

**SIEMENS**

*Ingenuity for life*

# PLM Эксперт

Инновации в промышленности



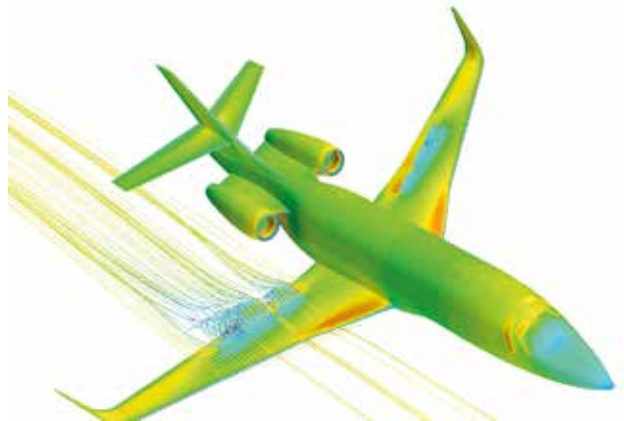
**Дигитализация на самом  
высоком уровне**

# PLM Эксперт

Воплощаем инновации

Siemens PLM Software

---



## Содержание

- 2 Новости**
- 8 Рамки PLM нас больше не сковывают**  
Интервью Тони Хеммельгарна, президента и генерального директора Siemens PLM Software
- 16 Цифровой кортеж**  
Интервью экспертов ФГУП «НАМИ» о создании автомобилей Aurus
- 28 Система качества**  
Как производителям автомобильных комплектующих сократить затраты на обеспечение качества, соблюдая высокие требования заказчиков
- 32 На пути к цифровому вертолету**  
Интервью Николаса Дамиани, эксперта по численному моделированию и анализу эксплуатационных условий компании Airbus Helicopters Research and Development
- 36 Тонкий расчет, или Как сэкономить на сертификации**  
Компания TLG Aerospace сократила расходы на сертификацию авиационной техники с помощью решения Simcenter STAR-CCM+
- 40 Имитационное моделирование для гарантии выполнения производственного плана**  
Интервью Юрия Молчанова, директора департамента управления эффективностью предприятий ГК «Финвал»
- 46 Макрозадачи производства микросхем**  
Компания ASML оптимизировала производственные процессы и вышла на новый уровень инновационного развития с решением Tecnomatix Plant Simulation
- 50 Дигитализация в шоколаде**  
Компания Chocolates Valor повысила показатели качества обслуживания благодаря решениям Siemens PLM Software
- 52 Заказ доставлен к вашему столу**  
Компания Hong Chiang Technology Industry Co. разработала систему доставки блюд Shinkansen с помощью Solid Edge
- 54 Автоматизация инженеринговых процессов**  
Решение Rulestream автоматизирует процессы принятия решений при формировании состава изделия, расчета его характеристик и определения геометрических параметров компонентов

**На обложке:** автомобиль Aurus  
(Иллюстрация взята из открытых источников)



## Сотрудничество Boeing и Siemens набирает новую высоту

Мировой авиакосмический гигант Boeing заключил соглашение о расширении сотрудничества с Siemens в области решений Mentor Graphics. Boeing нацелен преобразовать как сам концерн, так и всю авиационно-космическую промышленность с целью успешного ответа на вызовы XXI века. Для реализации этого плана создана инициатива «Корпоративные системы второго столетия работы компании» (2CES): Boeing серьезно настроен сохранить свои лидирующие позиции и во втором столетии работы в авиационной отрасли. «Наше сотрудничество со специалистами Siemens позволит объединить лучшие в своем классе решения по проектированию электрических систем и колоссальный опыт концерна Boeing по трансформации процессов проектирования электрики в рамках инициативы 2CES, — отметил Джон Харнагел, технический директор подразделения Boeing Defense and Space. — Компания Siemens может по праву гордиться тем, что Boeing выбрал именно ее в качестве одного из партнеров по преобразованиям, которые мы будем проводить во втором столетии работы нашего концерна». Партнерство с Siemens позволит концерну внедрить единую корпоративную платформу для проектирования и контроля полупроводниковых изделий, разработки и изготовления печатных плат, электрических систем, включая проектирование электропроводки, а также тепловых и газогидродинамических расчетов механических узлов. Boeing принял решение о сотрудничестве с Siemens после тщательного анализа представленных на рынке систем. Для концерна были важны такие критерии, как текущие и будущие функциональные возможности, гибкость, необходимая для работы в условиях постоянно меняющихся требований, и эффективность с точки зрения бизнеса. В рамках долгосрочного соглашения передовые технологии Siemens для проектирования электрических систем, электроники и расчета механических узлов станут прочной основой создания инновационных решений на благо заказчиков концерна Boeing.

## Siemens приглашает вас на МАКС-2019

С 27 августа по 01 сентября в г. Жуковский пройдет XIV Международный авиационно-космический салон МАКС-2019. Традиционно Siemens PLM Software будет участвовать в салоне и организует демонстрацию своих решений в шале 1F6. Эксперты компании представят новейшие технологии для решения задач авиационно-космической отрасли, расскажут об использовании дигитализации для сокращения сроков проектирования и производства. Благодаря исследованиям и непрерывным разработкам, а также недавним приобретениям портфолио решений Siemens PLM Software постоянно дополняется новыми, более совершенными технологиями, познакомиться с которыми смогут посетители шале 1F6. Более 25 лет российская команда Siemens PLM Software помогает своим заказчикам воплощать инновации и достигать лучшего результата при решении беспрецедентных по сложности задач авиационно-космической отрасли. Мы разделяем радость побед наших заказчиков, гордимся общим успехом и ждем встречи с вами в шале Siemens PLM Software на МАКС-2019!

## Siemens приобретает COMSA

Siemens продолжает инвестировать в программное обеспечение для проектирования автомобильного электрооборудования: объявлено о приобретении мюнхенской компании COMSA Computer und Software GmbH. Пакет решений LDorado — лидер среди представленных на рынке Германии технологий для проектирования электрооборудования и электропроводки. Лидерство обеспечено большим опытом компании на локальном рынке, наличием линейки высококачественных продуктов и поддержкой отраслевых стандартов.

По оценке компании Bishop and Associates, в 2017 году оборот мирового рынка готовой кабельной продукции составил 155 млрд долларов, и около 30% приходится на автомобильную отрасль. Жгуты электропроводки — третий по стоимости элемент автомобиля, они изготавливаются поштучно, причем затраты на оплату труда могут достигать около половины затрат на весь автомобиль. Жгуты также один из самых тяжелых элементов автомобиля. Любая технология, позволяющая снизить массу жгутов, сокращает расход топлива. Благодаря новому приобретению



Siemens планирует расширить линейку технологий, поддерживающих революционные изменения в конструкции автомобильной электропроводки, связанные с появлением беспилотных и электрических автомобилей.

Технологии COMSA дополняют пакет решений Mentor Graphics. Система Capital расширит возможности разработки электрических и электронных компонентов благодаря функциям проектирования и обслуживания электрооборудова-

ния. В системе COMSA реализованы основные технологии проектирования жгутов и анализа проектных решений. Особое внимание уделено поддержке новых европейских стандартов.

Объединение технологий Capital и LDorado с богатым опытом компании Siemens в смежных областях проектирования и промышленной автоматизации позволит обеспечить высокую конкурентоспособность заказчиков и возможности выхода на новый растущий рынок.

## Новые технологии контроля качества по вибрации и шуму дополняют портфель решений Simcenter

Siemens заключил соглашение о приобретении компании Saab Medav Technologies GmbH, которая специализируется на экспериментальной оценке шумов и вибраций. Saab Medav известна на мировом рынке самыми современными системами цифровой обработки сигналов, интеллектуальных телекоммуникаций и расчетов, применяющихся в проектировании наземного, водного и воздушного транспорта, а также разработками для контроля качества в машиностроении.

Разработанные Saab Medav уникальные решения для проведения испытаний на шум и вибрации проверены временем и стали фактическим стан-

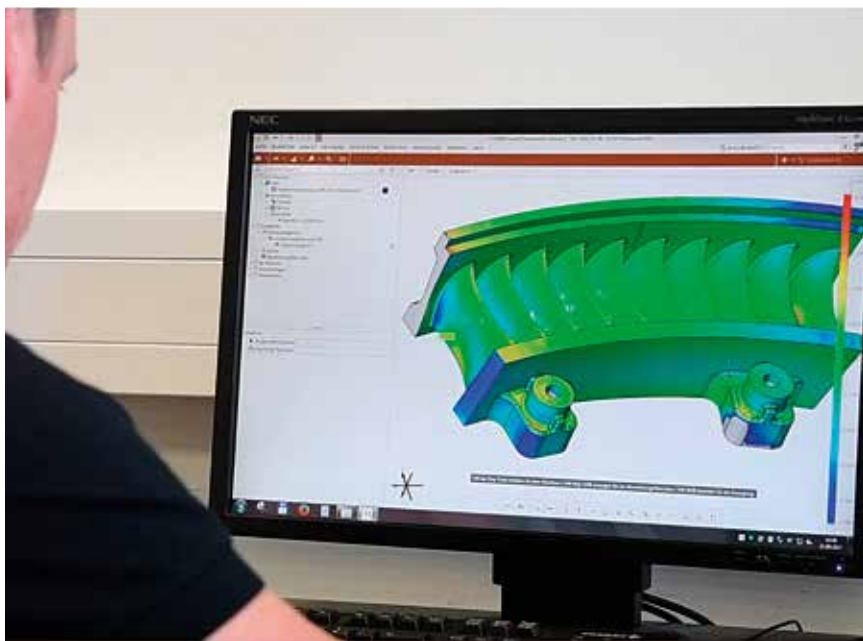
дартом в области контроля качества тепловых двигателей, трансмиссий, электродвигателей и приводов.

Приобретение Saab Medav NVH позволит реализовать сквозной интегрированный подход к испытаниям на шум и вибрации в машиностроении. Разработчики из Saab Medav войдут в состав подразделения Siemens PLM Software, а новые технологии найдут применение в линейке решений Simcenter для численного моделирования и испытаний.

В результате интеграции решений Saab Medav в области испытаний на шум и вибрации заказчики компании Siemens смогут обогатить циф-

ровые двойники изделий дополнительными данными о результатах производственного контроля качества. Это открывает уникальные возможности оценки влияния технологических процессов и вариативности параметров на качество готовой продукции. Новая технология поможет быстро установить основные причины возможных недостатков в конструкции, возникающих только на этапе изготовления, и вносить соответствующие изменения. Наличие постоянно действующего контура обратной связи между этапами производства и разработки поможет оптимизировать конструкции будущих изделий.

## Аддитивное производство с высокой точностью



Компания Siemens представила систему численного моделирования процессов аддитивного производства AM Process Simulation, прогнозирующую возможные отклонения в ходе 3D-печати. Решение позволяет замкнуть цикл аддитивного производства и обеспечить высокое качество процессов печати. Новый продукт полностью интегрирован со сквозным решением Siemens для поддержки аддитивного производства, которое помогает проектировать сложные детали и печатать их

в промышленных масштабах. В основе AM Process Simulation лежат созданные Siemens полнофункциональная платформа и пакет Simcenter™. В новом решении для предварительного моделирования процесса печати применяется цифровой двойник изделия. Это позволяет предсказать возможные деформации при изготовлении и автоматически генерировать скорректированную геометрию, компенсирующую возникающие отклонения.

Система интегрирована с другими средствами поддержки процессов послойного сплавления порошка, представленными в пакете решений для поддержки аддитивного производства от Siemens PLM Software. Она прогнозирует деформации при печати деталей из металла. В новом продукте предусмотрен пошаговый процесс, направляющий действия пользователя при оценке деформаций. Решение AM Process Simulation предусматривает итерационное выполнение этапов конструирования детали и подготовки технологического оборудования с последующим численным моделированием процесса печати. Подобный замкнутый цикл стал возможен благодаря тесной интеграции между всеми компонентами платформы Siemens для создания цифровых инноваций. Результаты численного моделирования поддерживают все этапы процесса подготовки печати. При этом система создает скорректированные модели и автоматически передает их на этап конструкторско-технологической подготовки производства без дополнительных преобразований данных. Высокий уровень интеграции — это именно то, что необходимо заказчикам сегодня для успешного внедрения процессов аддитивного производства в промышленность.

## Лидерство в области инноваций



В 2018 году Siemens подал больше заявок на изобретения, чем любая другая европейская компания, и занял первое место в рейтинге Европейского патентного ведомства. С

2493 заявками Siemens обогнал прошлогоднего лидера — Huawei, занявшего второе место. Более четверти патентов, на которые претендует Siemens, связаны с инициативами в области Индустрии 4.0 и дигитализации. Кроме того, за последние годы значительно выросло число заявок компании, относящихся к искусственному интеллекту и кибербезопасности.

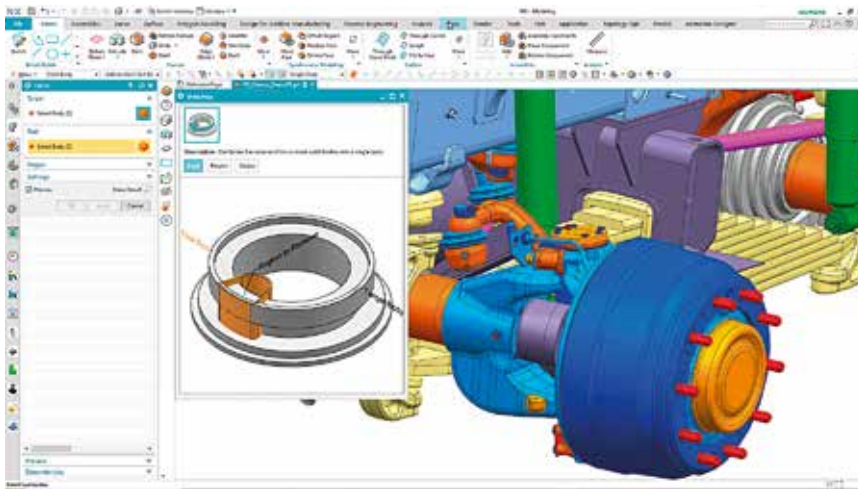
Всего компании Siemens принадлежит свыше 65 тысяч патентов.

В 2018-м сотрудники компании подали около 3900 заявок на изобретения и опубликовали 7300 описаний изобретений. Исследованиями и разработками в компании Siemens занимаются 43 тысячи че-

ловек в 44 странах, из них 14 тысяч — в Германии.

«Рейтинг Европейского патентного ведомства показывает, что Siemens стабильно и успешно занимается созданием инноваций, особенно в сфере цифровых технологий, — отметил Бит Вейбель, руководитель отдела интеллектуальной собственности компании Siemens. — Однако наша цель — не просто наращивать число полученных патентов, но и повышать их качество, а также распространять защиту наших прав интеллектуальной собственности на все новые регионы. Это необходимо в связи с важностью оказания услуг нашим заказчикам на самом высоком уровне и с развитием дигитализации».

## NX с функциями искусственного интеллекта и машинного обучения знает, как повысить производительность труда



Компания Siemens объявила о выходе новейшей версии системы NX™ с технологиями машинного обучения и искусственного интеллекта. Новые функции способны предсказывать дальнейшие действия пользователя и перестраивать интерфейс так, чтобы повысить производительность труда и эффективность работы с системой. Автоматическая подстройка интерфейса под потребности разных групп пользователей, работающих в различных подразделениях предприятия, приведет к появлению еще более эффективных цифровых двойников.

Новый адаптивный пользовательский интерфейс в NX окажется особенно полезным для непрофессиональных пользователей. Система стала еще понятнее, что позволит повысить производительность труда пользователей.

Машинное обучение находит все более широкое применение в проектировании изделий, помогая добиваться существенных конкурентных преимуществ. Технология быстро и эффективно считывает необходимую информацию. Она умеет анализировать большие объ-

емы данных и обучаться на них. Искусственный интеллект и машинное обучение способны отслеживать действия пользователей, их успехи и неудачи и динамически выбирать наиболее подходящие команды NX либо изменять интерфейс. Таким образом, накопленные знания применяются для создания персонализированной среды автоматизированного проектирования.

Платформа для создания цифровых инноваций от Siemens постоянно расширяется, помогая создавать наиболее полнофункциональные цифровые двойники изделий, технологического оборудования и описания технических характеристик продукции. Технологии машинного обучения и искусственного интеллекта в системе NX делают ее еще более быстрой, мощной и эффективной. Новые функции не требуют непосредственного программирования. Заказчики получают массу вариантов оптимизации процессов проектирования, а в конечном итоге — и выпускаемых изделий, а также возможность сократить сроки выхода на рынок.

## Realize LIVE!

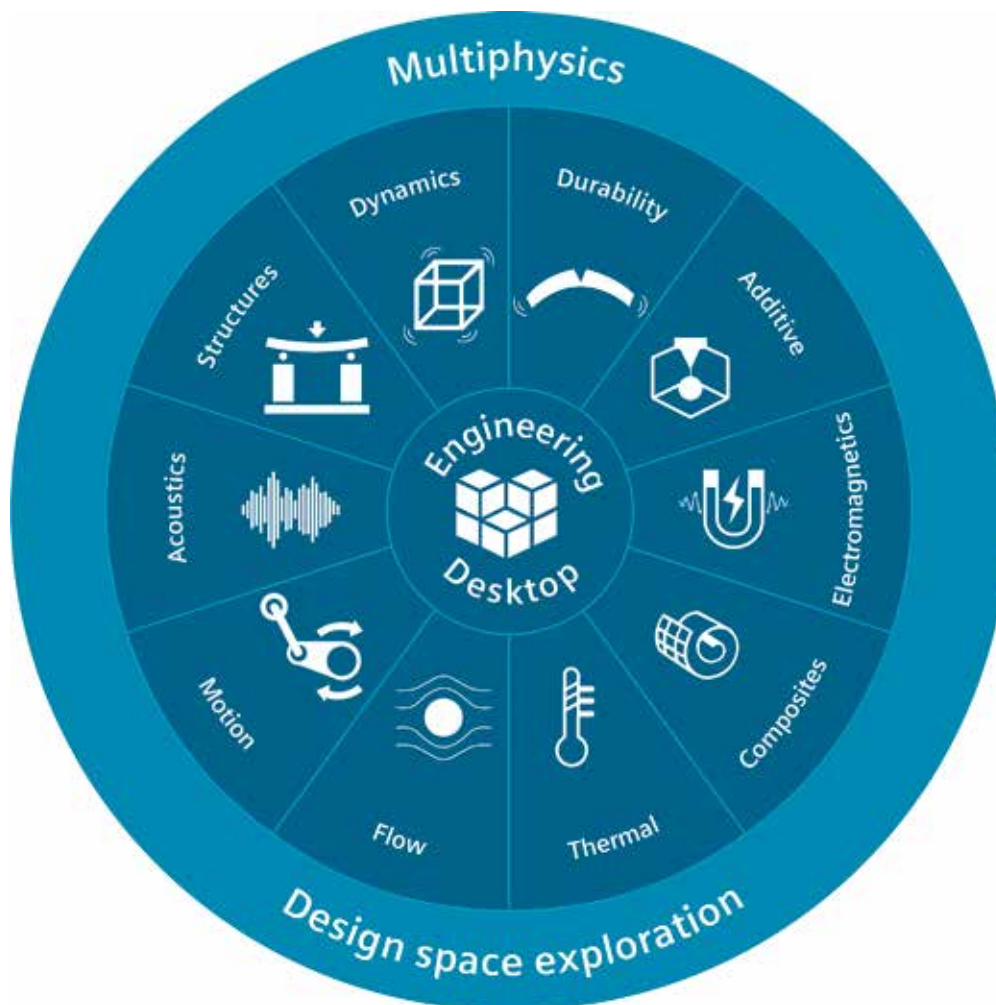
Конференция PLM Connection давно зарекомендовала себя среди пользователей решений Siemens PLM Software и экспертов в области цифровых технологий во всем мире. С каждым годом сфера деятельности компании Siemens PLM Software расширяется: в портфолио решений добавляются новые технологии, которые не ограничиваются областью PLM. Realize LIVE продолжает традиции форума PLM Connection и расширяется за счет других мероприятий Siemens для заказчиков. Приглашаем вас 10-13 июня 2019 года на премьеру форума Realize LIVE в г. Детройт, штат Мичиган. Ожидается, что число посетителей

дневных и вечерних мероприятий форума в Детройте превысит 3000 человек. На форуме будет проведено более 400 секций и организовано множество встреч с экспертами. Пользователи расскажут о своих производственных задачах и их достижениях с помощью современных цифровых технологий, а также новых способах применения решений для воплощения инноваций. Существующие и потенциальные заказчики Siemens PLM Software смогут посетить мастер-классы по различным темам, а на выставке форума будет организовано более 125 стендов партнеров компании.

В скором будущем Realize LIVE состоится и в России. О дате и месте проведения будет сообщено дополнительно.



## Инновации в Simcenter 3D продолжают



В новейшей версии Simcenter 3D реализован ряд передовых возможностей, усовершенствована интеграция с другими решениями из обширной линейки Simcenter. Тем самым Siemens PLM Software расширила потенциал интегрированной мультидисциплинарной среды. Изменения позволяют экономить рабочее время инженеров, сократить расходы и трудозатраты на прогнозирование характеристик будущих изделий. В частности, инструменты численного моделирования стали расширены на область моделирования процессов аддитивного производства, появились инструменты моделирования зубчатых передач, авиационных конструкций и связанного взаимодействия рабочей среды с конструкцией (FSI). Теперь Simcenter 3D способен автоматизировать построение и рас-

четы моделей трансмиссий с учетом зубчатого зацепления в единой интегрированной среде. Интеграция этого традиционно многоэтапного, подверженного ошибкам процесса в единый инструмент может сократить трудозатраты инженера до 80%, что заметно повысит эффективность моделирования.

Новая версия Simcenter 3D предлагает углубленную интеграцию со всей цифровой средой предприятия благодаря синергетическому эффекту при совместной работе с другими решениями из линейки Simcenter. Интеграция Simcenter 3D и Simcenter STAR-CCM+ позволяет выполнять аэроакустические и аэровиброакустические расчеты, чтобы заказчики компании могли эффективно выявлять источники шума и обеспечивать комфорт в салоне транс-

портного средства. Теперь Simcenter 3D интегрирован с модулем прокладки кабелей и жгутов в составе NX, генерирующим раскладку электрических проводов и точек их соединения. Simcenter 3D рассчитывает деформации электропроводки при перемещении деталей и узлов. Это позволяет удостовериться, что жгуты проводов не зажимаются движущимися частями, и при необходимости изменить траекторию укладки жгута. Siemens PLM Software непрерывно создает инновации и ищет новые способы оптимизации и повышения точности процессов численного моделирования. Новая версия Simcenter 3D стала заметным этапом на пути интеграции новых видов физических расчетов и технологий, это позволит заказчикам точнее прогнозировать реальные характеристики изделий.



## Цифровая платформа для электронной промышленности




Новое решение Camstar™ Electronics Suite от Siemens — инновационный пакет технологий для управления производством (MES) электронной промышленности. Система основана на успешной корпоративной платформе для автоматизации производства интегральных микросхем. Это мощное, настраиваемое и масштабируемое решение, которое обеспечивает полную прослеживаемость процессов производства печатных плат и готовых электронных изделий. Оно повышает эффективность и управляет производством с помощью технологий интернета вещей (IoT) для подключения к станкам и технологическим линиям. Siemens PLM Software продолжает развивать платформу для создания

цифровых инноваций и открывает новые пути совершенствования технологии цифровых двойников. Реализованная интеграция системы управления технологическими процессами (MOM) от Siemens и технологий компании Mentor Graphics позволила создать уникальное сквозное решение, охватывающее все этапы производства электромеханических изделий. Пакет Camstar Electronics Suite предусматривает надежный обмен данными между системами управления жизненным циклом изделия (PLM), системами управления ресурсами предприятия (ERP) и системой управления технологическими процессами с созданием интегрированной цифровой сре-

ды, ускоряющей и оптимизирующей циклы проведения изменений.

Camstar Electronics Suite расширяет платформу Siemens для создания цифровых инноваций, формируя среду для дальнейшей цифровизации электронной промышленности в рамках концепции Индустрия 4.0. С помощью обратной связи между этапами проектирования и производства, а также благодаря возможности быстрого внесения изменений в конструкцию, компании смогут сократить жизненный цикл производства изделия, перейти к выпуску более сложной продукции и повысить качество на всех этапах ее производства.

A middle-aged man with short brown hair, wearing a dark suit jacket over a light blue shirt, is speaking at a conference. He has a small microphone clipped to his shirt. He is holding a pair of glasses in his right hand and has his left hand on his hip. The background is a blurred blue wall with a white horizontal line.

---

Интервью Тони Хеммельгарна, президента  
и генерального директора Siemens PLM Software

**Рамки PLM  
нас больше  
не сковывают**

Ежегодная конференция пользователей решений компании Siemens PLM Software — PLM Connection Europe — традиционно проходит в Берлине в последних числах октября; так было и в октябре 2018-го. Несмотря на то, что мероприятие это платное, количество участников из года в год неуклонно растет: на этот раз собралось свыше 1200 человек из 313-ти компаний, являвших собой лучшие промышленные предприятия из 32-х стран Европы. Эти предприятия отличает стремление создавать инновационные изделия и своевременно отвечать на вызовы времени и рынка, поэтому они находятся в бесконечном поиске решений и подходов, способных еще больше усовершенствовать процессы производства, повысить эффективность управления информацией, использовать преимущества интернета вещей (IoT), платформизации решений и цифровизации всех сторон деятельности.

Индустрия 4.0, интернет вещей, генеративное проектирование, всеобъемлющий цифровой двойник, беспилотный транспорт — эти темы проходили красной нитью через выступления топ-менеджеров Siemens. В течение трех дней конференции на 245-ти тематических сессиях были представлены все основные направления и решения компании: Teamcenter®, MindSphere, Polarion, Simcenter, NX CAD/CAM/CAE, Mentor, решения для цифрового производства и MOM. После всего увиденного и услышанного складывается впечатление, что давнишняя мечта Siemens о слиянии виртуального и реального миров, ради которой в свое время была приобретена американская корпорация UGS, осуществилась.

В этом году со сцены конференции были озвучены финансовые показатели компании. Выручка компании за 2018 финансовый год составила свыше 3,4 млрд евро. Рост выручки в сравнении с предыдущим годом — более 10%; такой же рост демонстрируют продажи лицензий ПО. При этом, что важно, речь идет исключительно об органическом росте, без учета доходов поглощенных компаний — а за последние 11 лет Siemens вложил в покупку новых решений и компаний больше 11 млрд долларов. Самые последние из списка приобретений —

Sarokal, Solido, Austemper, Lightworks Design и Mendix. Заметным рефреном во многих выступлениях звучала мысль о том, что разрабатывать хорошее ПО сейчас недостаточно. Для пользователей важна тесная интегра-

заказчиков в деле создания инноваций. При этом техническая сторона дела, обеспечивающая гибкость решений, должна отойти на задний план, а границы между отдельными решениями будут постепенно стираться.

## Siemens вкладывает большие ресурсы в интеграцию своих решений, создавая единую платформу для реализации инноваций заказчиков

ция применяемых решений — и стратегия Siemens PLM Software именно такова. Вкладывая большие ресурсы в интеграцию имеющегося ПО, Siemens строит единую платформу — Digital Innovation Platform, — которая должна быть гибкой, модульной и поддерживать возрастающие потребности

На конференции была затронута и тема авиагиганта Boeing. Чтобы развеять у присутствующих остатки сомнений в отношении устойчивости позиций Siemens на площадках Boeing, г-н Хеммельгарн в своём пленарном докладе с заметным чувством гордости поведал о сцене об успешном развитии





партнерства. Речь идет о заключенном соглашении о расширении применения ПО Mentor Graphics в рамках инициативы “Корпоративные системы второго столетия работы компании” (2CES). На базе решений Mentor Graphics концерн Boeing построит единую корпоративную платформу для проектирования и контроля полупроводниковых изделий, разработки и изготовления печатных плат и электрических систем (включая проектирование электропроводки), а также для проведения тепловых и газогидродинамических расчетов для механических узлов.

Отдельного упоминания на конференции удостоились развивающиеся отношения Siemens и Bentley Systems и перспективы сотрудничества по интеграции Teamcenter с облачной платформой для обмена данными i-Models. Это позволит заказчикам создавать цифровые двойники промышленных предприятий, существенно улучшит процесс управления данными об объекте и ускорит сдачу крупных капитальных проектов в строительной отрасли, а для Siemens откроет доступ к новому пласту потенциальных пользователей Teamcenter.

В продолжение темы предлагаем вниманию читателей эксклюзивное интервью г-на Хеммельгарна, президента и генерального директора Siemens PLM Software. — **Г-н Хеммельгарн, наш первый вопрос достаточно предсказуем. Недавно президент Siemens AG, Джо Кэзер, объявил о начале крупной реорганизации во всей группе Siemens. Насколько эта реорганизация затронула компанию Siemens PLM Software и Вас лично? Изменилось ли что-нибудь в структуре, подчинении, задачах, правах и ответственности?**

— Цель начатой в октябре 2018 года реорганизации в Siemens AG — предоставить бизнес-подразделениям больше независимости, свободы действий. Это и будет основным изменением в общем бизнесе Siemens. По большому счету, нас — Siemens PLM Software — грядущие изменения коснутся мало. Благодаря особому отношению г-на Джо Кэзера, президента Siemens, к своему софтверному подразделению, нам с самого начала была предоставлена большая свобода дей-

ствий в области исследований, разработки и развития наших софтверных продуктов. У нас по-прежнему останется свой отдельный канал продаж ПО, и мы продолжим работать так, как и прежде.

С 1 апреля 2018 года моим прямым начальником стал Клаус Хельмрих, который одновременно является членом Совета директоров Siemens AG и генеральным директором подразделения Digital Industries, куда входит Siemens PLM Software. Он однозначно подтвердил, что мы продолжим работать в том же ключе, как и до реорганизации.

Мне очень импонирует, что теперь наше подразделение называется Digital Industries, а не Digital Factory. Прежнее название как бы ограничивало круг наших потенциальных пользователей теми, у кого есть производство. Однако наши решения могут быть полезны и тем, у кого своего производства нет. Поэтому новое название лучше и точнее характеризует весь спектр наших решений. Что еще приятнее, с этого момента мы стали называть себя Siemens Digital Industries Software, вместо PLM Software. Новое название охватывает также и MES, и EDA-решения, которыми мы теперь владеем и развиваем. Термин PLM стал узок для нас. Мы очень воодушевлены этими переменами и тем, как у нас идут дела.

Кстати сказать, две недели назад, на бизнес-конференции Siemens, наше подразделение было номинировано на включение в топ-3 наиболее успешных подразделений Siemens. Однажды, в 2015 году, мы уже получили эту высшую награду. Когда нас спрашивают, как идут дела, ответ вроде «очень хорошо» не отражает достигнутое, потому как за «очень хорошо» не номинируют в лучшие. По ряду критериев, в том числе и финансовых, 2018 финансовый год для нашего подразделения стал лучшим за всё то время, что я работаю в Siemens PLM Software.

Помимо наших флагманских решений, мы по-прежнему отвечаем за разработку MindSphere — открытой облачной операционной системы для интернета вещей (IoT). Мы создаем и развиваем эту платформу



Boeing расширяет использование продуктов Mentor Graphics для создания единой корпоративной платформы для проектирования и контроля полупроводниковых изделий, разработки и изготовления печатных плат и электрических систем

...insights to increase productivity, optimize products and pursue new business models.

для использования в рамках всего концерна Siemens. Также в сферу нашей ответственности входит кооперация с коллегами по направлению промышленной автоматизации.

— Западная отраслевая пресса сообщает о недавнем обострении соперничества между Siemens PLM Software и Dassault Systèmes в борьбе за авиастроительный гигант Boeing. Насколько нам известно, эта борьба за доминирование на площадках Boeing идет уже давно, продукты и решения обеих компаний с определенным успехом применяются в разных программах и проектах этого концерна. Текущее обострение вызвано абстрактным решением руководства Boeing о необходимости унификации применяемого софта и намерением выбрать решение от одного из двух конкурирующих поставщиков. Известно также, что чаша весов склонялась в пользу NX и Teamcenter, но в итоге предпочтение всё же было отдано решениям Dassault — CATIA V6 и 3DEXPERIENCE. Нам хотелось бы предложить заинтересованным читателям комментарий из первых рук...

— Сделку с Boeing, на которую Вы ссылаетесь, не предварял классический выбор между решениями Dassault и Siemens. Dassault уже на протяжении нескольких десятков лет обеспечивает для Boeing работу по направлению «гражданское авиастроение». Siemens PLM Software продолжает вести активный бизнес с Boeing, и его объем только растет. Сегодня утром в своём выступлении на пленарной сессии я рассказывал, что на площадках Boeing значительно расширяется использование продуктов Mentor Graphics. Так что Boeing — очень крупный наш клиент. Мы сотрудничаем с ними и по другим линейкам продуктов. Хочу отметить, что в моей практике не так уж редки примеры, когда мы выигрываем у конкурентов процесс оценки обсуждаемых решений с технической точки зрения, но желаемой сделки не получаем. Почему так происходит? Потому, что дело не только в функциональности решений, но и в финансовой стороне дела, и в сложившихся взаимоотношениях...

— Нам представляется, что перейти в короткие сроки с одной PLM-платформы на другую для ведущих проектов Boeing не только сложно, но и рискованно. Это значит, что MCAD- и PDM-решения от Siemens, имеющиеся в распоряжении Boeing, еще какое-то время останутся в эксплуатации, и им потребуется ваша поддержка...

— Объем нашего бизнеса с Boeing растет, а не падает. Наши решения — NX, Teamcenter, продукты Mentor Graphics — будут и дальше применяться. Мы в Siemens не рассматриваем этот случай как поражение. В подразделении коммерческой авиации решения Dassault применялись давно — они же там пока и останутся в обновленном виде. Мы увеличили присутствие продуктов Siemens на площадке Boeing — и это крайне важно.

За последний год мы выиграли ряд ключевых сделок в авиастроении, но впереди еще много работы. Мир меняется очень быстро, технологии — тоже.

Как Вам кажется, что можно считать победой вендора на площадке заказчика? То, что заказчик использует его CAD-систему для автоматизации проектирования? Вряд ли. У компании Siemens есть много отличных решений, и CAD — это только одна их часть. Возьмите для примера компанию Ford, которая использует CATIA для проектирования и много решений Siemens для автоматизации остальных задач и процессов. Можно ли утверждать, что мы потеряли Ford? Конечно же — нет!

— Каковы перспективы, на Ваш взгляд, на площадках Boeing у системы Mendix?

— Мы видим большие перспективы по совместной работе Teamcenter и Mendix. (Приобретенная компанией Siemens система Mendix является удобной программной платформой для быстрого создания и поддержки мобильных приложений (apps) без собственно кодирования. Платформа интегрирована с облачными сервисами IBM и SAP, её используют уже более 4000 предприятий, в том числе KLM, Philips и Royal DSM. — Прим. ред.)



Цифровой двойник — конкурентное преимущество. Его ценность подтверждена сотнями успешных внедрений, когда инвестиции несравнимы с получаемой и потенциальной выгодой

Крупные всеобъемлющие решения, такие как наша PLM-система Teamcenter, способны выполнять множество сложных задач. Быстро и оперативно «заточить» Teamcenter на выполнение чего-то простого — это сложнее, чем кажется. Mendix как раз и будет удачно дополнять Teamcenter в этой части. Через 12–18 месяцев проявятся результаты нашей текущей работы в этом направлении. — Аналитик и эксперт Марк Халперн из компании Gartner предупреждает о возможной неудаче тех, кто сломя голову ринется строить цифровые двойники, которые могут оказаться неспособными вместить требуемые симуляционные модели. В целом он выступает за применение технологии цифровых двойников, но призывает тщательно всё обдумывать и экспериментировать. Вы, по всей видимости, являетесь гораздо большим оптимистом...

— Я абсолютно уверен в реальной пользе, которую приносит использование цифрового двойника изделия. Ежедневное общение с нашими заказчиками лишь подтверждает: в ценности цифрового двойника нет никаких сомнений. При этом надо понимать, что цифровой двойник как подход постоянно развивается. В автомобильной отрасли цифровой двойник использовали еще 20 лет назад — чтобы убедиться, что собрать узел можно и его части состыкуются. Но функциональные характеристики, особенности поведения конструкции тогда в цифровых двойниках еще не были представлены. По этой причине мы так активно инвестировали в CAE-решения. Мне непонятна причина, по которой Марк Халперн выражает скептицизм в отношении цифровых двойников. Возможно, это связано с тем, что имеющиеся технологии пока не могут сделать его всеобъемлющим

на все 100%. Это верно. На мой взгляд, таким он не станет никогда, поскольку такова особенность нашего мира и технологий: они никогда не могут считаться завершёнными или абсолютно хорошими. По мере достижения заказчиками поставленных целей они выдвигают новые — и наше ПО должно это поддерживать. Примерно так же и с цифровым двойником: по мере включения в него необходимых элементов расширяется сфера его применения — и открываются новые аспекты, которые он еще охватывает.

— **Не могли бы Вы привести примеры предприятий, где использование цифровых двойников оправдывает себя?**

— Всеобъемлющий цифровой двойник с успехом используется на предприятиях Siemens AG. В своём утреннем выступлении я рассказывал участникам конференции о нашем подразделении eAircraft, разрабатывающем совместно с Airbus электрический самолет E-Fan X. Должен отметить, что виртуальный сценарий поведения систем самолета, полученный в результате симуляции с помощью решений Siemens, оказался практически идентичен реальному — с показателями, снятыми во время первого реального полета. Только представьте, что это значит для заказчика: он получил возможность смоделировать все состояния своего изделия! Я приводил также и другие примеры успешных компаний, использующих технологию цифровых двойников: это Tronrud Engineering, Hackrod, Boeing, KUKA и др. Все компании, о которых сегодня в течение дня говорилось в выступлениях на конференции, получают реальную бизнес-пользу от внедрения цифровых двойников! И это ведь только те клиенты, которые хотят рассказывать о себе. У нас есть еще много таких клиентов, которые не хотят публично раскрывать принципы своей работы, так как цифровой двойник — это их конкурентное преимущество. Не может быть никаких сомнений в том, что цифровой двойник приносит реальную пользу заказчикам — его использование делает их работу другой, более эффективной. Кто-то может утверждать, что внедрение технологии цифровых двойников — это трудно и дорого. Однако отдача от цифровых двойников несравни-

ма с вложениями, и поэтому компании активно инвестируют в наши решения.

— **А как оценивают возможность и необходимость применения цифровых двойников малые и средние предприятия.**

## Виртуальное поведение систем самолета E-Fan X оказалось практически идентичным реальному

— Должен сказать, что мы наблюдаем большой интерес к технологии цифровых двойников теперь уже и со стороны СМБ. Эта технология находит успешное применение не только на площадках крупных авиастроительных концернов и автомобильных OEM. Идея точного представления физического мира в цифровом мире подтверждена сотнями успешных внедрений, в которых инвестиции несравнимы с получаемой и потенциальной выгодой.







— Прошло порядка двух лет с того момента, как концерн Siemens купил EDA-гиганта Mentor Graphics, что послужило ключевым фактором для обеспечения полноты цифрового двойника. Уже за первый год был достигнут большой прогресс в отношении объединения и интеграции ПО. Чего удалось добиться в этом отношении за второй год владения разработками Mentor Graphics и что это дает вашим заказчикам?

— Сначала хочу подчеркнуть, что такого рода приобретения или слияния всегда трудно даются в первые несколько лет. Как правило, наблюдается и падение прибыли компании, которую приобрели. Это всё непростое. Но это не характеризует случай с Siemens и Mentor Graphics. Только что завершившийся 2018 финансовый год был лучшим за всю историю Mentor Graphics, если рассматривать выручку компании. Цели по доходности, которые были поставлены перед нами на ближайшие четыре года после объединения, выполняются с опережением плана. Главное, что сами сотрудники компании довольны своим новым положением и тем, что мы теперь вместе. Текучка кадров в Mentor Graphics сейчас ниже, чем была до слияния.

Мы реализуем и охотно демонстрируем большой объем работы по интеграции наших флагманских решений с технологиями Mentor Graphics для автоматизации прокладки жгутов, кабелей и трубопроводов, для разработки печатных плат и т.д. Результаты можно увидеть уже сейчас. Синергия видится и в направлении интегральных схем (IC), которое имеет существенное значение и место в нашем бизнесе. Обратите внимание, как эта тема проявляется в нашем направлении транспорта с автономным управлением, а также IC в комбинации с системой Polarion для управления требованиями. У нас с Mentor Graphics очень много точек соприкосновения и синергии.

Мы много говорим об облаке, IoT и операционной облачной системе MindSphere, но Edge-пространство — просто огромно, и Mentor работает как с Siemens, так и самостоятельно. Мы видим там очень большие возможности для развития. Представьте, сколько таких устройств установлено на производствах одной лишь компании Siemens AG?! Подразделения Siemens (Digital Industries, Healthineers, Mobility) нуждаются в Edge-устройствах, и программисты Mentor пишут ОС для них. Наши клиенты с воодушевлением воспринимают ту интеграционную работу, которую мы ведем с решениями Mentor. Очень трудно предлагать всеобъемлющий цифровой двойник изделия, если в нём не представлена электроника.

— В сентябре завершился финансовый год Siemens PLM Software. Какие основные задачи стояли перед вашим подразделением в 2018 финансовом году? Удалось ли решить эти задачи и в какой степени?

— Наша основная цель была — добиться высокого органического роста, и она достигнута. Темпы роста оказались выше тех, что показывает отрасль в целом. С гордостью могу отметить, что начиная с 2008 года мы демонстрируем рост доходов относительно каждого предыдущего года. Показывать непрерывный рост на протяжении такого периода времени — это сложная задача, но выполняемая.

— С каким настроением Вы отчитались о своих финансовых показателях бизнеса — выручка, рост, прибыль, география доходов?

— Номинарование нас в топ-3 лучших подразделений Siemens говорит само за себя. Рост доходов за 2018 год выражается двузначным числом процентов. Еще более высокими были темпы роста продаж новых лицензий. То есть мы демонстрируем отличный органический рост — прошу не путать с не-

органическим, достигаемым благодаря приобретению других компаний и присоединению их доходов. Если же мы посчитаем и все приобретения, то рост будет просто сумасшедшим.

Стремительно растут продажи CAE-решений — как результат той большой работы, которую проделал Siemens для формирования цельного портфеля CAE-решений. Значение факта приобретения компании CD-adapco с её фантастическими CFD-решениями переоценить сложно. Эта компания стоит каждого цента, вложенного в её покупку. Этому мнения придерживаемся и мы, и наши заказчики. Продажи CAD-систем тоже растут, но не так стремительно, как CAE, поскольку CAD-рынок сейчас стал уже очень зрелым.

— Какова доля доходов от подписки в общей выручке компании за год? Был ли у вас жесткий план по подписке или же вы не хотите насильно навязывать клиентам эту модель отношений?

— Доходы от подписки сейчас растут очень быстрыми темпами. Но мы никоим образом не подталкиваем наших пользователей к этому типу лицензирования ПО. При этом мы понимаем, что показывать рост «на подписке» проще, чем занимаясь продажами бессрочных лицензий. То, что некоторые вендоры отказались от продажи таких лицензий в пользу подписки, стимулировало переход в наш лагерь их пользователей. В целом мы приветствуем и поддерживаем любой принцип лицензирования, который приемлем для наших заказчиков.

*Берлин, Германия,  
29 октября 2018 года.*

*Интервью записала Александра Суханова. Полную версию интервью читайте на сайте [www.cad-cam-cae.ru](http://www.cad-cam-cae.ru).*

*Фотографии © PLM Europe User Group e.V. / Heike Skamper*

# Цифровой кортеж



13 сентября 2013 года председатель правительства Дмитрий Анатольевич Медведев подписал распоряжение, давшее старт проекту по разработке и постановке на производство отечественных автомобилей для первых лиц государства. Проект получил название «Единая модульная платформа» и был поручен специалистам государственного научного центра Российской Федерации ФГУП «НАМИ».

Особенностью проекта стало создание с чистого листа серии автомобилей на единой платформе с использованием цифровых технологий на всех этапах разработки — от проектирования до проведения испытаний. 7 мая 2018 года лимузин нового российского бренда Aurus был представлен широкой публике во время инаугурации президента России Владимира Путина, а в сентябре 2018 года состоялась премьера седана Aurus в рамках Московского автосалона. В планах — выпуск микроавтобуса и внедорожника.

Поделиться своим опытом организации работы специалистов и использования цифровых технологий согласились эксперты государственного научного центра РФ ФГУП «НАМИ», имеющие непосредственное отношение к созданию автомобилей Aurus, — Переверзев Вадим, главный конструктор проекта «Единая модульная платформа»; Жуков Алексей, директор Центра корпоративных информационных систем; Глазов Владимир, начальник управления «Эксплуатационные свойства», и Дроздов Павел, директор Центра «Численный анализ и виртуальная валидация».



Переверзев Вадим, главный конструктор проекта «Единая модульная платформа» государственного научного центра Российской Федерации ФГУП «НАМИ»

— Перед научным центром ФГУП «НАМИ» была поставлена задача по созданию новейшей линейки гибридных автомобилей силами российских специалистов и с высокой долей локализации производства. Расскажите, пожалуйста, подробнее о проекте «Единая модульная платформа» и целях, поставленных перед вами.

— Мы создали унифицированное семейство новых автомобилей с чистого листа. Автомобили созданы на единой платформе и образуют модельный ряд с широким диапазоном технических и потребительских

характеристик. Изначально нашей основной задачей было обеспечить комфорт, безопасность и тягово-динамические показатели на уровне самых лучших мировых аналогов сегмента люкс. При этом требовалось сохранить максимальный уровень унификации по системам и агрегатам, этим и объясняется название проекта — «Единая модульная платформа».

Наш проект отличает максимальное использование инноваций. При запуске новой модели крупнейшими европейскими автомобильными концернами доля новых или модернизированных деталей редко превышает 25-30%. В рамках проекта «Единая модульная платформа» мы создавали автомобиль с нуля. Aurus — уникальный продукт для отечественной автомобильной промышленности. В России не существовало подобной платформы.

— Расскажите подробнее о проекте «Кортеж», к которому приковано особое внимание. Какие характеристики были важны?

— По большинству параметров наш автомобиль соответствует лучшим мировым аналогам: где-то мы превосходим их, где-то стремимся к ним. Лимузины Aurus оснащены самыми современными системами, повышающими комфорт и безопасность пассажиров. Их отличает один из самых про-

сторных салонов в классе, постоянный полный привод с электронным управлением, высокие динамические показатели гибридного силового агрегата и наличие бронированной защиты автомобиля.

— Какую роль в вашей работе сыграли цифровые технологии? Какие возможности они вам предоставили?

— Использование цифровых технологий с самых ранних этапов позволило выработать наиболее эффективный подход к проектированию, валидации и оптимизации виртуальных моделей, а также к анализу всех узлов, систем и автомобиля в сборе.

Работа в 3D-среде позволяет конструктору сделать будущий автомобиль более осязаемым: видеть и анализировать изделие с самых ранних этапов проекта и обеспечивать требуемую степень зрелости новых деталей и систем еще до этапа их физической реализации. Это повышает эффективность работы, сокращает время на доводку каждого изделия и компонента и позволяет действовать продуктивнее еще на фазе проектирования. Любое изготовление прототипов крайне дорогостояще. Использование цифрового двойника позволяет нам в режиме реального времени настраивать агрегаты в соответствии с изменениями характеристик, что со-



кращает сроки и затраты, при этом на порядок улучшая качество оптимизации.

— **В какой цифровой среде организована работа сотрудников «НАМИ» сегодня?**

— Мы полностью перешли на Siemens NX, система является единой средой для всех наших разработчиков. Решение от Siemens PLM Software принято в качестве стратегического направления дальнейшего развития. Мы продолжаем осваивать новые инструменты, которые предоставляет платформа: процесс обучения сотрудников «НАМИ» продолжается непрерывно, так, мы активно изучаем технологии аддитивного производства и связанную с этим оптимизацию конструкции, рассматриваем возможности системы Simcenter для решения задач аэро- и термодинамики.

— **Как организована совместная работа сотрудников и построен обмен информацией? Каких результатов в этом направлении вы достигли?**

— Нам удалось организовать работу в единой информационной среде как всех членов большой команды инженеров «НАМИ», так и наших партнеров по проекту. Благодаря решению Teamcenter от Siemens PLM Software все участники конструкторских, производственных и других подразделений управляют разработкой и подготовкой производства такого сложного инновационного продукта в

соответствии с необходимым уровнем доступа. Мы доводим продукт еще до изготовления прототипов в большей степени за счет единой рабочей среды, это позволяет быстро и легко решать возникающие проблемы в режиме реального времени. Если конструктор вносит изменение в изделие или деталь, он выпускает соответствующий релиз, который отображается у всех членов команды. Таким образом можно синхронизировать и оптимизировать работу большого коллектива, сделать ее более эффективной. Своевременное и точное отображение информации позволяет большой команде комплексно анализировать проблемы и принимать правильные решения.

— **Проект требовал решения задач по разным направлениям, глубокой экспертизы и четкого соблюдения сроков. Что для вас было определяющим при выборе технологического партнера?**

— Решение принималось на основе всестороннего анализа предложений ведущих игроков рынка, представленных в данной сфере. Siemens PLM Software предложила конкурентоспособные решения на конкурентоспособных условиях.

— **Какие задачи стоят перед ФГУП «НАМИ» сегодня? Как строится взаимодействие с командой Siemens PLM Software?**

— Мы продолжаем работать с коллегами из Siemens PLM Software и постоянно анализируем пути совершенствования рабочих процес-

сов, использования новых возможностей систем и адаптации этих систем под конкретные задачи нашей команды и нашего проекта. Совместно со специалистами Siemens PLM Software мы стремимся сократить время и ресурсы на управление большими сборками, которые, как правило, замедляют рабочий процесс.

Немаловажной становится более глубокая интеграция поставщиков в нашу цифровую среду в рамках Teamcenter. Некоторые из них уже работают там, остальные будут интегрированы в ближайшем будущем.

— **Что Вы считаете главным результатом проекта «Единая модульная платформа» для «НАМИ»?**

— «НАМИ» — это институт со столетней историей, широким спектром проектов и главный эксперт технического регулирования автомобильного рынка России. Тем не менее проект «Единая модульная платформа» полностью преобразил «НАМИ». В стенах «НАМИ» удалось сформировать команду высококвалифицированных специалистов, способных развивать этот проект и успешно решать самые сложные задачи отрасли. Это новый уровень, подобного масштаба по проектированию с нуля целой линейки автомобилей и постановки их на производство в нашей стране не было. В рамках проекта большинство процессов мы создавали с нуля, что требовало определенного уровня цифровизации. У сотрудников института и



раньше были свои рабочие цифровые среды, однако они не были так структурированы и высоко организованы. Цифровая история «НАМИ» стартовала именно в рамках создания автомобилей Augus.



**Жуков Алексей, директор Центра корпоративных информационных систем государственного научного центра Российской Федерации ФГУП «НАМИ»**

— **Расскажите, пожалуйста, о вашем подходе к формированию цифровой платформы и выбору программных решений?**

— В области развития ИТ-инфраструктуры «НАМИ» взял вектор на создание единой информационной среды. Над проектами работает большое число специалистов из разных предприятий и отраслей. Сотрудники в рамках множества функциональных подразделений должны

эффективно взаимодействовать, чтобы вся цепочка — от постановки требований к компонентам до их установки в автомобиль — была непрерывной. Это непросто, однако чтобы этого достичь, мы выбираем программное обеспечение, которое можно интегрировать в существующую цепочку жизненного цикла изделия. У систем от одного вендора больше шансов на успешную интеграцию.

Помимо всего прочего это упрощает сотрудничество коллег: решения Simcenter используют данные напрямую из Teamcenter, расчетная модель ассоциативно связана с исходной конструкторской, подготовка расчетной модели существенно упрощена, а Teamcenter позволяет хранить эти связи и управлять изменениями и расчетами. Это дает возможность оперативно ставить задачи и решать их.

— **Какие технологии использованы в рамках реализации проекта «Единая модульная платформа»? Какие задачи они были призваны решить?**

— В рамках проекта мы планировали автоматизировать весь жизненный цикл, от управления требованиями до выпуска серийной продукции, однако на практике мы подготовили систему к работе только к этапу разработки конструкторской документации для первых прототипов. Нам пришлось формировать требования в ручном режиме, без привязки к PLM-системе. В дальнейшем мы

это наверстали, и на этапе разработки серийной документации уже использовали инструменты по управлению требованиями и другие модули системы, что существенно упростило сотрудничество подразделений и преемственность данных. Новые информационные технологии были призваны решить задачи разработки конструкции автомобиля, выпуска конструкторской документации и подготовки производства.

— **Как быстро удалось перейти от пилотного проекта к промышленной эксплуатации решения?**

— В нашем случае пилотный проходил параллельно с проектом разработки автомобиля. Мы донести Teamcenter и NX в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД и реалиями нашего проекта. Через семь месяцев конструкторская документация выпускалась уже в NX под управлением Teamcenter. В дальнейшем внедрялись дополнительные модули, такие как управление требованиями, управление изменениями, различные отчеты.

Следующим этапом мы планируем включить задачи в отношении инженерных расчетов, разработки электронных компонентов и модулей. Одновременно мы внедряем решение Siemens Polarion для управления жизненным циклом приложений и ПО.

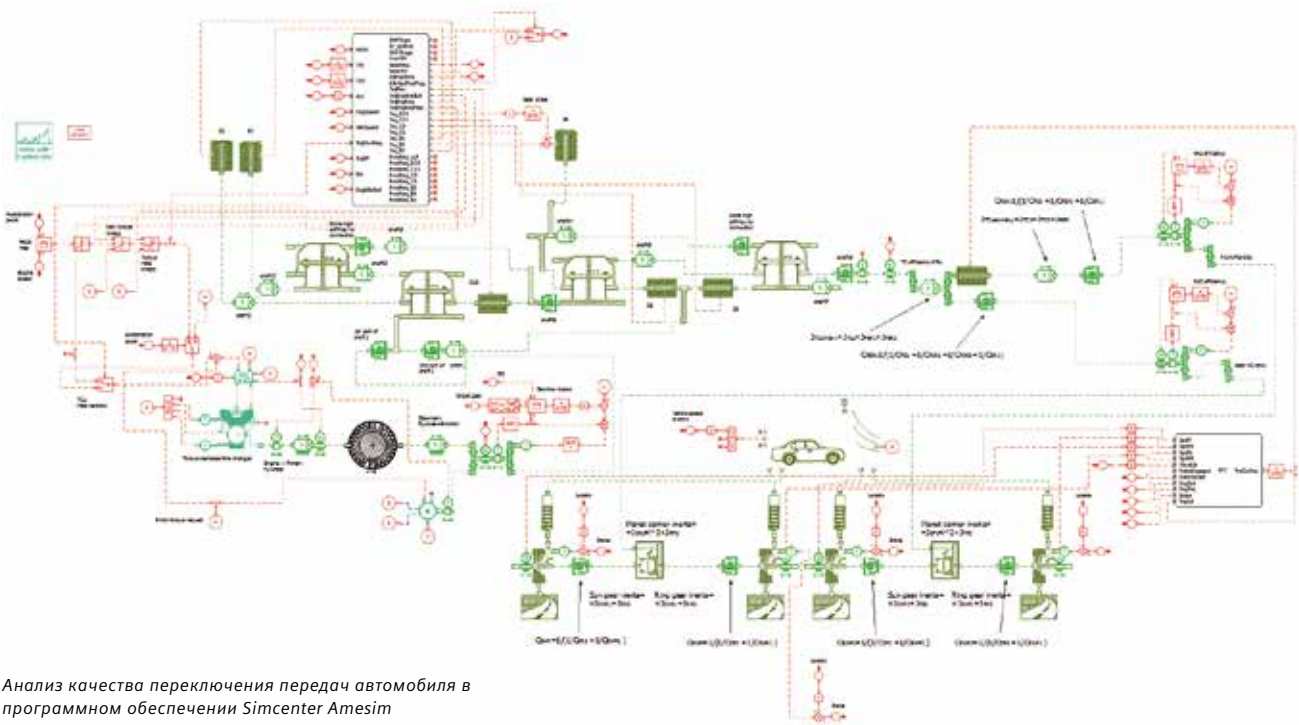
— **Как поменялись процессы разработки и технологической подготовки изделий?**



— Изначально мы работали в ручном режиме. Благодаря переходу на PLM-систему от Siemens PLM Software нам удалось значительно повысить эффективность взаимодействия с разными версиями компонентов. Сегодня в процессе разработки и отладки поисковых решений рассматривается множество вариантов, ни один из которых заранее не может быть принят. Кроме того, мы получили возможность формировать различные составы изделия. С помощью вариантных правил в Teamcenter мы можем создать модель и представить ее в разных комплектациях, то есть управлять всеми деталями и каждую комплектацию отправлять в производство. Без PLM-системы мы не смогли бы ввести одновременно несколько моделей автомобиля, каждая из которых предусматривает несколько комплектаций в рамках единой платформы.

— Как создание единого информационного пространства повлияло на организацию работы?

— Мы получили такое преимущество, как единство данных. Например, до внедрения PLM-системы специалисты отдела закупок получали информацию в бумажном виде либо по электронной почте. В процессе работы данные устаревали, но с ними продолжали работать. Использование системы управления изменениями в Teamcenter позволило работать с актуальными данными в режиме реального времени. Другой пример — это выпуск конструкторской документации. Наличие CAD-системы подразумевает сильное упрощение процесса выпуска конструкторской документации. Как известно, тем, что можно измерить, можно управлять. Имея в распоряжении соответствующие инструменты, мы можем использовать данные для принятия верных управленческих решений.



Анализ качества переключения передач автомобиля в программном обеспечении Simcenter Amesim

— Насколько это помогает исключить риск ошибки?

— Система позволяет осуществлять контроль. В процессе выпуска компонента документация проходит определенные этапы контроля, самый длительный из которых — утверждение конструкторской документации. За проверкой непосредственного руководителя конструктора следуют процедуры технологического контроля, увязки компонентов автомобиля, нормативный контроль документации. После утверждения главным конструктором документация поступает в так называемый архив. Teamcenter в том числе выполняет роль архива.

— Какие критерии были для вас определяющими при выборе технологического партнера?

— Для всех ведущих производителей автомобилей возможность CAD-системы выходят на первое место. Важнейшее значение для нас имели глубина экспертизы, стоимость решения и опыт специалистов. Siemens PLM Software оказался наиболее подходящим партнером по этим параметрам. Помимо этого, решения Siemens PLM Software превосходят аналоги с точки зрения гибкости и скорости развития. Партнерство с Siemens PLM Software представляет собой некий симбиоз, объединение усилий профессионалов для достижения лучшего результата.

— Расскажите, пожалуйста, о перспективных направлениях вашей

дальнейшей работы и новых вызовов, на которые готовится ответить научный центр.

— В первую очередь нам необходимо развернуть технологическую подготовку производства. Сейчас она ведется на основе данных, хранящихся в Teamcenter, но не в самой системе. Основная задача внедрения ТПП — получить ответ на вопрос: как изготавливается автомобиль и какие ресурсы для этого необходимы.

Недавно завершилась большая работа по интеграции eCAD-системы ЕЗ с Teamcenter, это позволит хранить информацию по жгутам в PLM-системе. Для решения определенного спектра задач рассматриваются системы Mentor Graphics.

Другая перспективная тема — беспилотные автомобили, для разработки которых мы используем Siemens NX, тут мы уже достигли значимых результатов. Наши беспилотные устройства управляются с помощью средств интернета вещей, используя информацию с датчиков.

Спектр интересных нам направлений продолжает расширяться вместе с развитием технологий и появлением новых тенденций.

«НАМИ» — ведущий научный центр отрасли, и именно освоение новейших технологий позволяет нам поддерживать свое первенство. Мы открыты для новых предложений и дальнейшего развития.



Глазов Владимир, начальник управления «Эксплуатационные свойства» государственного научного центра Российской Федерации ФГУП «НАМИ»

— Проект «Единая модульная платформа» — это семейство автомобилей, в том числе и бронированных, с мощным двигателем, большими габаритами и массой, к которому предъявляются самые высокие требования как по маневренности, так и по комфорту в салоне. Очевидно, что это непростая задача — соблюсти такой баланс. Расскажите, пожалуйста, какие цели вы ставили перед собой.

— Перед нами стояла амбициозная задача по созданию с нуля коллектива, инфраструктуры и автомобиля. При этом необходимо

# AURUS SENAT

EUROPEAN PREMIERE



2019 Geneva International Motor Show  
PRESS  
5th March at 15:45





было получить высокие потребительские свойства, на уровне лучших мировых аналогов. Нашими основными конкурентами были автомобили, на которых сейчас ездят члены правительства, а также сегмент люкс — Rolls-Royce и Bentley.

«Единая модульная платформа» представляет собой уникальный проект, когда на одной платформе нам нужно было построить автомобили с совершенно разными характеристиками — бронированные автомобили для первых лиц государства и незащищенные машины, которые составят конкуренцию иностранным автопроизводителям.

**— Как вам удалось обеспечить согласование этих противоречивых функциональных характеристик между собой?**

— Это большая и кропотливая работа. К примеру, стремление снизить вес автомобиля и увеличить внутреннее пространство для пассажира сталкивается с совершенно противоположными требованиями, обусловленным бронированием. Нередко нам приходилось искать компромиссы, нестандартные решения. Работа включает изучение автомобилей-аналогов, большое количество расчетов и поиски вариантов исполнения, испытания, оптимизацию конструкции, взаимодействие с технологами и многочисленные дискуссии, как внутри команды, так и с поставщиками. Использование решения Simcenter позволяет выстроить процессы мультидисциплинарного анализа на самых ранних этапах проектирования, верификации и валидации моделей и испытаний. Такой подход позволяет найти баланс между требованиями и обеспечить высокую технологичность.

**— Как использование цифрового двойника повлияло на ваш подход к проектированию?**

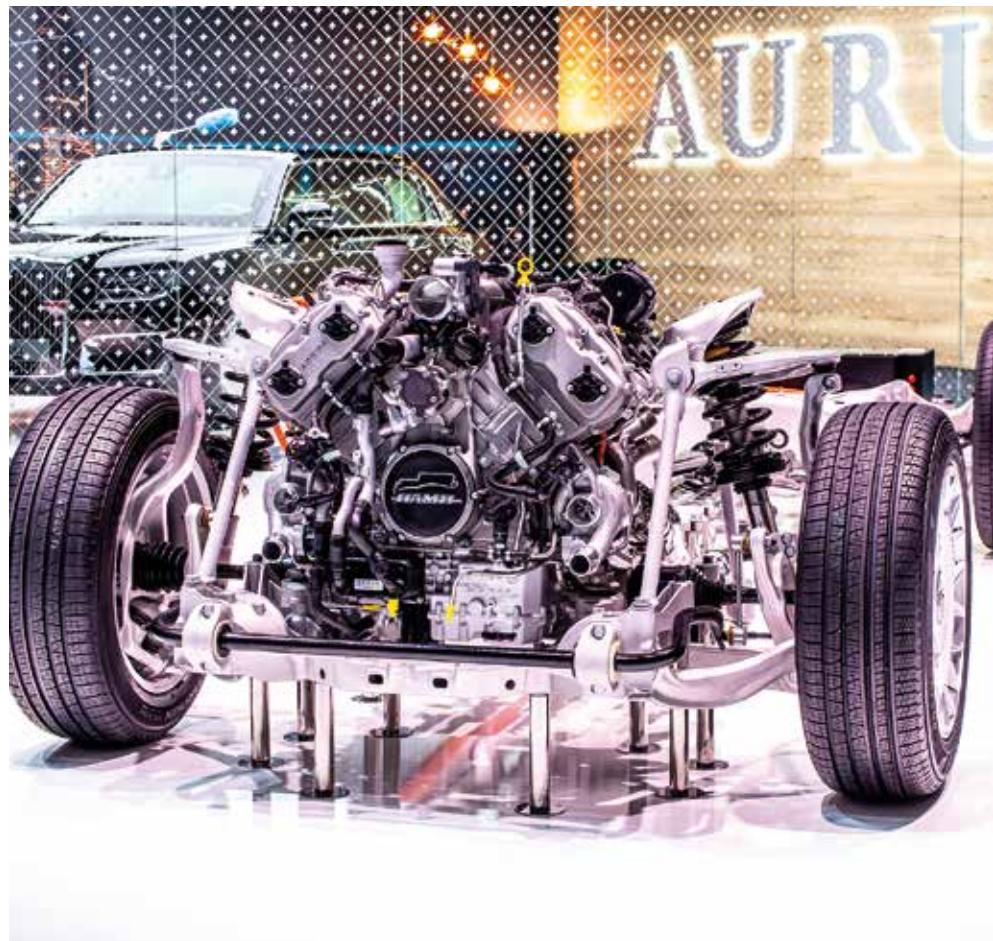
— Цифровой двойник позволяет проводить широкий спектр расчетов и сокращать число испытаний. Мы используем классический V-образный подход к проектированию, от формирования общих требований к автомобилю до разработки требований к узлам и деталям и обратно. На протяжении всего цикла разработки, с самых ранних ее этапов, мы применяем цифровой двойник будущего автомобиля для повышения качества проектирова-

ния и, как следствие, качества изделия. Благодаря этому специалисты в ходе проектирования видят, выходят ли они за границы требований или нет. Параллельно с проведениями расчетов создается

## Использование решений Simcenter позволяет выполнять мультидисциплинарный анализ с самых ранних этапов проектирования

цифровой двойник компоновки и его оптимизация. Таким образом данные и результаты мигрируют между CAD- и CAE-системами. Это дает нам возможность управлять изделием на протяжении всего цикла разработки.

Еще одним эффективным инструментом на пути к созданию полного цифрового двойника продукта стал Simcenter Amesim. Формируя уже не геометрические, а математические характеристики того или иного узла или детали и создавая управля-





Цифровой двойник позволяет в режиме реального времени настраивать агрегаты в соответствии с изменениями характеристик, что сокращает сроки и затраты, при этом на порядок улучшая качество оптимизации

ющее воздействие, мы можем анализировать, каким образом элементы системы согласуются между собой.

— **Какие преимущества вам дало использование решения Simcenter Amesim?**

— 1D-моделирование — это эффективный и точный инструмент, позволяющий анализировать то, что раньше нам было недоступно. Например, для того чтобы проверить падение производительности насоса при разных температурах, нужно было проводить несколько циклов испытаний. Теперь, обладая данными в отношении характеристик охлаждающей жидкости и характеристик насоса, мы получили возможность проверить это в цифровой среде и скорректировать алгоритм работы насоса до проведения испытаний. Аналогичный подход можно практиковать для выявления возможных проблем. Найти их источник можно несмотря на то, что система уже создана, постфактум. Если воспроизвести ее

точную модель, можно ускорить решение проблем. Simcenter Amesim — это современный инструмент для глубокого проектирования систем.

— **Расскажите, пожалуйста, о вашем подходе к испытаниям. Как использование цифрового двойника помогает принимать решения по доводке конструкции?**

— Ключевая особенность проекта «Единая модульная платформа» заключается в том, что сроки разработок имели первостепенное значение. Мы сразу объединили лучшие отраслевые подходы и передовые технологии для проектирования.

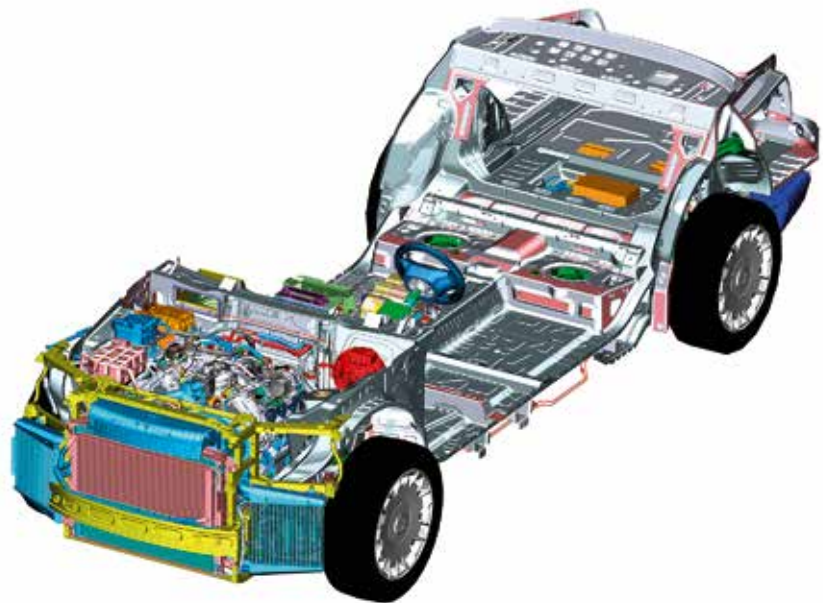
При помощи Simcenter Testing Solutions мы проверяем выбранные решения, проводим оптимизацию конструкции, в том числе панелей кузова, анализ собственных частот колебаний, после чего, используя Siemens Test. Lab, оперативно обрабатываем результаты натурных испытаний виброакустических характеристик и оптимиза-

ции кузова, деталей интерьера, узлов и агрегатов. Это позволяет нам еще на этапе создания конструкции оптимизировать кузов, детали интерьера, узлы и агрегаты. Комбинация виртуальных и натуральных испытаний позволяет нам значительно сократить временные затраты и получить более точные данные.



— **Какими результатами вы можете поделиться уже сейчас?**

— Развивая проект, мы получаем достаточно много экспериментальных данных и после их обработки модернизируем модели, добиваясь максимальной корреляции между моделями и испытаниями. Мы обеспечили высокую сходимость результатов натуральных и виртуальных испытаний. Сейчас мы заканчиваем этап валидации моделей и убеждаемся, что в серийном продукте получим те свойства, которые запланировали. Естественно, без цифровой среды и расчетных данных не обойтись: они позволяют нам заглянуть



туда, куда невозможно заглянуть при проведении натуральных испытаний, понять природу, физику процесса. Мы стремимся к тому, чтобы испытания носили преимущественно проверочный характер и были направлены в большей степени на обеспечение корреляции виртуальной модели.

— **Как применение цифровых технологий помогает вам решить вопросы сертификации?**

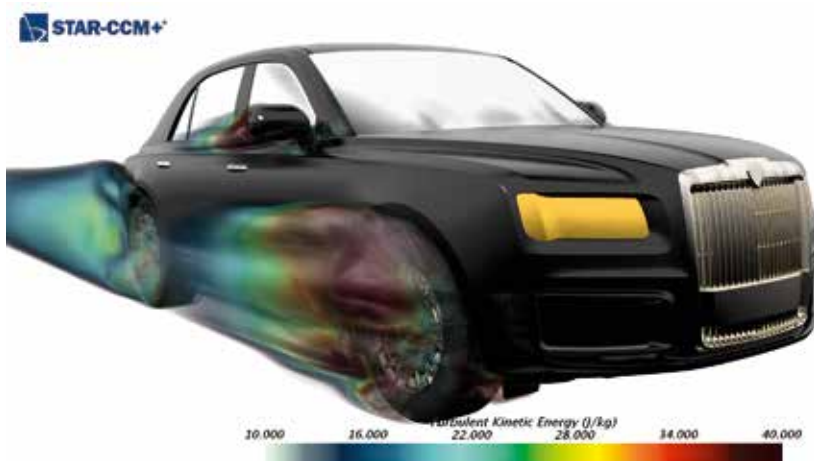
— В рамках анализа цифрового макета, повышения зрелости автомобиля мы проводим так называемую виртуальную сертификацию: проверяя соблюдение сертификационных требований уже на этапе проектирования. Мы не можем запустить в производство деталь, которая не соответствует необходимым требованиям.

Это делает процесс более стабильным и прогнозируемым. Цифровой макет и инструменты проверки сертификационных требований, а также внесение соответствующих изменений обеспечивают эффективное прохождение сертификационных испытаний.

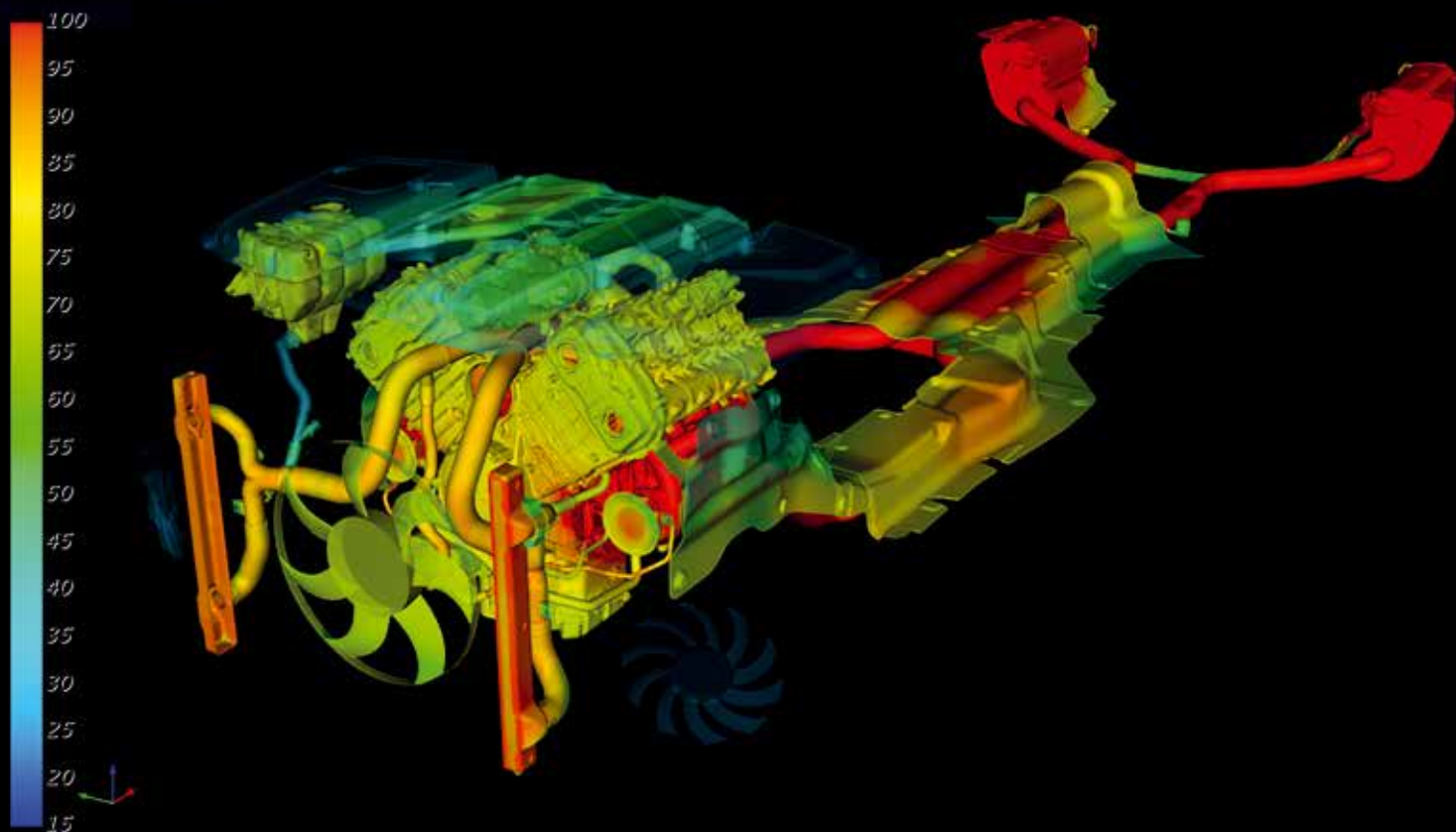
— **Расскажите, пожалуйста, о том, как строилось взаимодействие с командой Siemens PLM Software. Какие планы на дальнейшее сотрудничество?**

— Мы оперативно получали всю необходимую поддержку и консультации со стороны локального офиса Siemens PLM Software. Благодаря этому удалось динамично двигаться вперед в комфортном режиме. Мы активно сотрудничали в ходе пилотных проектов, получили техническую поддержку, консультировались и участвовали в обучающих мероприятиях.

Руководством была поставлена задача по выходу на рынок инженеринговых услуг как по численному моделированию, так и по конструкторским работам. Важным шагом на пути к поставленной задаче стало выделение расчетов в отдельную структуру — у нас появился центр «Численный анализ и виртуальная валидация». Эта область становится важным направлением деятельности института, динамично развивающимся и очень перспективным. Одновременно с этим проходит тестирование решения STAR-CCM+ для задач



Temperature (C)



в сфере гидрогазодинамики и теплообмена. Если все пройдет успешно, а я в это верю, мы будем постепенно расширять применение программных продуктов Siemens PLM Software, которые позволят нам более точно и качественно выполнять нашу работу.



**Дроздов Павел, директор Центра «Численный анализ и виртуальная валидация» государственного научного центра Российской Федерации ФГУП «НАМИ»**

— **Расскажите, пожалуйста, подробнее о центре «Численный анализ и виртуальная валидация». Какие задачи стоят перед вами?**

— Основная задача центра — проведение различного рода проверок, отвечающих на вопросы, правильно ли разработана конструкция, в верном ли направлении идет разработка и т.д. На этапе технического проекта или при разработке мы проводим практически полный спектр расчетов, включая анализ прочности, жесткости, аэродинамических показателей, высокодинамических нагрузок, crash-тесты и другие. На этапе согласования конструкции проверяем ее на соответствие как техническим требованиям, так и таким нормативам, как правила ЕЭК ООН или требования EuroNCAP.

— **Что вам дает использование функционального моделирования?**

— Функциональное моделирование, в том числе с использованием 1D моделей, — это возможность сформировать либо уточнить тре-

бования заказчика. Мы применяем этот подход на этапе, когда идея проекта уже существует, но пока не произошел переход к формированию 3D-модели того или иного узла или системы. Например, в рамках разработки двигателя нового автомобиля функциональная модель позволяет определить, какого типа двигатель потребуется, в каком диапазоне мощностей, какая необходима коробка передач и другие характеристики на основе поставленных заказчиком требований.

Еще на этапе идеи мы можем сузить сектор поиска и определить, в какой области вероятнее всего находится то или иное рабочее решение. Мы подбираем те дорожные условия, в которых предполагается использовать автомобиль, и выставляем именно те требования к двигателю, которых будем достигать. В этом случае на отработку решения потребуется гораздо меньше времени.

— **Каких результатов удалось достичь?**

— Мы создаем 1D- и 3D-модели, которые поэтапно приходят к физическим образцам. Например, с помо-

щью этого инструмента мы можем смоделировать топливную экономичность. Посредством расчетов и эскизов мы достигаем приемлемого значения коэффициента сопротивления воздуха. Следом за специалистами, которые разрабатывали экстерьер, то есть внешние обводы и стилистику автомобиля, в дело вступает группа, занимающаяся аэродинамикой. Она вносит свои коррективы. В результате мы находим компромисс, который позволяет сохранить внешнюю стилистику автомобиля, но при этом достичь достаточных величин в части аэродинамических характеристик.

**— Для решения каких задач вы планируете использовать решение STAR-CCM+?**

— В отношении аэродинамики мы находимся в поиске продукта, который позволил бы выполнять те задачи, которые сейчас стоят перед нами, как можно быстрее, качественнее и по приемлемой стоимости. Сейчас мы проводим пилотный проект, используя решение Simcenter STAR-CCM+ для оценки теплового состояния подкапотного пространства автомобиля. Этот проект позволяет оценить программное обеспечение с точки зрения основных этапов процесса моделирования, в том числе на наиболее трудоемком для нас этапе подготовки расчетной модели. Уже сейчас видны результаты использования Simcenter STAR-CCM+ — нам удалось существенно сократить время подготовки расчетной модели. Планируется использовать Simcenter STAR-CCM+ для решения целого

STAR-CCM+



комплекса задач, начиная от классических задач внешней аэродинамики, заканчивая расчетом работы основных систем автомобиля: контуров охлаждения двигателя, насосов топливной и масляных систем. Нашей целью является получение цифрового двойника автомобиля, способного с высокой точностью предсказывать характер изменения основных параметров автомобиля с учетом работы всех узлов и агрегатов.

Для знакомства наших сотрудников с программным продуктом был организован базовый тренинг, мы приняли участие в кратком специализированном курсе по термоменеджменту автомобиля и семинаре с коллегами, имеющими многолетний опыт применения Simcenter STAR-CCM+ в задачах автомобильной промышленности.

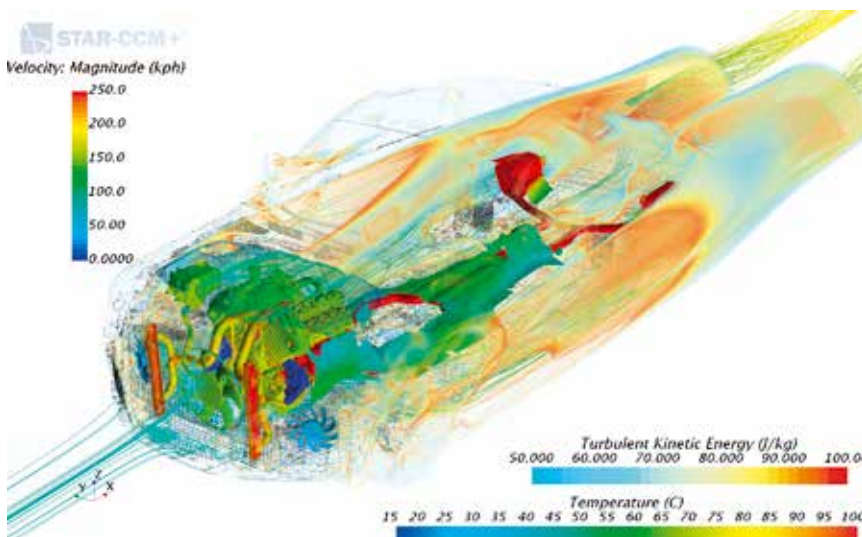
**— Пожалуйста, расскажите о приоритетных направлениях работы центра. Какие актуальные задачи необходимо решить в ближайшее время?**

— Мы расширяем спектр задач, которые можно решить с помощью 1D-моделирования. Это гидравлика, термоменеджмент, тягодинамические расчеты, оценка свойств автомобиля в 1D-среде. Это особенно важно на этапе технического предложения, когда производится выбор между разными компоновочными решениями автомобиля.

Следующий этап — подробное изучение вопросов моделирования трансмиссии: мы хотим перенять опыт Siemens PLM Software по ее доводке до соответствия заданным требованиям.

Мы продолжаем изучать возможности Simcenter в отношении метода конечных элементов, есть планы по использованию этого решения в качестве пре- и пост-процессора для подготовки моделей, обработки результата и его анализа в разных вариациях. Также мы рассматриваем продукты Siemens PLM Software в качестве инструментов для решения задач по виброакустике и пассивной безопасности.

*Интервью записала  
Клавдия Бирова  
Иллюстрации предоставлены  
ФГУП «НАМИ» и взяты  
из открытых источников*



# Система качества



*Рафаэлло Лепратти, вице-президент по развитию бизнеса и маркетингу Siemens PLM Software, рассказывает, как производителям автомобильных комплектующих сократить затраты на обеспечение качества, соблюдая высокие требования заказчиков*



Рафаэлло Лепратти,  
вице-президент по развитию  
бизнеса и маркетингу  
Siemens PLM Software



В автомобильной отрасли происходят структурные изменения: появление новых технологий совпало с быстроменяющимися предпочтениями потребителей. Растет влияние глобальных тенденций на производителей — рост популярности каршеринга, появление беспилотных транспортных средств, переход к электромобилям и дигитализация отрасли в целом. Поставщикам автомобильных комплектующих также необходимо быть готовыми к целому ряду перемен: замедление роста, быстрые темпы развития технологий, унификация деталей и узлов, широкое использование встроенного программного обеспечения как основного конкурентного преимущества, а также ценовое давление со стороны производителей стандартных комплектующих. «Поставщикам необходимо трансформировать существующие модели ведения бизнеса — от адаптации общей стратегии до снижения операционных расходов, от изменений в организационной структуре до создания принципиально нового, инновационного образа мышления», — считает Рон Женг, партнер компании Roland Berger.

«В массовом производстве автомобилей доля прибавочной стоимости, создаваемая поставщиками, продолжает расти. Вместе с этим на поставщиков возлагается больший объем поставок, что приводит к большей ответственности, — говорит Майкл У. Рюгер, старший партнер компании Roland Berger. — Поставщики получают шанс подняться выше в иерархии создания прибавочной стоимости, а некоторые из них выходят на один уровень с производителями автомобилей». Изменений только в одной области уже недостаточно для достижения успеха. Чтобы соответствовать постоянно меняющимся требованиям заказчиков и сохранять конкурентоспособность, поставщикам необходимо использовать комплексный подход к трансформации. На первый план выходит системное управление качеством в масштабах всего предприятия. Поставщикам автомобильных комплектующих это необходимо больше, чем другим: меняется их роль и зона ответственности по отношению к производителям автомобилей, которые предъявляют все более сложные технические требования и заказывают у поставщиков первого уровня больше различных испол-



ний изделий. Сегодня поставщики первого уровня не только изготавливают продукцию по заказу автопроизводителей, но и разрабатывают ее. Организация процессов управления качеством на всех этапах жизненного цикла изделия — от проектирования до изготовления и эксплуатации — стала обязательным требованием к производству. Понятие качества не ограничивается характеристиками выпускаемого изделия. Все подразделения, связанные с разработкой изделия, сотрудники и процедуры должны быть включены в процессы соблюдения нормативных требований и экологических стандартов, достижения высокого качества, сокращения себестоимости и повышения эффективности, предотвращения отказов, подготовки стандартизированных отчетов, изучения накопленного опыта, передачи ноу-хау и многого другого. Традиционно управление качеством внутри компании выполняется вручную силами собственных отделов качества с применением статических документов или разрозненных приложений для отслеживания показателей качества. С ростом количества и сложности требований к продукции выявилась потребность в более эффективных решениях. Появились более совершенные методы для управления качеством, представленные в системе управления качеством QMS. Решение QMS от Siemens PLM Software включает структурированный набор бизнес-задач, политик, процедур

и принципов для выполнения требований заказчика и нормативных требований, а также инструментов совершенствования для эффективного управления качеством и снижения расходов. Все политики, процедуры и инструкции надлежащим образом отображены в документации. Такое программное обеспечение служит платформой для анализа данных, контроля и оценки различных показателей, проведения мониторинга процессов на соответствие требованиям. Прозрачная картина управления качеством помогает добиться эффективности и использовать соответствующие рекомендации сотрудников всех подразделений и руководителей всех уровней. Интеграция с другими инструментами управления производством позволяет эффективно оптимизировать работу предприятия и обеспечить соблюдение всех требований к качеству на всех этапах жизненного цикла изделий и процессов. Подобный интегрированный подход позволяет организовать надежную передачу информации между всеми элементами и службами предприятия, а также организовать взаимодействие по всей цепочке жизненного цикла изделия с поддержкой межфункциональной совместной работы и обмена информацией. Решение QMS становится важной и неотъемлемой частью всех остальных систем управления производством. Эффективная система управления качеством QMS объединяет все подразделения, участвующие в созда-





нии изделия. Системный и интегрированный подход к управлению качеством помогает поставщикам автомобильных комплектующих добиться полной прозрачности производственных процессов, проводить мониторинг и предотвращать возможные проблемы с качеством. Это позволяет производителям сократить сроки выхода изделий на рынок, уменьшить объемы отходов и доработок, повысить гибкость и улучшить прослеживаемость. Совершенствование процессов приводит к значительному росту производительности и полному соответствию требованиям заказчиков. Siemens PLM Software активно развивает свои технологии в области управления качеством, совершенствуя систему Siemens QMS Professional, которая ориентирована на самые разные отрасли. Благодаря глубокому пониманию принципов работы промышленности Siemens PLM Software помогает производителям понять факторы, влияющие на качество, устранить проблемы, повысить общую эффективность производства и получить максимальную экономическую отдачу. QMS-система создает замкнутый контур управления качеством. Решение имеет богатую историю: уже 30 лет оно применяется для управления качеством на промышленных предприятиях. В ее основе лежит цикл «планирование – реализация – анализ – реагирование» (PDCA). Такой подход обеспечивает непрерывный процесс улучшения на всем жизненном цикле изделия и оптимизирует цепочки

поставок за счет эффективного управления сложным планированием, управлением и мониторингом процессов и качества производства. Применяемый в управлении качеством PDCA-цикл запускает процесс улучшений для различных этапов жизненного цикла изделия и составляет основу всех систем управления качеством.

Благодаря использованию решения Siemens QMS Professional производители получают гибкость и возможность интеграции с существующими системами управления технологическими процессами и жизненным циклом изделия. Планирование качества должно начинаться уже с этапа проектирования изделия и являться неотъемлемым элементом на протяжении всего производственного процесса, учитывая конструкторские и технологические спецификации и обеспечивая совместную работу всех подразделений. Такой комплексный подход помогает управлять рисками производства. QMS-система позволяет обеспечивать управление качеством на распределенных предприятиях и в различных отраслях. Она полностью соответствует отраслевым стандартам качества, помогая самым разным предприятиям устранять риски и потенциальные отказы до того, как они произойдут. Темпы дигитализации в машиностроении предъявляют высокие требования к качеству. Качество перестает быть чем-то вторичным и превращается в неотъемлемую часть стратегии предприятий будущего.

# На пути к цифровому вертолету



*Интервью Николаса Дамиани,  
эксперта по численному моделирова-  
нию и анализу эксплуатационных  
условий компании Airbus Helicopters  
Research and Development, о создании  
цифрового двойника вертолета*



Николас Дамиани, эксперт по численному моделированию и анализу эксплуатационных условий компании Airbus Helicopters Research and Development



Николас Дамиани уже более 28 лет работает в цифровом мире. Сегодня он оказывает поддержку исследователям и разработчикам в Airbus Helicopters. В этом интервью Николас рассказывает о постоянно развивающемся мире численного моделирования и о том, почему компания Airbus Helicopters так заметно продвинулась на пути к созданию как цифрового двойника вертолета, так и цифрового двойника испытательного стенда.

**— Николас, чем вы сегодня занимаетесь в Airbus Helicopters?**

— Как специалист по дигитализации и численному моделированию, я работаю сразу в нескольких направлениях. Я контролирую соблюдение стандартов и создаю общую архитектуру процессов численного моделирования. Кроме того, я отвечаю за развитие технологий численного моделирования и при необходимости оказываю поддержку различным проектным группам. Моя задача — добиться того, чтобы наша работа приводила к появлению успешных изделий — наши вертолеты должны поставляться точно в срок, в рамках бюджета и с соблюдением всех требований по качеству.

**— Как изменилась роль численного моделирования в компании Airbus Helicopters?**

— Мне повезло стать свидетелем развития этой области за последние 28 лет. Я наблюдал за тем, как технологии численного моделирования развивались шаг за шагом, начиная с решения простых задач и устранения проблем и до создания инновационных моделей в Simcenter Amesim. Несколько десятилетий назад численное моделирование в основном применялось на заключительных этапах разработки интерфейсов и иногда в научных исследованиях. Сегодня у нас есть продуманная стратегия применения численного моделирования и архитектура моделей. Численное моделирование играет важнейшую роль в разработке наших изделий. Наши системы численного моделирования стали неотъемлемой частью процессов верификации моделей и проведения сертификационных испытаний. Идеала мы пока не достигли, но продвинулись весьма далеко.

**— Почему численное моделирование приобрело столь высокую важность?**

— Моделирование вертолета — невероятно сложная задача. Она становится еще более сложной по мере роста объемов встроенного программного обеспечения и числа участников процессов разработки, вклю-



чая поставщиков. При этом архитектура решений для численного моделирования постоянно развивается, а модели отдельных систем и подсистем доводятся до совершенства.

Как и другие компании, Airbus Helicopters применяет численное моделирование не только для устранения проблем в процессе разработки. Оно играет важнейшую роль в соблюдении сроков и бюджета при выполнении заказов. В нашей отрасли сокращение циклов разработки и максимально раннее выявление несоответствий в проектных решениях стали ключевыми факторами успеха. Численное моделирование помогает решать задачи быстрого выхода изделий на рынок и проектирования в рамках заданной стоимости.

— По вашему мнению, насколько совершенной стала ваша модель?

— Нашу расчетную модель в целом можно считать очень точной. Разумеется, в общей архитектуре

некоторые области развиты лучше. Не надо забывать, что это очень большая и комплексная модель. Она состоит из 400-500 отдельных моделей, которые работают совместно в режиме реального времени и в управляемой среде.

— Это, должно быть, требует больших вычислительных мощностей?

— Нам повезло — вычисления становятся все быстрее, а их стоимость падает. Когда мы запускаем полный расчет модели, то используем около 24 процессоров. Это не вся имеющаяся у нас вычислительная мощность, но близко к этому.

— Каковы основные тенденции развития численного моделирования в компании Airbus Helicopters?

— С повышением точности расчетных моделей мы все лучше прогнозируем характеристики изделий. Наша комплексная модель, состоящая из 400-500 отдельно

рассчитываемых моделей, — это настоящая система систем. Только представьте себе объем исходного кода подобной модели! Он просто огромен. При этом весь исходный код прошел контроль. Он встроен в модель и не требует дальнейших проверок. К его точности нет никаких вопросов.

Следующая задача для компании Airbus Helicopters — обеспечить разработку изделий в среде численного моделирования и постепенно заменить натурные испытания на виртуальные. Численное моделирование становится средством обеспечения соответствия нормативным требованиям.

— Есть ли какие-то сферы разработки, вызывающие особый интерес?

— Конечно, как и в других отраслях, мы уделяем особое внимание топливной эффективности. В нашем процессе разработки этот вопрос рассматривается на самых ранних этапах — при моделировании гидравлических, топливных и электри-

ческих систем в решении Simcenter Amesim. Так, например, в Simcenter Amesim рассчитываются физические параметры модели — давление в системе или характеристики насоса. Подобные расчеты на ранних этапах помогают успешно решать вопросы топливной эффективности. Численное моделирование при этом становится инструментом прогнозирования. Наше решение по обеспечению топливной эффективности, разработанное с помощью Simcenter Amesim и Simcenter Engineering, уже начало приносить плоды.



— А как еще вы используете эту модель?

— Наша модель крайне важна для подтверждения опытного образца — так называемого «вертолета номер ноль». Еще до первого полета мы используем модель при взаимодействии с поставщиками. Все чаще и чаще наши поставщики используют проверенную модель для разработки требуемых деталей и узлов.

— Как вы видите ваши основные задачи на следующие пять лет?

— Моя работа очень важна, так как процесс разработки вертолета невероятно сложен. Мы по-прежнему сталкиваемся с множеством неприятных сюрпризов. Сегодня без численного моделирования невозможно создать летательный аппарат. Оно применяется на этапах расчетов, анализа взаимодействия пилота с контуром управления, создания опытных образцов, контроля проектных решений, имитации полетов и обучения. Численное моделирование — критически важный элемент процессов разработки. Моя главная задача на будущее — поддержка как можно большего числа инжене-



ров при переходе к новым цифровым подходам к проектированию вертолетов.

— Всем известны тренажеры для летчиков. Можно ли отнести их к технологиям численного моделирования?

— Как ни удивительно, но ответ на этот вопрос — да. В последние годы мир численного моделирования делится на две части: моделирование изделий и создание тренажеров. Для решения этих задач применялись абсолютно разные модели и системы. Чаще всего обучающие средства, такие как летный тренажер, создавались после того, как вертолет проходил сертификацию, несмотря на то, что заказчик предпочел бы пройти обучение до получения первого вертолета. Результаты инженерных расчетов при этом использовались весьма ограниченно. Сегодня одна и та же расчетная модель непрерывно совершенствуется — начиная с этапа эскизного проектирования и заканчивая этапом сертификации. В любой момент мы можем создать учебный тренажер на основе расчетной модели вертолета и в соответствии с графиком поставки изделий заказчиком.

— То есть ваша конструкторская модель легко интегрируется как с готовым изделием, так и с летным тренажером. Иными словами, цифровой двойник находит новые области применения?

— Прелесть численного моделирования в том, что в нем можно объединять различные виды расчетов. Нужен только соответствующий

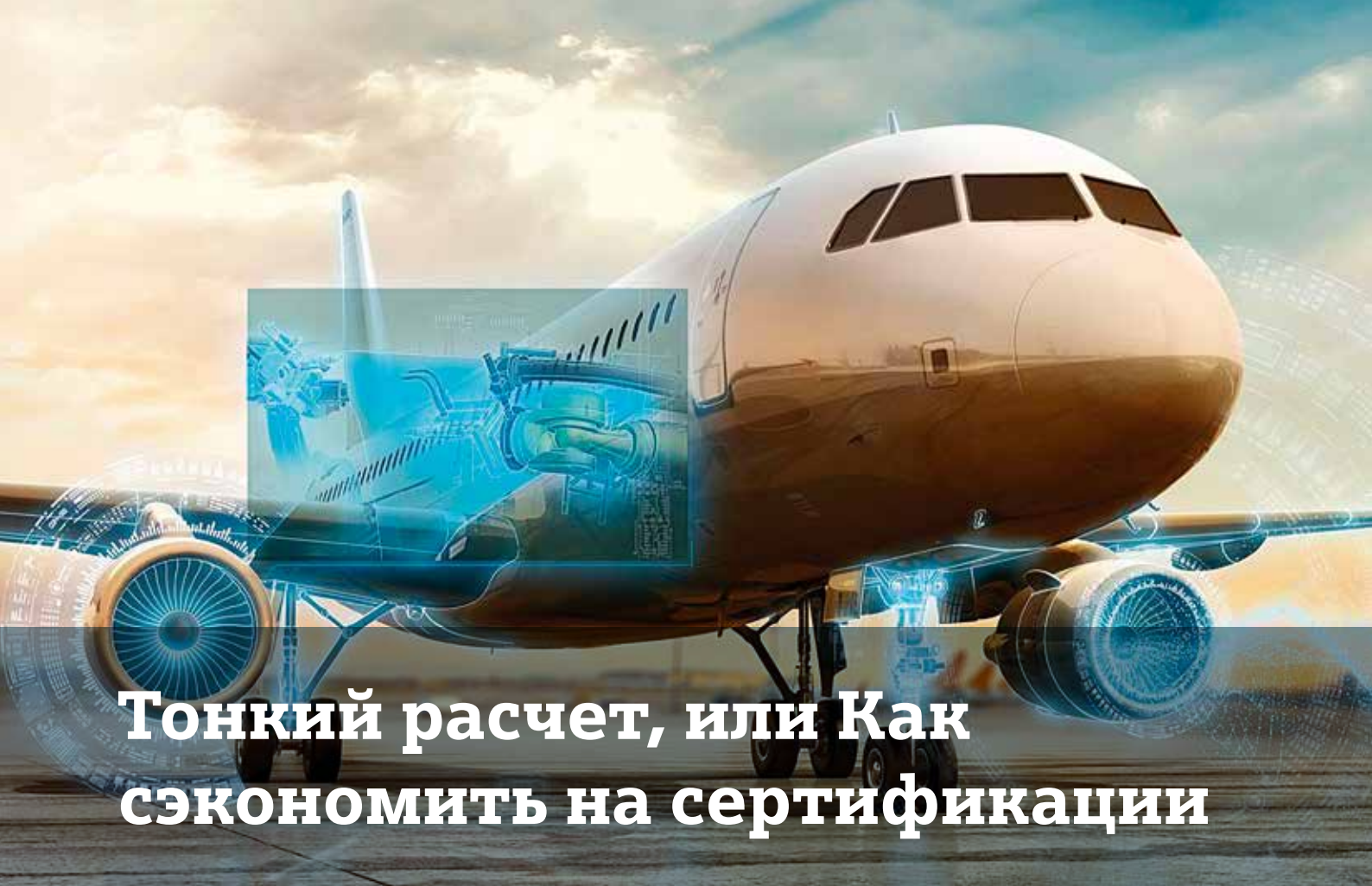
программный код. Это означает, что вы можете связать виртуальный летный тренажер или результаты взаимодействия пилота с контуром управления с любым приложением при летных испытаниях, других видах численного моделирования, разработке графиков технического обслуживания и даже в других собственных программах разработки. Возможности в этой области безграничны.

— Появится ли когда-нибудь полностью виртуальный испытательный стенд?

— В настоящее время мы уделяем огромное внимание виртуальным испытаниям. Сегодня мы совершенно по-новому работаем как с «вертолетом номер ноль», так и с натурным испытательным стендом. Пока в центре испытаний остается именно «вертолет номер ноль», но скоро мы полностью перейдем на численное моделирование. Применяя рассчитываемые в реальное время модели и виртуальные испытательные стенды, мы создаем точную модель вертолета в виртуальном мире.

— Каким будет будущее вертолетостроения?

— Число новых технологий постоянно растет, но это наша задача как экспертов — сделать правильный выбор, особенно это касается умных систем. Умные технологии постепенно превращаются в искусственный интеллект, а машины действительно начинают учиться. И к этому нужно относиться серьезно.



# Тонкий расчет, или Как сэкономить на сертификации

**С помощью решения Simcenter STAR-CCM+ аэрокосмическая инжиниринговая компания TLG Aerospace сократила расходы на сертификацию авиационной техники**

31 марта 2017 года в воздух поднялся авиалайнер Boeing 787-10, прототип самого вместительного широкофюзеляжного самолета семейства Dreamliner. Самолет взлетел с аэродрома в Норт-Чарлстоне в 9:37 утра по местному времени и совершил посадку в 14:35. Во время полета была достигнута высота в 6100 метров, а скорость составила 710 км/ч. Опытный образец провёл в небе 4 часа 58 минут. Так начались летные испытания третьего представителя семейства Boeing 787 Dreamliner, а чуть ранее был дан старт новой, на порядок более экономичной и современной, программе сертификационных испытаний.

Разработка как новой, так и модернизированной модели самолета, отвечающей всем требованиям, — дорогостоящий, трудоемкий и строго формализованный процесс. Но только он гарантирует наивысший уровень безопасности полета. Любой летательный аппарат —

будь то гигантский авиалайнер или небольшой двухместный самолет — перед началом эксплуатации должен пройти все сертификационные испытания на соответствие требованиям надзорных органов.

На сертификацию исходной модели 787 Dreamliner в общей сложности ушло 8 лет, 4656 часов летных испытаний и более 200 000 часов работы экспертов Федерального авиационного управления США (FAA), а расходы на сертификационные испытания оказались колоссальными.

«Нашей целью было организовать самую скучную в мире программу летных испытаний», — именно такими словами главный инженер концерна Boeing Уэйн Тайгерт рассказывает о программе сертификационных летных испытаний авиалайнера Boeing 787-10.

«Скучный», пожалуй, не то слово, которым можно охарактеризовать 900 часов испытаний трех самолё-

тов, учет тысячи нормативных требований, подготовку более 4000 документов и затраты, исчисляемые миллионами долларов.

Решение Simcenter STAR-CCM+, включающее наиболее полный набор физических моделей всех существующих систем инженерного анализа, не только обеспечило полное соответствие результатов моделирования и реального поведения авиалайнера в любом режиме работы, но и позволило значительно сократить временные и финансовые затраты.

## Трудности сертификации

Стоимость сертификационных испытаний малых самолетов оценивается в 1 млн долларов США. 25 млн долларов требуется для летательных аппаратов общего назначения.

В случае с пассажирскими авиалайнерами эта цифра превышает 100 млн. Затраты на сертификационные испытания и связанные с ними затраты нередко сопоставимы со

стоимостью всего проекта. Часто именно этап испытаний определяет прибыльность или убыточность программы.

Нередко процесс сертификации сопровождается срывом графиков работы и сроков поставок самолетов, перерасходом средств, ненадлежащими характеристиками безопасности вследствие несоответствия конструкций нормативным требованиям. Это приводит к необходимости выполнять дополнительные проектные работы и осуществлять повторные манипуляции.

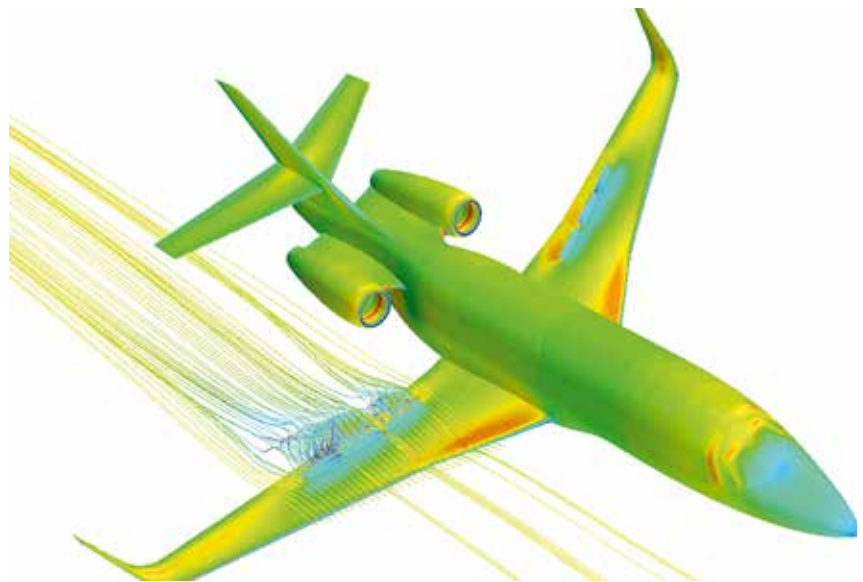
Неизменным остается стремление производителей сократить объемы дорогостоящих испытаний, обеспечив аргументированное подтверждение летной годности самолета.

Специалисты компании TLG Aerospace по праву считаются признанными экспертами в данных вопросах. Многопрофильная команда инженеров TLG Aerospace обладает богатым опытом и демонстрирует высочайший профессионализм, помогая заказчикам пройти сертификационные испытания FAA не только максимально эффективно, но и относительно быстро и недорого.

### Виртуальная сертификация

Сертификационные испытания в FAA соответствуют принципам работы надзорных органов в разных странах мира и состоят из трех этапов: сертификация конструкции, сертификация производства и сертификация летной годности. Этап сертификации конструкции включает подтверждение безопасности конструкции с выдачей сертификата типа для новых типов самолетов или сертификата модификации типа для модификаций. На этапе сертификации производства дается разрешение на изготовление деталей, узлов и систем, а выполнение этапа сертификации летной годности позволяет начать эксплуатацию самолета.

Получение сертификата FAA требует проведения летных испытаний или предоставления результатов расчетов, подтвержденных испытаниями. В авиационной отрасли такой подход получил название «виртуальная сертификация». Расчеты выполняются для полной модели всего самолета, а их результаты затем подтверждаются летными испытаниями в определенном режиме, заранее



установленном надзорным органом.

Полная модель учитывает оценку четырех аспектов: аэродинамики, прочности конструкции, расчета массовых характеристик и авионики. В итоге летные испытания позволяют подтвердить корректность комплексной интегрированной модели самолета, а также факт применения консервативных оценок при расчетах. Регулирующие органы контролируют расчеты, так как результаты служат подтверждением безопасности конструкции. Как правило, производители авиационной техники стараются ограничить применение консервативного подхода в проектировании, чтобы снизить массу и повысить технические характеристики самолетов.

### Сертификационная модель

По словам Роберта Линда, директора по разработкам и официального представителя FAA по расчетам летных характеристик и флаттера в компании TLG Aerospace, программно-аппаратное обеспечение для аэродинамических расчетов в условиях роста их объема стало значительно доступнее и проще, теперь проводить сертификационные испытания можно быстрее и дешевле. Виртуальная сертификация начинается с создания базы данных аэродинамических характеристик в Simcenter STAR-CCM+. Кроме того, компания TLG Aerospace прово-

дит в системе и гидродинамические расчеты.

«Расчетная модель, созданная с помощью Simcenter STAR-CCM+, отличается устойчивостью и высокой точностью, — говорит Анджо Маккомас, технический руководитель и специалист по аэродинамике компании TLG Aerospace. — Выстроенные на основе данного решения рабочие процессы и методики просты и наглядны».

Большая часть сегодняшней работы Линда заключается в убеждении заказчиков в возможности проведения виртуальной сертификации типа летательного аппарата. Он является одним из четырех постоянных представителей FAA в компании TLG Aerospace и уполномочен утверждать ряд результатов сертификации от имени FAA. Решения Siemens PLM Software позволяют TLG Aerospace создавать сертификационные модели целого летательного аппарата, прикладывать к ним нагрузки, проводить виртуальные испытания на флаттер и управляемость во всех режимах полета.

Во время испытаний Boeing 787-10 Simcenter STAR-CCM+ используется в специальной среде для сертификации, которая отличается от среды проектирования. Фактически производится не просто выполнение расчетов с последующим утверждением специалистами FAA, методы вычислительной аэродинамики помогают построить как аэродинамическую, так и прочностную модели летательного



аппарата, а также модели авионики. Они способны имитировать реакцию конструкции самолета в полете, определять нагрузки и характеристики управляемости.

Для проведения сертификационных испытаний нового летательного аппарата необходима база данных аэродинамических характеристик, для формирования которой требуется масштабный сбор информации. Методы вычислительной аэродинамики позволяют рассчитывать аэродинамические характеристики самолета в предельных режимах полета. Результаты расчетов используются в аэродинамической модели более низкого уровня для оценки аэроупругости. Компания TLG Aerospace проводит калибровку модели аэроупругости с получением соответствующих характеристик всего летательного аппарата на основе аэродинамических расчетов его жесткой конструкции. Готовая модель аэроупругости точно воспроизводит комплексные и распределенные аэродинамические характеристики всего самолета, а также дает возможность моментально рассчитать свойства аэроупругости.

Полученные результаты позволяют подтвердить выполнение нормативных требований в конкретных режимах полета, а последующие летные испытания доказывают корректность расчетных моделей. При этом риск наиболее опасных режимов полета может быть оценен заранее, на уровне виртуальных тестов. Подтвержденную модель можно применять для оценки соблюдения нормативных требований в различных режимах эксплуатации, также ее наличие существенно сокращает число изменений, вносимых по результатам летных испытаний.

### **Как сократить затраты на сертификацию**

Средство численного моделирования Simcenter STAR-CCM+ позволяет принципиально снизить расходы на сертификацию. Решение может использоваться в качестве источника для заполнения базы данных аэродинамических характеристик. За счет гибкой схемы ли-

цензирования Power-on-Demand, предлагаемой Siemens PLM Software, можно запускать сразу несколько сеансов численного моделирования на множестве компьютерных кластеров в облаке с учетом обеспечения безопасности данных. Экономичная схема лицензирования без необходимости оплаты ежегодного продления лицензии заметно ускоряет создание базы данных аэродинамических характеристик. Дополнительным преимуществом численного моделирования служит сокращение объема испытаний в аэродинамической трубе. В настоящее время испытания в аэродинамической трубе все еще применяются для наполнения баз данных аэродинамических характеристик самолетов новых конструкций. Однако виртуальные испытания для одних режимов дополняют, для других — полностью заменяют натурные испытания, что позволяет экономить бюджет. Испытания в аэродинамической трубе по-прежнему остаются наилучшим способом исследования режимов с зарождающимся отрывом потока, виртуальные же расчеты лучше справляются с небольшими углами атаки и подробными исследованиями поля скоростей потока.

Таблица иллюстрирует результаты проведенного TLG Aerospace сравнения затрат на расчеты, выполняемые в ранее использовавшихся системах и в Simcenter STAR-CCM+, с затратами на испытания в аэродинамической трубе. При минимальном объеме инвестиций решение Simcenter STAR-CCM+ способно сократить и даже полностью заменить ряд натурных испытаний. С учетом затрат на изготовление моделей и стоимости часа работы аэродинамической трубы это дает существенную экономию времени и средств.

Гибкое использование вычислительных ресурсов и облачное лицензирование устраняют все технические ограничения на одновременное проведение многочисленных аэродинамических расчетов. Теперь компания TLG Aerospace может регулярно проводить крупномасштабные и детальные расчеты. При этом большинство моделей просчитываются меньше чем за час, независимо от их размера.



Виртуальная модель позволяет подтвердить выполнение нормативных требований, а последующие летные испытания доказывают корректность расчетных моделей

	Затраты на создание моделей	Стоимость часа работы инженеров	Требуемое число инженеров	Производительность (экспериментов в день)
Аэродинамическая труба с низкой скоростью потока	\$165 000	\$600	2	800
Аэродинамическая труба с высокой скоростью потока	\$315 000	\$4500	3	600
Ранее применявшиеся средства вычислительной аэродинамики	\$15 000	\$250	1	20
Simcenter STAR-CCM+	\$15 000	\$100	1	80

## Повторная сертификация и новые возможности

При внесении изменений в сертифицированную конструкцию летательного аппарата требуется проведение повторной сертификации. Анализ поведения модифицированных конструкций в граничных режимах полета — опасный, дорогостоящий и длительный процесс. В прошлом инженерам приходилось проводить испытания, не имея четкого представления о последствиях внесенных в конструкцию изменений. Разрешение FAA применять аэродинамические расчеты для подтверждения того, что модификация не приведет к нарушениям нормативных требований, позволило таким компаниям, как TLG Aerospace, использовать систему аэродинамических расчетов.

Помимо этого, аэродинамические расчеты помогают определить аэродинамические нагрузки на навесные конструкции летательных аппаратов, выявить места обледенения, выбрать оптимальное место размещения системы воздушных сигналов, оценить внутренние воздушные потоки и т.д.

Если на самолет устанавливается новый обтекатель радара, изготовителю необходимо доказать, что, в случае отделения обтекателя в полете, он не столкнется с самолетом. Реализовать подобный сценарий на практике почти нереально. По мнению TLG Aerospace,

в Simcenter STAR-CCM+ имеются все необходимые инструменты для проведения подобных расчетов без привлечения сторонних программ. Более того, виртуальная сертификация стимулирует процесс разработки инновационных летательных аппаратов. Вряд ли расчеты смогут полностью заменить испытания в аэродинамической трубе, тем не менее роль вычислительной аэродинамики в процессах сертификации со временем будет только расти, дополняя и уточняя результаты летных испытаний. Сегодня такие компании, как TLG Aerospace, используют средства вычислительной аэродинамики в качестве надежного и проверенного средства сертификационных испытаний в наиболее нагруженных режимах полета, сокращающего число условий и нагрузки при летных испытаниях, а также прогнозирующего потенциальные опасности. Гибкие схемы лицензирования и масштабируемые вычислительные ресурсы сильнее укрепляют позиции виртуальной сертификации. Проект, осуществленный для Boeing 787-10, продемонстрировал, что инструмент Simcenter STAR-CCM+ позволяет с легкостью получить сертификаты FAA. Теперь компания TLG Aerospace может браться за проекты значительно большего масштаба, повышать конкурентоспособность, экономить средства заказчиков и эффективнее расходовать бюджет.



# Имитационное моделирование для гарантии выполнения производственного плана

*Виртуальная модель производства, созданная в Tecnomatix Plant Simulation, позволила заказчикам ГК «Финвал» оптимизировать работу цехов и увеличить объем выпускаемой продукции*

*Интервью Юрия Молчанова,  
директора департамента управления  
эффективностью предприятий ГК «Финвал»*



— **ГК «Финвал» — один из лидеров российского рынка разработки комплексных инженеринговых решений для промышленных предприятий, а также поставок оборудования, инструмента и оснастки. Расскажите, пожалуйста, подробнее о компании и задачах, стоящих перед вами сегодня.**

— Основными направлениями работы группы компаний являются инженеринговые и консалтинговые услуги для промышленных предприятий: от поставки оборудования и инструмента до проектирования и запуска производства. Мы также выполняем проекты в области технологической подготовки производства: разрабатываем и внедряем технологии, подбираем оборудование и инструмент, выполняем опытно-конструкторские работы, изготавливаем и внедряем оснастку, выполняем работы по наращиванию производительности труда и качества продукции на конкретных рабочих местах, проводим технические и технологические аудиты, а также аудиты системы управления производством. Помимо этого, обучаем и повышаем квалификацию специалистов предприятий. Отдельно стоит отметить такое направление нашей работы, как повышение эффективности существующего производства. ГК «Финвал» обладает большим опытом оптимизации производства заказчиков,

причем, как правило, без дополнительных инвестиций. Мы достигаем результата за счет более полного и рационального использования существующих внутренних резервов предприятий, используя цифровые двойники производства и технологии имитационного моделирования для анализа эффективности использования мощностей. С помощью современных программных решений мы проводим расчет необходимых мощностей и определяем их оптимальный режим использования для гарантированного выполнения предприятия производственного плана и эффективного использования оборудования.

— **Расскажите, пожалуйста, об опыте работы в проектах с применением технологии имитационного моделирования. Что было целью таких проектов?**

— ГК «Финвал» активно использует имитационное моделирование производства с 2014 года. За последние годы специалисты «Финвал» реализовали несколько подобных проектов для крупных производственных объектов авиационной отрасли. Заказчиками выступили предприятия, входящие в состав АО «ОДК», крупнейшего производителя двигателей в России. На протяжении нескольких лет отдельные цеха предприятий испытывали сложности с выполне-

нием производственного плана. Перед нашей компанией были поставлены конкретные цели: оценить объективную возможность выполнения цехами производственных планов и разработать план мероприятий для гарантированного выполнения планов. Для достижения этих целей были созданы цифровые модели производственных объектов, максимально точно отражающие реальную ситуацию в цехах. Объектами моделирования были механосборочные цеха с большой номенклатурой готовой продукции, сотнями единиц оборудования, длинными технологическими маршрутами, а общее количество технологических операций на объекте иногда достигало 50 000. В цифровых моделях наши специалисты учли все важнейшие характеристики и особенности работы реальных цехов.

— **Чем вы руководствовались при выборе имитационного моделирования для проведения анализа объектов и выполнения проектов по наращиванию эффективности производства?**

— Оценка возможностей многономенклатурного производства — очень непростая задача, и, прежде всего, из-за большого количества факторов, которые напрямую влияют на возможности производства справиться с планами. Как правило, на предприятиях оценивают



возможности выполнения производственных планов по суммарной станкостоемости, которая приходится на конкретный станок. Но такие расчеты практически всегда дают ошибочные результаты и завышают возможности производства. Определить и обосновать для заказчика реальные возможности его производства было нашей первоочередной целью. Лучше всего для решения этих задач подходит имитационное моделирование.

— По каким критериям ГК «Финвал» выбрала технологического партнера и решение для имитационного моделирования Tecnomatix Plant Simulation?

— Мы рассматривали несколько программ для имитационного моделирования. Прежде всего мы оценивали трудоемкость разработки цифровой модели и объем создания программного кода для достижения желаемого поведения цифровой модели и решения стоящих перед нами задач. Также мы оценивали возможность программ создавать цифровые двойники,

максимально отображающие реальные объекты. Решение Tecnomatix Plant Simulation изначально ориентировано на моделирование производственных систем, и заложенный в нем мощный функционал в большей степени соответствовал нашим целям. Одно из самых важных преимуществ имитационного моделирования, в отличие от традиционных методов оценки потребности в оборудовании, заключается в том, что оно позволяет учесть количество и время переналадок, объем партии деталей, запускаемых в производство, очередность обработки на станках, время ожидания. Кроме того, в ходе моделирования оценивается множество вариантов организации производства, что повышает уровень достоверности результатов и экономит средства компании, а также быстро окупается. Помимо этого, мы учитывали совместимость и возможность интеграции Tecnomatix™ Plant Simulation с другими продуктами Siemens PLM Software.

Еще одним преимуществом Siemens PLM Software является гибкая политика ценообразования и профессиональная команда специалистов, которая разработала программу начального обучения программированию в среде Tecnomatix Plant Simulation для наших сотрудников и помогла подготовить их к сертификации.

— Каким образом проводилась оценка внедрения Tecnomatix Plant Simulation с точки зрения возврата инвестиций заказчика?

— Это крайне важная тема. На большинстве предприятий объем закупок дополнительного оборудования и его окупаемость рассчитывают на основе недостаточно корректных методик. Это практически всегда приводит к ошибкам в определении нужных мощностей и неверным оценкам возврата инвестиций. Такие ошибки очень дорого обходятся предприятиям, а исправлять их вынуждены не сотрудники финансовых подразделений и отделов планирования, а непосредственно специалисты цехов путем сверх-

урочной или авральной работы. При этом оборудование, которое по расчетам было необходимо для выполнения производственных планов, часто стоит незагруженным. Задачи по оценке возврата инвестиций заказчика перед нами пока не ставили, однако именно имитационное моделирование является тем инструментом, который позволяет как объективно оценить потребность в дополнительных мощностях

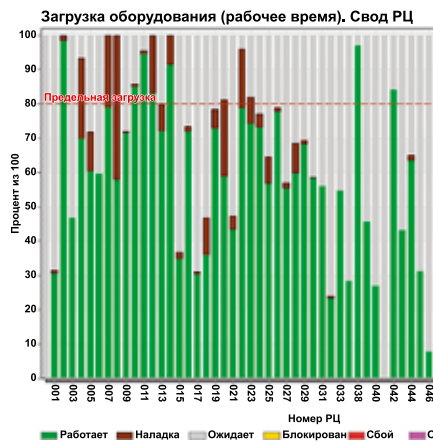


Рис. 2

— оборудованию, новых технологиях или конкретных специалистах, — так и корректно рассчитать окупаемость таких затрат, причем в сжатые сроки.

— **Расскажите, пожалуйста, подробнее об этапах реализации проектов с применением технологии имитационного моделирования.**

— При разработке алгоритма анализа и оптимизации цифровых произ-

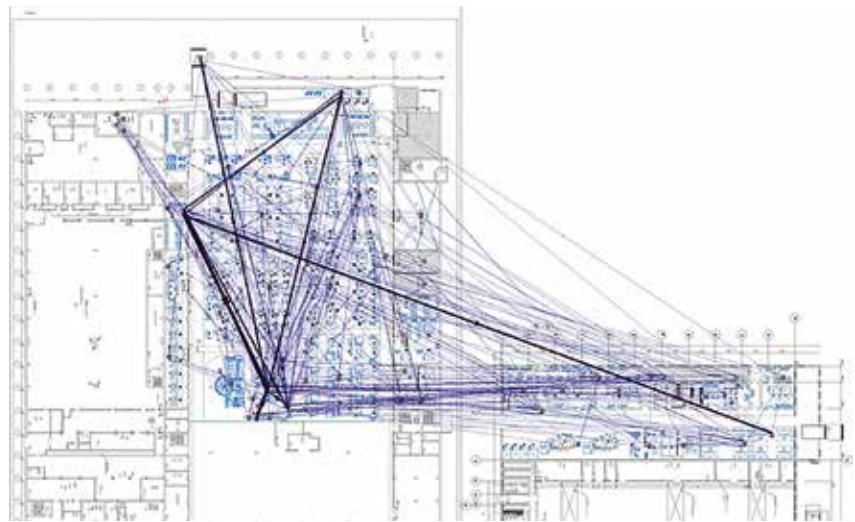


Рис. 1

водственных моделей специалисты нашей компании использовали методы теории ограничений систем Э. Голдратта, а также мощную математику самой программы — генетические алгоритмы поиска оптимальных решений в многофакторной среде. Наша работа по проекту начинается со сбора исходной информации по объекту моделирования и последующей ее проверки на полноту и достоверность. Наши специалисты изучают реальную работу цеха, его оборудования, специалистов, особенности технологий. Все это помогает создать цифровой двойник, максимально похожий на реальный объект, а затем приступить к оценке его возможностей. Мы определяем все узкие места в

производстве, проверяем результаты их расшивки. В результате мы оцениваем итоги работы цифрового двойника при реализации различных сценариев: изменения режимов работы оборудования и специалистов, изменения размеров партий, замены одного оборудования на другое и т.д. Проработка многих сценариев (иногда их более 500) позволяет найти ответы на три главных вопроса: первый — в существующих условиях какой максимальный план производства может выполнить; второй — что еще необходимо, чтобы гарантированно выполнить план, с которым существующее производство точно не справится; и третий — какой необходим объем инвестиций и когда они окупятся.

Стоит отметить, что применяемая нашими специалистами имитационная модель постоянно наращивает свою функциональность по мере выявления индивидуальных особенностей моделируемого производства и требований заказчиков.

— **Какие параметры производства вы учитываете для создания точной цифровой модели?**

— В своих моделях мы учитываем все важнейшие данные, влияющие на достоверность цифрового двойника и результатов его анализа: всю производимую продукцию, все оборудование и специалистов, режимы их работы, технологии, маршруты, сроки переналадки оборудования и обработки деталей, графики обслуживания и ремонта оборудования, сроки транспортных и контрольных операций. И это далеко не полный перечень

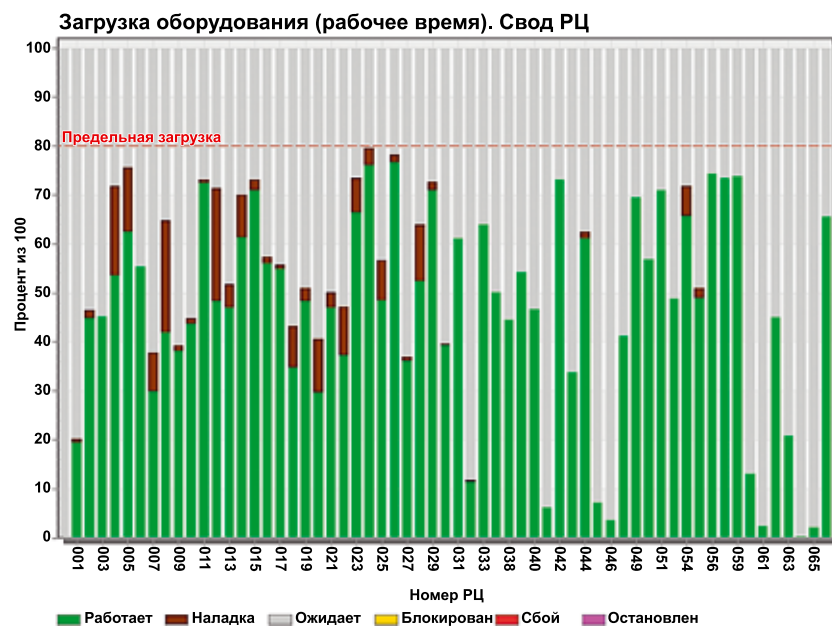


Рис. 3



того, что мы учитываем в моделях. — **С какими вызовами вы столкнулись в ходе реализации проектов и как их удалось решить?** — Вначале было важно научиться разрабатывать цифровые модели производства, учитывающие все существенные особенности реального объекта. На это ушло несколько лет работы наших программистов. Другая сложность — это недостаточно полные и достоверные исходные данные у заказчиков. Чтобы решить эту проблему, мы вместе с заказчиками проводили их тщательную актуализацию и проверку. Этот процесс требует больших трудозатрат, но его важность трудно переоценить. Чем точнее будут исходные данные, тем точнее будет модель производства, и, как следствие, мы точнее сможем определить реальный потолок существующего производства и разработать шаги по его оп-

тимизации. Цена неверной информации и, как следствие, неверных оценок будет на порядок выше, чем затраты на сбор актуальных данных.

— **Как заказчики ГК «Финвал» оценивают результаты применения имитационного моделирования?**

— По всем выполненным проектам заказчики очень высоко оценили и нашу работу, и те результаты, которые были получены в ходе имитационного моделирования. Вот некоторые примеры информации и данных, полученных в проектах по имитационному моделированию производств. Чтобы оценить материальные потоки и расположение оборудования, Tecnomatix Plant Simulation предлагает использовать диаграммы Сенкей. На рисунке 1 показан план цеха с наложением движения деталей по маршрутам их обработки на станках. Этот инструмент используется также в методах береж-

ливого производства и позволяет наглядно отобразить и проанализировать перемещение деталей. Эта информация позволяет оценить в том числе необходимые транспортные мощности.

На рисунках 2 и 3 приведены графики загрузки оборудования: на рисунке 2 отражена загрузка оборудования при работе цеха «как есть», до оптимизации работы модели. Как видно, часть оборудования загружена более чем на 85%, что превышает рекомендованную норму (горизонтальная красная линия). После проведения оптимизации работы производства и оборудования в виртуальной среде загрузка перераспределяется — уже нет перегруженного оборудования (рис. 3). И при этом объем производства существенно вырос.

Виртуальная модель, созданная в Tecnomatix Plant Simulation, позволила рассчитать и проанализировать объем незавершенного производ-

ства (рис. 4), а также рассчитать различные варианты отгрузки готовой продукции потребителям (рис. 5). Объем незавершенного производства (НЗП) — один из важных показателей работы производства. Считается, что чем он ниже, тем лучше: предприятию требуется меньше оборотных средств, которые на время замораживаются в НЗП. При обсуждении этого показателя мы часто дискутируем, в основном со специалистами по бережливому производству, и указываем на то, что объем НЗП должен быть достаточным для бесперебойной работы оборудования, и особенно на узких местах. Недостаточный объем НЗП приводит к простоям оборудования, это гораздо хуже для предприятия, чем наличие замороженных денежных средств. Итоговые потери для предприятия из-за недостаточного объема НЗП очень существенны. Именно достаточный НЗП должен играть роль буфера заготовок, не позволяющего простаивать оборудованию. Кроме того, расчет НЗП необходим для определения мощностей складского хозяйства и транспортных средств. После применения имитационного моделирования заказчик получает исчерпывающую информацию об окупаемости инвестиций, о компоновочных и планировочных решениях, объемах материальных потоков, составе и количестве оборудования, режимах его работы, необходимом количестве и квалификации сотрудников, объемах складских мощностей, оптимальных партиях обработки деталей, сроках запуска деталей в производство, всех узких местах в производстве

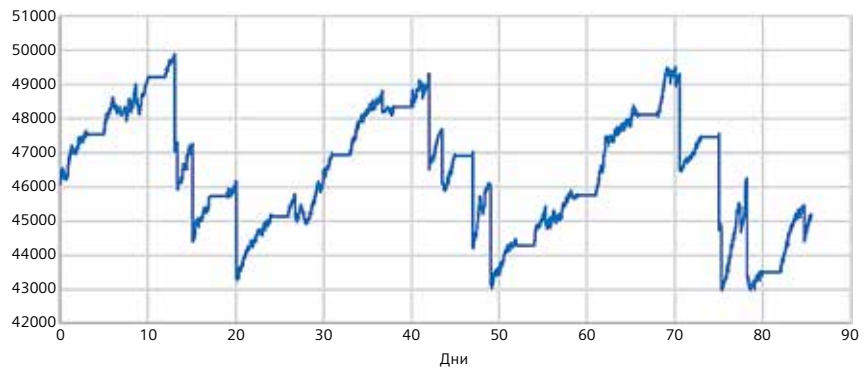


Рис. 4

(которые не должны простаивать), сменно-суточных заданиях и многом другом. Подробная цифровая модель производства — это практический аналог реальной системы, со всеми ее характеристиками. Существует много параметров производства и отдельных его элементов, которые можно получить из программы имитационного моделирования, например, загрузку любой единицы оборудования, операторов станков, требуемое количество контролеров в цехе и их загрузку. Так, в ходе одного проекта была выявлена нехватка контролеров 6-го разряда на слесарно-сборочных операциях. Имитационная модель показала, что добавление всего двух контролеров позволяет увеличить пропускную способность всего сборочного цеха на 20%! Предприятия все больше осознают непригодность устаревших методов оценки производства и необходимость использования для решения таких задач методов имитационного моделирования.

И все чаще имитационное моделирование используется в качестве самостоятельного инструмента для анализа сценариев работы производственных систем, а также применяется для проверки и уточнения разработанных технологических решений. — Девиз вашей компании — «Технологии, способные изменить мир» — в полной мере отражает активную позицию ГК «Финвал» в области цифровизации. Какую перспективу вы в этом видите?

— Перспективы и задачи на пути цифровизации для российских предприятий огромны. Учитывая скорость «технологической волны», которая, по мнению руководства нашей страны, станет фатальной для тех, кто не сумеет воспользоваться заложенным в ней потенциалом, наша общая задача — в максимально сжатые сроки преодолеть техническое и технологическое отставание от мировых лидеров. Прежде всего, это касается машиностроения, представляющего собой основу российской промышленности. В настоящее время ГК «Финвал» работает над сложными проектами в области цифровизации, в том числе над созданием производства, основанного на принципах «умной фабрики». Использование современных цифровых технологий — обязательное условие для успешной трансформации существующих производств, повышения конкурентоспособности продукции, разработки новых видов услуг и получения прибыли.

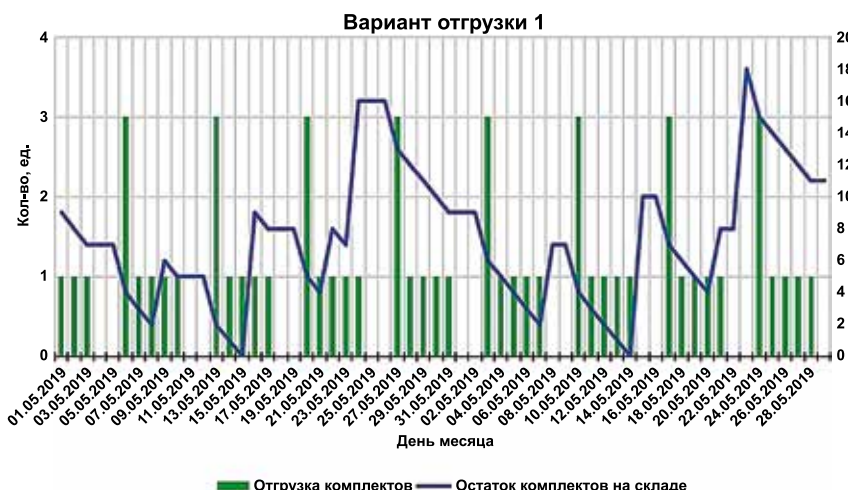


Рис. 5

**Интервью записала  
Марина Белозерова  
Изображения предоставлены  
ГК «Финвал»**



Тесноматix Plant Simulation помогла компании ASML, крупнейшему производителю фотолитографических систем для микроэлектронной промышленности, оптимизировать производственные процессы и выйти на новый уровень инновационного развития

# Макрозадачи производства микросхем



Дигитализация стремительно меняет отрасли и рынки. Катализатором ее развития стало изобретение полупроводников, интегральной схемы и микропроцессора. Появление процесса фотолитографии, который заключается в проецировании уменьшенных изображений элементов схемы на кремниевую подложку, позволило снизить стоимость производства и эксплуатации мощностей и тем самым способствовало повсеместному распространению вычислительной техники. Фотолитография позволяет создавать все более экономичные и энергоэффективные устройства и сервисы, дающие возможность всегда быть на связи и использовать широкий функционал инструментов для работы и отдыха. Чтобы соответствовать вызовам цифровой эры, предприятия электронной и полупроводниковой промышленности стремятся быстрее внедрять инновации. Идти в ногу со временем и выпустить новое поколение фотолитографических систем, а также оперативно реагировать на циклический спрос рынка — такие задачи поставила перед собой нидерландская компания ASML, один из ведущих мировых поставщиков систем фотолитографии для полупроводниковой промышленности. Предприятие выпускает сложное оборудование для производства интегральных микросхем: проектирует, изготавливает, устанавливает и обслуживает системы производства полупроводников. Разработки компании помогают уменьшать размеры и повышать функциональные возможности микросхем — основы современных изделий бытовой и промышленной электроники. Постоянное стремление к инновациям — неотъемлемая часть корпоративной культуры компании. В условиях мирового финансового кризиса в начале 2009 года производители микросхем резко сократили капиталовложения. Но уже во втором полугодии в полупроводниковой отрасли наметились оживление и рост заказов. Два последующих года для компании ASML стали рекордными по объемам продаж: в 2010-м продажи практически утроились по сравнению с показателями 2009 года, а в 2011-м их рост продолжился. В условиях быстрого восстановления спроса компании ASML требовалось обеспечивать свое-

временные поставки продукции самого высокого качества и развиваться, чтобы сохранить лидерские позиции на мировом рынке микроэлектроники. Руководству компании предстояло решить ряд ключевых задач. Во-первых, нужно было увеличить объемы выпуска производимой продукции с учетом рыночного спроса и без роста себестоимости. Во-вторых, сократить сроки выполнения заказов. В-третьих, обеспечить выпуск нового поколения фотолитографических систем.

В рамках проекта по созданию цифрового производства компания ASML выбрала решения Siemens PLM Software. ASML использует систему управления жизненным циклом изделия Teamcenter и систему автоматизированного проектирования NX. Кроме того, отдел подготовки производства компании начал использовать Tecnomatix Plant Simulation, средство моделирования дискретных событий, для автоматизации и оптимизации производства.

### Прогнозируемые объемы

Спрос в полупроводниковой промышленности циклический, и компания ASML непрерывно меняет производственные мощности для соответствия актуальным требованиям рынка. Этот процесс должен учитывать прогноз спроса, разработку подробных планов выпуска продукции и обеспечение согласованной работы большой и сложной цепочки поставок. Решение Plant Simulation позволило оптимизировать производственную линию для обеспечения заданной производительности. Важным этапом проекта оптимизации производства стало устранение разрыва между разработкой и изготовлением. «Отдел подготовки производства связывает между собой конструкторскую службу, технологов и отдел снабжения, — говорит Андреас Шонвальдт, руководитель группы управления техническими требованиями компании ASML. — Модели производственных процессов, которые мы создаем в Tecnomatix Plant Simulation, объединяют работу всех этих подразделений. Мы принимаем множество решений по модернизации существующих или

строительству новых производственных мощностей. Решение Tecnomatix Plant Simulation помогает принимать такие решения и моделировать сценарии типа "что будет, если"».

Моделирование производится с учетом того, что изделия должны соответствовать самым высоким стандартам, а процесс их создания ведется с нанометровой точностью. Оборудование мгновенно печатает мельчайшие элементы схем на кремниевых подложках, создавая 30-40 слоев, абсолютно точно накладываемых один поверх другого.

### Точно в срок

Испытания оборудования — самый длительный этап производственного процесса: он занимает значительно больше времени, чем сборка. Желая укрепить свою репутацию надежного поставщика, компания ASML постоянно работает над сокращением сроков выполнения заказов, повышением объемов выпуска и снижением себестоимости. Для моделирования и оптимизации производственных процессов на предприятии использовали численное моделирование дискретного производства Tecnomatix Plant Simulation для определения факторов, влияющих на время производства и выпуск оборудования. По словам Йориса Бонсела, инженера-технолога группы управления техническими требованиями компании ASML, модель, созданная в Tecnomatix Plant Simulation, точно отражает работу настоящей производственной линии. Анализ ситуации показал, что одна из причин срыва сроков — задержки с поставками обработанных подложек. «Подложки выпускает наша технологическая лаборатория, и почти все они идут на испытания готовой продукции, — рассказывает Йорис Бонсел. — Мы оценили объем заказов отдела испытаний за пять месяцев, а также фактическое время поставки подложек. Затем в Tecnomatix Plant Simulation была создана модель, результаты расчета которой были максимально приближены к реальным данным. Уровень точности оказался поистине высочайшим». Когда было установлено, что расчетная модель точно отображает реальную ситуацию производства,



были проведены технологические расчеты. Моделирование реального производства подтвердило предположение, что наибольшую финансовую отдачу и своевременность выполнения заказов обеспечит увеличение штата лаборатории на одного сотрудника, а не приобретение новой производственной линии. Моделирование ситуации с увеличением численности персонала на две штатные единицы продемонстрировало, что это было бы неэффективно с финансовой точки зрения. Ранее подобный анализ специалисты компании проводили, опираясь лишь на собственный опыт, теперь основанием для принятия управленческих решений служит точный расчет.

### Новый продукт

Компания ASML разработала фотолитографическую систему нового поколения NXE:3300B, в которой применяется коротковолновый ультрафиолетовый свет, позволяющий еще больше снизить размеры элементов микросхемы. Перед технологами встала задача подготовки производства нового оборудования. Морис Шрутен, инженер-технолог группы управления техническими требованиями компании ASML, рассказывает: «Прежде всего, нужно было определить, какие производственные ресурсы потребуются для выпуска так называемого промежуточного модуля — одного из основных компонентов новой системы. Мы искали наиболее экономичный способ, поэтому применили решение Tecnomatix Plant Simulation для анализа трех альтернативных вариантов, учитывающих критерии места, занимаемого в «чистой комнате», колебаний производительности и требуемых капиталовложений в рабочую силу и оборудование». Специалисты предприятия рассмотрели три варианта: дублирование существующей производственной линии, аутсорсинг части производственных процессов, внедрение нового принципа построения производственной линии, когда этап сборки выполняется на трех отдельных участках. Численное моделиро-

вание показало, что первый вариант потребует наибольших капиталовложений в оборудование, поэтому он был отвергнут. Оставшиеся два демонстрировали практически одинаковые результаты. В итоге был выбран вариант с минимальным уровнем рисков для компании. Результатом работы

## С внедрением Tecnomatix Plant Simulation основанием для принятия управленческих решений стал точный расчет

Tecnomatix Plant Simulation стала оптимизированная схема производственной линии, которая обеспечивала требуемую производительность при небольших объемах инвестиций в технологическое оборудование.

Один из важнейших элементов системы TWINSCAN NXT:1950i от ASML — модуль позиционирования (МП). Когда компания изучала возможности повышения объемов выпуска нового оборудования, встал вопрос о том, сколько понадобится испытательных стендов для модулей позиционирования (ИСМП) и как можно добиться их максимально эффективного использования. Кроме того, необходимо было сравнить параллельную и последовательную установку двух одинаковых технологических позиций. Рон Клоузэрс, инженер-технолог группы управления техническими требованиями компании ASML, отмечает: «Чтобы добиться максимальной производительности, мы сравнили четыре сценария в решении Tecnomatix Plant Simulation. Результаты показали, что лучше всего применять два ИСМП по гибкой схеме. Иными словами, каждый модуль может выполнять любую необходимую операцию в соответствии с правилами приоритетности. Перед ИСМП следует установить две технологические позиции, работающие параллельно, а не последовательно». В результате было установлено,

что рост производительности и максимальный объем выпуска достигаются при наличии двух стендов для испытаний модулей позиционирования, используемых по гибкой схеме, и благодаря параллельной установке технологических позиций.

### Взгляд в будущее

Одно из важнейших преимуществ Tecnomatix Plant Simulation — возможность создания библиотек объектов, следующих определенной логике поведения. Эти объекты широко применяются в различных моделях. Для библиотеки ASML сотрудники компании разработали объект для оптимизации с применением генетических алгоритмов. При численном моделировании технологического процесса специалисты задают ряд ограничений между производственными операциями. Например, ограничение последовательности выполнения, позволяющее указать операцию, которая обязательно должна быть выполнена перед текущей. Другой пример — ограничение времени ожидания, задающее время выдержки, необходимой после завершения ряда операций. Специалисты могут задать и физические ограничения: например, в ситуации, когда две операции не могут выполняться одновременно на одном и том же участке или на одном и том же оборудовании. «Поддержание мирового лидерства — трудная задача, — говорит Андреас Шонвальдт. — Нужно обеспечивать инновационность и экономичность изделий. Решение Tecnomatix Plant Simulation станет неотъемлемой частью нашего процесса принятия проектных решений».



## Дигитализация в шоколаде

Решения Siemens PLM Software помогли повысить показатели качества обслуживания

Стремление сохранить традиции, выпуская высококачественный шоколад и используя современные технологии, лежит в основе работы компании Chocolates Valor, лидера испанского рынка шоколадных изделий. Основанная в 1881 году, компания широко известна своими шоколадными плитками, конфетами и батончиками не только в Испании, но и более чем в 60 странах мира. Использование высококачественных ингредиентов — визитная карточка Chocolates Valor, и чтобы достигнуть этого, был разработан специальный процесс производства, получивший название «От боба до шоколадки». Он включает тщательный отбор какао-бобов на плантациях и их последующую переработку на фабриках в Испании — помол, обжарку, смешивание, рафинирование и отливку шоколада в формы. Такой процесс позволяет обеспечить прослеживаемость качества ингредиентов на всех этапах создания шоколадных изделий.

### Дигитализация от плантации до плитки шоколада

Две современные фабрики общей площадью более 65 тысяч м<sup>2</sup>, ежегодный выпуск свыше 21 тысячи тонн шоколада, собственная сеть магазинов — все это требует организации бесперебойной работы на основе четко выстроенных процессов производства. Chocolates Valor выбрала стратегию развития дигитализации для оперативного управления производственной информацией. Дигитализация упрощает принятие решений и расстановку приоритетов. «Стандартизация всех процессов должна быть на самом высоком уровне», — отмечает Хорди Барберо, начальник отдела снабжения компании Chocolates Valor. Компания изготавливает всю продукцию на собственном производстве, поэтому на предприятии уделяют особое внимание качеству процессов превращения какао-бобов в шоколад. Для это-

го необходим полный контроль за всей производственной информацией в режиме реального времени, а также гибкие средства принятия решений и оптимизации технологических процессов.

### Прозрачность технологических процессов

До внедрения решения SIMATIC IT Preactor APS в Chocolates Valor использовали таблицы Microsoft Excel с данными из ERP-системы от SAP. При таком подходе сбор технологической информации был длительным, трудоемким и затратным. Собранная информация оказывалась неточной и не обеспечивала гибкое и эффективное принятие решений. Связи между технологическими процессами плохо прослеживались, что делало всю цепочку поставок недостаточно прозрачной.

### Гибкое и точное производство

Chocolates Valor тщательно следит за технологическими процессами производства. «Наши процессы изготовления шоколада гарантируют максимально высокое качество готовой продукции», — отмечает Барберо. Компания приняла решение инвестировать в средства дигитализации производства, выбрав портфолио решений от Siemens PLM Software для технологической подготовки производства и программирования оборудования. Это позволило синхронизировать технологические



процессы, обеспечить управление производством и полную прослеживаемость работы предприятия. «Мы выбрали Preactor APS, так как нам требовалось повысить гибкость и точность производства», — поясняет Барберо. Ключевую роль в выборе Preactor APS сыграла возможность интеграции данного решения с уже имеющимися системами автоматизации от Siemens, а также безупречная репутация концерна Siemens на мировом уровне.

### Быстрый и качественный результат

Результат внедрения Preactor APS не заставил себя долго ждать, позволив Chocolates Valor быстрее выполнять заказы и повысить точ-

ность процессов подготовки производства. Решение от Siemens PLM Software упростило обновление технологической документации и улучшило взаимодействие между различными подразделениями предприятия. Благодаря использованию Preactor APS у специалистов фабрики появилось больше времени на другие задачи. «Preactor APS высвободил 16 рабочих часов технолога в неделю, — рассказывает Барберо. — И мы смогли повысить показатели качества обслуживания. Если два года назад оценка удовлетворенности качеством обслуживания составляла 97,8%, то теперь выросла до 98,5%».

### Планы на будущее: нет предела совершенству

Chocolates Valor планирует расширять дигитализацию фабрик. Это одна из ключевых целей, указанных в стратегическом плане компании. Предприятие видит своей основной задачей обеспечение доступа к данным в режиме реального времени по всей цепочке поставок. Это значительно повысит гибкость работы организации, ведь только наличия эффективных процессов недостаточно. Дальнейшая дигитализация позволит создать по-настоящему гибкую организацию.





## Заказ доставлен к вашему столику

Предприятия автоматизируют технологические процессы, существенно повышая эффективность производства и заметно снижая вероятность ошибок. Современные вызовы стимулируют небольшие предприятия, в том числе рестораны, кафе и другие заведения общественного питания, использовать инновационные решения для сокращения затрат. И в этом им помогают изделия, созданные с помощью Solid Edge®. Компания Hong Chiang Technology Industry Co. специализируется на разработке автоматизированного ресторанного оборудования и технологий для пищевой промышленности. Среди основных видов продукции — тележки для еды, поворотные столы для суши, чайники и другое оборудование для общественного питания, включая витрины и системы автоматической доставки блюд в ресторанах. Уникальные решения создаются под потребность каждого заказчика. Для повышения конкурентоспособности компания Hong Chiang разработала систему доставки блюд

Shinkansen, получившие название в честь знаменитых японских скоростных поездов. Инновационное решение доставляет заказанную еду прямо к столику. Конвейер транспортирует готовые блюда к посетителям, а пустые подносы возвращает на кухню. Это позволяет доставить заказы быстро и точно, а владельцам ресторанов — получить рост оборачиваемости столиков, снижение расходов на оплату труда официантов, устранение ошибок и проблем, связанных с традиционной доставкой заказов. Донни Ло, директор компании Hong Chiang, отмечает, что основной причиной выбора решения Solid Edge, а не конкурирующих систем, стало наличие синхронной технологии. «По сравнению с другими современными CAD-системами, в Solid Edge можно растягивать модель сборки, что очень удобно, — поясняет Донни. — Стоимость решения оказалась весьма привлекательной, и в нем были все нужные нам функции — купить какие-либо дополнительные системы не потребовалось».

На начальных этапах проекта специалисты Hong Chiang предполагали, что конструкторы будут создавать 3D-модели узлов системы доставки блюд на основе 2D-плана объекта заказчика, подгоняя их размеры под конкретный проект, а затем будут выпускать чертежи. Попробовав такой подход, конструкторы выяснили, что гораздо эффективнее вносить изменения при помощи библиотеки 3D-моделей. С 2017 года компания Hong Chiang накопила внушительную библиотеку 3D-моделей деталей и узлов. Стояла задача добиться того, чтобы проектирование в 3D выполнялось быстрее, чем в 2D. По мере освоения Solid Edge специалисты Hong Chiang изучили массу инструментов и возможностей новой системы, помогающих сокращать время разработки. Одним из основных средств повышения производительности стала синхронная технология. «Теперь при редактировании детали нам не приходится искать нужные элементы в дереве построения, — говорит Денг Хонггуй,

инженер-конструктор компании Hong Chiang. — При помощи синхронной технологии геометрию можно менять непосредственно в системе. Одно это экономит треть нашего времени».

Денг отмечает, что в Solid Edge предусмотрено подключение внешних модулей рендеринга. Это позволяет легко получить фотореалистичные изображения моделей локомотивов Shinkansen. Кроме того, есть функция создания анимаций, что очень удобно при подготовке презентаций для заказчика. Модели поездов, привозящие подносы с блюдами, — это не просто электромеханические устройства. Они должны выглядеть привлекательно.



«Теперь достаточно взять конструкторскую спецификацию из комплекта чертежей в Solid Edge, чтобы рассчитать общую материалоемкость конструкции, — рассказывает инженер-конструктор Менг Джи. — Это устраняет ошибки и экономит массу времени, которое раньше уходило на расчеты вручную». Компания Hong Chiang выполняет заказы в кратчайшие сроки. Как правило, работа над заказом заключается во внесении изменений в модели, изготовлении и сборке изделий, монтаже на объекте заказчика и проведении пусконаладочных работ. В среднем ресторан можно открывать через 20-30 дней. «Каждый поворотный столик для суши чем-то отличается, — говорит Донни. — Необходимо оптимизировать конструкцию системы доставки блюд с учетом вида столиков, размещения подносов, кранов и другого оборудования. Благодаря Solid Edge мы быстро вносим изменения и выполняем заказы точно в срок». Решение Solid Edge помогает компа-



нии Hong Chiang быстро проводить изменения по запросу заказчиков. Имеющиеся в системе мощные инструменты моделирования свободных форм помогли существенно сократить сроки внесения изменений в модели поездов Shinkansen. Ранее на это уходило от четырех до пяти рабочих дней. Вся работа ресторана зависит от исправного функционирования системы доставки блюд. Если она выходит из строя, заведение приходится закрывать. Поэтому компания Hong Chiang гарантирует устранение поломок в течение двух часов, чтобы они не приводили к существенным финансовым потерям. Чтобы обслуживать сети ресторанов суши в крупных городах, компания Hong Chiang размещает там техников, что позволяет вовремя проводить техническое обслуживание и ремонт оборудования. Системы доставки блюд Shinkansen можно встретить в ресторанах Тайваня, США, ОАЭ (Дубая), Гонконга, Италии и Таиланда. Помимо систем доставки блюд при нормальной температуре, компания Hong Chiang разработала новое поколение средств контроля свежести еды. Для этого были использованы самые современные умные технологии. Новое решение уже внедрено у ряда заказчиков. Такая система следит, чтобы температура блюд оставалась в диапазоне от 2 до 4 °С. Если какая-то тарелка перегрета, то информация об этом передается через датчик радиочастотной идентификации. Персонал автоматически получает уведомление, что данную тарелку следует убрать, чтобы не причи-

нить вред здоровью посетителей. Автоматический контроль не только гарантирует свежесть подаваемых блюд, но и позволяет отслеживать все этапы приготовления, а также более эффективно использовать ингредиенты. Система контроля свежести блюд — первое решение компании Hong Chiang со встроенным программным обеспечением. Оно стало символом преобразований традиционного производства: программное обеспечение существенно повышает пользу выпускаемого изделия. Донни Ло называет эту концепцию «Ресторан 4.0»: клиент приходит, делает заказ, кухня готовит блюда и доставляет их посетителю — и все это происходит под управлением компьютера. «Система Shinkansen доставляет блюда через три минуты после заказа. Как правило, группа посетителей может потратить на обед около 20 минут, — отмечает Донни. — Иными словами, чем эффективнее система доставки, тем выше оборачиваемость столов. Кухня при этом становится настоящей производственной линией, а 100% заказов выполняется без ошибок. Более того, это позволяет собирать информацию о том, какие блюда наиболее популярны в то или иное время суток». Благодаря возможностям Solid Edge и глубокому пониманию современных тенденций в отрасли общественного питания, компания Hong Chiang эффективно разрабатывает современные изделия, оставаясь успешным, преуспевающим предприятием.



# Автоматизация инжиниринговых процессов

**Решение Rulestream автоматизирует процессы принятия решений при формировании состава изделия, расчета его характеристик и определения геометрических параметров компонентов**

Rulestream появился как реализация концепции Knowledge-based-engineering (КВЕ) и зародился в начале 2000-х годов внутри одного из авиастроительных гигантов. Компания решала задачу стандартизации и повышения эффективности инжиниринговых процессов за счет управления знаниями. На тот момент инженерные подразделения использовали методики и подходы в ограниченном масштабе: либо ими владел узкий круг специалистов, либо они были реализованы в виде программного кода, написанного внутренними или привлеченными программистами. В последнем случае эффективность разработок сильно зависела от полноты постановки задачи — инженеры не обладали навыками программирования, а программисты ничего не понимали в проектировании и производстве. Даже при успешной реализации каких-либо задач вставал вопрос поддержки и развития этих разработок. Изменения программного кода требовали привлечения высококвалифицированных программистов, а значит, все больше усилий и финансовых затрат.

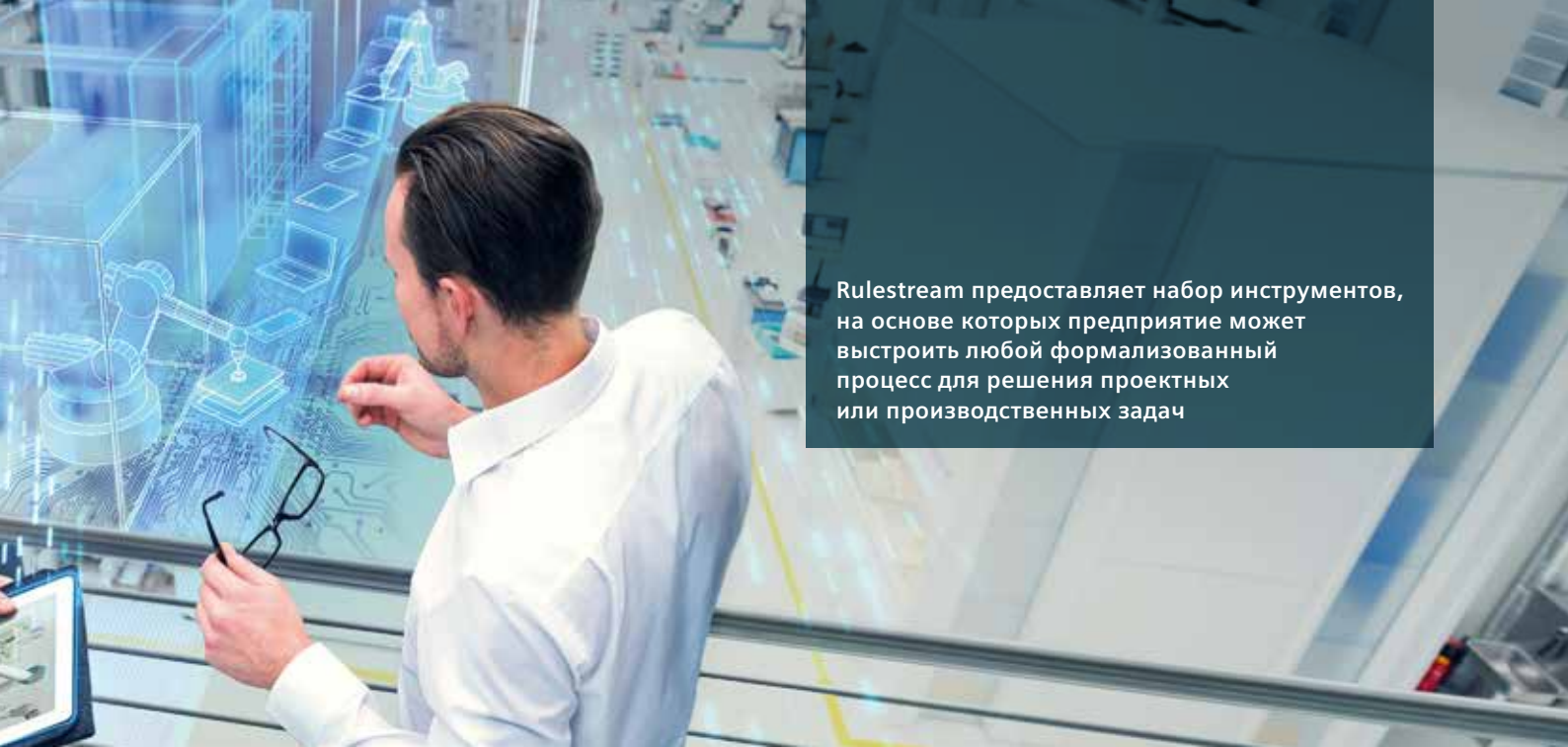
## **Формализованная логика принятия решений**

Компания приняла решение разработать универсальный подход, который позволил бы, с одной стороны, быстро и с минимальными усилиями описывать формализованные процессы принятия инженерных решений,

а с другой — минимизировать необходимость вовлечения программистов. В результате появилась платформа Rulestream, которая позволила инженерам самостоятельно описывать и поддерживать логику принятия технических решений, а также связывать данные из различных информационных систем.

Впоследствии Rulestream был выделен в отдельное направление, а затем стал коммерческим продуктом независимой компании, решением для автоматизации процессов проектирования и производства в разных областях промышленности. Особую роль платформа сыграла для предприятий, работающих в позаказном цикле разработки и производства (Engineering-To-Order). Для таких компаний остро стоит задача быстрой и точной оценки возможности, сроков и стоимости изготовления изделия до начала непосредственной разработки и производства этого изделия. В позаказном производстве высока степень варьируемых параметров, в том числе состава изделия и характеристик его компонентов. Для расчета состава изделия, его параметров и себестоимости необходимо проводить множество инженерных работ, связанных с большим количеством формализованных решений. Обработывая исходные данные, технические службы проводят расчеты, запрашивают данные из различных информационных систем и справочников, подбирают компоненты изделия или аналоги. В результате формируется предварительный





Rulestream предоставляет набор инструментов, на основе которых предприятие может выстроить любой формализованный процесс для решения проектных или производственных задач

облик изделия, его состав и геометрические характеристики, на основе которых можно делать оценку стоимости и сроков изготовления. Чем глубже техническая проработка — тем точнее получается оценка. Количество поступающих заявок на расчет изделия на порядок больше, чем изделий, впоследствии запущенных в производство, поэтому анализ заявок и расчет ведутся в условиях дефицита времени и ресурсов. Это сказывается на точности и качестве расчета. Платформа Rulestream позволяет решить эту проблему и обеспечить обработку исходных данных, применяя формализованную логику принятия решений.

Многие предприятия используют решение Rulestream для сквозной автоматизации процессов — от заявки до технологической подготовки производства. Компания Daikin McQuay, известный глобальный производитель систем бытового и промышленного кондиционирования, значительно сократила сроки разработки конструкторской документации и подготовки производства. Благодаря внедрению системы в процессы — от получения исходных данных по заказу до формирования технологической документации — удалось сократить среднее время выполнения заказа с 8500 человеко-часов до 1800. Все формализованные и рутинные процессы были переложены на систему, которая существенно снизила влияние человеческого фактора на скорость и количество ошибок.

Компания Armstrong Pumps, один из лидирующих производителей оборудования для нефтегазовой промышленности, запустила весь цикл обработки исходных данных, включая выпуск конструкторской и технологической документации, в решении Rulestream. В результате компании удалось существенно снизить время расчета характеристик изделия и обеспечить создание технико-коммерческих предложений с полной технической проработкой в течение нескольких часов. Ранее проработка вручную занимала недели. Существенным преимуществом для Armstrong Pumps стало повышение скорости реакции на изменения исходных данных. Теперь компания может позволить себе получать изменения от своих заказчиков за 24 часа до запу-

ска заказа в производство. Ранее любое изменение требовало нескольких недель на переработку документации и согласования.

Rulestream широко распространен среди предприятий, работающих в позаказном цикле. Однако его с успехом используют и компании, работающие по другим моделям производства. В серийном производстве встречаются бизнес-процессы, где нужно обрабатывать переменные исходные данные и использовать формализованные алгоритмы для принятия решений. Например, это необходимо при проектировании заготовок и создании технологических процессов производства типовых деталей. Технолог может существенно автоматизировать свою работу и переложить выполнение рутинных операций на систему, описав логику расчета геометрических и технологических параметров заготовок, логику формирования этапов технологического процесса и т.д. Благодаря автоматизации формализованных процессов и принятия решений платформа Rulestream дополняет другие информационные системы и инженерные программные пакеты.

### Автоматизация процессов — легко

Предприятия разных отраслей промышленности активно изучают и применяют решения для автоматизированного проектирования, расчетов, управления данными и жизненным циклом изделия. В ходе внедрения этих систем, а также из-за желания максимально эффективно автоматизировать процессы часто возникает необходимость принятия формализованных решений. Большинство CAD-, CAM-, CAE- и PLM-систем обладают ограниченным функционалом для автоматизации формализованной логики. Обычно эта задача решается двумя способами: привлечением пользователя к этапам процесса принятия решения или созданием программного кода для кастомизации или расширения функционала соответствующей системы. В первом случае страдает эффективность, автоматизированный процесс в какие-то моменты прерывается и ожидает действий пользователя, который вынужден совершать повторяющиеся действия. Написание программного ко-



да позволяет реализовать практически любую логику, которая поддается формализации. Но не все предприятия могут позволить себе привлекать высококвалифицированных программистов, и зачастую специалисты на предприятиях не могут в полном объеме сформулировать техническое задание для создания программного кода. Более того, любые доработки и расширения зависят от исполнителей и со временем требуют все больше ресурсов на поддержку и развитие.

Основная задача платформы Rulestream — снижение «порога входа» для компаний, которые хотят повысить эффективность процессов и автоматизировать рутинные и формализованные этапы работы быстро и в условиях ограниченного бюджета. Rulestream предоставляет набор инструментов, на основе которых предприятие может выстроить любой формализованный процесс для решения проектных или производственных задач. Администраторы системы получают возможность создавать пользовательские интерфейсы ввода данных, описывать логику их обработки и принятия решений, запрашивать информацию из справочников и баз данных, взаимодействовать с CAD-системами и многое другое. Для этого не требуется привлечения высококвалифицированных программистов. В ряде случаев для описания логики и создания решения по автоматизации какого-либо процесса достаточно знаний конструкторских и технологических служб.

Платформа Rulestream позволяет минимизировать разрыв между специалистами, обладающими знаниями в предметной области, и специалистами, которые реализуют необходимые решения в виде программы. Это позволяет значительно сократить сроки и стоимость автоматизации процессов и уйти от традиционной кастомизации программных продуктов и связанных с этим негативных последствий.

Если в рамках процессов предварительной проработки или разработки изделия есть существенная доля работы с воспроизводимой логикой, которую можно реализовать в виде программного кода, то Rulestream является лучшей альтернативой написанию программного кода.

## С чего начать

Для определения логики, как существующей, так и желаемой, необходимо привлечь специалистов из соответствующих областей, например, представителей инженерных и производственных служб, экономических или финансовых отделов, участвующих в процессе проработки или проектирования изделия.

На первом этапе главная задача — определить исходные данные, которые должны быть внесены в систему, а также формат и состав выходных данных. Будет ли результатом работы системы только состав изделия и се-

бестоимость или в том числе конструкторская и технологическая документация? Нужна ли документация в виде плоских чертежей или в виде цифрового макета с определенной степенью детализации? В зависимости от желаемого формата и набора выходных данных принимается решение о необходимости интеграции Rulestream с другими программными пакетами.

На основе логики обработки исходных данных определяются источники информации, которые необходимо использовать: базы данных, справочники, CRM-, ERP-, PLM-системы и т.д.

На следующем этапе администраторы платформы Rulestream — это могут быть сами специалисты инженерных служб либо сотрудники ИТ-подразделений — проводят настройку системы. Этот этап работы включает создание пользовательского интерфейса, ввод и описание логики обработки данных, настройку интеграции с внешними программными пакетами и информационными системами. По окончании настройки систему можно запускать в опытную и промышленную эксплуатацию. Запустив в работу первую версию приложения, специалисты могут тестировать и корректировать логику работы и доводить ее до нужного уровня эффективности. Исчезает необходимость написания детального технического задания для создания приложения и появляются возможности итеративно приближаться к желаемому результату.

## Без границ

Платформа Rulestream предоставляет инструменты для построения программного решения для любого изделия в любой отрасли промышленности. Пользователи и администраторы системы ничем не ограничены и могут создавать приложения на базе платформы под любые задачи и процессы. Основные отрасли промышленности, где Rulestream дает существенный эффект при минимальных сроках внедрения: электрооборудование и электрощитовая автоматика, нефтегазовое оборудование, системы промышленной вентиляции и терморегуляции, оборудование для пищевой промышленности, конвейерное оборудование и крановая техника, складская техника и оборудование торговых помещений, теплообменники и холодильное оборудование. Области промышленности и виды изделий не ограничиваются этим списком. При производстве любого изделия, где стоит задача формирования и расчета его состава и параметров и при этом используется воспроизводимая формализованная логика, платформа Rulestream может обеспечить видимый результат как для всего процесса, так и для его этапов.

**Юрий Данилов,**  
**Siemens PLM Software**

НА НОВОЙ ВЫСОТЕ

Организаторы



МИНПРОМТОРГ  
РОССИИ



Ростех

Ждем встречи с вами в шале  
Siemens PLM Software 1F6

При поддержке  
ИТС и Ланит



# МАКС 2019

ЖУКОВСКИЙ • 27 АВГУСТА - 1 СЕНТЯБРЯ

Над номером работали:

Бирова Клавдия  
Белозерова Марина  
Лицкевич Анна

PLM Эксперт. Инновации в промышленности № 12, май 2019.  
Учредитель: Общество с ограниченной ответственностью  
«Сименс Индастри Софтвар».  
Номер свидетельства о регистрации: ПИ № ФС 77-52601  
Временно исполняющий обязанности главного редактора:  
Бирова Клавдия Александровна.  
Подписан в печать: 13.05.2019.  
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 «РПК «ГЛОБО»  
Адрес: 123100, г. Москва, Пресненская Набережная, дом 10, стр. 2.

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

Все права защищены © 2019 Siemens Product Lifecycle Management  
Software Inc. Siemens, логотип Siemens и SIMATIC IT являются  
зарегистрированными товарными знаками компании Siemens AG.  
Camstar, D-Cubed, Femap, Fibersim, Geolus, GO PLM, I-deas, JT, NX,  
Parasolid, Polarion, Simcenter, Solid Edge, Syncrofit, Teamcenter и  
Tespomatix являются торговыми марками или  
зарегистрированными торговыми марками компании Siemens  
Product Lifecycle Management Software Inc. или ее филиалов  
в США и других странах. Все прочие товарные знаки,  
зарегистрированные товарные знаки или знаки обслуживания  
являются собственностью их владельцев.

Посвящается памяти Ольги Акуловой

[www.siemens.ru/plm](http://www.siemens.ru/plm)

