было представить, что такое интернет и какое место он займет, так сейчас трудно представить, как мы жили 20 лет назад без интернета. Те принципы, о которых мы говорили выше, войдут в ежедневную производственную жизнь. Они сыграют роль ничуть не меньшую, чем интернет, изменивший общее представление о социализации, о взаимодействии с окружающим миром. Для Индустрии 4.0 это будет происходить с учетом принципов промышленной политики и организации производственной дисциплины создания продукции – интеллектуальной и физической.

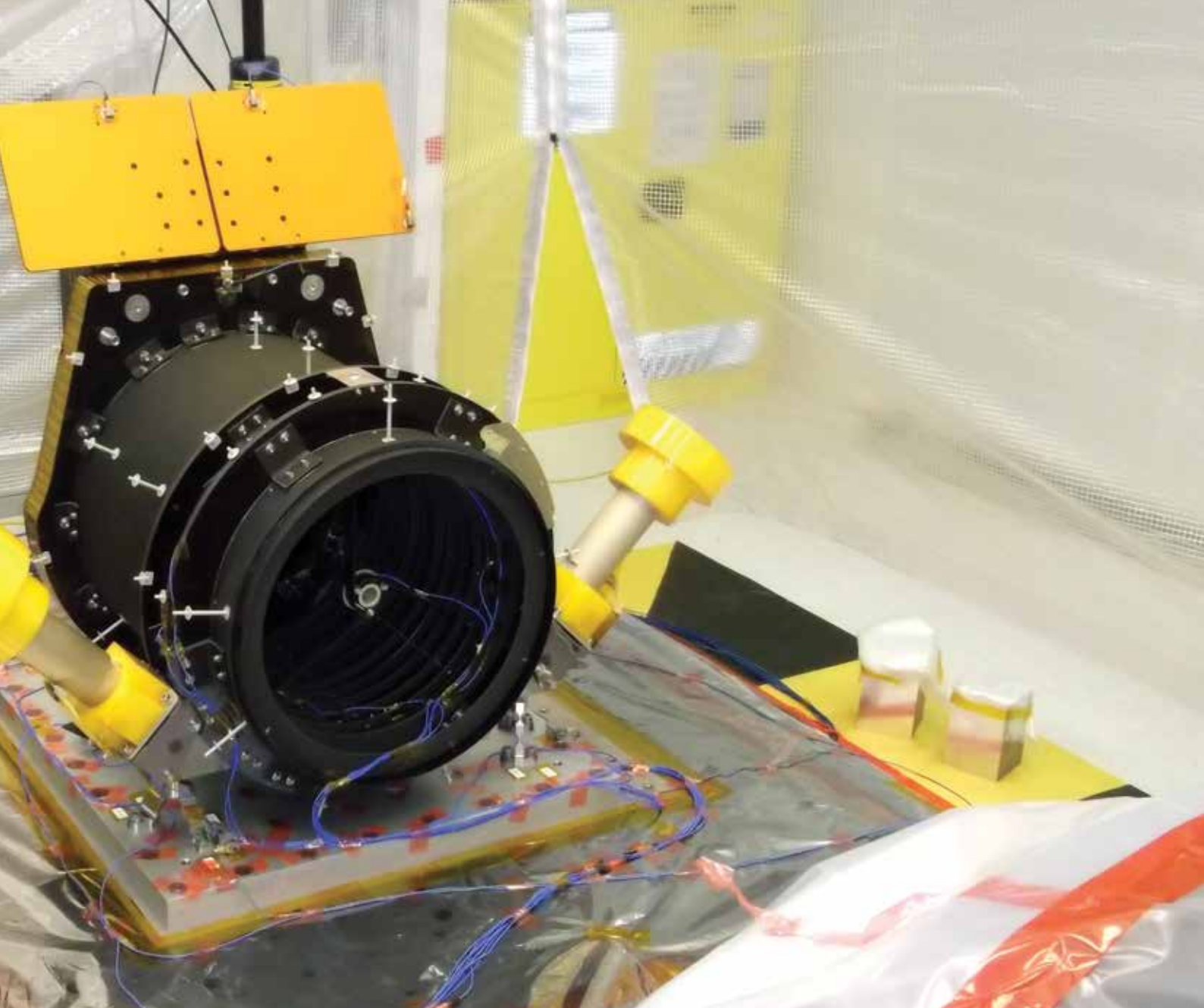
Испытания для космической доставки



В испытаниях Intespace
опирается на решения
Siemens, включая
аппаратное обеспечение
LMS SCADAS™
и программное
обеспечение
LMS Test.Lab™

Экспертные знания Intespace в области испытаний и проверки запуска космических грузов востребованы разработчиками спутников и производителями комплектующих для них





Космический корабль Gaia, запущенный из Европейского космического порта во Французской Гвиане в декабре 2013 года, проводит точные позиционные измерения примерно одного миллиарда звезд и измерение лучевых скоростей 150 миллионов самых ярких объектов и посылает на Землю информацию о составе, формировании и развитии нашей родной галактики – Млечного Пути. Спектрофотометрические наблюдения Gaia за каждой из миллиардов звезд помогают определить происхождение, структуру и развитие галактик, звездных и планетных систем, квазаров и даже астероидов. Созданный компанией Astrium (теперь – Airbus Defense and Space) для Европейского космического агентства (ЕКА), Gaia представляет собой сложную двухтонную машину, оснащенную сложными приборами, включая спектрофотометрический комплект с разрешением в 938 млн пикселей, с которым связаны два зеркальных телескопа, атомные часы и десятиметровый солнцезащитный экран. Космический аппарат находится на расстоянии около 1,5 миллионов километров от Земли и отправляет данные, которые могли бы ответить на загадки Вселенной.

Каким образом Gaia и другие дорогостоящие грузы попадают в глубины космоса с пусковой площадки неповрежденными и в идеальном рабочем состоянии? В компании Intespace уверены: секрет прост – использование новейших решений для имитационного моделирования и тестирования, работа экспертов мирового уровня и тесное взаимодействие с заказчиком. Intespace – ведущая компания в области испытаний аэрокосмических условий окружающей среды с более чем 30-летним опытом. Испытательный комплекс компании площадью 20 000 кв. метров расположен на производственной площадке Airbus Defense and Space, напрямую связан с залом сборки спутников и является частью международной арены космических испытаний. Акционерами Intespace являются компании Airbus Defense and Space и Thales Alenia Space. Intespace, обслуживающая в основном проекты компании Airbus Defense and Space, с 2000 года инвестировала более 11,5 миллионов евро в создание и оснащение этого испытательного комплекса. Его услугами пользуются не только компании, входящие во французское аэрокосмическое сообщество, но также и из других



стран. К примеру, спутник DIRECTV 15 (США) был испытан в Intespace и запущен в 2015 году из Французской Гвианы. Экспертные знания Intespace в области испытаний и проверки запуска космических грузов востребованы разработчиками спутников и производителей комплектующих для них. В испытаниях компания Intespace опирается на решения Siemens, включая аппаратное обеспечение LMS SCADAS™ и программное обеспечение LMS Test.Lab™.

«В нашем подразделении есть много вибростендов с двумя системами сбора данных для проведения серий испытаний, – комментирует Карин Пон, руководитель механических испытаний в Intespace. – Меньший из них, оснащенный 128-канальной аппаратной системой управления LMS SCADAS, используется от 10 до 12 раз в год. 96-канальная система управления LMS SCADAS на большом вибростенде с мультидинамической системой задействована каждую неделю. Важную часть работы составляют испытания подсистем, таких как отражатели спутников телесвязи. Совсем недавно была завершена серия испытаний на телескопе для миссии CHEOPS (Characterising ExOPlanet Satellite). Это специальный проект, организованный ЕКА и Швейцарским космическим бюро. Запланированный к запуску в декабре 2017 года космический корабль выведет на орбиту телескоп Ричи – Кретьена, разработанный в компании Almatech. Он будет вращаться вокруг Земли на высоте около 800 километров и изучать образование внесолнечных планет, подобных нашей. Телескоп CHEOPS, Gaia и спутник DIRECTV 15 – это только три примера из большого числа проектов, которые ведет центр в течение года. Справляться с огромными объемами работ Intespace позволяют высокоэффективные процессы, в основе которых передовые технологии и экспертиза. На протяжении десятилетий для проведения испытаний Intespace использовали собственное программное обеспечение DynaWork®. В испытательной части с 2000 года использовалась специально созданная, единственная в своем роде система, интегрированная в

DynaWorks. Однако в последнее время компания столкнулась с проблемой технического обслуживания – отсутствием запчастей и отказом поставщика reinvestировать в систему. Было принято решение о проведении конкурса с целью выбора нового поставщика испытательного оборудования, важным требованием стало сохранение наработок. Из решений восьми поставщиков, принявших

Справляться с огромными объемами работ Intespace позволяют высокоэффективные процессы, в основе которых передовые технологии и экспертиза

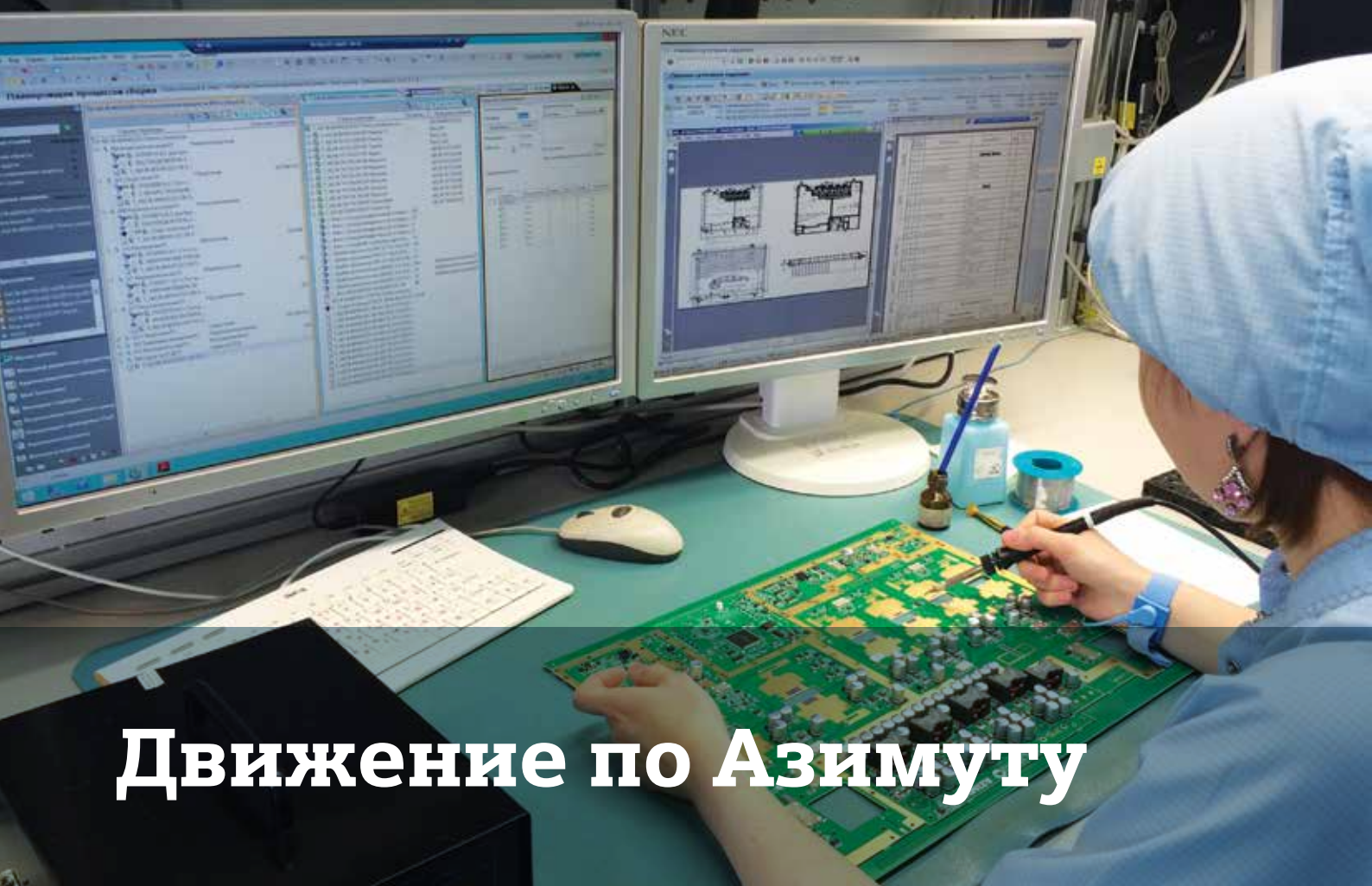
участие в конкурсе, были выбраны технологии Siemens для динамического испытания параметров окружающей среды с использованием специального оборудования LMS SCADAS и программного обеспечения LMS Test.Lab.

«Решения Siemens позволили нам эффективнее организовать работу с информацией и проводить испытания, – утверждает Пол-Эрик Дюпюи, СТО и директор по исследованиям и разработкам компании Intespace. – В сочетании с DynaWorks получилось самое быстрое и эффективное решение на рынке. Если раньше получение данных занимало 30 минут, а на программирование усилителей уходило 20 минут, то теперь все происходит намного быстрее. Полная программа испытаний – трехмерные синусоидальные тесты и акустические испытания – теперь выполняется за 5-дневную рабочую неделю. Я не знаю другого испытательного центра, способного это сделать». Что касается возможностей аппаратного обеспечения, то теперь платы сбора данных универсальны, к ним легко присоединить любой необходимый тип датчика и очень просто запрограммировать каналы сбора данных. Поскольку аппаратное обеспечение LMS SCADAS представляет собой единый компактный блок, то по сравнению с другими системами оно имеет меньше точек подключения и универсальную кабельную разводку.

Это улучшает качество в целом. В Intespace для проведения испытаний насчитывается 512 каналов аппаратного обеспечения LMS SCADAS. Это одна из крупнейших систем сбора данных, предназначенных для квалификационных испытаний вибрации и регулирования вибрации. В дополнение к 512 каналам Intespace посчитали необходимым иметь дополнительные возможности в платах сбора дан-

ных LMS, включая возможность копирования аналогового входного сигнала на выходе или выбора электрического заземления для каждого канала. Рабочая группа Siemens PLM Software из г. Бреда (Нидерланды) специально разработала новую плату VCF4 в соответствии с этим запросом. Отличное качество продуктов LMS по достоинству оценено специалистами Intespace.

«Функция вывода монитора на платах сбора данных системы управления VCF4, специально организованная по нашему запросу, позволяет записывать резервную копию каналов управления в системе сбора данных. Так как это поддерживается в программном обеспечении определения конфигурации, вероятность ошибок при настройке сведена к минимуму, – отмечает Карин Пон. – Система моделирования испытаний LMS предоставляет нам больший динамический диапазон. Теперь мы можем провести 0,1 или 0,2 г развертки. Предыдущая система не позволяла нам выполнить испытания с таким диапазоном. Теперь информацию из данных циклограммы мы получаем практически сразу после запуска – это занимает секунды. Экономия времени существенна – в 10 раз быстрее. В числе других улучшений – получение онлайн-спектральных данных в режиме реального времени от LMS Test.Lab способствует общей экономии времени во время проведения испытаний».



Движение по Азимуту

Группа компаний «Азимут» разрабатывает, серийно производит и поставляет «под ключ» предприятиям гражданской авиации средства связи, навигации, посадки, наблюдения и автоматизации управления воздушным движением, а также разрабатывает и реализует комплексные проекты оснащения и переоснащения аэродромов и центров управления воздушным движением. Информационная среда компании «Азимут» характеризуется высокой степенью автоматизации бизнес-процессов на всех этапах жизненного цикла изделий и во всех подразделениях компании. В компании уже длительное время в промышленной эксплуатации используются корпоративные информационные системы: Система управления данными об изделии (PDM), Система управления ресурсами и планирования производства (ERP, MES). Специалисты и руководство компании убеждены, что инновационные, конкурентоспособные изделия мирового уровня можно разрабатывать и производить только при использовании современных эффективных инструментов и

систем также мирового уровня. Основным залогом успеха является постоянное совершенствование информационных систем предприятия, которое в том числе заключается и (при необходимости) в переходе на использование новых систем взамен старых. С целью повышения конкурентоспособности выпускаемых изделий группа компаний «Азимут» инвестировала значительные средства и полностью модернизировала производство. В 2014 году был проведен пересмотр используемых на предприятии системы автоматизированного проектирования (CAD) и системы управления данными об изделии (PDM), который выявил - существующие системы обладают рядом ключевых ограничений. Во-первых, в ходе проекта развития ERP-системы возникла необходимость в корректных структурированных данных по технологии изготовления изделий. Отсутствие и ненадежность этой информации в ERP-системе не позволяли эффективно провести планирование производства. Во-вторых, остро обозначилась необходимость работы в единой ин-

формационной среде над единым проектом всех филиалов компании. Существующая система управления данными позволяла лишь обмениваться пакетами данных, а увязывание разрозненных пакетов в единый электронный макет изделия занимало, как правило, 3-5 дней. В-третьих, требовалось значительное сокращение сроков подготовки производства, что могло быть достигнуто только при использовании принципиально нового подхода, такого как использование бесчертежной технологии разработки и подготовки производства изделий. Таким образом, дальнейшее сокращение сроков разработки и производства изделий требовало изменения бизнес-процессов предприятия и внедрение современных IT-технологий как для повышения эффективности использования производственных ресурсов, так и для повышения эффективности работы инженеров предприятия. Стала очевидна необходимость в выборе и внедрении новых систем класса CAD и PDM. Более того, было принято стратегическое решение о переходе от использования системы управления инженерными данными (PDM) к использованию платформы управ-

ления полным жизненным циклом изделия (PLM). В результате скрупулезной оценки представленных на рынке решений выбор был сделан в пользу CAD NX и PLM-системы Teamcenter от компании Siemens PLM Software.



Проект внедрения охватывал все основные этапы жизненного цикла изделия: разработка изделия, инженерные расчеты и анализ 3D-модели изделия (цифрового двойника), технологическая подготовка производства (разработка технологических инструкций и технологического процесса для задач планирования производства), производство (обеспечение доступа к технологическим инструкциям на рабочих местах в цехах), эксплуатация (разработка эксплуатационной документации). PLM-платформа была внедрена во всех филиалах компании, обеспечив таким образом работу в едином информационном пространстве.

Использование принципиально новых систем проектирования и управления данными позволило перейти к бесчертежной технологии разработки, технологической подготовки производства и эксплуатации изделий и «безбумажному» производству (технологическая документация используется на рабочих местах в электронном виде). Сейчас на предприятии для новых изделий отсутствует такое понятие, как «чертеж», а конструкторская документация представлена в виде аннотированных 3D-моделей деталей и сборочных единиц. Аннотированные модели эффективно используются на всех последующих этапах подготовки производства и эксплуатации. Теперь в рамки единой системы управления данными включены процессы разработки схемной документации, программ-

ного обеспечения, технологических процессов и документации, эксплуатационной документации. Управление единой библиотечной нормативно-справочной информации также ведется в Teamcenter. Большая работа была проделана по интеграции системы управления данными об изделии и системы управления ресурсами и планирования производства (ERP SAP R3). Интеграция основана на современной сервис-ориентированной архитектуре (SOA) и позволяет в режиме онлайн двунаправленно передавать и синхронизировать данные для исключения ошибок и повышения эффективности планирования и производства. Благодаря этой интеграции стал возможным отказ от бумажной документации в производстве: планирование производства и выдача суточных заданий ведется в ERP SAP, и само задание содержит ссылку на технологическую документацию: оператор нажимает на ссылку и открывается технологическая документация (используется web-клиент Teamcenter EWI с упрощенным, оптимизированным интерфейсом).

В результате реализации этого проекта головной офис и ряд филиалов «Азимута» перешли на промышленное использование современных систем, которые удовлетворяют высоким требованиям компании в настоящий момент и, что не менее важно, позволяют в перспективе расширять спектр автоматизируемых бизнес-процессов. Таким образом, системы не только не ограничивают бизнес-компанию, но позволяют ей развиваться и, более того, «пред-

лагают» направления развития. С точки зрения достижения поставленных бизнес-целей проекта специалисты компании «Азимут» отмечают, что продолжительность разработки КД снизилась на 30% за счет внедрения бесчертежной технологии. За счет внедрения единой среды КПП и ТПП и организации совместной работы конструкторов и технологов произошло снижение продолжительности технологической подготовки производства на 40%. Внедрение средств моделирования и визуализации NX позволило повысить качество КД. Повышению качества ТД способствовало внедрение средств технологической подготовки производства и визуализации NX и Teamcenter, а также внедрение технологии EWI. Внедрение технологий Siemens позволило создать полноценную распределенную среду разработки КД и технологической подготовки производства, обеспечивающую одновременную совместную работу, с едиными базами данных и с едиными серверами подразделений компании, расположенными на удаленных площадках. Следуя своему основному принципу постоянного развития и совершенствования, специалисты компании «Азимут» планируют расширение систем на все филиалы компании, а также расширение покрываемых системой этапов ЖЦИ: маркетинг, разработка технического задания и управление требованиями, сервисное обслуживание и ремонт изделий в ходе эксплуатации.

*Илья Чайковский,
Siemens PLM Software*



Достичь большего меньшими средствами

Рынок требует новых изделий с расширенной функциональностью при одновременном снижении стоимости. Предприятиям необходимо решить эту задачу, не уменьшая норму прибыли.

Мантра «лучше, быстрее, дешевле» стала настоящим заклинанием для каждого разработчика изделия. Соответствовать ей непросто в принципе, а в случае высокой сложности продукта — особенно. Вывод на рынок изделий стабильно высокого качества требует оптимизации процессов разработки, позволяющих конструктору быстро рассматривать тысячи вариантов проектных решений в установленные сроки. Как же этого достичь? Ответ есть — необходимо внедрить компьютерную систему численного моделирования.

Разработка изделий: вызовы

Стремясь выпустить высокофункциональные и сложные изделия быстрее конкурентов, предприятия сталкиваются со многими проблемами — как внешними, так и внутренними. Согласно результа-

там опроса, проведенного группой компаний Aberdeen, в числе основных трудностей — рост сложности выпускаемых изделий (40%), ограниченные ресурсы разработчиков (36%), необходимость учета условий эксплуатации (36%).

Создание сложных современных изделий невозможно без успешных инноваций. На протяжении последних 15 лет мы наблюдаем подтверждение этой тенденции. Участники опроса указали на значительное увеличение числа компонентов в современных изделиях: рост механических деталей и узлов составил 13,4%, программного обеспечения — 34,4%, электрооборудования — 19,6%.

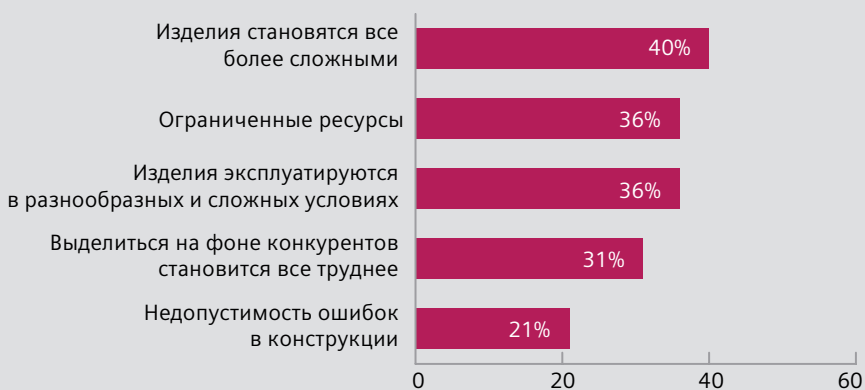
Предприятию важно поддерживать качество выпускаемой продукции на стабильно высоком уровне не только на этапе разработки изделия, но и когда конкурентное преимущество достигнуто. Ошибки в конструкции приводят к задержкам с выпуском изделия и препятствуют его успешному выходу на рынок, а в худшем случае — к потере доверия заказчиков и доли рынка.

Дефицит ресурсов

Очень тонкая грань отделяет успех изделия от неудачи. Низкое качество изготовления изделий и отсутствие должных управленческих навыков у руководителей ведет к провалу. Ключевой причиной неудач выступает нехватка основных ресурсов. 62% участников опроса утверждают, что негативное влияние на работу предприятия оказывает нехватка квалифицированных инженеров.

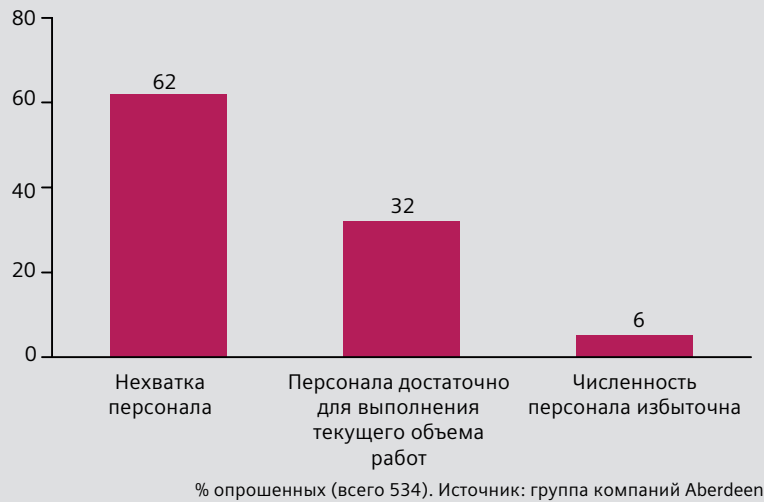
Более тщательный анализ показал, что причиной недостижения поставленных целей чаще всего выступает дефицит времени и персонала. Помимо срыва сроков, дефицит ресурсов влияет и на возможность со-

Рис. 1: Рост сложности изделий



% опрошенных (всего 488). Источник: группа компаний Aberdeen

Рис. 2: Дефицит ресурсов



блюдения заданных показателей себестоимости, качества, прибыли, считают участники опроса. В условиях нехватки ресурсов предприятия неизбежно приходится «срезать углы»: сокращать время на проведение необходимых проектных исследований, рассматривать и выполнять альтернативные варианты конструкции ускоренно или даже в меньшем объеме, а графики запуска изделий вообще игнорировать. Для сохранения конкурентоспособности необходимо решить названные проблемы и научиться достигать большего с меньшими ресурсами.

Успешная разработка требует численного моделирования

Соответствие ожиданиям заказчиков, уровень качества, время выхода на рынок и себестоимость определяют успех изделия. При этом достичь всех поставленных целей необходимо в условиях сохранения прибыльности. Трудовые ресурсы играют важнейшую роль в успешной реализации планов компании. Ведущие предприятия смогли существенно ускорить процессы разработки и сократить накладные

расходы за счет внедрения системы численного моделирования. Эта безопасная и недорогая среда позволяет инженерам оценить сотни и даже тысячи вариантов одной и той же конструкции. 73% опрошенных предприятий сообщили, что лучшим способом точной оценки характеристик будущего изделия является применение численного моделирования на ранних этапах процесса разработки. Это позволяет справиться с проблемами, вызванными ростом сложности изделий, и повысить надежность продукции. Важно отметить, что в долгосрочной перспективе преимущества численного моделирования значительно превышают начальные расходы на его внедрение.

Что значит «быть лучшим в своем классе»?

Для ответа на этот вопрос участники опроса были разделены на две группы. В группу «лучшие в своем классе» вошло 20% предприятий, в группу «все остальные» — оставшиеся 80%. Критериями разделения стали пять показателей: качество, соблюдение сроков запуска производства, соответствие запланированной себестоимости, соответствие запланированной прибыльности и изменение сроков разработки (увеличение либо уменьшение). Участники опроса отвечали, как часто их предприятиям удавалось обеспечить соответствие всем пяти показателям за последние два года.

Таблица 1. Отрицательные последствия дефицита ресурсов

Влияние на целевые показатели выпуска продукции	Все опрошенные
Сроки запуска производства	Задержки на 16%
Плановое значение себестоимости	Задержки на 11%
Заданные показатели качества	Задержки на 10%
Плановое значение прибыльности	Задержки на 11%

Источник: группа компаний Aberdeen (всего 534 опрошенных)

Показатели «лучших в своем классе» компаний стабильно превышают показатели «остальных» предприятий. «Лучшие в своем классе» достигают запланированного качества, сроков, себестоимости и прибыльности на 20% чаще, чем другие компании. А сроки разработки им удалось сократить практически вдвое по сравнению с группой «все остальные». Очевидно, такой результат стал следствием конкретных шагов, предпринятых «лучшими в своем классе».

Рекомендации по эффективному применению численного моделирования

моделирования

Предприятиям необходимо быстро и гарантировано создавать действительно инновационные изделия, отвечающие потребностям самых требовательных заказчиков, при сохранении нормы прибыли. Ведущие предприятия находят решение этой задачи во внедрении систем численного моделирования. Какими же ключевыми рекомендациями по внедрению численного моделирования в процесс разработки?

- Начните с самых ранних этапов. Наиболее важные задачи анализа и контроля проектных решений необходимо проработать на самых ранних этапах, когда изделие еще не передано на производ-

«С какими проблемами Вы сталкиваетесь в ходе разработки изделий?»

- **Процессы не автоматизированы (ручное заполнение электронных таблиц): 39%**
- **Отсутствует возможность представления данных для принятия решений: 31%**
- **Отсутствие опыта и дефицит ресурсов: 19%**

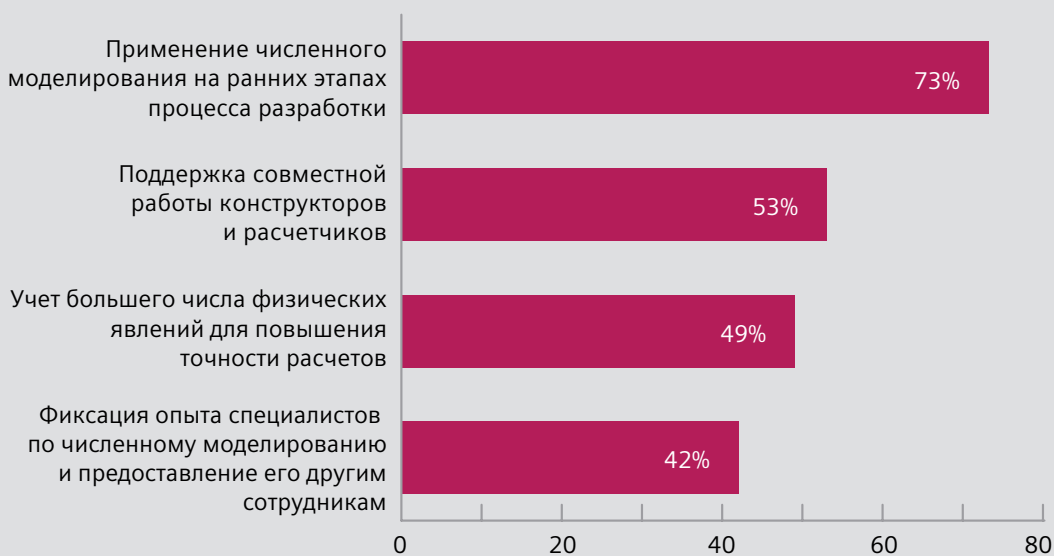
ство. Чем раньше будет проведен анализ различных вариантов конструкции, тем больше возможностей для внесения изменений и тем меньше ошибок перейдет на последующие этапы разработки. Самый простой способ выполнения анализа — численное моделирование и создание виртуальных опытных образцов. «Лучшие в своем классе» компании на 55% чаще выполняют численное моделирование на уровне отдельных деталей и узлов.

- Внедрение технологий, соответствующих производственным процессам. Следует внедрять только те решения, которые удобны в работе и легко интегрируются в существующие процес-

сы. Используйте системы численного моделирования, которые помогают устранить ошибки в проектных решениях и легко вписываются в существующие рабочие процессы. «Лучшие в своем классе» компании на 37% чаще проводят обучение сотрудников применению систем численного моделирования, а также оптимальным приемам работы, согласующимся с принятыми на предприятии процессами разработки.

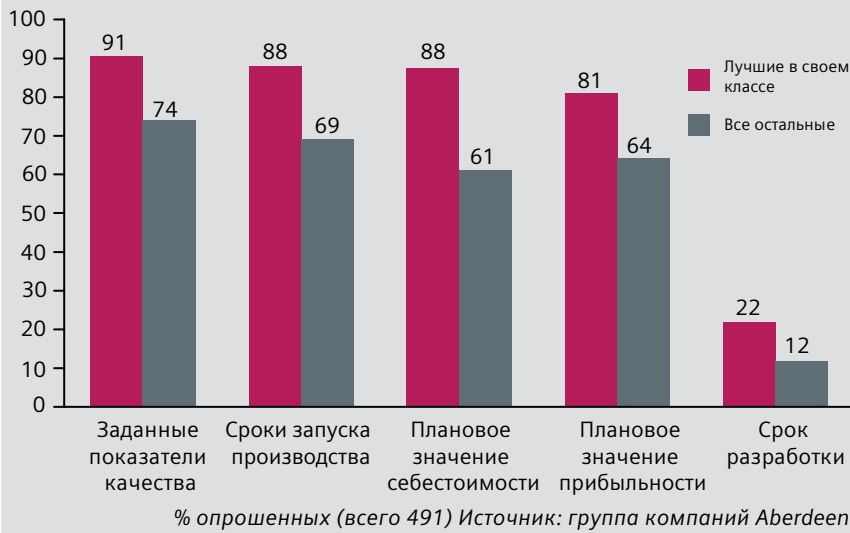
- Используйте решения, способствующие стандартизации процессов, помогающие фиксировать накопленный опыт и устранять ошибки, выявляемые на последующих этапах. «Лучшие в своем классе» компании на 33% чаще применя-

Рис. 3: Предприятия, внедрившие системы численного моделирования



% опрошенных (всего 491). Источник: группа компаний Aberdeen

Рис. 4: Показатели лучших предприятий



Основные выводы

В эпоху Интернета вещей использование численного моделирования становится для «лучших в своем классе» компаний важнейшей составляющей процесса разработки изделий и применяется на всех этапах разработки. Это позволяет сократить технологическую себестоимость, исключить задержку вывода изделий на рынок и обеспечить высокое качество. Текст подготовлен на основе первичного исследования, проведенного группой компаний Aberdeen.

ют численное моделирование для анализа отказов находящихся в эксплуатации изделий.

- Обеспечьте тесное сотрудничество конструкторов и инженеров-испытателей. «Лучшие в своем классе» компании на 11% чаще обеспечивают совместную работу конструкторских и производственных подразделений, в основе которой — применение систем численного моделирования.
- Предприятия, которые оптимизируют наиболее сложные процессы, повышают эффективность разработки и изготовления изделий.


Ключевые характеристики системы численного моделирования

- **Высокая точность: 76%**
- **Надежность: 76%**
- **Интеграция с CAD-системами: 70%**
- **Широкие функциональные возможности: 67%**
- **Низкая стоимость: 61%**
- **Удобство в использовании для неспециалистов: 50%**

Рис. 5: Лучшие в своем классе компании применяют средства численного моделирования на всех этапах разработки



% опрошенных (всего 491). Источник: группа компаний Aberdeen



Индустрия 4.0: семь фактов

Концепция будущего промышленности предполагает, что всеобъемлющая паутина свяжет людей, объекты, станки и создаст совершенно новое производственное пространство. Многие производители, исследователи и правительственные организации уже активно взаимодействуют для реализации этой концепции, получившей название Индустрия 4.0, и создания фабрик будущего. Что же выступает движущей силой преобразований?

Индустрия 4.0

Изобретение паровой машины и механизация ручного труда в 18 веке положили начало первой промышленной революции. Вторая промышленная революция стала результатом электрификации и перехода на массовое производство в начале 20 века. Третья случилась несколько десятилетий назад в ответ на внедрение электроники и компьютерных технологий для автоматизации производства. Теперь, когда на производстве виртуальный и реальный миры объединяются, мы говорим об Индустрии 4.0. Этот термин был введен компанией Siemens для определения четвертой промышленной революции.

От больших данных – к умным данным

Усиливающаяся тенденция на дигитализацию и интенсивный обмен информацией полностью меняют производственную цепочку. Объемы данных растут экспоненциально. Если в 2005 г. во всем мире было создано 130 экзбайт данных, то к 2012 г. этот показатель достиг 462 экзбайт. По мнению специалистов, в 2020 г. объем данных уже составит 14 996 экзбайт (это равно примерно 15 триллионам гигабайт). Для анализа и последующего использования столь огромного массива информации необходима разработка специальных средств, способных понимать содержащийся в данных смысл. А прежде надо выяснить, как функционируют устройства и системы, какие измерительные технологии и датчики могут быть применены для сбора наиболее полезной информации.

Данные управляют производством

Исследователи рынка прогнозируют, что объем мировых продаж средств промышленной автоматизации вырастет с 160 млрд евро в 2013 г. до 195 млрд евро к 2018 г. Ежегодные инве-



стиции только немецкой промышленности в средства поддержки концепции Индустрии 4.0 составят около 40 млрд евро к 2020 году. В Германии доля промышленного производства в валовом национальном продукте уже более чем в два раза выше, чем в Великобритании, Франции и США. Несомненно, успех будет определять дигитализация.

Быстрое, гибкое и эффективное производство

В результате Индустрии 4.0 будущие миллиарды станков, систем и датчиков, расположенные по всему миру, станут обмениваться данными друг с другом. Это приведет к существенному росту не только производительности, но и гибкости, быстрой реакции на изменяющиеся требования рынка.

Миры объединяются

Концепция Индустрии 4.0 объединяет виртуальный и реальный миры. Пример того, как это работает, –

PLM-решения компании Siemens. Программное обеспечение применяется для разработки и тщательного тестирования изделий в виртуальной среде еще до начала производства. Технологии Siemens позволяют наполовину сократить сроки выхода изделий на рынок, уровень качества при этом возрастает. Это становится возможным благодаря моделированию с применением «цифровых двойников» – виртуальных копий изделия, моделей его деталей и узлов, которые можно виртуально испытывать на всех этапах процесса разработки. Именно такой подход применялся при отработке посадки марсохода Curiosity в 2012 г.: весь процесс посадки моделировался 8000 раз в системах от Siemens PLM Software.

Самоорганизующиеся заводы

Информационные технологии, телекоммуникации и производство


объединяются, в результате технологическое оборудование получает большую автономию. Пока еще сложно с высокой точностью описать, как именно будут выглядеть умные фабрики будущего. Один из возможных сценариев таков: на заводе будущего станки самостоятельно организуют свою работу, сборочные линии – автоматически перенастраиваются, а заказы – преобразовываются в технологическую информацию и поступают в производство. Люди сохраняют за собой важные роли в мире Индустрии 4.0 — как творческие лидеры и мыслители, которые направят свой интеллект на создание новых процессов и систем, разработку программного обеспечения, управляющего машинами.

Будущее уже здесь

Цифровые методы проектирования (виртуальная реальность), 3D-печать, компактные роботы – технологии Индустрии 4.0 уже существуют и работают. Завод Siemens в баварском городе Амберг выпускает средства промышленной автоматизации – это самая современная производственная площадка компании в мире. Здесь изделия и станки обмениваются информацией между собой, причем изделия сами управляют процессом собственного изготовления. Один из результатов: объемы выпуска изделий выросли в восемь раз за 20 лет при сохранении численности персонала и площадей неизменной. Сегодня люди и машины в восемь раз эффективней, чем 20 лет назад.

www.siemens.com/innovation/





Будущее машиностроения

Экспертное мнение

Ян Мросик, Главный Исполнительный Директор (CEO) подразделения Digital Factory концерна Siemens

Каким станет будущее производство?

Ян Мросик: Производство на 100% станет цифровым, все станки и оборудование будут подключены к сети через облако. Скорость разработки и изготовления новых изделий возрастет в несколько раз по сравнению с сегодняшним днем. При этом изделия – как кроссовки и смартфоны, так и автомобили и другие технологичные изделия – будут максимально соответствовать потребностям конкретного заказчика. Более того, объем затрачиваемых на производство ресурсов и энергии существенно сократится без снижения качества продукции.

Когда лучше начать переход на цифровые технологии?

Ян Мросик: Дигитализация – важнейшая составляющая сохранения конкурентоспособности предприятий в будущем, как небольшой фабрики, так и огромной транснациональной корпорации.

Продолжительность циклов создания инноваций постоянно сокращается, и это заставляет промышленные предприятия уменьшать сроки проектирования и изготовления изделий. А это, в свою очередь, требует надежной интеграции данных по всей цепочке создания продукции – от замысла до выпуска реального изделия и его эксплуатации. Использование возможностей дигитализации дает предприятиям явные рыночные преимущества, позволяет быстро и гибко отвечать на потребности заказчиков. Поэтому лучший момент для перехода на цифровые технологии уже наступил. Сегодня.

Siemens считают лучшим партнером предприятий, выбирающих цифровой путь. Почему?

Ян Мросик: Мы обладаем уникальной экспертизой в промышленности, так как сами являемся производственным предприятием. Мы на собственном опыте знаем, как быстро вывести изделие на рынок

и как обеспечить гибкую, максимально эффективную и качественную работу. Мы объединяем виртуальный мир проектирования изделий и реальный мир производства. Сегодня Siemens является единственной компанией на рынке, одновременно предлагающей и новейшее программное обеспечение для управления жизненным циклом изделий, и эффективные средства автоматизации производства, и услуги. Наш портфель решений для создания инноваций Digital Enterprise Software Suite успешно решает задачи каждого этапа создания продукции. Выбирая Siemens в качестве партнера, наши заказчики получают доступ к новейшим технологиям, широкому спектру профессиональных услуг и нашей экспертизе в промышленности.

Вы могли бы привести примеры реализованных проектов?

Ян Мросик: На многих своих заводах мы уже внедрили сквозную интеграцию – от замысла до разработ-

ки технологических процессов, изготовления и эксплуатации. Наши контроллеры Simatic S7-1500, промышленные компьютеры Nanobox и многие другие изделия имеют цифровых двойников в памяти компьютера. С их помощью проводится численное моделирование и оптимизация конструкции. Гибкие технологические процессы и полностью интегрированные системы автоматизации внедрены на производстве. В результате перехода на цифровое производство наши заказчики в автомобилестроении, к примеру, сократили сроки разработки на 40%, а объемы производства значительно увеличили без потери качества. Не будем забывать, что речь идет об отрасли, в которой каждое изделие уникально и изготавливается для конкретного заказчика.



За счет чего предприятия, выбравшие путь интеграции, смогут добиться дополнительных конкурентных преимуществ?

Ян Мросик: Я считаю, что многие отрасли промышленности находятся еще только в самом начале пути к цифровым технологиям, и в том числе к внедрению сервисов обработки данных и облачных решений. И здесь Siemens занимает лидирующую позицию: мы выпускаем собственную операционную систему для Интернета вещей – MindSphere. Эта система позволяет и производителям, и конечным пользователям получать новую информацию о системах и производственном оборудовании.

Многие разработчики дают аналогичные обещания. В чем отличие MindSphere?

Ян Мросик: При разработке MindSphere мы опирались на весь имеющийся опыт создания технологических процессов и систем автоматизации. Siemens – единственная компания, предлагающая единую операционную систему: от

сетевых средств и концепции «платформа как услуга» (PaaS) до приложений и цифровых сервисов. Это означает, что заказчики могут быстро и эффективно анализировать огромные объемы данных, создаваемых заводским оборудованием, выявлять узкие места и заметно повышать производительность и эксплуатационную готовность оборудования.

Нам было важно спроектировать MindSphere в виде открытой операционной системы для Интернета вещей. Это обеспечивает заказчикам возможность как выбирать приложения и услуги из существующей линейки Siemens, так и разрабатывать, и продавать свои собственные приложения на платформе MindSphere. Наша цель — обеспечить гибкую поддержку заказчиков на базе MindSphere, чтобы они могли вводить новые функции и новые области применения своей продукции. При этом они вполне могут стать нашими конкурентами!

Как же выглядит дорога к новому миру больших данных?

Ян Мросик: Быстрое и эффективное подключение станков и оборудования к системе MindSphere компания Siemens обеспечивает при помощи решения MindConnect. Преднастроенное решение MindConnect Nano записывает все необходимые данные, такие как состояние каждого конкретного привода или конвейера, и с заданной периодичностью передает их в систему MindSphere. На подключение через MindConnect Nano, как правило, уходит менее одного часа. Собираемые данные анализируются в MindSphere при помощи соответствующих приложений. По завершении процесса заказчики

получают четкие рекомендации по оптимизации производственных систем.

Для каких предприятий такое решение будет наиболее актуальным?

Ян Мросик: Облачные приложения принесут пользу любому производственному предприятию независимо от его размера. Скажем, для обработки данных в таких сферах, как управление энергопотреблением, оптимизация ресурсов и техническое обслуживание, можно легко подключить к облаку как небольшой завод, так и огромное машиностроительное предприятие. На основе собираемой информации соответствующие приложения и службы будут получать ценную аналитику и выводы. По мере роста производства и появления необходимости в новых аналитических функциях систему MindSphere можно легко расширить.

Однако многие предприятия проявляют определенную осторожность. Соображения защиты данных препятствуют их переходу на облачную систему.

Ян Мросик: Безопасность данных – наш приоритет номер один. Излишне говорить, что в этом плане мы полностью соответствуем требованиям действующего законодательства разных стран. Передаваемые данные обязательно шифруются. Надежную защиту данных обеспечивают самые лучшие технические средства. В MindSphere используются решения, созданные только признанными и опытными партнерами из ИТ-отрасли. Еще один немаловажный момент – решение, кому предоставить доступ к данным, принимает сам заказчик.

www.siemens.com/innovation/



Три аспекта завода будущего



Цви Фойер: «Все системы объединятся в единую сеть, отдельные элементы – станки и роботы – станут мобильными и смогут изменять свою собственную конфигурацию»



Самым большим вызовом в сфере автоматизации сегодня является создание станка, который сам для себя пишет управляющие программы.



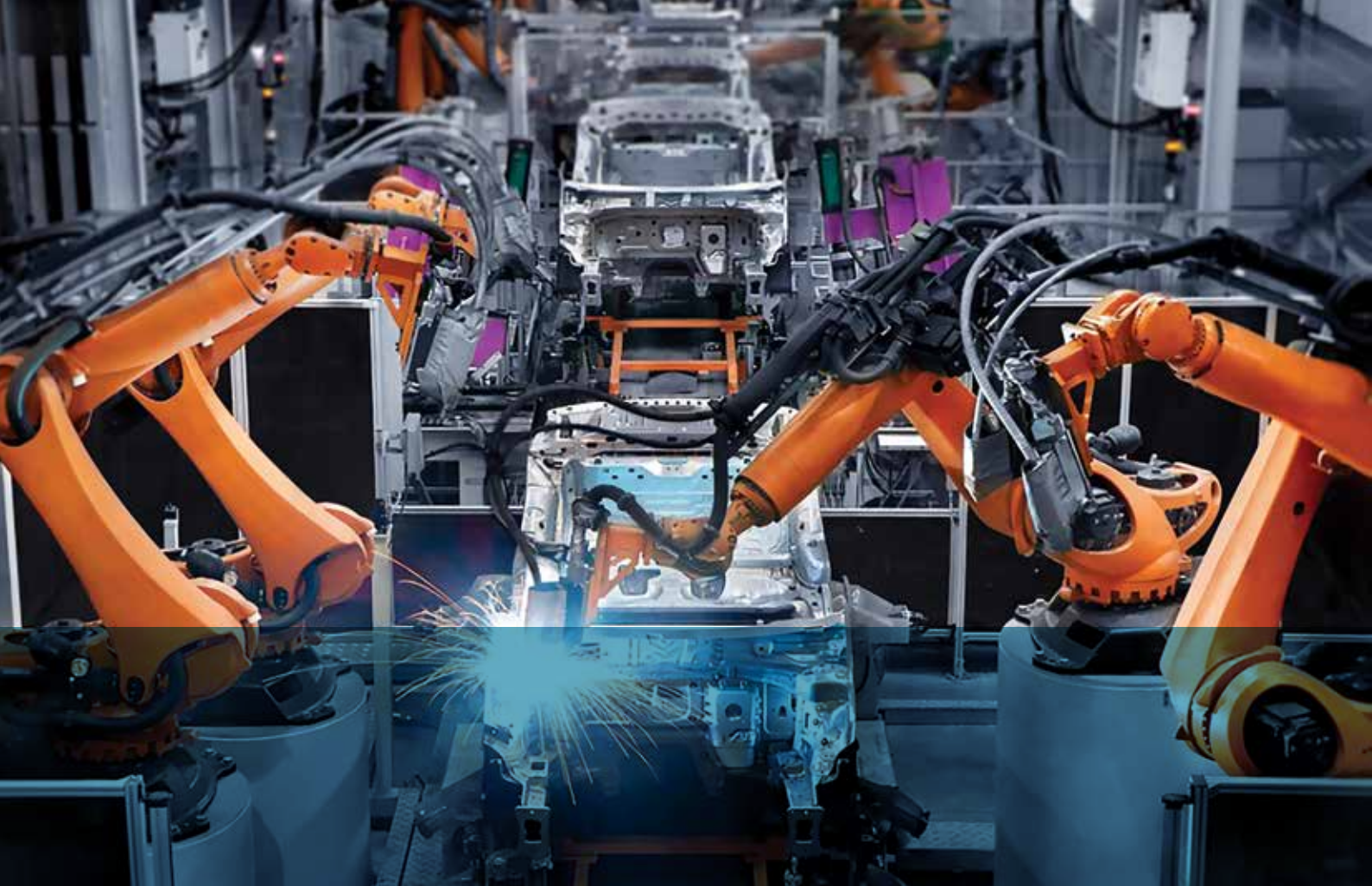
Созданные Siemens системы управления жизненным циклом преобразуют способы создания изделий и производственных линий. В их основе лежит концепция «цифрового двойника» – виртуальной копии существующего или создаваемого объекта либо процесса. Предоставляя массу возможностей в плане визуализации и оптимизации, двойники в сочетании с технологиями искусственного интеллекта обеспечивают автономную перестройку производственных процессов под быстро меняющиеся потребности заказчиков.

«Узкие места» в бизнесе, такие как задержка поставки автомобильных сидений на сборочную линию на несколько часов, случаются и наносят сильный ущерб. Если достаточного запаса сидений на складах не имеется, то производитель вынужден останавливать весь конвейер. Примеров таких проблем много, и существуют они не первый год. И только появление работающих на основе цифровой информации производств позволяет практически полностью от них избавиться. Цви Фойер, старший вице-президент Siemens PLM Software по направлению технологической подготовки производства, уверен, что заводы бу-

дущего будут отличать три аспекта, обеспечивающие надежную и гибкую передачу информации: «Все системы объединятся в единую сеть, отдельные элементы – станки и роботы – станут мобильными и смогут изменять свою собственную конфигурацию».

Это фантастика!

Реализация концепции займет годы – хотя отдельные предприятия, такие как «цифровая фабрика» компании Siemens в Амберге, уже существуют и успешно работают. Промышленность явно движется в этом направлении. В частности, заказчики Цви Фойера осознали, сколько времени и средств они теряли из-за несвоевременных поставок до того, как начали использовать PLM-системы. Переход на полностью цифровое производство на основе PLM-решений позволяет создавать «цифровые двойники» каждой технологической операции изготовления изделия. «Концепция «цифрового двойника» лежит в основе практически каждого аспекта цифровой фабрики», – отмечает Фойер. Двойники создаются не только для изделий, но и для целых технологических систем. Они



В результате приобретения как и интеграции новых, так и развития собственных технологий Siemens PLM Software значительно расширила возможности цифровых двойников.

позволяют быстро выяснить, к примеру, сколько сидений осталось на складе и, соответственно, как долго еще сможет проработать конвейер без новых поставок. Вместо того, чтобы просто остановить производство, PLM-система прогнозирует, в течение какого времени целесообразно продолжать изготовление той или иной детали. PLM-решения позволяют проводить виртуальные испытания посредством создания «цифровых двойников» всех технологических операций изготовления изделия. «По мере внедрения стандартов для обмена информацией между станками мы увидим нечто совершенно фантастическое, – рассказывает Фойер. – Сборочная линия будет самостоятельно изменять конфигурацию, перенастраиваясь на изготовление той модели автомобиля, все детали для которой имеются в наличии». Компанией Siemens PLM Software уже предпринят ряд важных шагов по разработке необходимых стандартов. Например, уже устранена проблема обмена файлами CAD-систем между предприятиями. «Нами

был разработан стандарт JT, позже принятый ISO в качестве единого для представления трехмерной геометрии. Это упростило обмен файлами различных CAD-систем», – поясняет Цви.

Автоматическое создание управляющих программ

Растет потребность в простом и быстром изменении конфигурации сборочных линий и процессов снабжения на промышленных предприятиях. В идеале системы должны перестраиваться самостоятельно. Это позволит не только устранить «узкие места», но и, что гораздо важнее, гарантировать процветание предприятия в условиях растущей конкуренции.

Подготовка перехода к гибкому производству потребует организации колоссальных объемов данных, получаемых в реальном времени, на предмет того, какие детали нужны и когда, как обрабатывать каждую деталь, как различные варианты размещения станков и роботов повлияют на энергопотребление предприятия и прокладку силовых кабелей.



Чем больше станков и процессов подключается к сети и выдает массу информации, тем ближе становится мечта о самоконфигурирующихся заводах. А пока станкам приходится давать четкие указания, что делать, посредством управляющих программ. В PLM-системе имеются инструменты моделирования, помогающие программистам обработки в написании таких программ. Однако из-за высокой сложности программный код пишет человек, которому надо знать, где располагается каждый станок, как станки группируются, а также историю их технического обслуживания. Информация необходима для смены управляющих программ и создания новой конфигурации станков. «Мы называем это контуром обратной связи, – поясняет Фойер. – Он объединяет

текущие технологические процессы с теми, которые будут выполняться на заводе в будущем».

Проектирование технологических систем методом «копировать-вставить»

Моделирование контура обратной связи между этапами конструирования начинается со сбора показаний датчиков и сведений о состоянии поставок комплектующих. Все вычисления выполняются в облаке. При помощи PLM-системы и соответствующих «цифровых двойников» можно проверить практически любой производственный сценарий. Когда у завода возникает необходимость расширить выпуск продукции и построить новый цех для удвоения производственных мощностей,

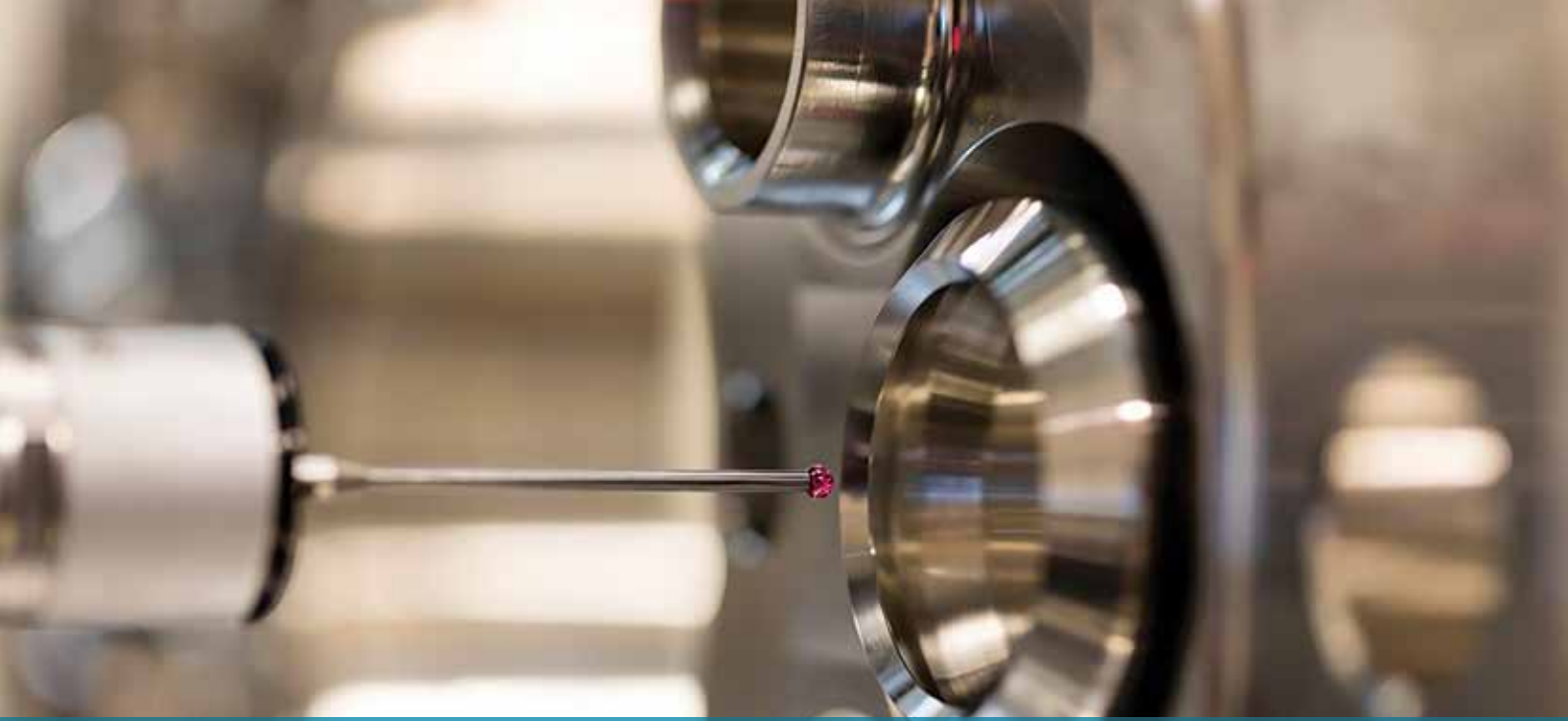
PLM-система поможет воспроизвести – аналогично функции «скопировать и вставить» – целую технологическую линию. «Мы можем точно воссоздать завод в любой точке мира», – рассказывает Фойер. Многие заказчики Siemens PLM Software уже воспользовались такой возможностью и подтвердили, что полностью удовлетворены достигнутым уровнем точности.

За последние годы в результате приобретения и интеграции как новых, так и развития собственных технологий Siemens PLM Software значительно расширила возможности цифровых двойников. «Моделирование становится всеобъемлющим, – отмечает Фойер. – Теперь модели содержат подробные сведения не только о геометрии изделия, но и о работе его механических и электронных узлов. В результате мы максимально приблизились к буквальной реализации понятия "двойник"». В данной области компания Siemens PLM Software тесно сотрудничает с рядом партнеров.

По словам Фойера, роль искусственного интеллекта в PLM-системах будущего возрастет. «Мы находимся в процессе реализации очень интересных разработок, которые позволят станкам самообучаться», – поясняет он. Самым большим вызовом в сфере автоматизации сегодня является создание станка, который сам для себя пишет управляющие программы. «Мы пока еще не достигли этого, однако уже знаем, как это сделать», – заключает Фойер.

www.siemens.com/innovation/





Создание турбин в виртуальном мире

Новые цифровые процессы позволили заводу Siemens повысить коэффициент использования станочного парка на 10% и сократить сроки изготовления элементов горелки газовой турбины на три недели. В будущем такие процессы станут применяться также при выпуске электроприводов, ветряных турбин и электродвигателей. Целью завода, чтобы он ни производил – электронику, автомобили или газовые турбины, – является постепенное сокращение сроков изготовления и повышение эффективности технологических процессов при одновременном росте качества. Технологические процессы, основанные на представлении информации в цифровом виде, открывают новые возможности, поскольку создают огромные объемы данных, пригодных для анализа и последующей оптимизации производства. Это верно как для мелкосерийного, так и для массового выпуска: в обоих случаях

оптимизация сокращает сроки выхода изделий на рынок и повышает качество продукции.

От цифровых двойников – к цифровому производству

Организация единой цепочки 3D-моделей – важнейший фактор внедрения технологических процессов, основанных на цифровой информации. Так считает Питер Робл, специалист по цифровому производству в Corporate Technology – центральном исследовательском подразделении компании Siemens.

«Подобные модели содержат всю необходимую информацию об узле: размеры и допуски, ноу-хау конструктора, характеристики материала и механические свойства деталей, получаемых от поставщиков», – поясняет он. По словам г-на Робла, такие 3D-модели могут содержать и информацию о технологических процессах.

Более того, модели продолжают собирать данные о детали или изделии на протяжении всего жизненного цикла объекта. К таким данным относятся, к примеру, сведения о динамике изменения качества поверхности, выявленные при контроле отклонений, информация об износе, поступающая от техников ремонтной службы. Такой массив данных позволяет актуализировать «цифрового двойника» на протяжении всего срока службы изделия и анализировать собираемую информацию с целью совершенствования новых вариантов конструкции.

Полная интеграция моделей

Хотя технологии численного моделирования (симуляции) становятся все более совершенными, создание «цифрового двойника» изделия, позволяющего в полной мере раскрыть все преимущества цифрового производства, все еще остается трудоемким делом. Питер Робл подчер-

кивает, что, например, соответствующие программные продукты компании Siemens – от CAD- до CAM-систем и моделей технологической зрелости (Capability Maturity Models, CMM) – требуют интеграции со стандартными методами администрирования. Сегодня применяемые 3D-модели в ряде случаев все еще нужно преобразовывать в 2D-чертежи, а станки нередко приходится программировать вручную. «Создать действительно полноценную трехмерную модель данных для “виртуального двойника” возможно, только если все участники процесса производства – люди, оборудование и программное обеспечение – получат доступ ко всей информации, а изменения будут проводиться синхронно во всех пакетах данных», – считает г-н Робл. Поэтому он и его коллеги разработали систематический подход к моделированию и управлению данными. Создаваемая платформа должна объединить все 2D- и 3D-модели, а также информацию о станках и сведения, поступающие от поставщиков и ремонтного персонала.

Изделие «в цифре»

На практике полная реализация этой концепции устранила необходимость преобразования 3D-моделей в двумерные чертежи. Технологи-программисты смогут программировать обработку деталей удаленно, а также проверять качество управляющих программ при помощи соответствующих средств симуляции обработки на экране компьютера. Они будут работать в офисе, не мешая эксплуатации станков в цехе. Это повысит коэффициент использования станочного парка и со-

кратит число ошибок. Специалисты ремонтной службы смогут получить доступ ко всем данным об изделии, представленным в структурированном виде, и сравнить наблюдаемый износ с исходным состоянием детали, чтобы точнее прогнозировать срок ее службы.

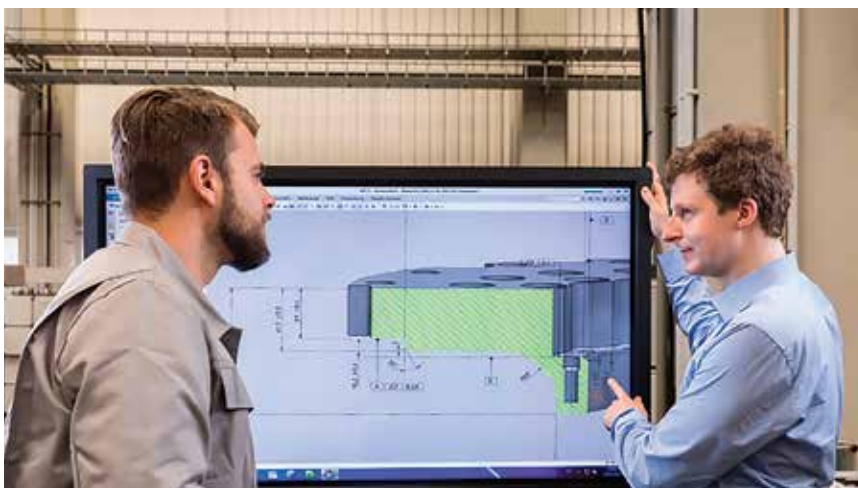
Цифровое производство газовых турбин

Себастьян Ньюберт, руководитель проекта на берлинском заводе подразделения Siemens Power and Gas (PG), работает вместе с конструкторами и специалистами подразделения Corporate Technology над внедрением интегрированной цепочки 3D-CAD-моделей, применяемой во всех технологических процессах изготовления газовых турбин, и созданием соответствующих массивов данных. Вот как он описывает преимущества такого подхода: «Для деталей горелки нового поколения наших газовых турбин мы сейчас впервые разработали 3D-модели, содержащие технологическую информацию. Они позволили сократить срок изготовления каждой детали с восьми до пяти недель и повысить коэффициент использования станочного оборудования на 10%». Бернхард Вегнер, руководитель берлинского конструкторского отдела, добавляет: «Новые методы создания 3D-CAD-моделей и средства их администрирования заметно сокращают сроки разработки. Значительно ускорился переход от этапа проектирования к этапу изготовления – теперь это занимает всего три месяца. Более того, с самого начала процесса проектирования мы можем применять наше



ноу-хау в области технологии, что повышает качество и снижает себестоимость продукции». Имеется и еще одно достижение. Глубокий анализ корреляций в ранее не использовавшихся массивах данных позволил специалистам подразделения Siemens Corporate Technology улучшить оценку характеристик потока газа в горелке газовой турбины. В результате удалось отказаться от трудоемкого процесса измерений, что сократило сроки анализа на 20%. В качестве следующего этапа моделирования всех технологических процессов изготовления газовых турбин специалисты компании Siemens собираются разработать модель турбинной лопатки с настолько большим информационным наполнением, что управляющая программа для обработки такой лопатки на станке с ЧПУ будет создаваться непосредственно по модели. Конечная цель – постепенно перевести изготовление всех важнейших деталей и узлов турбины на новые цифровые технологии. Помимо этого, специалисты подразделения Corporate Technology хотят распространить цифровые технологии и на другие сферы: изготовление приводов, ветряных турбин, электродвигателей, процессы аддитивного производства.

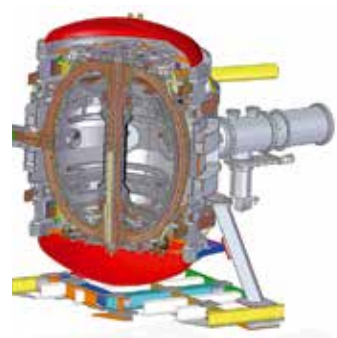
Фенна Блейл
Статья опубликована в журнале «Pictures of the Future».



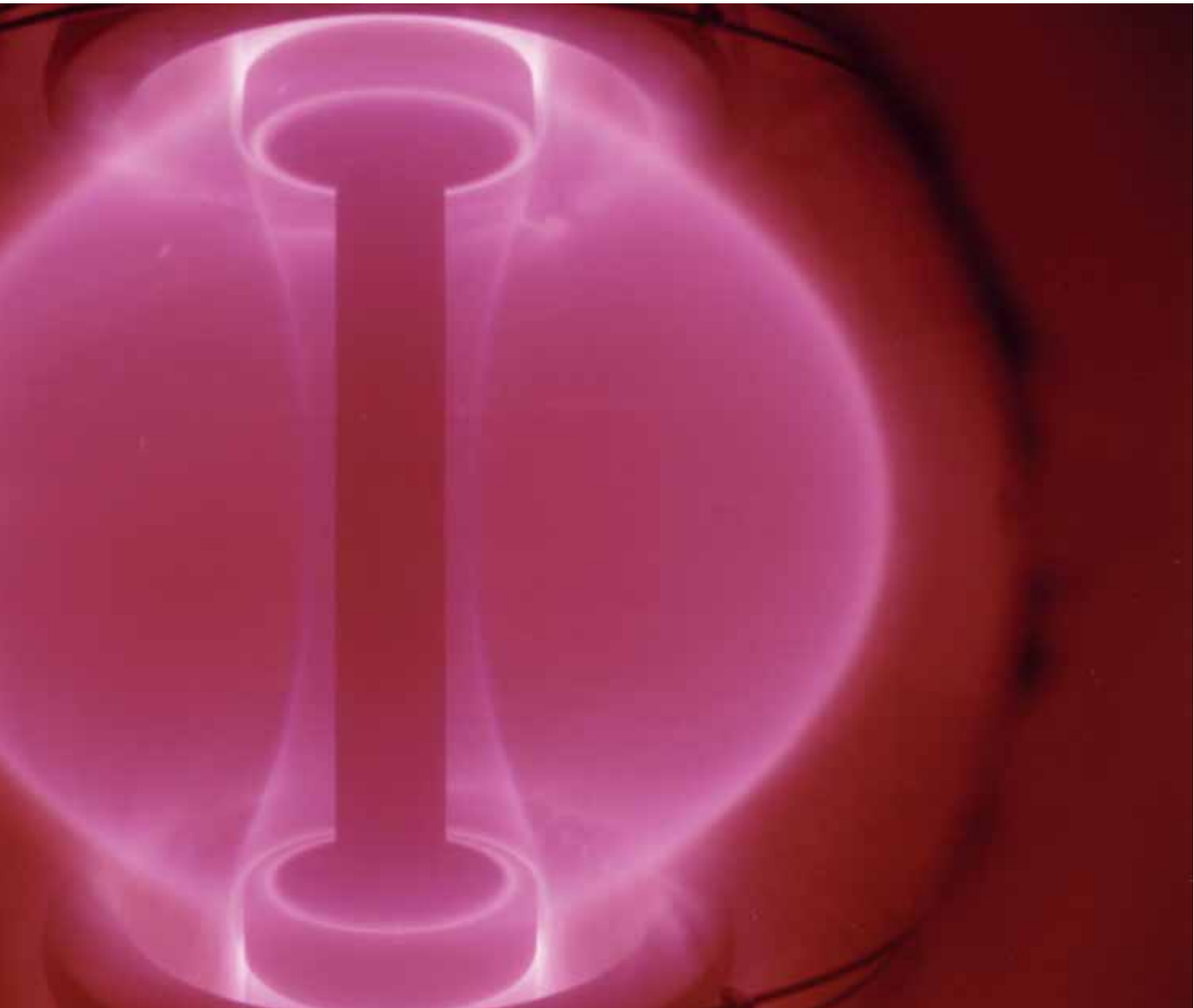
Время новых технологий



Британская Tokamak Energy проектирует термоядерную электростанцию в Solid Edge



Настало время перейти от исследований к созданию реального оборудования



Термоядерный синтез – это абсолютно чистый и экологичный способ получения энергии, которому еще предстоит реализация в промышленных масштабах. Свыше полувека лаборатория Culham – теперь научный центр Culham – возглавляет британские исследования в области термоядерного синтеза. Именно здесь два десятилетия тому назад в результате синтеза были получены 16-мегабитные мощности... Однако тогда на нагрев ушло 24 МВт. Если вы думаете, что с тех пор не произошло ничего интересного, это не так – ученые продолжали идти по пути новых открытий. Чтобы привнести революционные перемены в энергетику, шесть лет назад была основана компания Tokamak Energy. «Медленным прогресс был только в плане инженерной проработки. Наука в вопросе синтеза продвигалась успешно. И вот настало время перейти от исследований к созданию реального оборудования», – рассказывает Дэвид Кингхэм, директор компании Tokamak Energy. Самый короткий путь к созданию коммерчески успешных термоядерных электростанций – это быстрое создание опытных образцов, демонстрация их характе-

ристик и переход к разработке новых конструкций, считают в Tokamak Energy. Разумеется, «быстрый» – это весьма относительный термин, но за свою шестилетнюю историю компания уже построила два опытных образца. Третий будет готов через несколько месяцев. Попытки создания управляемой термоядерной реакции заключаются в проведении слияния атомов двух изотопов водорода (дейтерия и трития). Для получения плазмы, содержащей изотопы водорода, требуются невероятно высокие температуры. Необходимость достижения сверхвысоких температур объясняет, почему в ранних экспериментах компании Culham затрачивалось больше энергии, чем получалось. Плазма с температурой свыше 100 миллионов градусов Цельсия внутри токамака удерживается магнитным полем. Токамак – это вакуумная камера, в которой и происходит синтез. Собственно, название «токамак», предложенное российскими учеными, является сокращением русских слов «тороидальная камера с магнитными катушками». Реакцию синтеза очень сложно начать и пока не удастся стабильно поддерживать. Когда реакция все же



происходит, то образуется гелий, высвобождается один нейтрон и выделяется огромное количество энергии. Четыре пятых этой энергии уносится из плазмы нейтронами, которые задерживаются за пределами внутренней вакуумной камеры токамака. Энергия этих частиц преобразуется в тепло, которое служит для получения пара и генерации электричества.

Ранние конструкции имели камеру в виде бублика. Сегодня более перспективными считаются сферические токамаки. Ряд сотрудников компании Culham, включая д-ра Кингхэма, решили основать компанию Tokamak Energy для развития именно этой идеи. Она заключается в том, чтобы объединить идею сферического токамака с высокотемпературными сверхпроводниками, которые устраняют проблемы, возникающие при подаче в медные обмотки тока в миллионы ампер. Кингхэм говорит: «Краткосрочная цель — в 2017 году достичь температуры плазмы, превышающей температуру в центре Солнца. Затем в 2018 году надо поднять температуру еще выше — до ста миллионов градусов. А в 2019-м мы должны максимально приблизиться к условиям протекания термоядерного синтеза. Традиционно считается, что для этого нужны более крупные установки, но мы полагаем, что токамак может оставаться сравнительно небольшим. Придется создавать очень сильные магнитные поля, что является непростой технической задачей, но можно добиться протекания реакции синтеза в устройстве размером в единицы, а не сотни метров».

Сама камера изготавливается из нержавеющей стали. В будущем для промышленных реакторов понадобятся более экзотичные материалы, способные противостоять эрозии. Чтобы не допустить соприкосновения плазмы со стенками камеры, необходимо тщательно управлять магнитным полем. Для этого магнитные обмотки перемещаются, а проходящий по ним ток регулируется. Цель — постоянно поддерживать зазор в несколько сантиметров между стенкой камеры токамака и перегретой плазмой.

Обычные сверхпроводники, применяемые, например, в магниторезо-

нансных томографах, — замечательные материалы, но они теряют сверхпроводимость при высокой напряженности магнитного поля. Высокотемпературные сверхпроводники, особенно при охлаждении до примерно 20 кельвинов, способны выдерживать очень высокую плотность тока и создавать сильные магнитные поля. «Мы работаем с оксидом иттрия-бария-меди — высокотемпературным

Решения Siemens обеспечивают необходимую точность и скорость совместной работы

сверхпроводником второго поколения, — отмечает Кингхэм. — Мы уже построили один из небольших токамаков с магнитами из высокотемпературных сверхпроводников. Магниты отработали 29 часов, создавая отличное устойчивое поле». С даты основания компании Tokamak Energy численность персонала увеличилась до 30 человек, включая пять инженеров-конструкторов. Ввиду высокой сложности третьей установки ST40 крайне важной становится ее трехмерная визуализация, что потребовало перейти от чертежной доски к 3D-CAD-системе. Полтора года назад в качестве системы автоматизированного проектирования было выбрано решение Solid Edge от компании Siemens. «Я и еще один сотрудник одновременно начали работать в этой системе, — вспоминает Пол Тигвелл, консультант по проектированию механических узлов. — Второй инженер имел опыт использования Solid Edge, но ничего не знал про токамаки. А я ничего не знал про Solid Edge, но хорошо разобрался в токамаках, поэтому мы отлично дополняли друг друга».

Сначала Тигвелл в основном занимался переводом бумажных чертежей в 3D-модели. В ходе этой работы выявились ошибки в чертежах, которые при сборке первого опытного образца привели бы к необходимости «доработать конструкцию кувалдой».

Тигвелл особенно оценил такую функцию Solid Edge, как возмож-

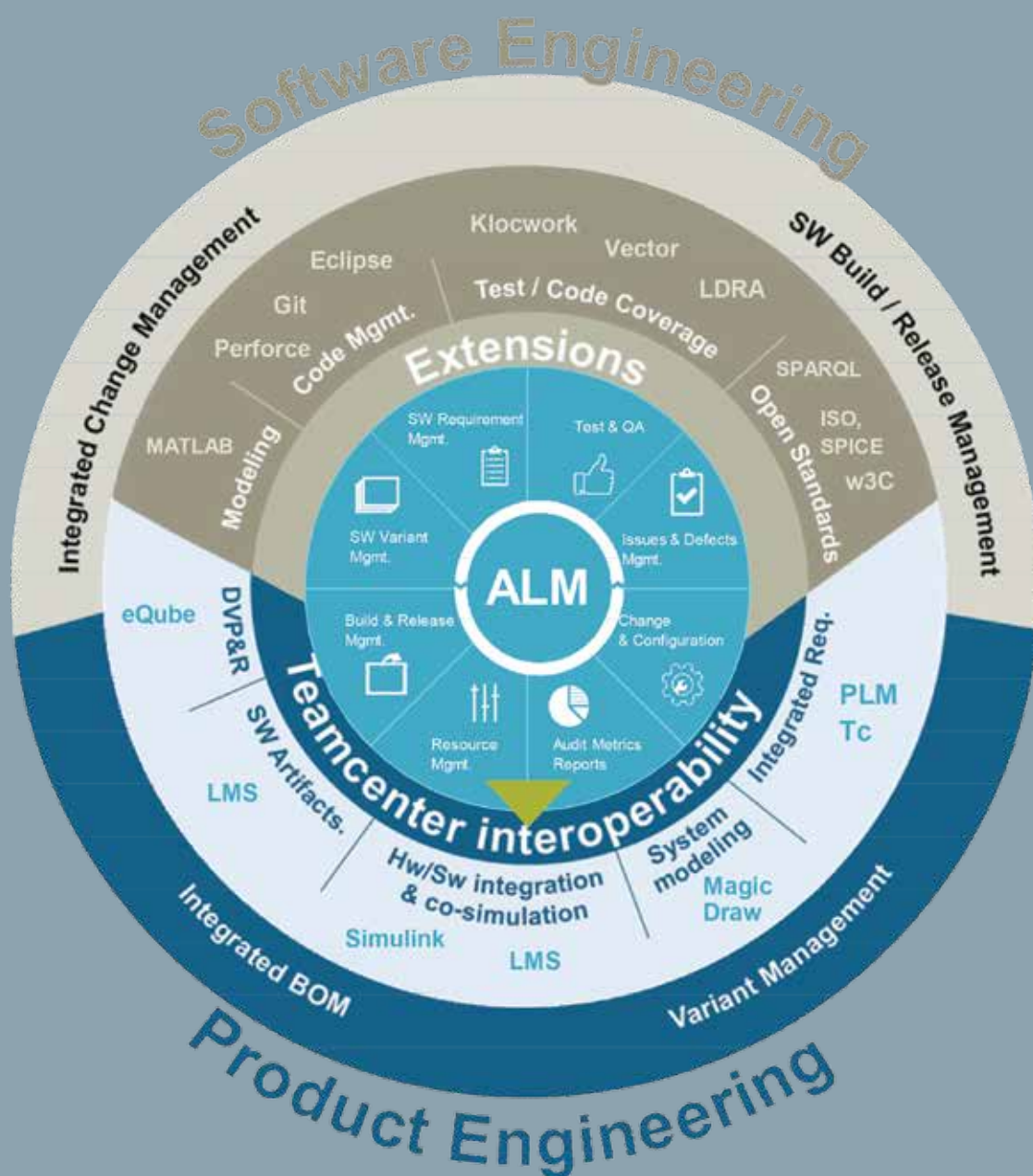
ность создания «альтернативных сборок». Она позволяет устранить избыточную детализацию, чтобы не перегружать центральный и графический процессоры и быстрее обновлять изображение. Тигвелл продолжает: «У нас есть полная сборка и ее упрощенное представление. Если я добавляю что-то новое в конструкцию, то изменяются оба варианта, поэтому не приходится обновлять две от-

дельные модели». Над опытными образцами текущего и будущего реакторов одновременно работают сразу много конструкторов, поэтому компания приобрела систему Teamcenter, которую, как и Solid Edge, разработала компания Siemens.

«В Teamcenter можно просмотреть историю внесения изменений: какие детали изменились, кем и что именно поменялось. К файлам деталей можно присоединять документы. Например, если физик подготовил пояснительную записку по конструкции реактора, мы присоединяем ее. Таким образом ведется полная и единая история процесса разработки». Про компанию Tokamak Energy можно сказать, что она идет экспериментальным путем. Такой путь весьма рискован при реализации долгосрочного и дорогостоящего проекта. Но и достижения обещают быть колоссальными. «Если мы сможем продемонстрировать высокие характеристики сравнительно небольшой и недорогой установки, то это перевернет все представления о термоядерном синтезе, — заключает Кингхэм. — Если нам удастся приблизиться к показателям таких ранее созданных токамаков, как JET, но гораздо быстрее и дешевле, это станет настоящей революцией».

Печатается с сокращениями
Eureka! Magazine
WWW.EUREKAMAGAZINE.CO.UK

Управляем встроенным интеллектом



Объединенная ALM-PLM-система обеспечивает замкнутый цикл управления изменениями

Бурное развитие цифровых технологий активно меняет нашу жизнь, меняются предпочтения потребителей, заказчики предъявляют новые требования к характеристикам продукции. Чтобы воплотить мечты заказчиков в будущем изделии, инженеры-конструкторы усложняют механические узлы, встраивают электронику и программное обеспечение в изделие. Именно встроенное ПО обеспечивает большую гибкость и удобство модернизации, расширяет возможности продукта. Выпуск изделий с новыми функциями, которые обеспечиваются встроенным и управляющим ПО, становится одним из важнейших конкурентных преимуществ во многих отраслях.

Однако встроенный «интеллект» приносит новые задачи, связанные с качеством и надежностью ПО, сложностью и безопасностью, ростом количества вариантов изделия. Для решения этих задач необходима тесная интеграция и синхронизация процессов жизненного цикла физического продукта и его программной «начинки». Чтобы получить максимальную отдачу, все системы, применяемые при разработке продукта, должны быть тесно взаимосвязаны.

Решения по управлению жизненным циклом приложений (англ. «application lifecycle management», ALM) появились в результате стремления справиться с растущей сложностью процессов создания ПО и обеспечить его качество и надежность.

Отсутствие интегрированной ALM-PLM-системы, управляющей разработкой программного обеспечения, приводит к возникновению немалого числа рисков, которые связаны с недостатком взаимодействия между ALM- и PLM-дисциплинами, неполной информацией о ходе выполнения всего проекта и в конечном счете с качеством ПО, особенно на завершающих этапах. Кроме того, отсутствие отслеживания изменений в требованиях и исходном коде приводит к задержкам со сбором информации, что замедляет весь процесс разработки. Из-за слабой координации и недостатка обмена знаниями возникает дублирование работ, а при увольнении специалистов накопленные знания уходят вместе с ними. Для создания критически важных узлов изделий, влияющих на безопасность, необходимо целостное проектирование их физического исполнения и встроенного ПО. Когда масштабы разработки ПО достигают критического уровня, когда, к примеру, задействовано уже несколько групп программистов и поставщиков модулей или узлов с ПО, внедрение ALM-решения становится обязательным.

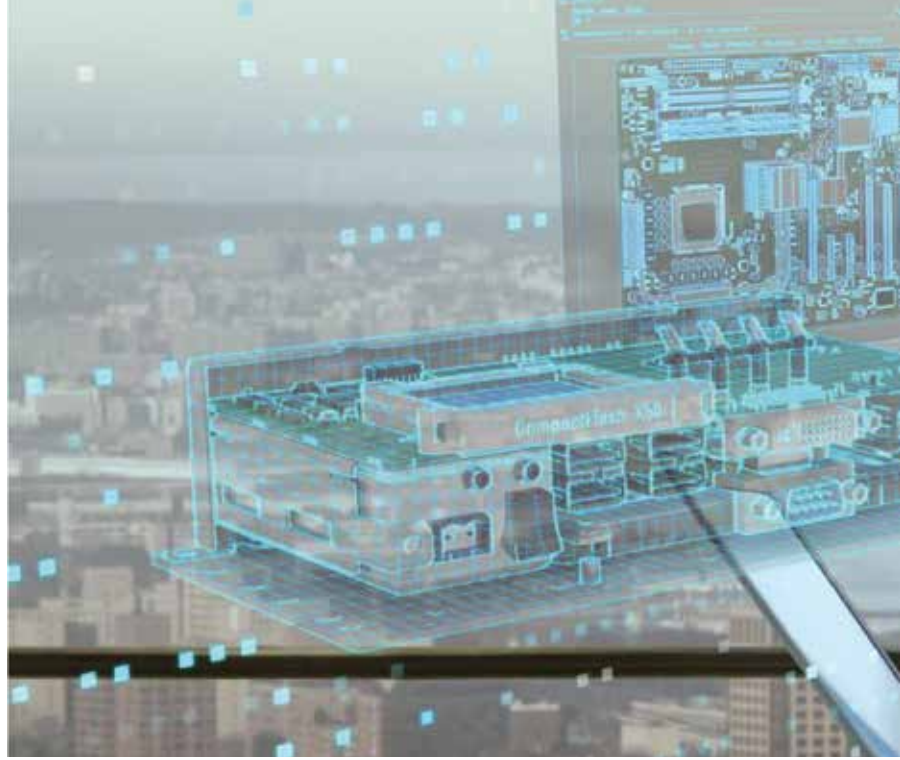
Интеграция ALM- и PLM-решений

Сегодня интеграция ALM-PLM стала ключевым вопросом в разработке изделий с встроенным ПО. Потребность в отслеживании всех эта-

пов жизненного цикла приводит к все более широкому внедрению объединенных ALM-PLM-решений в промышленности. Междисциплинарное проектирование, включающее разработку ПО, требует наличия замкнутого контура создания аппаратной и программной частей изделия, обеспечивающего непрерывную работу. Во всех процессах разработки требуется глобальное управление и прослеживание изменений, контроль и проверки, обеспечение целостности данных, контроль стоимости. Это позволяет добиться стабильно высокого качества изделий, сократить сроки его разработки и оптимизировать производство.

Например, в PLM-решении Teamcenter отлично реализованы процессы параллельной разработки электрических, электронных и механических систем. Эти процессы не могут существовать отдельно друг от друга. Например, ограничения (скажем, согласование размерных ограничений и мест крепления, соблюдение требований по плотности монтажа в ограниченном пространстве и т.д.), накладываемые на один из процессов, неизбежно влияют и на остальные процессы.

Для того чтобы расширить возможности интегрированного проектирования изделий, Siemens – ведущий поставщик PLM-решений и создатель Teamcenter – приобрел компанию Polarion Software – лидера в области ALM. Чтобы процессы



разработки ПО и процессы конструирования были интегрированы и синхронизированы между собой, разработано единое ALM-PLM-решение: Teamcenter-Polarion.

В Teamcenter собираются все данные по проектируемым электрическим и механическим узлам, а также технологическим процессам изготовления изделия. Эта же система управляет всеми процессами разработки изделия. В Polarion собираются все данные по процессам разработки ПО, результаты анализа, кодирования, тестирования и сборки ПО. Система управляет всеми аспектами жизненного цикла ПО.

Объединенная ALM-PLM-система обеспечивает замкнутый цикл управления изменениями. Если из PLM-решения в систему Polarion ALM поступает новое требование, запускается процесс его анализа и выполнения. Как только требование будет исполнено в рамках ALM-процесса (изменен программный код), обновляется информация об изделии. Когда программный код готов к сборке, в дело вступает предусмотренная в Polarion функция управления релизами и сборками.

Любой документ, представленный в Teamcenter, можно отобразить в Polarion. При этом передается только «снимок» документа. Исходная информация остается в соответствующем источнике. При обновлении данных в источнике обновляется и «снимок».

Teamcenter управляет требованиями и изменениями в них, так как практически все новые требования основываются на уже существующих. Teamcenter также управляет PLM-процессами на основе требований, поэтому интеграция с функцией управления требованиями в Polarion ALM – важная составляющая единого ALM-PLM-решения.

Управление тестированием

Для того чтобы обеспечить нужное качество встроенного ПО, ALM-система должна тщательно управлять требованиями и процессами тестирования. Тестирование выполняется с двумя основными целями: проверка соблюдения требований («делает ли программа то,

что предусмотрено документацией на изделие?») и проверка корректности самого программного кода («правильно ли написана программа?»).

Применительно к общепринятой V-модели инженерной разработки изделий левая часть соответствует требованиям, а правая – тестированию. Объединенные ALM-PLM-системы должны объединять обе части модели с использованием различных инструментов тестирования кода, как ручного, так и автоматического.

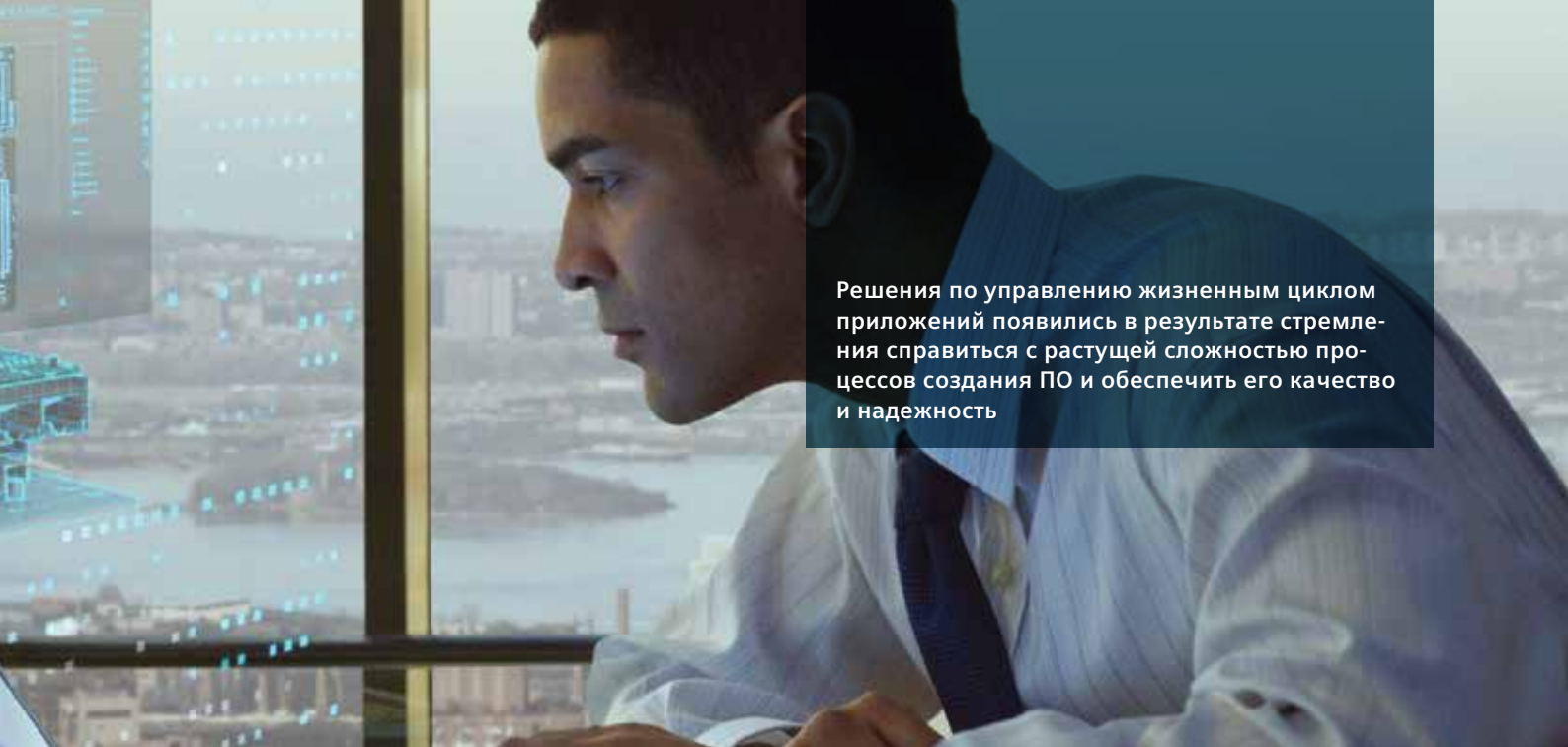
Это особенно важно для обеспечения соответствия регулятивным нормам и стандартам (например, стандарт IEC 61508/ISO 26262). Для контроля соответствия стандартам ALM- и PLM-решения должны тесно взаимодействовать друг с другом, постоянно отслеживая состояние процесса тестирования и проверяя соответствие продукта требованиям нормативов.

Управление вариантами

Сегодня линейки выпускаемой продукции становятся все более обширными. Предприятия выпускают новые исполнения изделий практически ежемесячно, постоянно внося улучшения в конструкцию. Наличие встроенного ПО позволяет еще больше расширить число вариантов изделий, чтобы как можно более точно соответствовать потребностям заказчиков.

Производители сталкиваются с высокой сложностью разработки множества вариантов. Применяются модульные архитектуры изделий, чтобы снизить общую стоимость. Поэтому вопросы управления вариантами в ALM-PLM-решениях приобретают все большую важность. Решение Polarion позволяет отслеживать множество вариантов и ответвлений встроенного ПО совместно с управлением исполнением изделия в Teamcenter.

По мере того как расширяется применение встроенного ПО, растет и потребность в средствах управления вариантами как в отдельной инженерной дисциплине. Такой подход хорошо согласуется с процессами разработки линеек выпускаемой продукции. Вместе они открывают путь к «гибким фабрикам» будущего.



Решения по управлению жизненным циклом приложений появились в результате стремления справиться с растущей сложностью процессов создания ПО и обеспечить его качество и надежность

Поддержка различных жизненных циклов

Традиционная концепция ALM в основном относится к управлению жизненным циклом разработки систем (SDLC). Но в рамках ALM существуют и другие жизненные циклы. Например, специалисты по тестированию работают в рамках отдельного жизненного цикла, создавая наборы тестовых данных, проводя тесты, анализируя полученные результаты и т.д. Кроме того, специалисты по информационной безопасности ПО создали свой жизненный цикл на основе оптимальных приемов контроля безопасности информационных систем. Будущее интеграции ALM- и PLM-решений заключается в координации параллельно выполняемых PLM-процессов с параллельно выполняемыми ALM-процессами.

Пример внедрения: компания CNH Industrial

CNH Industrial (CNHI) – глобальный изготовитель тракторов, комбайнов, экскаваторов, погрузчиков, машин специального назначения. Изделия CNHI содержат большое количество уникального программного кода, который разрабатывают специалисты компании, а также сторонние поставщики и партнеры. Над ПО одного изделия трудятся 15-20 групп программистов. Внедрение системы ALM Polarion стало крупным шагом на пути к оптимизации процессов разработки ПО. Например, для обеспечения отслеживания и анализа последствий вносимых изменений инженерам необходимо связать вместе требования, модели, созданные в системах Matlab, Simulink, Stateflow, и наборы тестовых сценариев. Решение Polarion создает такие связи автоматически и управляет ими. Взаимодействие со сторонними поставщиками и более чем двадцатью собственными центрами разработки ПО – еще одна непростая задача. Когда разработчики ПО применяют Polarion, работа значительно упрощается. Центры разработки функционируют совместно и обмениваются информацией, используя единую базу данных.

Компания CNHI применяет Teamcenter в качестве PLM-системы с 2000 г. Однако Teamcenter чаще всего использовался инженерами-механиками для управления только разработкой обычных деталей и узлов. Появилась необходимость интеграции Teamcenter с Polarion и объединения процессов разработки программного обеспечения с этапами проектирования всего изделия. С июля 2014 г. компания перешла на интегрированную версию с поддержкой ALM и PLM. Для апробации такой интеграции было выбрано 22 центра разработок. Применяемый подход заключается в хранении данных в их источниках и создании динамических связей между всеми используемыми инструментами. В определенных точках процессов разработки предусмотрены триггеры, по сигналу которых запускаются различные виды двунаправленного взаимодействия ALM- и PLM-решений. Таким образом удастся создавать автоматизированные рабочие процессы, которые параллельно выполняются в Teamcenter и Polarion. Например, при обнаружении дефекта он фиксируется и оценивается. Если дело в программном обеспечении, то дефект вносится в систему Teamcenter в качестве ошибки в ПО. Благодаря интеграции информация об ошибке автоматически передается в Polarion.

Еще один результат интеграции ALM- и PLM-систем – это отслеживание соблюдения требований. Например, соблюдение предъявляемого к ПО требования прослеживается в программном коде прошивки электронного блока управления. Благодаря этому компания CNHI значительно улучшила процессы управления несоответствиями.

Без интеграции процессов ALM и PLM работы по всему проекту было весьма сложно контролировать. У каждого проекта есть длинный список задач, назначаемых отдельным сотрудникам и группам. Теперь можно быстро выяснять текущее состояние каждой задачи: сколько уже выполнено, еще выполняются или пока не начаты. Руководству видна ясная картина текущего состояния проекта.

Дмитрий Соколов, Siemens PLM Software



**Численное
моделирование
динамики
автомобилей
нового поколения**

Daimler первым внедрил процесс создания цифровых прототипов автомобилей – DPT – еще в 2001 году. Использование виртуальных моделей при разработке и цифровое совершенствование конструкции позволяют создавать на базе единой платформы большее число вариантов автомобилей, каждый из которых имеет собственные ходовые качества и характеристики управляемости. Сегодня, как, впрочем, уже на протяжении многих десятилетий, Daimler задает тенденции развития автомобильной промышленности.

Весь процесс разработки легковых автомобилей марки Mercedes-Benz направлен на достижение одной цели: сделать лучший автомобиль в мире. Создание передовых автомобилей требует применения самых лучших технологий и процессов. «Чтобы готовое изделие отвечало высочайшим стандартам качества, мы работаем в тесном сотрудничестве с нашими конструкторами, технологами, испытателями и специалистами по производству на каждом этапе процесса, от начального замысла до изготовления автомобиля», – отмечает Людгер Драгон, старший руководитель отдела обеспечения плавности хода в технологическом центре компании Mercedes.

За последнее десятилетие инженеры в центре разработок компании Daimler, расположенном в Зиндельфингене и Унтертюркхайме около Штутгарта, добились значительного улучшения методик и процессов численного моделирования. «Это был постепенный процесс, – рассказывает Теодор Гроссманн, руководитель группы численного моделирования ходовых качеств в технологическом центре компании Mercedes. – Мы берем фиксированную конструкцию шасси и на основе одной платформы создаем различные варианты автомобилей. Оптимизацию конструкции механических узлов и систем с программным управлением обеспечивают цифровые технологии. Результаты численного моделирования применяются уже на ранних этапах разработки».

Чтобы в наибольшей степени соответствовать потребностям заказчиков, автомобили выпускаются во множестве различных исполнений. Так, в последнее время число про-

изводных вариантов на базе одной платформы значительно увеличилось. Если раньше производилось только два варианта автомобилей А- и В-класса, то теперь – уже пять. Аналогичная ситуация и с машинами С- и Е-классов. Увеличение чис-

Создание расчетной модели, соответствующей поставленной задаче, требует привлечения большого количества геометрических и функциональных данных, а также точного моделирования поведения узлов конструкции. В компа-

На протяжении десятилетий Daimler задает тенденции развития автомобильной промышленности

ла вариантов исполнения и их уникальных ездовых качеств стало возможным благодаря применению численного моделирования. Автоматизированная разработка изделий должна выполняться в строго заданные сроки. Для каждого этапа процесса разработки устанавливаются разнообразные «ворота качества» и задаются контрольные сроки готовности результатов. При проектировании механических узлов срок окончания работ отсчитывается с момента сборки первого опытного образца.

нии Daimler все геометрические и функциональные данные по разрабатываемому автомобилю – от эскизной компоновки до характеристик амортизаторов – собираются в едином источнике. Доступ к этому источнику имеют все специалисты, работающие над созданием будущего автомобиля в различных отделах компании. Источник данных постоянно обновляется и пополняется благодаря поступлению информации об экспериментах, проводимых с цифровыми опытными образцами.





В компании Daimler процесс автоматизированного проектирования рассматривается как равноправный партнер натурального моделирования. Большое количество проектных решений принимается на ранних этапах, основываясь исключительно на результатах численного моделирования. Использование методик программно-аппаратного (HiL) или чисто программного (SiL) моделирования позволяет быстрее и точнее выявлять возможные проблемы и извещать о них соответствующего подрядчика. Это способствует повышению уровня готовности первого натурального образца новой платформы автомобиля. «Наша концепция состоит в том, чтобы обеспечивать высокое качество уже в начале каждого этапа создания опытного образца, чтобы специалисты по испытаниям занимались только окончательной доводкой, достигая требуемых субъективных ощущений от вождения», – говорит Херст Браунер, руководитель группы по анализу систем управления в технологическом центре компании Mercedes. Численное моделирование открывает новые возможности при создании автомобилей.

Для реализации этой концепции требуются современные методики и процессы численного моделирования: реальный опытный образец должен обладать теми же ходовыми качествами, что и его виртуальная модель. Серьезной проверкой созданных виртуальных моделей служит постройка первого экспериментального автомобиля. «Как правило, первый натуральный образец нового автомобиля изготавливается через 6 месяцев после завершения расчетов и определения всех его технических характеристик», – рассказывает Браунер. Для сохранения нового дизайна в секрете экспериментальные образцы выезжают на дорогу только в закамуфлированном виде – покрытые тканью и клейкой лентой.

«Уже на ранних этапах проектирования мы выполняем огромные объемы вычислений для максимально точного моделирования поведения машины на дороге», – отмечает Драгон. – Мы – единственный автопроизводитель, имеющий стенды для оценки и плавности

хода, и управляемости автомобиля. Благодаря этому характеристики новой машины выявляются задолго до изготовления первого опытного образца. Управляемость и поведение автомобиля на дороге – весьма субъективные показатели, которые сложно исследовать. Рассмотрим, например, поведение автомобиля при боковом ветре: в ходе испытаний невозможно создать боковой ветер с четко заданными параметрами. Поэтому систематическая объективная оценка поведения реального автомобиля является очень трудной задачей: необходимо различать влияние разброса параметров бокового ветра и поведения самой машины. При моделировании на стенде мы создаем боковой ветер с четко заданным разбросом параметров, что позволяет не только объективно оценивать поведение наших автомобилей, но и разрабатывать системы помощи водителю при боковом ветре».

Важнейшим требованием к численному моделированию динамики многих тел, применяемому компанией Daimler для оценки ходовых качеств, является наличие общей базы данных шаблонов подсистем автомобиля. В ней хранятся наборы требований для различных вариантов нагрузок, действующих на автомобиль. Сначала выполняются испытания кинематики и соответствие нормативам на уровне подвески, а затем проверяется маневренность в различных ситуациях – например, при смене полосы движения (с соблюдением требований стандарта ISO), прохождении поворота постоянного радиуса, выполнении «полицейского разворота», движении по дорогам с различными видами покрытия, объезде отдельных препятствий и прочее. Важно отметить: для стендовых испытаний электронных блоков управления расчет состоящих из многих тел моделей проводится в реальном масштабе времени.

Шаблоны моделей подсистем выполняются модульными. В соответствии с рассматриваемым вариантом расчета пользователь собирает модель автомобиля, вносит изменения в шаблон или в схему нагружения, вводит параметры машины, запускает расчет, а затем выполняет постпроцессирование полученных результатов. Численное моделирование ходовых качеств в рамках



DPT-процесса позволяет проводить расчеты при более чем 100 различных видах нагрузки для каждого варианта конструкции автомобиля. Каждый вариант нагрузки задается заранее и может рассчитываться как в интерактивном режиме, так и полностью автоматически. Высокая точность и надежность системы LMS Virtual.Lab Motion и наличие встроенных функций автоматизации с использованием языка программирования Visual Basic стали важнейшими составляющими процесса численного моделирования ходовых качеств. Модель, рассчитываемая в системе LMS Virtual.Lab Motion в реальном времени, позволяет оценивать управляемость автомобиля в режиме стендовых испытаний.

Фирменная «звезда» Mercedes – это символ совершенства и ответственности. Используемые процессы проектирования должны обеспечивать достижение оптимальных результатов расчета динамики автомобиля. Классические характеристики управляемости и плавности хода очень важны для потребителя. Вместе с тем они предъявляют противоречивые требования к конструкции – важно найти наилучшее решение при противоречивых требованиях к ходовым качествам и управляемости.

Драгон поясняет: «В отношении управляемости и плавности хода приходится искать компромисс.

«Спортивные» настройки автомобиля обеспечивают высокую маневренность, а более «комфортные» – повышают плавность хода. Окончательный выбор делается в конструкции самого изделия. Проектирование с использованием моделей позволяет нам находить оптимальные решения данной сложной задачи, а также совершенствовать существующие проекты уже на самых ранних стадиях процесса разработки. Виртуальное моделирование лежит в основе натурных испытаний. Кроме того, мы применяем специальные виды расчетов для проведения стендовых испытаний разрабатываемых узлов».

Создание точной цифровой модели для анализа плавности хода и маневренности автомобиля – непростая задача. На ходовые качества и управляемость автомобиля влияет множество деталей и узлов: шины, подве-

ска, амортизаторы, подушки крепления двигателя, сиденья, рулевое управление, кузов, двигатель, трансмиссия, а также аэродинамика. Крайне важно, чтобы базирующиеся на единой платформе модели автомобилей отличались не только по дизайну, но и по поведению на дороге.

Драгон отмечает: «Мы широко применяли численное моделирование плавности хода и управляемости в ходе разработки автомобилей нового А-класса, В-класса, а также моделей CLA, GLA и CLA Shooking Brake. Хотя все эти модели имеют немало общих узлов, с точки зрения потребителя они сильно отличаются не только по дизайну, но и по ощущениям от вождения».

Кроме того, на Daimler все более широко внедряются средства управления динамикой автомобиля. К ним относятся такие системы, как активная подвеска Active Body Control (ABC) и система динамического управления амортизаторами Continuous Damping Control (CDC), система помощи при торможении, система защиты от ухода с полосы движения и электрический усилитель руля.

«Наличие активных систем заметно расширяет наши возможности при разрешении конфликта между плавностью хода и маневренностью, – отмечает Браунер. – Разработка таких систем выполняется параллельно разработке самого автомобиля. Активные системы позволяют заметно улучшить обе характеристики сразу. Мы создаем машину, которая должна вести себя на дороге именно так, как этого ожидает целевая группа потребителей. Поэтому инструменты численного моделирования должны быть способны реалистично моделировать динамику автомобиля. Такой подход включает в себя и программно-аппаратные испытания активных систем управления, причем проводимые в той же системе, а не в отдельном программном пакете моделирования динамики транспортных средств в реальном времени».

Встроенное программное обеспечение систем управления разрабатывается разными подрядчиками, поэтому моделируется и испытывается не только каждая система по отдельности, но и совместное проведение

всех имеющихся систем помощи водителю. Все системы управления систематически анализируются с использованием программного и программно-аппаратного тестирования. Чтобы подготовить виртуальную модель автомобиля к реальным испытаниям, требуется добавить к ней еще большее количество элементов, определяющих число пассажиров, стиль вождения и дорожные условия.

Изготовление опытных образцов с применением виртуальных моделей стало неотъемлемой частью процесса разработки автомобилей в компании Daimler. Инженеры создают точные и подробные цифровые модели автомобилей. Новые изделия в обязательном порядке разрабатываются на основе проверенной модели уже выпускаемого автомобиля с внесением необходимых изменений. Ряд трехмерных моделей новых узлов создается на самых ранних этапах проектирования. Они применяются для контроля проектных решений с использованием технологий быстрого прототипирования. Когда все узлы собраны в готовую машину, она проходит стендовые испытания. Сегодня работающие в реальном времени модели управляемости автомобиля применяются не только для постоянного тестирования и оптимизации конструкций на всех этапах разработки, но и для подтверждения соответствия нормативным требованиям. В каждой стране имеются свои требования в отношении управляемости и плавности хода. «Наша цель – разрабатывать каждый автомобиль в соответствии со стандартами, которые позволят настроить его характеристики под требования различных рынков», – поясняет Драгон. Возможность такой настройки – неотъемлемая часть DPT-процесса компании Daimler. Точная настройка выполняется на местах в соответствии с пожеланиями потребителей и дорожными условиями. Сегодня выполняется моделирование ходовых качеств с использованием примерно десяти различных типов дорожного покрытия. В будущем планируется рассматривать от 20 до 50 различных вариантов состояния дороги. При этом количество численных экспериментов значительно возрастает, поскольку ходовые качества на каждом виде дороги необходимо исследовать при различных скоростях, нагрузках, ветровых условиях и т.д.

Чем больше подобных сценариев рассматривается, тем больше объем получаемых результатов. «Мы создаем огромные объемы данных, выполняя полностью автоматические исследования с использованием функций автоматизации, предусмотренных в системе LMS Virtual.Lab Motion. Получить такой объем данных легко, но затем требуется их анализ и оценка, что является весьма трудоемкой задачей, – рассказывает Драгон. – Трудность заключается в выборе действительно важных сведений из огромного массива данных. Для ускорения работ мы автоматизировали процесс отбора данных. Автоматизированные расчеты выполняются каждые выходные. Для их проведения нужно подготовить все необходимые данные по каждому варианту нагрузки, а решатель должен функционировать исключительно стабильно и предоставлять возможность проверки получаемых результатов. Разработка автомобиля без применения численного моделирования стала практически невозможным де-

лом. LMS Virtual.Lab Motion – мощное средство оценки плавности хода и маневренности машины. Решатель в этой системе работает очень стабильно, с высокой надежностью выдавая результаты отличного качества. LMS Virtual.Lab Motion – основной инструмент для количественной оценки и описания ходовых качеств автомобиля на частотах до 30 Гц. Существенным преимуществом для процесса разработки является возможность встраивания конечноэлементных сеток в модель и объединения таких сеток с, например, моделями систем управления или характеристиками шин».

В компании Daimler уверены: в будущем в автомобилях будет применяться все больше и больше систем управления. Роль программно-аппаратного моделирования возрастает. «Мы бы хотели применять решатель системы LMS Virtual.Lab для таких видов моделирования. Он должен рассчитывать модели автомобилей Daimler в реальном времени без упрощения геометрии, – говорит Драгон. – Тогда мы сможем применять одни и те же модели и для определения маневренности автомобиля, и для расчета характеристик плавности хода. Кроме того, мы стремимся добиться идеальной интеграции средств численного моделирования с нашей мощной системой управления данными, чтобы непосредственно управлять процессом разработки документации на детали и узлы. Подобный обмен данными становится все более важным аспектом».

Имеющийся в технологическом центре компании Mercedes в Зиндельфингене стенд программно-аппаратного моделирования плавности хода и маневренности позволяет разработчикам выполнять объективную оценку систем и узлов будущих моделей автомобилей Mercedes на самых ранних этапах проектирования. При этом качество такой оценки близко к идеальному, и ее можно выполнять задолго до изготовления первых опытных образцов.

Автомобиль подключается к центру управления стенда при помощи канала прямой передачи данных. Вся информация об ускорениях, торможениях и работе рулевого управления фиксируется и непосредственно загружается в управляющий компьютер. Компьютер вычисляет ходовые характеристики более тысячи раз в секунду и преобразует их в движение стенда, имитируя воздействие дорожных условий на автомобиль: например, при быстром прохождении поворота кузов наклоняется. Смена полосы движения имитируется перемещением стенда по рельсу длиной 12 метров. При этом на экране с углом обзора 360 градусов отображаются дорога, окружающий ландшафт и другие транспортные средства.

Стенд для оценки маневренности расположен в том же здании, что и стенд для проверки плавности хода. На стенде для проверки плавности хода имитируется и измеряется ускорение, испытываемое водителем и пассажирами. Стенд способен работать на частотах до 30 Гц. Затем результаты расчетов сравниваются с ходовыми качествами реальных машин, в том числе и автомобилей конкурирующих компаний. Совместное использование двух стендов позволяет объективно оценивать две противоречащие друг другу характеристики: маневренность и плавность хода.

SIEMENS

Все права защищены © 2015 Общество с ограниченной ответственностью «Сименс Индустри Софтвэр». Siemens и логотип Siemens являются товарными знаками Siemens AG. Все прочие упомянутые логотипы и товарные знаки являются собственностью их владельцев.

Воплощаем мечты

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 реализацию – 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.ru/plm
+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

Над номером работали:

Акулова Ольга

Дегтярева Анастасия

PLM Эксперт. Инновации в промышленности № 9, июль 2017.

Учредитель: Общество с ограниченной ответственностью
«Сименс Индастри Софтвр».

Номер свидетельства о регистрации: ПИ № ФС 77-52601

Главный редактор: Акулова Ольга Ивановна

Подписан в печать: 29.06.2017

Тираж: 2000 экземпляров.

Распространяется бесплатно

Адрес редакции: 115184, Россия, Москва,
ул. Большая Татарская, д. 9

Отдел маркетинга Siemens PLM Software

Тел.: +7 (495) 223-36-46

Факс: +7 (495) 223-36-47

Отпечатано в типографии: ООО «Ситипринт».

Адрес: 129226, г. Москва, ул. Докукина, дом № 10/41.

Перепечатка материалов журнала в любой форме возможна
только с письменного разрешения редакции.

Все права защищены © 2017 Общество с ограниченной
ответственностью «Сименс Индастри Софтвр». Siemens и
логотип Siemens являются товарными знаками Siemens AG.
D-Cubed™, Femap, Geolus, GO PLM, I-deas, Insight, JT, NX, Parasolid,
Solid Edge, Teamcenter, Tecnomatix и Velocity Series™ являются
товарными знаками Siemens Product Lifecycle Management Soft-
ware Inc. или ее филиалов в США и других странах. Все прочие
упомянутые логотипы и товарные знаки являются
собственностью их владельцев.

