

Май 2020 | [www.siemens.ru/plm](http://www.siemens.ru/plm)

**SIEMENS**

*Ingenuity for life*

# PLM Эксперт

Инновации в промышленности



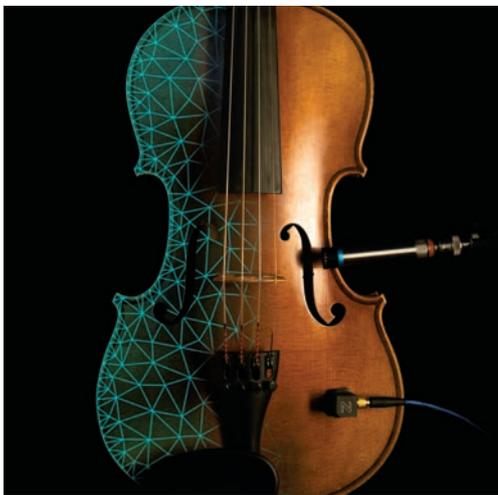
# Навстречу ИННОВАЦИЯМ

# PLM Эксперт

Воплощаем инновации

Siemens Digital Industries Software

---



## Содержание

- |   |   |   |
|---|---|---|
| <p><b>4</b> <b>Новости</b></p> <p><b>12</b> <b>Единая платформа для планирования производства</b><br/>ОАО «Тверской вагоностроительный завод» использует решение Tecnomatix Plant Simulation для планирования рабочих процессов при производстве вагонов</p> <p><b>20</b> <b>Lion Electric делает города экологичными и безопасными</b><br/>Производитель электрических автобусов использует Simcenter Amesim для оптимизации конструкции аккумулятора и управления тепловыми режимами на самых ранних этапах разработки</p> <p><b>24</b> <b>Безопасность на 360 градусов</b><br/>Новое решение Simcenter Prescan360 позволяет провести расчет тысяч различных дорожных сценариев при разработке транспортных средств</p> | <p><b>26</b> <b>Комплексный подход к цифровизации разработки и производства как машиностроительной, так и электронной продукции</b><br/>Интервью Виктора Беспалова и Дмитрия Собянина журналу «ЭЛЕКТРОНИКА: НТБ»</p> <p><b>34</b> <b>Капитальный подход к документации</b><br/>Решение Capital помогает мировому производителю транспортных средств оптимизировать создание технической документации</p> <p><b>38</b> <b>Быстро, эффективно и безошибочно</b><br/>Универсальная цифровая среда крупнейшего отраслевого института от Siemens Digital Industries Software</p> | <p><b>44</b> <b>Аддитивное производство будущего</b><br/>Компания MBFZ toolcraft GmbH использует NX, чтобы сохранять мировое лидерство в области 3D-печати и развитии инициатив Индустрии 4.0</p> <p><b>48</b> <b>Раскрывая секрет скрипок</b><br/>Цифровые двойники и решения для проведения испытаний Simcenter помогают изучать данные, лежащие в основе звука</p> <p><b>54</b> <b>Цифровой двигатель</b><br/>Применение технологии цифровых двойников позволяет ускорить разработку и сертификацию авиационных двигателей</p> |
|---|---|---|

## Realize LIVE 2020

Форум PLM Connection давно зарекомендовал себя среди пользователей решений Siemens Digital Industries Software. С каждым годом сфера деятельности компании расширяется: в портфолио решений добавляются новые технологии, которые не ограничиваются областью PLM. Серия мероприятий Realize LIVE продолжает традиции и расширяет границы в области цифровых технологий во всем мире.

В этом году американский форум Realize LIVE 2020 будет проведен 23–24 июня в онлайн-формате. Участие в мероприятии бесплатное для всех, кто хочет узнать об актуальных трендах развития промышленности и последних новостях мира цифровых технологий, обменяться опытом и идеями среди профессионалов со всего мира. Новости Realize LIVE 2020 и регистрация доступны на сайте мероприятия: [www.siemens.com/realizelive](http://www.siemens.com/realizelive).

Российский форум Realize LIVE Russia 2020 состоится 15 сентября в Москве. Цель форума – установление открытого диалога о приоритетных направлениях развития промышленности, воплощении инноваций и реализации передовых технологических изменений. Регистрация и программа форума доступны на сайте: [www.siemens.com/plm/ru/realizeliverussia](http://www.siemens.com/plm/ru/realizeliverussia).

Основные темы форума – создание цифрового предприятия и цифровое производство изделий, повышение конкурентоспособности российских компаний и выпуск высококачественной персонализированной продукции точно в срок и в рамках бюджета. В этом году будут представлены и продемонстрированы самые современные технологии для дигитализации промышленности: решения для проектирования и создания «умных изделий», интернет вещей и VR-технологии, аддитивное производство и 3D-печать, искусственный интеллект и облачные решения.

Успешными проектами поделятся ведущие российские компании, которые активно внедряют цифровые технологии и задают уровень конкуренции в отрасли. Из первых уст вы услышите, как дигитализация способствует повышению производительности и обеспечивает соответствие выпускаемых продуктов индивидуальным потребностям клиентов.

В рамках форума будет развернута выставочная экспозиция «Цифровое предприятие». Эксперты Siemens Digital Industries Software продемонстрируют решения для создания полной виртуальной модели реального объекта – от первоначальной концептуальной проработки до проектирования, производственного планирования, изготовления и технической поддержки.

Присоединяйтесь к серии мероприятий Realize LIVE 2020!

## Интернет вещей – на новом уровне

Siemens и NEC заключили партнерское соглашение о сотрудничестве в области разработки решения для анализа и мониторинга производственных данных. Оно объединит MindSphere® – открытую облачную операционную систему для «Интернета вещей» от Siemens и разработанную компанией NEC технологию инвариантного анализа систем (SIAT).

Благодаря широкому распространению интернета вещей и ускорению дигитализации безопасность, эффективность, ремонтпригодность и качество систем анализируются и представляются в графическом виде на основе данных, собираемых большим количеством датчиков с производственных систем, линий и другого заводского оборудования. Для эффективного использования поступающей информации требуется систематизировать сбор, хранение, мониторинг и анализ данных. Для создания подобных систем требуется ноу-хау в области

интернета вещей и анализа данных. Самостоятельная разработка силами заказчиков оказывается затруднительной: нередко технологические процессы разрабатываются на основе опыта конкретного завода или даже конкретного специалиста. Утеря знаний в результате выхода квалифицированных сотрудников на пенсию и нехватка персонала превращаются в серьезную проблему.

Сотрудничество Siemens и NEC позволяет расширить возможности визуализации и анализа поступающей с датчиков информации. MindSphere объединяет изделия, системы, станки и производственное оборудование, позволяя эффективно анализировать большие объемы информации, поступающие от устройств интернета вещей. Технология инвариантного анализа, входящая в разработанный компанией NEC пакет систем искусственного

интеллекта «NEC the WISE», автоматически обучается, выполняет моделирование систем на поступающих с датчиков данных, установленных на крупных и сложных технических системах. Это позволяет визуализировать рабочие процессы и обеспечить безопасное и эффективное функционирование за счет заблаговременного выявления отказов с применением аналитических моделей.

В результате партнерства обе компании смогут выполнять все виды сбора, хранения, мониторинга и анализа данных с учетом потребностей конкретных заказчиков. Новое решение упростит визуализацию и анализ информации, способствуя росту производительности, снижению эксплуатационных рисков, повышению качества изделий и сохранению ноу-хау. Разработанное решение найдет применение как в машиностроении, так и в других отраслях.

**SIEMENS**

*Ingenuity for life*

**Realize**  
**LIVE**



**Форум Realize LIVE Russia 2020**  
**15 сентября**

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



## Аддитивные технологии отвечают на вызов

В условиях всемирного кризиса из-за вспышки коронавируса COVID-19 Siemens системы здравоохранения и поставщики услуг 3D-печати создали сеть аддитивного производства Additive Manufacturing Network (AM Network) для всех, кому требуется проектирование медицинского оборудования или услуги 3D-печати. Сеть аддитивного производства AM Network объединяет заказчиков, специалистов и поставщиков услуг 3D-печати для ускорения проектирования и изготовления деталей и компонентов медицинского оборудования, такого как аппараты искусственной вентиляции легких. Созданная компанией Siemens сеть работает по всему миру и включает все этапы процесса – от загрузки файлов и численного моделирования процесса печати до контроля проектных решений и 3D-печати. Врачи и медицинские учреждения, которым необходимы компоненты

медицинского оборудования, и поставщики услуг 3D-печати, имеющие сертификацию производителей медицинской техники, могут бесплатно использовать возможности сети Siemens AM Network.

«Мы много лет работаем в области аддитивного производства, поставляя решения по его поддержке на всех этапах жизненного цикла изделия. 3D-печать позволяет быстро изготавливать детали при резком повышении спроса. Для помощи в борьбе с эпидемией коронавируса COVID-19 мы создали сеть аддитивного производства AM Network, предназначенную для больниц и других медицинских учреждений, которым требуются запчасти к медицинскому оборудованию. Наша платформа эффективно обрабатывает запросы на проектирование и изготовление запасных компонентов

медицинского оборудования», – рассказал Клаус Хелмрих, член правления Siemens и генеральный директор подразделения Digital Industries.

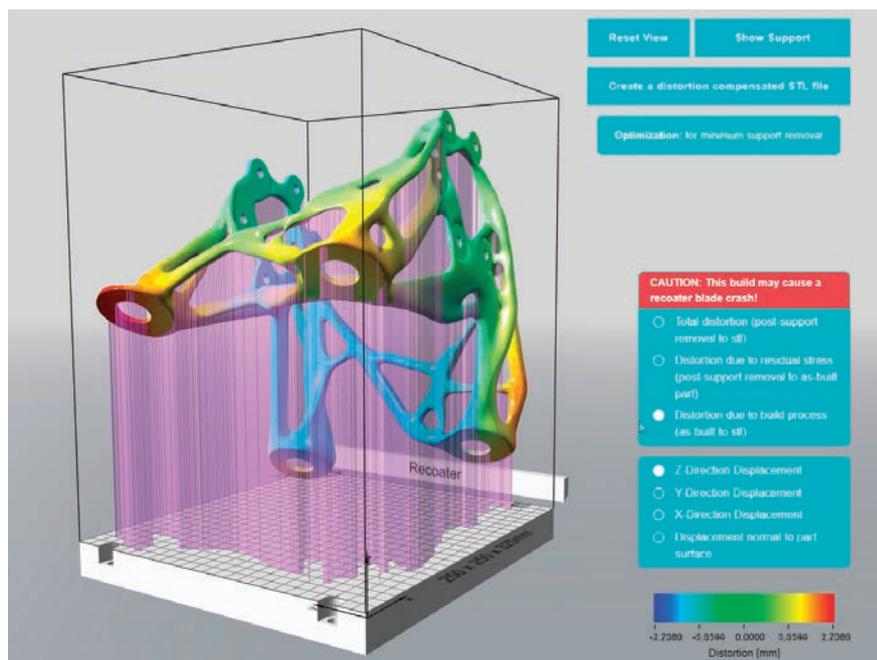
Конструкторы и инженеры Siemens являются частью сети аддитивного производства AM Network. Они принимают заявки и конвертируют данные в пригодные для 3D-печати файлы. Печать выполняется на многочисленных 3D-принтерах компаний-партнеров, имеющих сертификацию изготовителей медицинского оборудования и входящих в сеть AM Network. 3D-принтеры Siemens также участвуют в проекте и при необходимости используются для изготовления запасных частей медицинского оборудования. Сеть аддитивного производства AM Network будет расширяться, привлекая новых поставщиков услуг 3D-печати для достижения общей цели.

## Siemens приобретает Atlas 3D

Siemens заключила соглашение о приобретении компании Atlas 3D, разработчика программного обеспечения для 3D-печати на основе технологии для прямого лазерного спекания металлов (DMLS). Atlas 3D присоединится к Siemens Digital Industries Software и расширит возможности аддитивного производства портфеля Xcelerator.

Облачное решение Sunata™ от Atlas 3D использует анализ тепловых деформаций для простой автоматизированной оптимизации ориентации детали в области печати и создания поддерживающих структур. Sunata позволяет конструкторам легко определить оптимальный способ 3D-печати деталей для получения высокого качества и воспроизводимости. Комбинация Sunata с надежными CAE-инструментами для аддитивного производства из портфеля Simcenter обеспечивает достижение правильного результата с первой попытки для промышленной 3D-печати.

Высокий уровень брака при 3D-печати является основной проблемой, с которой сталкиваются предприятия при использовании аддитивных технологий для массового производства.



Детали часто должны пройти несколько итераций проектирования и анализа, прежде чем будут определены оптимальная ориентация и поддерживающие структуры. Как правило, разработчики не имеют возможности учитывать такие факторы, как ориентация детали, деформации и равномерность отвода тепла в своей конструкции. Это накладывает дополнительную ответственность на прикладных инженеров.

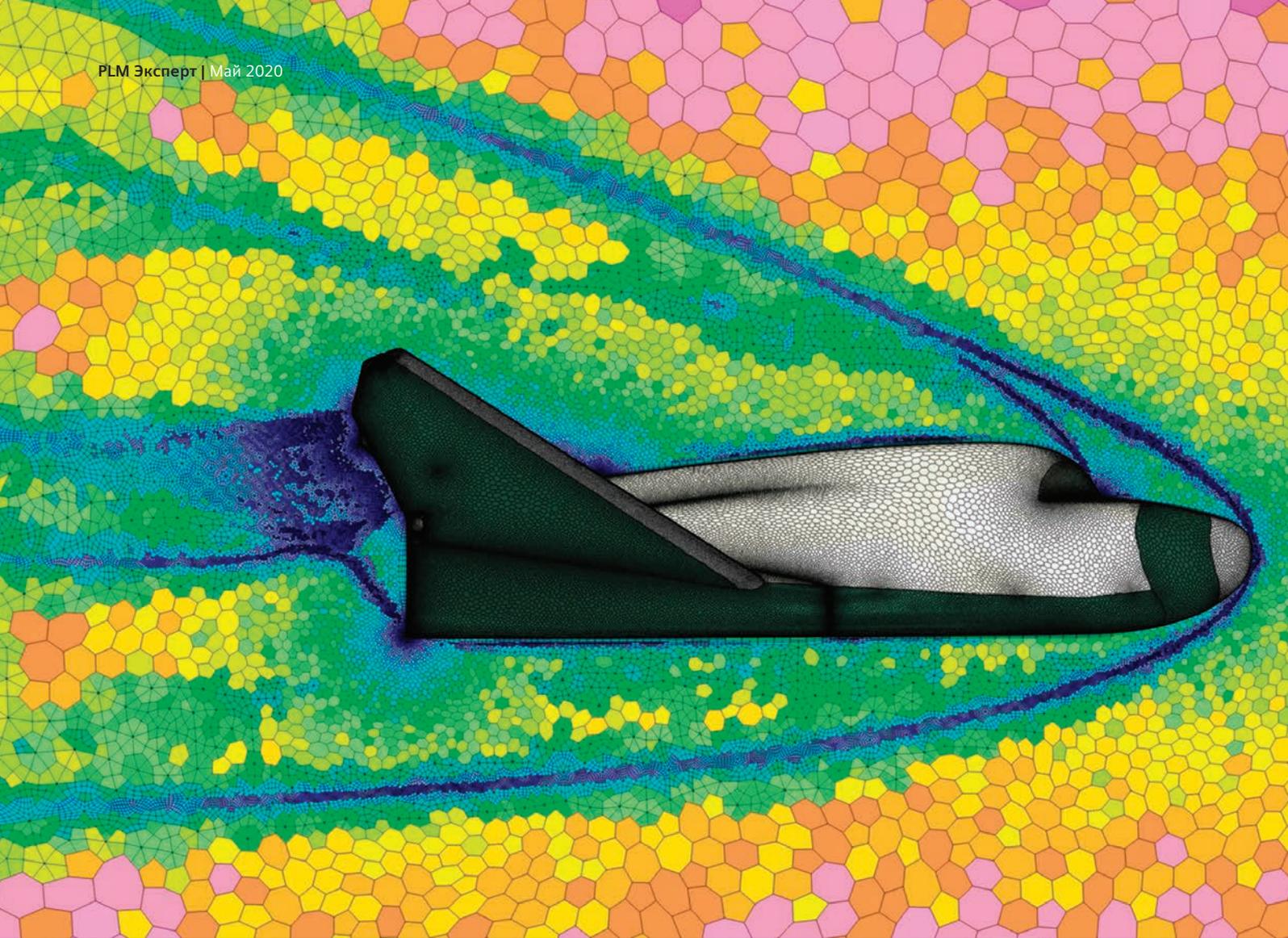
Решение Sunlas от Atlas 3D решает эту проблему, предоставляя разработчикам быстрый, простой и автоматизированный способ приблизиться к 3D-печати правильно с первой попытки. Sunata – это эффективный инструмент для высокопроизводительных вычислений с ускорением на графических процессорах, который позволяет получать результаты в сто раз быстрее, чем аналогичные решения на рынке.

## Номер один в IoT

В начале 2020 года компания Forrester опубликовала исследование «Forrester Wave™: программные платформы для промышленного интернета вещей». Решение MindSphere от Siemens стало лидером в категории «платформы для промышленного интернета вещей». За последний год партнерская программа MindSphere заметно расширилась: на новую систему перешло немало крупных заказчиков. Siemens также расширил платформу Mendix, добавив поддержку облачных вычислений, мобильных приложений и интернета вещей на основе MindSphere, ставшей ядром полнофункционального пакета Xcelerator.

По мнению компании Forrester, в MindSphere отражены прочные позиции компании Siemens в области промышленного оборудования и контроллеров. При этом система не ограничивается поддержкой только аппаратной части от Siemens. MindSphere играет ключевую роль в реальном воплощении концепции цифровых двойников. Платформа MindSphere подходит как для заказчиков, уже инвестировавших средства в решения Siemens, так и для любого промышленного предприятия, желающего использовать глубокую экспертизу и огромный опыт компании Siemens.

Решение MindSphere выполняет анализ данных, быстро и надежно объединяя в цифровом мире модели изделий, технологического оборудования и систем. Раскрывая огромный потенциал данных, собираемых с каждого станка и системы, MindSphere с ее мощными отраслевыми приложениями и расширенными аналитическими функциями преобразует собираемую информацию в необходимые результаты. MindSphere – безопасное и масштабируемое сквозное решение для промышленности, позволяющее повысить производительность и эффективность всего предприятия.



## Уникальная технология для мультифизических расчетов

В новой версии Simcenter STAR-CCM+ в составе Simcenter значительно повышены точность и эффективность вычислительных алгоритмов, а также улучшены инструменты совместной работы. Siemens внедрила совершенно новый параллельный модуль для построения многогранных сеток, который ускоряет процесс создания сеточных моделей, а также повышает их качество. Представленный алгоритм является первым решением в отрасли по адаптивному улучшению сеток (AMR) на основе анализа модели.

Решение включает в себя автоматическое управление сопряженным (coupled) решателем для сокращения времени настройки при одновременном повышении скорости сходимости и уникальную функцию совместной виртуальной реальности в CFD-коде для улучшения совместной работы

команд при анализе результатов моделирования.

В новейшей версии Simcenter STAR-CCM+ появился полностью переработанный модуль построения сеток из полиэдральных элементов с поддержкой параллельных вычислений. При параллельных вычислениях сетки строятся в 30 раз быстрее, чем при однопоточном режиме. Качественные сетки удастся создавать независимо от числа имеющихся вычислительных ядер. Получаемая сеточная модель в большинстве случаев выходит более экономичной за счет эффективного распределения ячеек по расчетной области, что положительно сказывается на точности и скорости расчетов. Новая технология адаптивного улучшения расчетной сетки (AMR) выполняет интеллектуальное уточнение сетки, исходя из физики процессов. Это позволяет сократить

время на подготовку задачи, размерность сеточной модели и скорость расчета.

Автоматическое управление сопряженным решателем значительно повышает простоту и надежность его использования. При этом решения сходятся быстрее без дополнительной настройки параметров решателя.

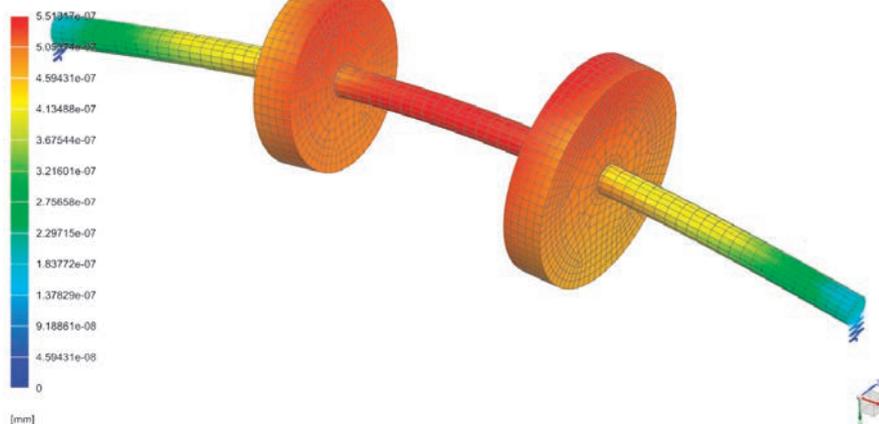
При помощи технологий виртуальной реальности для совместной работы в Simcenter STAR-CCM+ специалисты в разных точках земного шара в реальном времени взаимодействуют друг с другом в едином виртуальном пространстве, что упрощает общение и ускоряет процесс принятия решений. VR-клиенты синхронно подключаются к одному и тому же расчету, а аватары отмечают местонахождение других пользователей. При этом все участники видят одну и ту же картину.

## Возможности Simcenter 3D продолжают расти

Siemens Digital Industries Software представила новейшую версию Simcenter 3D, единую платформу для совместного выполнения расчетов, включающую в себя практически все виды инструментов инженерного анализа. Simcenter 3D остается наиболее полнофункциональной и глубоко интегрированной CAE-системой среди представленных на рынке, помогая своим пользователям оптимизировать проектные решения и быстро и безошибочно создавать инновации.

В обновленной версии Simcenter 3D появились новые, более реалистичные методики расчетов, которые лучше оценивают характеристики будущих изделий. Теперь в Simcenter 3D можно рассматривать соединительные элементы с нелинейными параметрами. Например, это позволяет устранить дисбаланс и возникающие при этом вредные воздействия в авиационных и автомобильных двигателях, газовых турбинах, технологическом оборудовании и даже в изделиях электронной техники.

Rotor\_assembly\_sim1 : Maneuvre Result  
SUBCASE : STATIC LOADS 1: Static Step 1  
Displacement - Nodal Magnitude  
Min : 0, Max : 5.51317e-07, Units = mm  
Deformation : Displacement - Nodal Magnitude



Благодаря улучшенным функциям Simcenter 3D можно быстрее проводить CAE-расчеты: новые инструменты компоновщика для анализа шумов и вибраций предназначены для быстрого создания конечно-элементных моделей на уровне систем изделия. Такие модели строятся на основе моделей отдельных узлов – например, автомобильного кузова, дверей, подвески и других. Автоматизация расчетов конечно-элементной модели всего автомобиля в целом

повышает скорость работы и сокращает число ошибок, устраняя человеческий фактор.

Новый функционал Simcenter 3D позволяет эффективнее коррелировать результаты расчетов и испытаний: инструмент выбора мест установки датчиков подбирает оптимальные методики проведения испытаний, улучшая соответствие между результатами численного моделирования и натурного эксперимента.

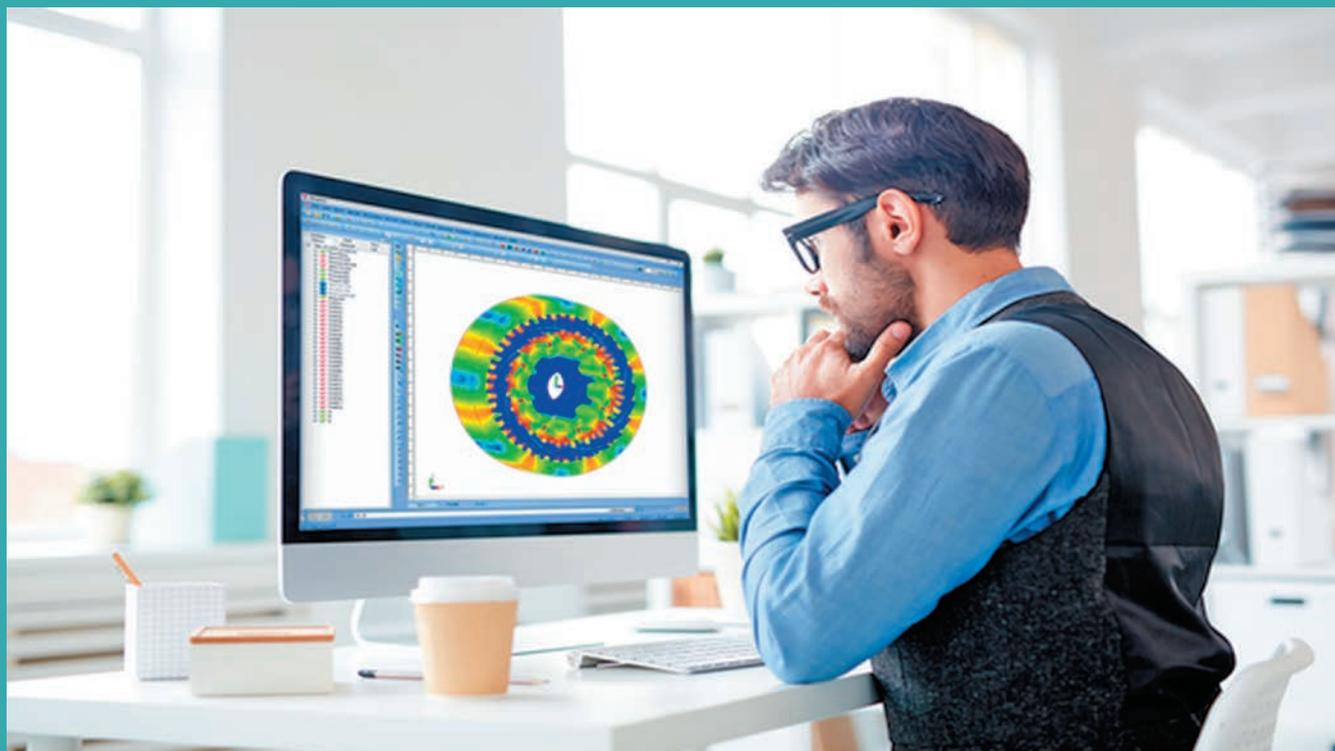
## Лидер в области систем численного моделирования технологических процессов

В феврале 2020 года отраслевые специалисты компании ABI Research назвали Siemens лидером в области систем численного моделирования технологических процессов. «Siemens – безоговорочный лидер рынка. Решения компании объединяют средства численного моделирования технологических процессов, цифровые двойники изделий и инструменты виртуального ввода в эксплуатацию. Компания имеет очень сильные позиции в сфере умного производства, предлагая широкую

линейку взаимосвязанных технологий и программных продуктов», – заявил Райан Мартин, аналитик ABI Research.

Чтобы уже сегодня отвечать потребностям завтрашнего дня, все больше предприятий различных отраслей переходят к цифровому производству. Компании, которые уже начали цифровые преобразования и внедрили инструменты численного моделирования технологических процессов,

смогли добиться поставленных целей. Они способны быстро реализовывать инновационные идеи и применять революционные технологические процессы: решения принимаются на основе расчетов с применением проверенных моделей и полнофункциональных цифровых двойников. Отчет ABI Research подтверждает, что технологии компании Siemens – очевидный выбор для решения задач численного моделирования производственных процессов.



## Новый подход к расчету электромагнитных и виброакустических явлений

Siemens Digital Industries Software объявила о выходе новых версий систем Simcenter™ MAGNET™ и Simcenter™ Motorsolve™, предназначенных для численного моделирования электромагнитных явлений и расчета электродвигателей на всех этапах разработки.

При разработке конструкции тяговых электродвигателей необходимо предусмотреть повышенную электрическую и механическую прочность деталей и узлов, а также низкий уровень шумов и вибраций. При этом электромагнитные силы могут вызвать вибрации, способные привести к разрушению деталей. Решения Simcenter MAGNET и Simcenter Motorsolve позволяют выполнить расчет влияния

электромагнитных сил на отдельные детали и узлы для проверки прочности конструкции в различных условиях эксплуатации на любом этапе проектирования. Новые возможности важны для создания цифрового двойника приводов электрических и гибридных автомобилей, а также изделий для машиностроения, авиационно-космической промышленности и медицинской техники, в которых необходимо соблюдать допустимый уровень шумов и вибраций.

Siemens применяет уникальный подход к расчетам виброакустических характеристик. В системе Simcenter Motorsolve реализована 2,5D-технология построения 3D-конечноэлементной сетки действующих сил на основе 2D-расчетов. Это существенно

ускоряет процесс численного моделирования и повышает его точность. Решение Simcenter MAGNET рассчитывает результирующие силы, действующие на детали и узлы изделия. Технология предусматривает импорт моделей электрических машин из Simcenter SPEED PC-BDC в Simcenter Motorsolve для выполнения расчетов методом конечных элементов с более высокой точностью. За счет интеграции Simcenter MAGNET в портфолио решений Simcenter 3D процесс подготовки моделей и передачи данных между расчетными модулями максимально упрощен. Теперь разработчики могут учитывать реальные условия эксплуатации при расчете электромагнитных явлений, вибраций и акустики.

## Автомобилестроение будущего уже сегодня

Siemens Digital Industries Software подписала соглашение о партнерстве с компанией Arm, мировым лидером полупроводниковой отрасли. Компании намерены объединить самые передовые технологии, процессы и инструменты для автопроизводителей, системных интеграторов и поставщиков комплектующих. Новое партнерство создано для решения сложнейших задач, с которыми сталкивается автомобильная отрасль при разработке новых платформ. Среди них – обеспечение активной безопасности, разработка систем помощи водителю, информационно-развлекательных систем автомобилей, цифровых приборных панелей, систем обмена данными «автомобиль – автомобиль» и «автомобиль – дорожная инфраструктура», а также беспилотных транспортных средств. Значительный прогресс в вычислительной технике и датчиках позволяет полностью пересмотреть подходы к проектированию транспорта,

включая разработку интегральных схем и программного обеспечения для автомобильной электроники. Объединение инновационных технологий, созданных компаниями Siemens и Arm, поможет автопроизводителям и поставщикам комплектующих проектировать электронику будущего уже сегодня.

Среда создания цифровых двойников PAVE360™ от Siemens и разработки компании Arm позволяют выполнять высокоточное моделирование на разных уровнях систем – от уровня микросхем и сенсоров до модели автомобиля и окружающей инфраструктуры. Среди технологий компании Arm – семейство продуктов Automotive Enhanced (AE), поддерживающих функциональную безопасность систем автомобиля. Использование решений Arm позволяет на самых ранних этапах оценить качество работы и потребляемую мощность систем бортового программного обеспечения, находясь в контексте высокоточной модели автомобиля и его окружения.

Автопроизводители и поставщики комплектующих смогут моделировать и проверять работу различных компонентов микросхем, сами микросхемы в составе транспортного средства до изготовления реального автомобиля. Это позволит лучше понять качество интеграции электроники и поможет оценить ее реальное взаимодействие с различными системами транспортного средства. Разработки компании Arm в области автомобилестроения помогают производителям компонентов снизить сложность процессов создания безопасных электронных систем. Работая над новой электронной архитектурой автомобиля, производители могут создавать инновационные электронные блоки управления, чтобы экономить тысячи долларов на каждом выпущенном автомобиле благодаря сокращению количества печатных плат и длины проводки. При этом снижается масса транспортного средства, что в свою очередь может увеличить запас хода электрического автомобиля.

## Новые технологии расчетов методом конечных элементов дополняют портфель Simcenter

Siemens заключила соглашение о приобретении компании MultiMechanics, разработчика системы MultiMech для расчетов методом конечных элементов. Данное решение прогнозирует разрушения в современных материалах с исключительно высокой точностью и эффективностью. Использование этой технологии позволит создавать цифровые двойники материалов, объединяющих такие дисциплины, как материаловедение, проектирование изделий с заданными свойствами и технологическую подготовку производства. Это возможно

благодаря уникальной технологии TRUE Multiscale™, работающей с широким спектром различных материалов. Решения компании MultiMechanics эффективно прогнозируют свойства и поведение материалов, в том числе и начинающиеся на микроуровне разрушения.

Приобретение компании MultiMechanics существенно расширит возможности Siemens по созданию всеобъемлющих цифровых двойников на основе интеграции систем инженерного анализа и средств точного моделирования свойств материалов. Это применимо

к самым разнообразным материалам: полимерам, металлам, композитам и керамике. Новая технология незамедлительно найдет применение в таких производственных процессах, как литье под давлением и аддитивное производство: цифровые двойники материалов учитывают разброс свойств и дефекты изготовления, помогая выявлять первопричины разрушений на микроструктурном уровне и оптимизировать микроструктуру с целью улучшения характеристик материалов. Кроме того, становится возможным создавать и виртуально испытывать новые системы материалов.

Интервью Игоря Васютенкова,  
начальника производственного отдела  
ОАО «Тверской вагоностроительный завод»  
и Андрея Тарасова,  
руководителя направления «Моделирование  
и оптимизация промышленных систем»  
ООО «2050-Интегратор»

## Единая платформа для планирования производства

Цифровые технологии становятся все более востребованными в транспортном машиностроении. Использование программных и аппаратных решений позволяет выпускать инновационные продукты, сокращать расходы, ускорять процесс выхода на рынок и оперативно реагировать на изменение спроса.

ОАО «Тверской вагоностроительный завод» (ТВЗ, входит в АО «Трансмашхолдинг» – ТМХ) является единственным в России предприятием по созданию различных типов пассажирских вагонов локомотивной тяги для скоростей движения до 200 км/ч и электропоездов «Иволга». Следуя своей миссии – быть вагоностроительным предприятием мирового уровня – завод использует цифровые технологии для реализации стратегических инициатив. Так, для достижения максимального использования производственных ресурсов, снижения инвестиционных рисков и оптимизации параметров системы, включая емкость складов и накопителей, было выбрано решение Tecnomatix Plant Simulation от Siemens Digital Industries Software. Партнером проекта выступила компания ООО «2050-Интегратор», специализирующаяся на внедрении цифровых технологий для повышения эффективности в отрасли дискретного машиностроения.

Сегодня для планирования рабочих процессов при производстве вагонов ОАО «Тверской вагоностроительный завод» использует решение Tecnomatix Plant Simulation. С его помощью удалось не только повысить точность планирования и прозрачность рабочих процессов, но значительно снизить нагрузку на сотрудников производственного отдела. О том, как строилась работа и каких результатов удалось достичь, рассказывают Игорь Васютенков, начальник производственного отдела ОАО «Тверской вагоностроительный завод», и Андрей Тарасов, руководитель направления «Моделирование и оптимизация промышленных систем», ООО «2050-Интегратор».

**ОАО «Тверской вагоностроительный завод» – высокотехнологичное производство с более чем 120-летней историей. Что собой представляет предприятие сегодня?**

**Игорь Васютенков, ОАО «Тверской вагоностроительный завод»:**

На сегодняшний день ТВЗ выпускает одно- и двухэтажные пассажирские вагоны, вагоны для международного сообщения, различные типы грузовых вагонов и вагонов спецназначения, тележки для подвижного состава магистральных железных дорог, а также электропоезда нового поколения «Иволга». Помимо этого, завод участвует в производстве вагонов метро и низкопольных трамваев. Мы стремимся к тому, чтобы предприятие сохраняло лидирующие позиции в России и странах СНГ, осваивало новые рынки, а потому постепенно переходим к Индустрии 4.0 и проводим ряд цифровых преобразований.

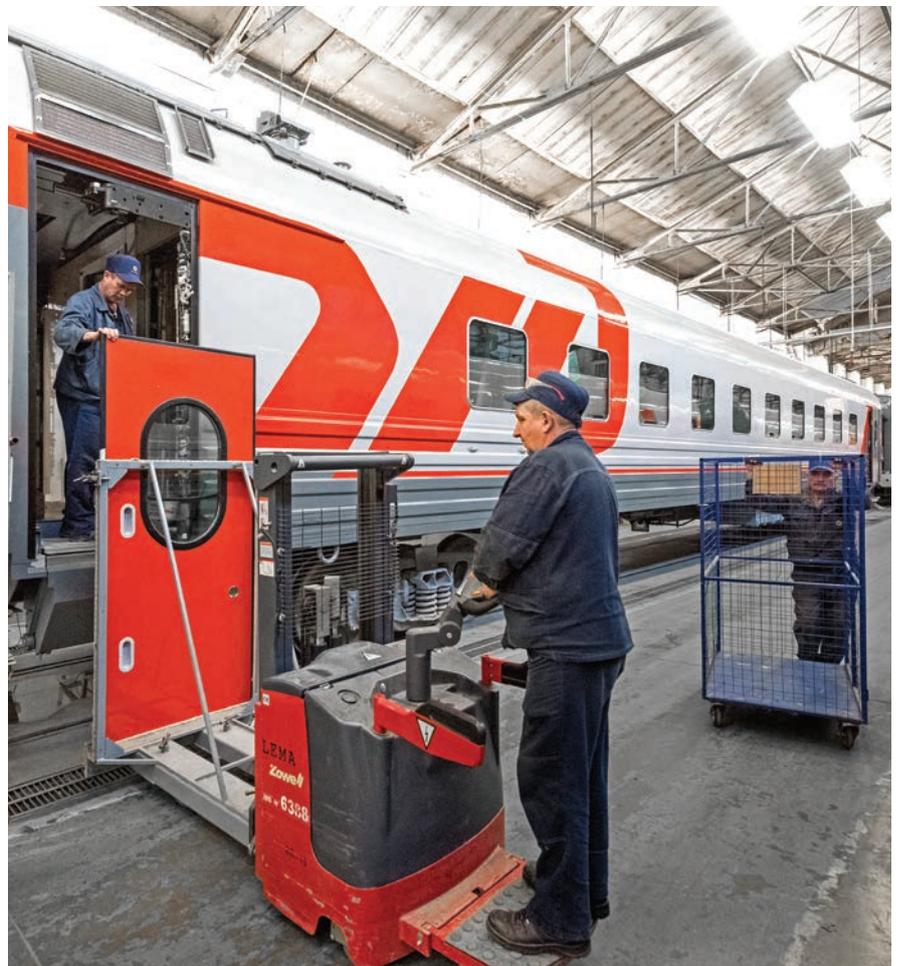
**Оцените, пожалуйста, уровень применения цифровых технологий на вашем предприятии. Сравним ли он с тем, который имеется у других российских и международных предприятий?**

**И. Васютенков:** Могу уверенно заявить, что по уровню цифровизации мы опережаем большинство российских предприятий: на данный

момент у нас внедрены цифровые технологии, решающие практически все бизнес-задачи, которые были поставлены в ТМХ. Повышенное внимание к дигитализации объясняется стремлением соответствовать ожиданиям потребителей, обеспечивать инвестиционную привлекательность предприятия и его востребованность как надежного партнера для персонала, заказчиков и поставщиков.

**Расскажите, пожалуйста, об ИТ-инфраструктуре предприятия. Какие процессы охвачены цифровыми технологиями уже сегодня?**

**И. Васютенков:** Мы уже ввели в эксплуатацию систему внутрицехового планирования, а также программу для отслеживания перемещения деталей собственного изготовления и товарно-материальных ценностей. Внедрены программы мониторинга транспорта, сварочного оборудования и работы станков. На сегодняшний день мониторинг сварочного оборудования осуществляют считанные российские предприятия. Здесь мы в какой-то степени первопроходцы.





**Какие задачи и вызовы стоят перед предприятием сегодня? С чем приходится сталкиваться в реалиях современной экономики и нестабильности рынка?**

**И. Васютенков:** Основную сложность представляет необходимость изменения плана, который, в свою очередь, зависит от изменения рынка и спроса. Нередко приходится в оперативном режиме перестраиваться с одной модели на другую. Это во многом обусловлено уникальностью завода. Мы – единственное предприятие, которое может делать вагоны специального назначения. Оснащение и производство этих вагонов очень индивидуально, это штучное производство. И, как в случае с любой несерийной продукцией, ее изготовление на порядок сложнее, чем производство типовых изделий.

**Расскажите, пожалуйста, о проекте внедрения Tecnomatix Plant Simulation. Как вы приняли решение о выборе решений компании Siemens Digital Industries Software?**

**И. Васютенков:** Компания «2050-Интегратор», выступившая в роли партнера проекта внедрения, предложила заводу комплекс

решений под наши задачи и на самых ранних этапах продемонстрировала результаты использования системы Tecnomatix Plant Simulation от Siemens Digital Industries Software на одном из предприятий атомной промышленности. Мы оценили модель и поняли, что она нам подходит. Решение было принято в пользу проверенных технологий Siemens. Мы приобрели систему для имитационного моделирования, а после этого начали разработку необходимых нам моделей.

**Андрей Тарасов, ООО «2050-Интегратор»:** На Тверском вагоностроительном заводе идет процесс внедрения нескольких решений, и имитационное моделирование – только одно из них. Этот проект стартовал одним из первых. Tecnomatix Plant Simulation обладает важными преимуществами при моделировании производственных процессов по сравнению с аналогичными системами, у которых библиотека производственных объектов находится лишь в стадии развития.

**Какие задачи стояли перед предприятием при внедрении Tecnomatix Plant Simulation?**

**И. Васютенков:** Необходимо было решить ряд задач. Мы испытывали сложности в организации производственных процессов, связанных с большим количеством изделий с разным составом. Кроме того, для обработки разных моделей на рабочем месте требуются разные промежутки времени, что в числе прочего существенно затрудняет координацию действий. Для значительного технологического перепроизводства, постоянной изменчивости производственных планов и рисков сбоев необходимо было подобрать оптимальный вариант организации процесса, чтобы снизить такую высокую нагрузку на производство. Важно было повысить прозрачность как на этапе планирования с учетом разных периодов, так и на этапе анализа фактически достигнутых показателей производства, чтобы можно было вносить соответствующие изменения.

**Расскажите, пожалуйста, подробнее о ходе реализации проекта.**

**А. Тарасов:** Проект внедрения решения для имитационного моделирования начался в 2018 году. Мы провели серьезную подготовительную работу, включающую набор

персонала и его обучение. Затем последовала разработка имитационной модели, которая имела уже практическое значение. Модель перекрывает все сборочные переделы промышленной площадки, а их много – 19 линий, включая сварочные, сборочные, окрасочные и другие. Эта модель позволяет на высоком уровне, не вдаваясь в подробности, рассчитать производственный план, проверить его на реализуемость и составить документ под названием «Сетевой график». Для пользователя он представлен в виде Excel-таблицы, в которой видно, когда, с какого передела или с какого сборочного поста, в какую дату и в какое время выходит тот или иной вагон на определенной стадии сборки. Вся финальная сборка «защита» в этом решении. С помощью этой модели можно одновременно решить три задачи. Во-первых, проверить возможность выполнения плана. На начальном этапе мы можем понять, достигим ли план, выпустим ли необходимое количество вагонов в поставленный срок. Во-вторых, можно регулировать план запуска производства вагонов, чтобы производственный процесс шел максимально ритмично и обеспечивал точное выполнение плана выпуска. В-третьих, система позволяет получить данные для составления специализированных таблиц. Используя такую таблицу, директор завода может контролировать происходящее, легко отслеживать любые задержки и смещения сетевого графика, а значит, незамедлительно принимать правильные управленческие решения. Подобный сетевой график составляли и раньше, в ручном режиме, с помощью таблиц Excel. Это влекло за собой излишние временные затраты и ошибки, обусловленные человеческим фактором. Таким образом, внедрение Tecnomatix Plant Simulation дало ряд неоспоримых преимуществ.

**Кто выступает в роли конечных пользователей продукта? Проводилось ли для этих специалистов соответствующее обучение?**

**И. Васютенков:** Tecnomatix Plant Simulation используют сотрудники производственного отдела. Оборудовано четыре рабочих места. Обучение проводили наши коллеги из компании «2050-Интегратор».

Андрей готовил и демонстрировал видеоролики, сложные вопросы мы разбирали вместе.

**А. Тарасов:** Разработка разбита на выпуск версий. Первый релиз уже официально сдан в промышленную эксплуатацию и применяется на производстве, сейчас готовится второй релиз. Процесс обучения идет без остановки.

**Как были распределены роли при внедрении решения?**

**И. Васютенков:** За реализацию проекта со стороны ОАО «Тверской вагоностроительный завод» отвечал я, а со стороны ООО «2050-Интегратор» – программист Роман Ушаков. Мы работали над созданием модели «Сетевой график», которым пользуется производственный отдел.

Вместе с начальником отдела по развитию производственной системы мы выступали в роли постановщиков задач. Генеральный директор завода принимал активное участие в процессе внедрения, оценивая достигнутые показатели и согласовывая каждый этап. Мы постоянно совершенствуем систему. Все полученные ранее данные взаимосвязаны, что помогает в создании новых версий изделий.

**А. Тарасов:** Есть множество тонкостей, которые важно учитывать. Игорь и Роман постоянно проверяют новые стратегии и проводят эксперименты, используя имитационную модель «Сетевой график» в качестве инструмента планирования.

## «Время выполнения заказов сократилось на 25%. Нам стало проще рассчитывать загрузку мощностей, анализировать риски и разрабатывать меры по их нейтрализации»

Игорь Васютенков,  
начальник производственного отдела,  
ОАО «Тверской вагоностроительный завод»



Tecnomatix Plant Simulation является важной составляющей комплекса планирования производства. Рассчитываем, что продукт будет включен в стандарт предприятия и станет официальным инструментом для планирования.

**В чем особенность данного проекта? Были ли сложности, которые нужно было преодолеть в ходе его реализации?**

**И. Васютенков:** Особенность проекта – его многозадачность. Помимо уже перечисленных целей, была необходимость изменять маршруты для каждого типа вагонов. Ранее между циклами находился диспетчер, который распределял объекты по потокам. Объекты с разными свойствами должны курсировать по разным маршрутам. Разные маршруты – дополнительные сложности. Один одноэтажный вагон идет по одной линии сборки, а другой – по другой. Ранее, при работе с таблицами Excel, приходилось унифицировать этот путь, теперь программа направляет каждое изделие по индивидуальному маршруту.

Важной особенностью проекта является разработка второй имитационной модели – той, что коснется раскройно-заготовительного производства, а также других цехов, изготавливающих компоненты вагона, поставляемые на линии сборки. В перспективе – объединение этой модели с моделью «Сетевой график», используемой для расчета производственного плана. К примеру, сейчас мы планируем сборочно-сварочные цеха, а заготовительные остаются за рамками. В результате заготовительные цеха не справляются с тем объемом заказов, который требуется для комплектации сборки. Следовательно, необходимо увязать эти процессы, чтобы на первоначальном этапе, в ходе построения модели, было понятно, достаточно ли у нас оборудования. Программа продемонстрирует, на каком этапе ресурсы закончились. Раскройно-заготовительное производство работает круглосуточно, следовательно, «расшить» этот участок мы уже не можем. В такой ситуации объединение моделей позволит определить, когда нужно разгрузить какое-то оборудование или вывести часть производства на аутсорсинг.

**А. Тарасов:** Модель «Сетевой график» представляет собой «взгляд сверху». В то же время имитационные модели заготовительных цехов позволят произвести анализ необходимой загрузки их производственных мощностей, достаточность этих мощностей и возможностей цехов по выполнению производственного плана. Прежде чем воплотить в жизнь план – годовой или месячный, – нужно понимать, насколько это возможно с точки зрения имеющихся ресурсов. Есть множество параметров, которые следует принимать во внимание: размеры партии, срок запуска, приоритеты запуска заготовок в обработку на каждом станке и т.д. Связка такой модели с моделью сетевого графика выведет расчет сценариев на новый уровень. Осуществляя моделирование сборочных линий, сетевой график уже сейчас генерирует потребность в компонентах. Имея план появления компонентов на сборочной линии, можно рассчитывать план выпуска этих компонентов из заготовительного цеха. Это позволит определить, какие детали пора запустить в обработку в заготовительном цехе. Взаимодействие всех элементов в комплексе откроет новые возможности планирования.

В данном проекте сложность заключается в большом числе продуктов (вагонов), сложности их состава, огромном количестве компонентов (сотни тысяч номенклатурных позиций), длительном технологическом процессе с большим количеством операций. Для имитационного моделирования не очень важна сложность геометрии изделия, что имеет большое значение, например, при детальном моделировании технологического процесса на станке с ЧПУ или в роботизированной ячейке. Но в имитационной модели должны быть учтены упомянутые выше факторы производства, что делает ее разработку достаточно трудоемким процессом.

**В числе задач, которые удалось решить благодаря внедрению решения от Siemens Digital Industries Software, упомянут «большой объем технологического перепроизводства». С чем было связано перепроизводство? Как Tecnomatix Plant Simulation помогает решить эту проблему?**

**И. Васютенков:** Перепроизводство связано с балансировкой линий. Например, есть рамно-кузовной цех, который изготавливает кузова для вагонов, и есть вагоносборочный цех, который собирает эти вагоны. Tecnomatix Plant Simulation позволяет увидеть, что линии разбалансированы. Иными словами, мы можем сделать в день шесть кузовов, но собрать – только пять. До внедрения решения невозможно было отследить, какое количество кузовов в течение года остается в незавершенном состоянии, ждет очереди на сборку. График же сразу показывает, в каком буфере и какое количество кузовов накопилось. Если показатели становятся критическими, мы понимаем, что нужно снизить интенсивность сборки по рамно-кузовному производству. Таким образом, мы постоянно «прогоняем» годовую модель, и, в зависимости от результатов, перестраиваем карту последовательности выполнения операций и цеха. Tecnomatix Plant Simulation позволяет значительно уменьшать объем незавершенного производства.

**Поясните, пожалуйста, что включает в себя «высокая нагрузка на производство»? Речь идет о высокой интенсивности работы?**

**И. Васютенков:** Раньше, когда мы строили графики работы производства в Excel, на это уходила неделя – с утра до ночи. Приходилось буквально жить на заводе. Сейчас срок работы над сетевым графиком сократился, как минимум, в три раза. Нагрузка на производственный отдел упала, а точность планирования при этом выросла.

**А. Тарасов:** В отношении длительности анализа для построения графиков тогда и сейчас разница в затраченном времени составляет более – «две недели и день».

**Прозрачность на этапах планирования и анализа результатов позволяет эффективнее выстраивать работу? Уменьшать продолжительность рабочих циклов, укладываться в запланированные сроки или сокращать их, управлять изменениями и т.д.?**

**И. Васютенков:** У нас есть все эти преимущества. Основные итоги – повышение точности планирования и снижение объема незавершенного

производства. Кроме этого, имитационное моделирование предоставляет другие бонусы.

**А. Тарасов:** Одним из них является новое, интересное направление нашей деятельности, связанное с так называемым инвестиционным планированием. Например, есть технический проект, который включает перестройку одной из производственных линий, закупку нового станка и т.д. Заблаговременно, перед началом реализации таких проектов автоматизации цеха, линии или участка, закупки оборудования или строительства нового филиала завод должен иметь возможность проверить, как это будет работать в реальности. Сравнить несколько вариантов, найти недостатки в расчетах, получить ценные рекомендации. Проверка всех проектов, требующих вложения средств, проводится с помощью Tecnomatix Plant Simulation. Это больше, чем планирование текущей деятельности предприятия – это участие в принятии инвестиционных решений. Замечу, что стоимость разработки модели новой линии, участка или производства составляет доли процента от стоимости самого проекта. В то же время потенциальный эффект от устранения ошибок в проекте дает эффект, на порядок превышающий стоимость моделирования.

**И. Васютенков:** Рассмотрим пример применения имитационного моделирования для поддержки принятия инвестиционного решения. Мы изучаем возможность «расшивки» узкого места, которым является малярная обработка. Для этого мы создали модель, чтобы посмотреть, насколько это осуществимо и каких инвестиций потребует. Модель учитывает все особенности новой малярной линии с различными технологическими переделами окрасочного процесса и влияние на производственный процесс транспортной системы, перемещающей вагоны.

**Как результат внедрения решения влияет на процессы согласования?**

**И. Васютенков:** Быстрее сделали – быстрее отправили на согласование. Входная форма не меняется, но мы можем оперативно приступить к самому процессу согласования.

# «Tecnomatix Plant Simulation обладает важными преимуществами при моделировании производственных процессов по сравнению с аналогичными системами, у которых библиотека производственных объектов находится лишь в стадии развития»

Игорь Васютенков,  
начальник производственного отдела,  
ОАО «Тверской вагоностроительный завод»



# «Тесnomatix Plant Simulation является важной составляющей комплекса планирования производства. Рассчитываем, что продукт будет включен в стандарт предприятия и станет официальным инструментом для планирования»

Андрей Тарасов,  
руководитель направления по внедрению цифровых имитационных моделей,  
ООО «2050-Интегратор»



**Какие продукты ОАО «Тверской вагоностроительный завод» уже выпускаются с применением набора решений Тесnomatix Plant Simulation?**

**И. Васютенков:** Все вагоны, которые производит ОАО «Тверской вагоностроительный завод», уже планируются в Тесnomatix Plant Simulation.

**Какими результатами проекта по внедрению решения для имитационного моделирования вы можете поделиться уже сейчас?**

**И. Васютенков:** Процессы стали прозрачнее, выросла производительность. При планировании мы сразу видим, если не проходим в указанные дирекцией по сбыту сроки и потребуется выйти на работу в выходные. Это позволяет рассчитывать фонд оплаты на сверхурочные работы. Мы знаем заранее, что в каком-то месяце какой-то цех будет работать по одной смене

каждую субботу. Эта информация передается, в том числе, ответственным по управлению персоналом. И мы можем заранее согласовать планы с сотрудниками.

Помимо этого, стали возможными расчет сценариев сборочных линий и выбор наилучшего плана запуска сборки для обеспечения выпуска дополнительных деталей, потребность в которых возникла в течение планового периода. Повысилась эффективность использования ресурсов и снизилась стоимость незавершенных работ на сборочных линиях. Сложность работ по планированию производства снизилась на 40%.

**Сколько времени ушло на переход от пилотного проекта к промышленной эксплуатации решения?**

**И. Васютенков:** Мы сразу приступили к процессу внедрения, который занял около полугода.

Этому предшествовала длительная подготовительная работа. Вместе с программистом мы отражали в системе все особенности производственного процесса, ставили задачи, определяли, что из этого возможно, что – нет, а для чего потребуется написать код.

**А. Тарасов:** Так как процесс разработки новых моделей продукции, изменения техпроцессов, запуска новых производственных мощностей на заводе идет постоянно, большую роль играет возможность доработки решения под существующие реалии. Гибкость производства присуща большинству российских предприятий. Это требует от программиста углубленной работы с системой имитационного моделирования, а от разработанной модели – возможности «докрутить» настройки для решения узкоспециализированных задач.

**Какие конкурентные преимущества дает вам использование технологий Siemens Digital Industries Software?**

**И. Васютенков:** Основные преимущества – это оперативность принятия решений и условия для оценки увеличения плана. Мы также получили возможность пересортировки по вагонам. Уменьшили производственный цикл по сборочным линиям: время выполнения заказа сократилось на 25%. Нашим коллегам стало проще рассчитывать загрузку мощностей, анализировать риски и разрабатывать меры по их нейтрализации.

**Что вы считаете основными факторами успеха проекта?**

**А. Тарасов:** Можно сравнить проект с подготовкой диссертационной

работы, поскольку и в том и в другом случае важно на старте понимать, что тема действительно значимая и актуальная. Внедрение имитационных моделей на ТВЗ было востребовано и ожидаемо. Я говорю это с полной уверенностью, так как в некоторых проектах в сфере имитационного моделирования нам приходилось прилагать усилия для выявления достигнутого эффекта, результаты были не на поверхности. Здесь же результат настолько очевиден, настолько понятен, что эта востребованность и служит одним из важнейших факторов, определивших успех проекта на старте. Второй фактор – команда. Игорь Васютенков со стороны ОАО «Тверской вагоностроительный завод» и программист Роман Ушаков от ООО «2050-Интегратор» провели колоссальную работу в рамках внедрения и практического использования решения от Siemens. Они – увлеченные искатели, которые любят свое дело. Еще один немаловажный фактор – поддержка лично со стороны генерального директора. Сейчас практически любые решения – по планированию, оценке инвестпроектов, развитию производства – проверяются с помощью имитационного моделирования. Без предварительного

создания модели серьезные решения на заводе не принимаются.

**И. Васютенков:** Мы понимали, что нам это необходимо, и поэтому бросили все силы на воплощение задуманного. В любой сфере главное – правильная постановка задач. От этого и будет зависеть конечный результат.

**Завод стал первым предприятием АО «Трансмашхолдинг», приступившим к внедрению новой производственной системы «Бережливое производство». Приятно, что решения Siemens стали частью реализации этой программы. В настоящее время охвачено 97% участков ТВЗ. Какие скрытые потери позволяет устранить решение Tecnomatix Plant Simulation?**

**И. Васютенков:** Теперь мы имеем возможность планировать сборку с высокой точностью – для любого производимого вагона рассматривается конкретная дата на каждую позицию сборки с указанием точного времени. Например, не просто 20 мая, а 20 мая в 15:00, это позволяет вовремя осуществлять комплектную поставку деталей собственного изготовления и товарно-материальных ценностей. Точность моделирования в системе

Tecnomatix Plant Simulation служит залогом поставки в срок и в нужной комплектации.

**Каким вы видите ТВЗ через 20 лет? И какое место занимают цифровые технологии для его развития?**

**И. Васютенков:** Я представляю наш завод полностью цифровым: прослеживаемость перемещений всех объектов, всех деталей и всех товарно-материальных ценностей. Я вижу это так: в центре расположена одна огромная информационная панель 5 на 7 метров, на которой отображается все происходящее. К примеру, сломалось оборудование – и сразу же на панели загорается красный сигнал. Или вагон, по данным Tecnomatix Plant Simulation, должен был зайти на линию в 15:00, а он зашел в 17:00. И вновь – красный сигнал. А находящийся рядом ситуационно-аналитический центр отслеживает эту информацию и принимает управленческие решения в режиме реального времени. Ответственные сотрудники разбираются, почему это произошло, проводят оценку рисков, чтобы такого больше не повторилось. Вместо множества разнородных программ единая платформа – многофункциональная, интуитивно понятная и максимально эффективная.



# Lion Electric делает города экологичными и безопасными

Производитель электрических автобусов использует Simcenter Amesim для оптимизации конструкции аккумулятора и управления тепловыми режимами на самых ранних этапах разработки



Темпы урбанизации постоянно растут: по данным ООН, к 2030 году в мире будет создан 41 мегаполис с населением более 10 миллионов человек. С увеличением количества жителей на планете возрастет и количество автомобилей, а значит, повысится уровень загрязнения воздуха, ведь на транспорт приходится треть всех выбросов загрязняющих веществ. Очевидно, что разработка системы общественного транспорта должна учитывать эти факторы.

Представители крупнейших городов мира, суммарное население которых составляет 650 миллионов человек, создали инициативную группу C40 Cities Climate Leadership Group. Эта группа решает проблемы, связанные с изменением климата, и выдвигает инициативы, направленные на сокращение выбросов парниковых газов и заторов на дорогах. Главы городов, которые входят в инициативную группу, обещают, что к 2025 году будут закупать только экологичные автобусы с нулевым выбросом вредных веществ. Они надеются, что подобные меры значительно снизят количество автотранспорта на ископаемом топливе, сделают города более экологичными и безопасными.

#### Новое качество жизни

С начала своего основания в 2011 году The Lion Electric Co. разрабатывает экологичные автобусы для систем общественного транспорта. Компания проектирует и производит электрические школьные автобусы, автобусы маленькой и средней вместимости для перевозки людей с ограниченными возможностями, городские автобусы, а также грузовые автомобили и является лидером по производству электрических автобусов для общественного транспорта в Северной Америке. Штаб-квартира компании находится в городе Сен-Жером в канадской провинции Квебек. Сотрудники и руководители Lion Electric верят в то, что переход на электрические транспортные средства позитивно повлияет на общество, окружающую среду и качество жизни в целом.

При разработке электрических автобусов возникают новые, сложные задачи, например, управление тепловым режимом аккумулятора, а также интеграция аккумулятора в транспортное средство. Инженер-разработчик силовых агрегатов Lion Electric Рафаэль Уэлл объясняет: «При проектировании электро-мобилей используется анализ подсистем для получения точного представления о том, как испытательные циклы и сценарии зарядки влияют на характеристики аккумулятора. Это необходимо для разработки стратегии управления тепловыми режимами и достижения баланса в регулировании циркуляции охлаждающих потоков в циклах охлаждения – нагрева, что позволяет улучшить управление тепловыми режимами на уровне всего автомобиля. Кроме того, мы ожидаем, что уже на ранних стадиях разработки сможем проанализировать общие характеристики автомобиля во время реальных циклов вождения для реалистичной оценки запаса хода».

#### Быстрая разработка силового агрегата

В своем подходе специалисты Lion Electric учитывают многие факторы будущего изделия в самом начале разработки. Это позволяет компании принять во внимание характеристики, влияющие на безопасность транспортного средства, избежать дополнительных издержек и срывов сроков вывода изделия на рынок, отзыва изделий из-за ошибочных конструкторских решений. Для разработки аккумуляторов и оценки их характеристик после интеграции в автомобиль уже на ранней стадии разработки команда инженеров Lion Electric выбрала решение Simcenter Amesim™ от Siemens Digital Industries Software.

Lion Electric с нуля начала моделировать конструкцию аккумулятора и управление тепловыми режимами. Она сотрудничала с компанией Мауа НТТ, которая оказывала техническую поддержку в моделировании аккумулятора и поиске оптимальной архитектуры.

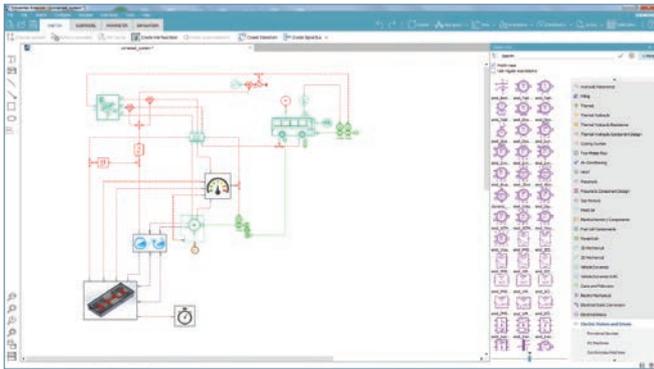


Рис.1. Моделирование транспортного средства в Simcenter Amesim

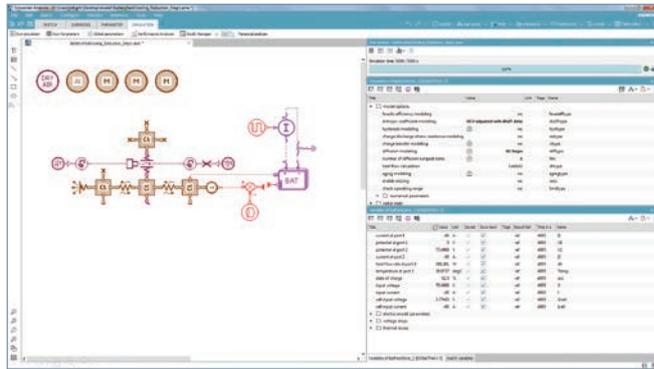


Рис.2. Моделирование аккумуляторной батареи в Simcenter Amesim

# «С помощью Simcenter Amesim мы смоделировали теплообмен в аккумуляторе и принудительное воздушное охлаждение, а также нашли лучший вариант архитектуры для элементов аккумулятора»

Рафаэль Уэллс,  
инженер-разработчик силовых агрегатов,  
The Lion Electric Co.



Рис.3. Электрический школьный автобус

Инженеры Lion Electric проектировали элементы аккумуляторов и моделировали теплообмен сначала внутри алюминиевого корпуса, а затем на уровне систем, окружающих аккумулятор.

«С помощью Simcenter Amesim мы смоделировали теплообмен в аккумуляторе и принудительное воздушное охлаждение, а также нашли лучший вариант архитектуры для элементов аккумулятора», – объясняет Уэллс. Специалисты смогли определить напряжение разомкнутой цепи и внутреннее сопротивление аккумулятора в несколько щелчков мыши, используя приложение для импорта технических данных по трем аккумуляторам.

После того как инженеры Lion Electric спроектировали аккумулятор, они провели испытания его физического прототипа в камере с контролируемыми условиями, чтобы внести изменения в цифровую модель в соответствии с результатами испытаний. В итоге модель стала более точной с точки зрения электрических характеристик и отвода тепла. Рафаэль Уэллс считает, что Simcenter Amesim позволил принимать верные решения с самого начала разработки и сократил время вывода изделия на рынок.

### Удобство в использовании и оперативные отчеты

Простой интерфейс и быстрое создание отчетов – это то, что выделяет Simcenter Amesim в глазах сотрудников Lion Electric. Simcenter Amesim позволяет легко создавать графики и отчеты, с помощью которых инженеры могут быстро делать презентации. Решение дает возможность включать в расчет больше переменных, чем при использовании

электронных таблиц, поэтому результаты получаются более точными. Все расчеты можно запустить повторно. Simcenter Amesim обладает рядом преимуществ: интуитивно понятный интерфейс, мощные, оптимизированные алгоритмы, легкое управление данными (визуализация, постпроцессинг, глобальные параметры), встроенные инструменты (оптимизация, 3D-визуализация и другие), которые помогают экономить время и отчитываться о результатах перед руководством и заказчиками, представляя их в простой для понимания форме.

### Возможности для инноваций

«Мы заменили программное обеспечение на основе электронных таблиц на Simcenter Amesim, что позволяет более детально анализировать характеристики аккумуляторов, – говорит Уэллс. – Разработка и оптимизация архитектуры аккумулятора и управления тепловыми режимами способствует получению качественного изделия уже в начале разработки. Мы отвечаем за каждый элемент конструкции, поэтому конечные изделия у нас получаются лучше, чем у производителей, которые просто электрифицируют транспортные средства других компаний и их ходовые части».

Инженерный анализ позволяет Lion Electric экономить время и деньги, чтобы осваивать новые технологии, а также дает много возможностей для инноваций: запуская в производство детали транспортного средства текущего поколения, инженеры уже продумывают способы улучшения систем следующих поколений автомобилей.

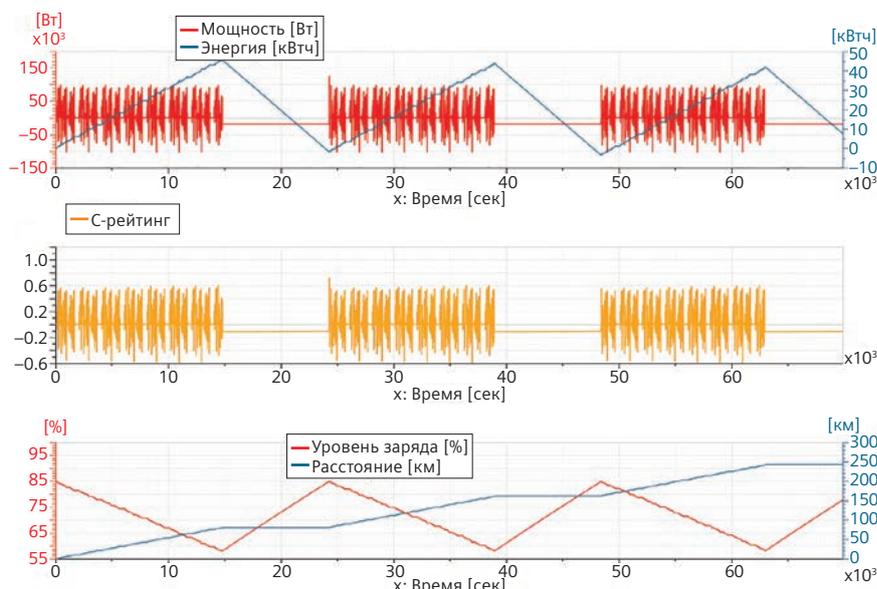


Рис.4. Профили циклов работы аккумуляторной батареи в Simcenter Amesim



Рис.5. Полностью электрический городской грузовик

**«Simcenter Amesim позволяет принимать верные решения с самого начала проектирования и оптимизировать время вывода изделия на рынок»**

Рафаэль Уэллс,  
инженер-разработчик силовых агрегатов,  
The Lion Electric Co.

# Безопасность на 360 градусов

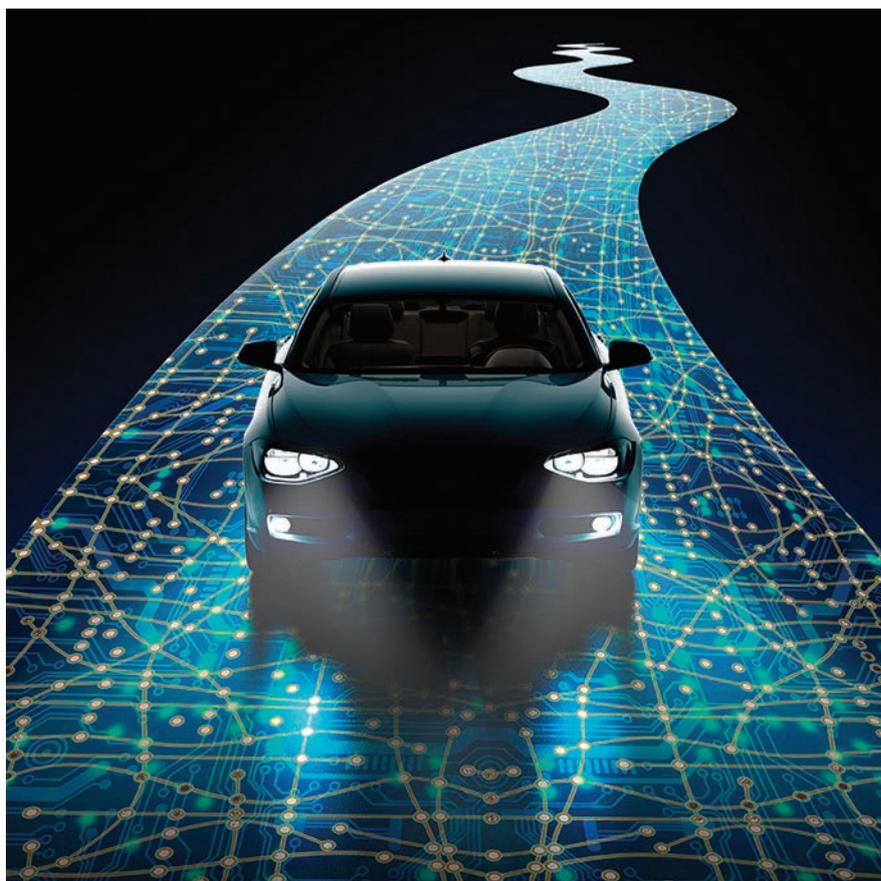
Новое решение Simcenter Prescan360 позволяет провести расчет тысяч различных дорожных сценариев при разработке транспортных средств

Появление беспилотных автомобилей меняет подходы производителей к разработке транспортных средств нового поколения. Только наличие самых современных технологий может обеспечить безопасное и комфортное перемещение людей в городском транспортном потоке под управлением бортовых систем автомобиля. Такие системы должны разрабатываться в стабильной, контролируемой и высоконадежной среде. Эпоха нового подхода к проектированию транспортных средств уже наступила.

Решения от Siemens Digital Industries Software дают возможность автоматизировать рабочие процессы, анализировать проектные решения и верифицировать конструкции автономных автомобилей как на уровне отдельных систем и программного обеспечения, так и транспортного средства в целом. В результате внедрения цифровых технологий компании получают хорошо отлаженные и контролируемые процессы разработки беспилотных автомобилей.

Основное требование, которое необходимо соблюдать на всех стадиях проектирования беспилотного автомобиля, – обеспечение безопасности пассажиров. Перенос ответственности за решения в момент предотвращения аварии от водителя к изготовителю влияет на процесс разработки. Автопроизводителям придется подтверждать надежность применяемых процессов и эффективность систем автоматизированного вождения, особенно в тех случаях, когда из-за неверного маневра беспилотного автомобиля могут пострадать или погибнуть люди.

Системы автоматизированного вождения должны безопасно



реагировать на все возможные дорожные ситуации в любых погодных условиях и при любом состоянии покрытия. Такие системы очень сложные, и производителям необходимо построить процесс их контроля и проверки характеристик в самых разных условиях эксплуатации. Процесс должен быть воспроизводимым, чтобы те же испытания можно было повторить с новой модификацией автомобиля. Это позволит сравнить различные показатели и исследовать все проектные решения.

Siemens Digital Industries Software разработала платформу для всеобъемлющей верификации и валидации систем под названием Simcenter Prescan360™, входящую

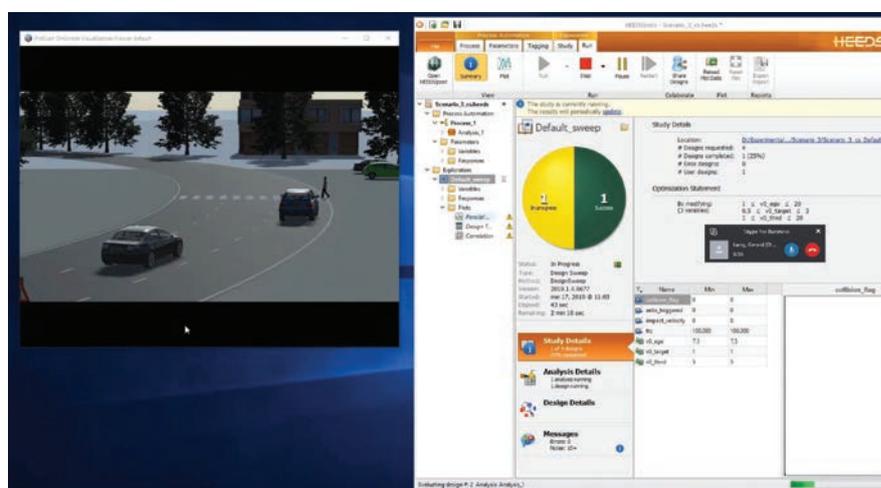
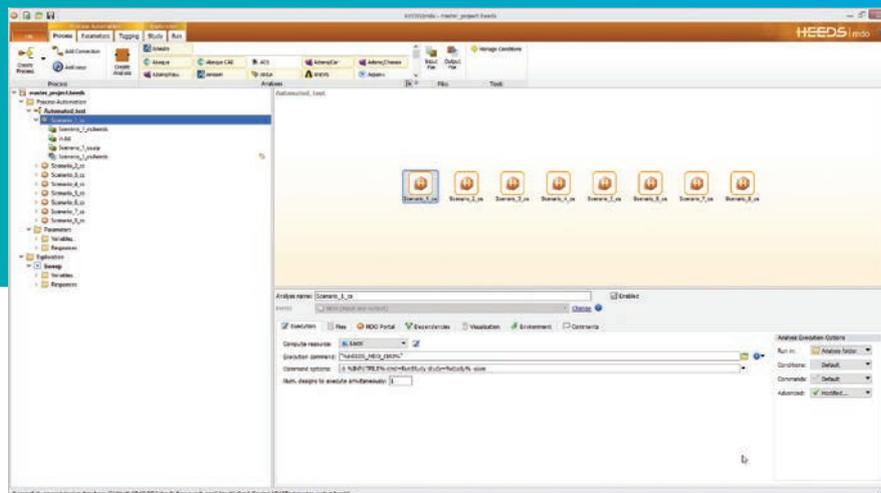
в линейку портфеля Simcenter. Исходя из требований к изделию и архитектуры автомобильных систем, решение позволяет создать бесконечное число виртуальных сценариев, объединяя модели окружающего мира, автомобиля и информацию с датчиков.

Для проверки каждого требования Simcenter Prescan360 подбирает варианты испытаний, общее число рассматриваемых сценариев может достигать сотен или даже тысяч. Совместное использование систем Simcenter Prescan и HEEDS™ дает возможность реализовать сразу несколько подходов к автоматической генерации подобных вариантов испытаний. Обычно для такого подхода применяются

специальные инструменты на основе скриптов. Также специалисты могут воспользоваться программным комплексом Simcenter Amesim – именно это решение чаще всего применяется при разработке моделей транспортных средств с поддержкой различных уровней детализации элементов и систем. Ко-симуляция с Simcenter Amesim позволяет добиться необходимой точности и оптимизировать время расчета.

Simcenter Prescan учитывает фактические отражающие свойства объектов при моделировании радаров, камер, лидаров (лазерных дальномеров) и ультразвуковых датчиков. Пользователь имеет возможность сам выбирать модели датчиков и степень детализации: от самых базовых математических моделей до моделирования распространения волн и функционирования датчика. Платформа HEEDS служит управляющим инструментом, который позволяет автоматизировать процесс создания сценариев испытаний, процесс верификации и валидации систем. Решение HEEDS обеспечивает эффективные расчеты тысяч сценариев с применением имеющейся вычислительной инфраструктуры, обеспечивая связь требований к изделию с результатами расчетов.

Проведение сотен и тысяч различных расчетов требует серьезных вычислительных мощностей. Приобретение и содержание необходимой инфраструктуры обязывает компании к большим капитальным вложениям, что не всегда целесообразно. Отвечая этому вызову, Siemens Digital Industries Software предлагает своим заказчикам возможность запуска расчетов в облачной инфраструктуре.



В Simcenter Prescan360 большинство испытаний полностью выполняются на основе виртуальных моделей (подход MiL). Такой подход объединяет высокоточные виртуальные модели транспортного средства, окружающей среды, датчиков и системы управления для получения максимально достоверных результатов расчетов.

На практике такие модели – начальная точка для создания различных тестовых сценариев. Для построения сценариев пользователь может использовать самые разные источники информации. Например, существуют специализированные базы данных по сценариям – такие как GIDAS и CIDAS (базы данных по дорожно-транспортным происшествиям в Германии и Китае соответственно). Многие автопроизводители и поставщики компонентов сами проводят испытания и фиксируют данные о дорожном движении, преобразуя их в дорожные сценарии в формате OpenSCENARIO. Наконец,

существуют специальные программы для искусственной генерации сценариев. В Simcenter Prescan можно загрузить сценарии практически из всех источников, чтобы проводить расчеты на компьютерных кластерах. Генерацией, согласованием и исполнением огромного числа вариантов испытаний занимается система HEEDS.

Появление Simcenter Prescan360 стало настоящим прорывом на пути к массовому выпуску автономных автомобилей. Объединив решения Simcenter Prescan и HEEDS, автопроизводители получают прочную основу для новой платформы контроля и проверки характеристик отдельных систем и всего автомобиля в целом. Компания Siemens Digital Industries Software продолжает инвестировать в разработку своих продуктов, стараясь сделать их максимально эффективными, помогая заказчикам создавать безопасные, надежные и комфортные автономные автомобили.

Интервью журналу «ЭЛЕКТРОНИКА: НТБ»

# Комплексный подход к цифровизации разработки и производства как машиностроительной, так и электронной продукции



Виктор Беспалов,  
вице-президент,  
генеральный менеджер  
Siemens Digital Industries Software  
в России, СНГ и Турции

Сегодня Siemens – единственная компания на рынке, которая предлагает комплексный подход к цифровизации разработки и производства как машиностроительной, так и электронной продукции.

С момента приобретения концерном Siemens в 2007 году компании UGS, поставщика решений по управлению жизненным циклом изделий, многое изменилось в подходах и технологиях, применяемых в этой области. Однако для программного подразделения Siemens неизменным остается дальнейшее развитие соединения возможностей виртуального и физического миров с целью повышения эффективности работы заказчиков. В далеком 2007 году Siemens ставила задачу занять лидирующие позиции на рынке программного обеспечения для промышленности. Сегодня можно утверждать, что задача решена: концерн вошел в десятку крупнейших поставщиков программного обеспечения. Компания намерена и дальше инвестировать в развитие передовых софтверных технологий и решений, в частности для электронной отрасли. О ключевых направлениях работы программного подразделения Siemens нам рассказали Виктор Евгеньевич Беспалов, вице-президент, генеральный менеджер Siemens Digital Industries Software в России, СНГ и Турции и Дмитрий Борисович Собянин, руководитель бизнес-направления «Приборостроение и Роскосмос» Siemens Digital Industries Software.

**Виктор Евгеньевич, чем обусловлено недавнее изменение названия компании с Siemens PLM Software на Siemens Digital Industries Software?**

**В. Беспалов:** Смена названия стала логичным шагом в развитии компании. Тем самым Siemens подчеркнула, что вышла за рамки PLM-систем и не ограничивается этим направлением, а также обозначила курс на цифровизацию промышленности. Благодаря приобретениям за последние два-три года компания существенно пополнила портфель решений и вышла за рамки традиционного рыночного сегмента. Мы по-прежнему намерены занимать лидирующие позиции на мировом рынке программного обеспечения и расширять предложения для заказчиков.

На сегодняшний день Siemens – единственный поставщик в мире, который обладает системами по цифровизации разработки, производства и сервиса для всех отраслей: начиная от проектирования микросхем любой сложности и заканчивая разработкой комплексных систем, будь то самолет, двигатель, судно или ракета-носитель. При этом наши решения охватывают задачи на всех этапах жизненного цикла изделия – от ранних этапов разработки продуктов до производства и сопровождения. Также необходимо отметить среди наших решений – операционную систему для промышленного интернета вещей MindSphere. Система предназначена для сбора и анализа больших данных с целью



Дмитрий Собянин,  
руководитель бизнес-направления  
«Приборостроение и Роскосмос»  
Siemens Digital Industries Software

повышения эффективности работы производства и функционирования изделий, с которых собирается эта информация.

**Siemens Digital Industries Software ассоциируется с авиакосмической, автомобилестроительной отраслями, машиностроением.**

**Почему сейчас заметное внимание уделяется электронике и микроэлектронике?**

**В. Беспалов:** Исторически Siemens много и активно работала с авиакосмической, автомобильной и машиностроительной отраслями.

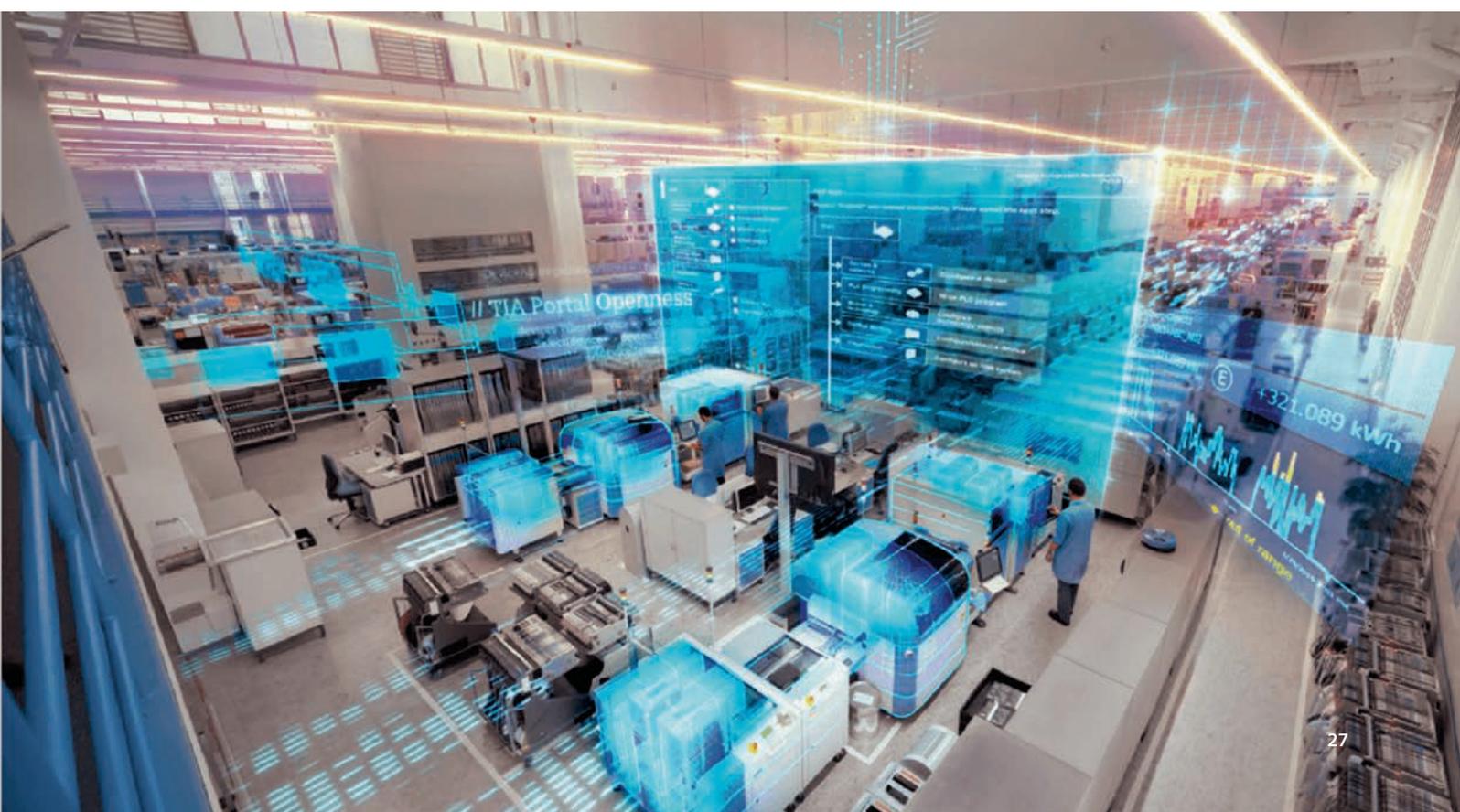
Выпускаемые ими изделия содержат в себе большое количество электронных компонентов и программного кода, что во многом и определяет инновационность и интеллектуальность создаваемых продуктов. Поэтому задачи, связанные с электронными компонентами, так и или иначе были и ранее представлены в решениях, которые мы предлагали заказчикам. Изделия становились все более сложными, а процессы, связанные с их разработкой и производством, – еще более комплексными. Комплексность

и сложность обусловлены необходимостью интеграции механических, электронных, кабельно-жгутовых и программных компонентов. Откликаясь на требования заказчиков, Siemens наряду с развитием собственных продуктов инвестировала в приобретение специализированных решений, необходимых для разработки и производства непосредственно электронных компонентов, которые удачно дополняли создаваемые продукты.

Из недавних крупных приобретений (было куплено также несколько нишевых специализированных компаний) стоит отметить компанию Camstar, поставщика MES-систем для производства в электронной промышленности, компанию Mentor Graphics, крупнейшего мирового разработчика решений для проектирования и моделирования электронных систем и оборудования (начиная от интегральной микросхемы и заканчивая многослойными печатными платами). В рамках развития своих решений Siemens всегда придерживалась системного подхода, при котором любое сложное изделие рассматривается как система систем, которая состоит из механических, электронных, программных компонентов, интегрируемых между собой.

## «Наши решения охватывают задачи на всех этапах жизненного цикла изделия – от ранних этапов разработки продуктов до производства и сопровождения»

Виктор Беспалов,  
вице-президент, генеральный менеджер  
Siemens Digital Industries Software в России, СНГ и Турции



# «Предложенный нами комплексный подход позволяет разрабатывать изделия как сложную систему, состоящую из многих подсистем»

Виктор Беспалов,  
вице-президент, генеральный менеджер  
Siemens Digital Industries Software в России, СНГ и Турции

По мнению некоторых конкурентов, «цифровой двойник – это ничего нового», но это не так! Раньше наши заказчики могли об этом только мечтать, потому что не было комплексных решений для получения цифрового двойника, который объединяет в себе не только геометрию механических, электронных, кабельно-жгутовых и программных компонентов, но и физику процессов, моделирующих поведение реального изделия с высокой степенью достоверности. Например, сейчас можно сразу решить комплексную задачу анализа нагрева установленного на плате кристалла с учетом его структурных дефектов, а также рассчитать, каково энергопотребление этой платы и проанализировать необходимое обеспечение радиационной стойкости, что важно для космической промышленности, где критичные факторы – вес и отвод тепла. Но самое главное – не только выполнить сложные инженерные расчеты, но и найти оптимальную конструкцию. Ранее выполнение подобных задач требовало многих промежуточных действий, что очень удлиняло процесс поиска оптимального инженерного и научного решения. Сегодня с использованием наших продуктов Teamcenter, Simcenter и NX, которые объединены в платформу разработки Xcelerator, поиск решения возможен в единой среде, в сжатые сроки и с оптимальным результатом.

**Электроника входит в состав различных систем, при ее разработке и изготовлении цифровой процесс сопряжен с процессами создания конечных изделий. Насколько решения Siemens охватывают различные уровни иерархии: от полупроводникового кристалла до автомобиля или спутника, дата-центра или сотовой сети?**

**В. Беспалов:** В настоящее время решения Siemens охватывают всю иерархию: от интегральной микросхемы до сложного изделия, состоящего из многих тысяч механических и электронных компонентов и частей. Мы не просто предоставляем средства разработки продуктов и процессов технологической подготовки производства. Предложенный нами комплексный подход позволяет разрабатывать изделия как сложную систему, состоящую из многих

подсистем. С учетом всех ограничений и сложностей, возникающих на различных уровнях детализации, это становится критически важным.

Например, при разработке беспилотных транспортных средств стоит задача не только разработать, но и испытать изделие. По оценке специалистов Toyota, для получения сертификата беспилотного средства, соответствующего самому высокому, пятому, уровню, такой транспорт должен проехать более 14 миллионов километров, что физически невозможно. Поэтому востребованы технологии и подходы, обеспечивающие проведение соответствующих испытаний, в том числе в виртуальной среде. Основная задача при таких испытаниях – отработка взаимодействия программного кода систем управления, исполнительных систем (тормозов, трансмиссии, двигателя) и датчиков, воспринимающих окружающую обстановку и состояние систем беспилотного средства. Сложность заключается в том, чтобы не только разрабатывать отдельные подсистемы устройств, но и проверять работу комплекса в целом в различных дорожных условиях. Подход Siemens предлагает единую платформу разработки, что позволяет решать сложные интеграционные задачи на различных уровнях иерархических систем.

**Как технология цифровых двойников применяется в электронной промышленности?**  
**Д. Собянин:** Цифровые двойники в электронике и микроэлектронике используются на всех этапах жизненного цикла – от формирования и верификации характеристик изделия, разработки технологии

изготовления, производства, эксплуатации до выполнения сервисных операций. При этом учитываются отраслевые особенности, например, решение для бортовой электроники космического и воздушного базирования включает программно-аппаратные комплексы сбора и анализа данных виброиспытаний Simcenter Testing (ранее – LMS TEST), которые позволяют верифицировать расчетные модели и сократить число натурных испытаний за счет выполнения части работ в виртуальной среде. Решение для телекоммуникационных систем 5G позволяет создать цифровой двойник базовой станции и включает комплекс средств верификации функциональных характеристик изделия и системы программной и физической эмуляции сложных систем на кристалле (СНК). Решение для микроэлектроники включает технологию управления жизненным циклом полупроводниковых изделий на базе Semiconductor Lifecycle Management, которую мы впервые покажем в России на нашем сентябрьском форуме **Realize LIVE Russia 2020**. В состав решения также входит система оперативного управления производством микроэлектроники Siemens Opcenter Execution Semiconductor (ранее – Camstar Semiconductor).

Решения Siemens Digital Industries Software охватывают все направления и этапы разработки электронной аппаратуры любого назначения и сложности, включая системную инженерию, механику и мехатронику, печатные платы и полупроводниковые компоненты, кабельно-жгутовые соединения, управление разработкой

встроенного программного обеспечения, инженерный анализ изделия и функциональную верификацию, анализ надежности РЭА, технологическую подготовку производства и многое другое. Совместная работа над цифровым двойником изделия осуществляется в Teamcenter. Предприятие может вести разработку полностью в технологиях Siemens или применять отдельные инструменты в сочетании со своими системами.

**Ценность технологического партнера определяется не только спектром продукции и услуг, но и наличием практического опыта. Какие компании из сферы электроники являются клиентами Siemens?**

**В. Беспалов:** У Siemens накоплен уникальный опыт в области электроники в рамках собственных предприятий. Но есть яркие примеры применения наших решений у заказчиков. Так, голландская компания ASML, один из ведущих мировых поставщиков систем фотолитографии для полупроводниковой промышленности, успешно использует наши технологии для организации совместной работы сотрудников, разработки изделий, а также виртуального моделирования вариантов производственных процессов до запуска производственной линии.

Samsung Electronics – лидер в области потребительской электроники – применяет решения Siemens Digital Industries Software для создания цифровых двойников целой линейки продукции: телевизоров, принтеров, мобильных телефонов и т. д. Благодаря этому сроки разработки новых изделий сократились на 30%.

**«Прежде чем инвестировать, российский заказчик хочет на 100% быть уверен, что решения точно соответствуют как заявленным вендором характеристикам, так и требованиям, предъявленным самим заказчиком»**

Виктор Беспалов,  
 вице-президент, генеральный менеджер Siemens Digital Industries Software в России, СНГ и Турции

NASA активно использует технологии Siemens для разработки космической бортовой электроники и микроэлектроники.

**Насколько сложным для Siemens является российский рынок? В чем различие подходов российских предприятий и традиционных заказчиков Siemens Digital Industries Software?**

**В. Беспалов:** Хороший вопрос. Я бы сказал, что российский рынок, с одной стороны, не сильно отличается от мирового, поскольку требования заказчиков в нашей стране и международных клиентов компании совпадают. С другой стороны, безусловно, следует учитывать особенность, связанную с менталитетом российских специалистов. Отечественные заказчики в первую очередь обращают внимание на технологию и технические преимущества, которые дают наши решения. Зачастую меньше внимания уделяют бизнес-возможностям, которые следуют из технологических преимуществ. Прежде чем инвестировать, российский заказчик хочет на 100% быть уверен, что решения точно соответствуют как заявленным вендором характеристикам, так и требованиям, предъявленным самим заказчиком. Подход выглядит более технократическим и отличается от подхода зарубежных коллег, которые наряду с техническими требованиями большое внимание уделяют бизнес-результатам. Но мы к этому привыкли и готовы демонстрировать технологические преимущества наших решений на ранних этапах выбора системы.

**Расскажите, пожалуйста, об успешных проектах Siemens Digital Industries Software в России.**

**В. Беспалов:** За более чем 27 лет работы на российском рынке Siemens Digital Industries Software накопила колоссальный опыт, нам есть чем гордиться. Большая часть высокотехнологичных проектов, которые продолжают реализовываться в России, не обходятся без решений Siemens. В авиации речь идет о таких проектах, как Sukhoi Superjet, MC-21, новые двигатели ПД-14. В автомобилестроении это проект «Единая модульная платформа», на базе которой создан президентский лимузин Aurus,

а также магистральный тягач нового поколения КАМАЗ-5490, в транспортной сфере – это электропоезд «Ласточка», много примеров в энергетике и общем машиностроении. Благодаря расширению нашего портфеля мы открываем для себя новые сегменты, например электронику. Уже видим серьезный спрос на наши решения. Я не готов сейчас говорить о конкретных компаниях, однако ряд проектов находится в стадии разработки и развития. Надеюсь, что до конца года мы сможем назвать несколько широко известных компаний в сфере электроники и приборостроения.

**Дмитрий Борисович, недавно вы принимали участие в отраслевой конференции «Разработка и производство оборудования для построения информационной инфраструктуры», где речь шла, в частности, об импортозамещении и локализации производства. Расскажите, пожалуйста, как эти темы связаны с Siemens.**

**Д. Собянин:** Импортозамещение означает прежде всего повышение конкурентоспособности и увеличение доли российских предприятий за счет выпуска современной надежной электроники и микроэлектроники. Предприятиям нужен спрос, основанный на высоких потребительских характеристиках, качестве и надежности продукции. Только при таком условии начинают работать рыночные механизмы, появляется возможность привлечь инвестиции и расти быстрее конкурентов. В равной степени это касается рынков гражданской продукции и промышленной электроники. Для выпуска продукции на уровне международных конкурентов нужно как минимум при разработке и производстве использовать технологии такого же уровня. В этом Siemens Digital Industries Software готова оказать помощь российским приборостроительным предприятиям, обеспечив трансфер современных технологий в электронике и микроэлектронике. Высокий технологический уровень разработки и производства позволит предприятиям выпускать конкурентоспособную продукцию, вовремя выводить на рынок новые изделия и чувствовать себя уверенно в конкурентной борьбе.

**В рамках Стратегии развития электронной промышленности на период до 2030 года большое внимание уделяется производству электроники и микроэлектроники в России. Чем здесь могут быть полезны решения Siemens?**

**Д. Собянин:** Технологии Siemens Digital Industries Software позволяют как разработать проект модернизации или создания с нуля производства электроники и микроэлектроники, так и обеспечить операционную деятельность предприятия. Для разработки оптимальной стратегии модернизации производства применяется система имитационного моделирования Tecnomatix Plant Simulation, которая позволяет выбрать тип и производительность оборудования, рассчитать его оптимальную расстановку, определить необходимое количество персонала и сменность, спроектировать отдельные эргономичные рабочие места. Цифровой двойник производственного цеха предоставляет возможность до выхода на проект обнаружить узкие места, оценить трудоемкость операций и рассчитать операционные показатели.

Для автоматизации операционной деятельности предназначена отраслевая система управления производством Camstar Electronics Suite. Технология с 20-летней историей успешных внедрений на мировом рынке предусматривает три основные конфигурации, настроенные для производства электронной аппаратуры, медицинской техники и микроэлектроники. Система позволяет обеспечить контроль производственных процессов, управление движением материалов в цехах и реализацию концепции JIT для линий монтажа печатных плат, сквозную прослеживаемость компонентов, входной контроль, оперативное планирование, обмен данными с промышленным оборудованием, их анализ и выявление трендов. Решение выполняет функцию связующего звена между бизнес-системами, такими как ERP, PLM, и системами цехового уровня, создавая условия повышения эффективности работы завода и всей логистической цепочки. В результате предприятие получает операционную прозрачность, высокую гибкость и эффективность производства.

Ощущаете ли вы конкуренцию со стороны российских разработчиков, которые ближе к нуждам отечественных предприятий, говорят с ними на одном языке и предлагают доступные цены?

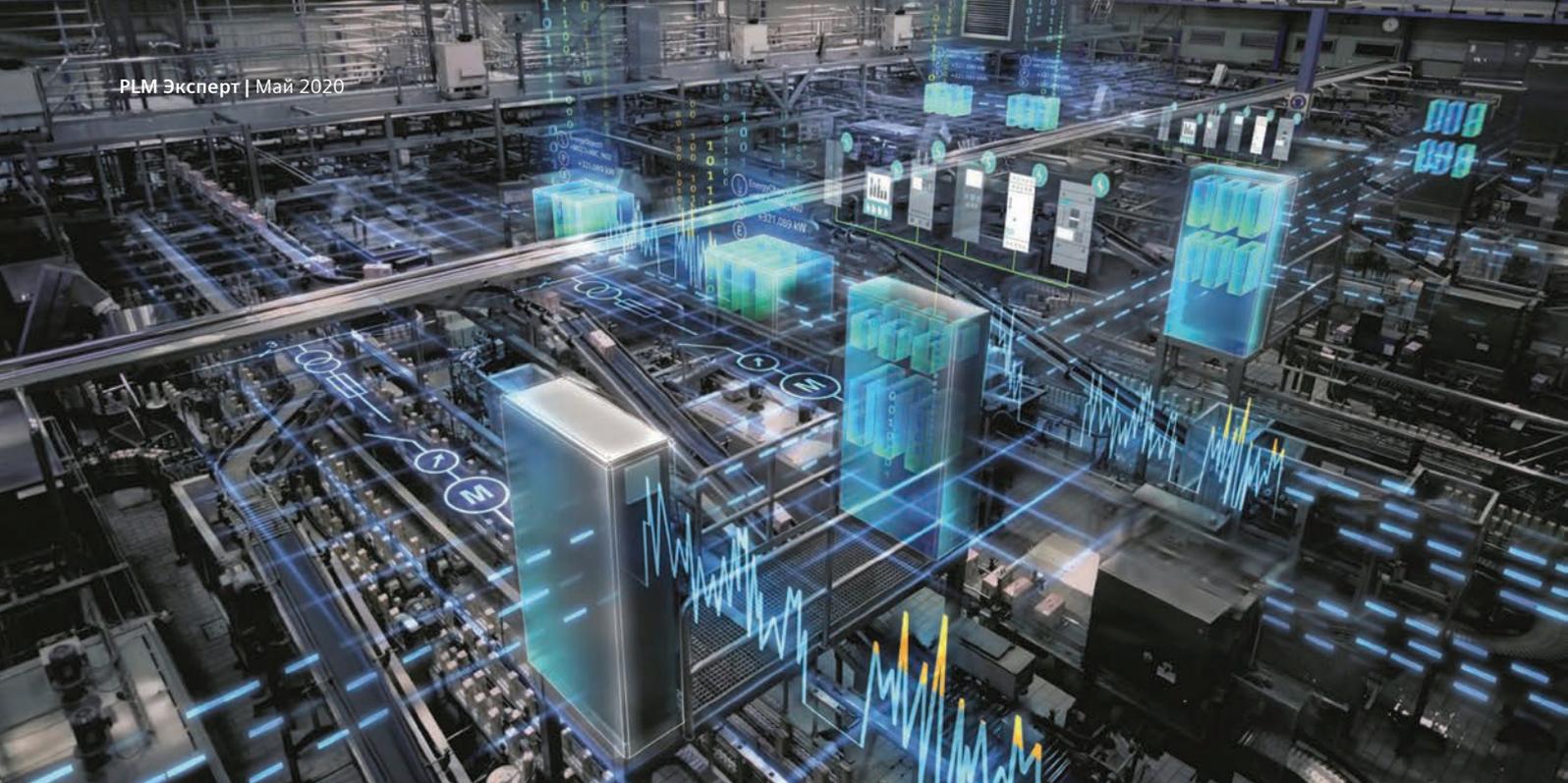
**В. Беспалов:** Мы всегда уважительно относимся к российским компаниям – разработчикам ПО. Я не соглашусь с тем, что российские разработчики ближе к нуждам отечественных предприятий. Компания Siemens также удовлетворяет все локальные требования, связанные с поддержкой стандартов разработки и производства. Но мы отличаемся от российских разработчиков тем, что располагаем значительным мировым опытом. Предлагаемые российским заказчикам решения используются компаниями во всем мире.

Не секрет, что в области электронной промышленности Россия, к сожалению, отстает, и мировой опыт особенно важен. Мы намерены им делиться с российскими заказчиками, предлагать все лучшее, что заложено в функционале систем компании. наших российских заказчиков готовы консультировать коллеги из Европы и Азии. Немаловажно и то, что мы предлагаем конкурентные цены, понимая, что существуют ограничения бюджета и более дешевые локальные продукты. Хотелось бы подчеркнуть, что мы всегда учитываем требования российских заказчиков, не полагаясь только на имеющийся опыт. Поэтому, я бы сказал, что мы успешно конкурируем с нашими российскими коллегами.

Одна из давно обсуждаемых проблем в российской радиоэлектронной отрасли – разрыв между разработчиками, производителями ЭКБ и «аппаратурщиками». Можно ли с помощью средств сквозного проектирования Siemens выстроить цепочку кооперации так, чтобы на ранних стадиях разработки компонентов учитывались требования, предъявляемые к конечным изделиям?

**Д. Собянин:** Хорошим примером является компания Nexperia, мировой производитель полупроводниковых компонентов, которая работает в кооперации





с ведущими производителями автомобильной техники и мобильной электроники и использует технологии Siemens для решения именно этой задачи. Система Teamcenter позволяет сотрудникам организовать единое информационное пространство для взаимодействия разработчиков и производителей конечных изделий и электронных компонентов, разработчиков оборудования и дизайн-центров в сфере микроэлектроники, создавать ЭКБ в контексте требований к конечному изделию, а также формировать отраслевые библиотеки ЭКБ с актуальной информацией для потребителей.

Для верификации характеристик полупроводниковых компонентов на соответствие проектным требованиям используется специализированный программно-аппаратный комплекс MicReD, который позволяет верифицировать тепловые характеристики интегральных схем, микросборок, светодиодных матриц и компонентов силовой электроники, уточнять расчетные тепловые модели этих изделий, выявлять скрытые структурные дефекты готовой продукции и проверять надежность для оценки жизненного цикла. Такие системы особенно актуальны при решении задач создания космической техники, транспортных и беспилотных систем, где важно гарантировать надежность электроники.

**Вы говорите о сквозном решении Siemens в электронике. Что делать предприятиям, которые хотят взять на вооружение технологии компании, но уже используют ряд других решений?**

**Д. Собянин:** Все зависит от того, насколько технологически устарели решения. Если предприятие использует системы, которые тормозят развитие и не позволяют противостоять конкурентам на локальном и мировом рынке, то мы предлагаем весь комплекс решений Siemens Digital Industries Software для разработки и производства электроники. При этом мы помогаем сформировать последовательность этапов внедрения так, чтобы бизнес-результат был ощутим с первых шагов, а старые наработки и данные были наследованы без потерь. В случае если предприятие использует системы, которые полностью решают часть производственных задач, но этого уже недостаточно для достижения новых бизнес-целей, мы фокусируемся на нерешенных задачах, дополняем инфраструктуру необходимыми звеньями и объединяем имеющиеся инструменты разработки и локальные системы в рамках общего цифрового пространства на базе программного комплекса Teamcenter. Эта система может быть интегрирована со всеми известными на мировом рынке системами разработки механики, электроники, микроэлектроники, кабельно-жгутовых систем,

программного обеспечения и т. д. Эффективно работающие инструменты предприятия следует поддерживать, а не бездумно заменять.

**Чем решения Siemens Digital Industries Software полезны для малых инновационных предприятий? Есть ли для них специальные условия приобретения? Может ли малое предприятие включиться в цепочку крупного партнера, применяющего решения Siemens?**

**Д. Собянин:** Решения Siemens гибко масштабируются с учетом размера бизнеса и сложности решаемых задач. В нашем портфолио представлена линейка продуктов для автоматизации разработки и производства электроники на предприятиях малого и среднего бизнеса. Решения с высокой степенью готовности требуют минимальных затрат на развертывание и поддержку, при этом обеспечивают разработку сложных инновационных изделий. Таким образом малое предприятие может повысить конкурентоспособность, оптимизировав стоимость владения технологиями.

В портфеле продуктов Siemens есть решения корпоративного уровня, предназначенные для глубокой настройки с учетом уникальных требований крупного бизнеса. По завершении проектов внедрения эти технологии становятся одним

# «Siemens Digital Industries Software готова оказать помощь российским приборостроительным предприятиям, обеспечив трансфер современных технологий в электронике и микроэлектронике»

Дмитрий Собянин,  
руководитель бизнес-направления «Приборостроение и Роскосмос» Siemens Digital Industries Software

из самых ценных активов корпораций, обеспечивающих лидерство в своей отрасли на локальном и мировом уровне на годы вперед. Работа напрямую с правообладателем технологий позволяет реализовать максимальную гибкость. Коммерческие условия и схемы лицензирования составляются индивидуально для каждого заказчика, решения настраиваются под уникальные требования бизнеса.

Малый бизнес, работающий в кооперации с предприятиями, использующими технологии Siemens Digital Industries Software, может рассчитывать на существенные преимущества. Лицензионные соглашения позволяют корпорациям предоставить малому предприятию доступ к функционалу информационных систем. Достаточно работать в рамках одного проекта и соблюдать ряд условий. Также малый бизнес может приобрести недорогие преднастроенные решения, которые интегрированы с системами корпоративного уровня. Таким образом, малым предприятиям доступны решения по приемлемой для их бюджета цене и предоставляется возможность работы в едином цифровом пространстве с корпорацией.

**Сейчас популярна система лицензирования по подписке. Что предлагает Siemens Digital Industries Software российским пользователям?**

**Д. Собянин:** Siemens не ограничивает заказчиков в выборе вариантов лицензирования. Первый предусматривает постоянные (бессрочные) лицензии, второй – лицензирование по подписке и третий – аренду ПО. Вариант

лицензий без ограничения срока действия актуален, прежде всего, для российских предприятий с государственным участием. Лицензии по подписке с ежемесячными платежами востребованы преимущественно частными компаниями для проектных работ с возможностью отнесения затрат на расходы отчетного периода. Аренда программного обеспечения совмещает преимущества первых двух вариантов. Предприятие начинает проект с лицензиями по подписке, затем может перейти на бессрочные лицензии, выкупив их по остаточной стоимости с учетом ранее внесенных платежей.

**Как решен вопрос с поддержкой российских стандартов?**

**Д. Собянин:** Российским пользователям решения поставляются с настройками для полноформатной поддержки ГОСТ. Настройки поддерживаются в актуальном состоянии российской командой Siemens Digital Industries Software. В рамках проектов внедрения под ключ учитываются индивидуальные требования пользователей к системе, включая специализированные отчеты, материалы, библиотеки стандартных изделий. Siemens Digital Industries Software в России располагает большим сервисным подразделением, в котором трудятся специалисты самого высокого класса.

**Важнейший вопрос при внедрении новых технологий – подготовка высококвалифицированных кадров. Как организовано обучение специалистов и, возможно, студентов решениям вашей компании и цифровизации процессов разработки, производства в целом?**

**В. Беспалов:** Мы осознаем, что внедрение и использование наших технологий сильно зависит от специалистов и уровня их квалификации. Компания Siemens большое внимание уделяет вопросам подготовки кадров. Сегодня мы сотрудничаем с более чем 40 российскими вузами. Традиционно это вузы, занимающиеся подготовкой специалистов в области авиа- и автомобилестроения, однако мы активно расширяем наши связи в академической среде, в том числе среди вузов, выпускающих кадры для электронной промышленности. В частности, в прошлом году мы подписали соглашение с Национальным исследовательским университетом МИЭТ в Зеленограде (ранее с этим университетом сотрудничала компания Mentor Graphics, которая была приобретена Siemens).

На различных семинарах и вебинарах мы рассказываем о новинках и возможностях наших решений. В этом году 14-15 сентября в Москве пройдет форум **Realize LIVE Russia 2020** – ключевое событие для промышленных предприятий. Во второй день мероприятия состоится сессия, посвященная задачам электронной промышленности. Мы расскажем, как наши решения способствуют повышению эффективности работы компаний и процессов в сфере производства электронной и микроэлектронной продукции. Пользуясь случаем, приглашаю читателей на форум.

**Спасибо за интересный рассказ.**

*Интервью записал Виктор Ежов,  
научный редактор журнала  
«ЭЛЕКТРОНИКА: НТБ».*

*Оригинальную версию интервью  
читайте на сайте [www.electronics.ru](http://www.electronics.ru)*

# Капитальный подход к документации

Решение Capital помогает мировому производителю транспортных средств оптимизировать создание технической документации





Navistar – мировой лидер по производству специализированных автомобилей большой грузоподъемности, автобусов и автомобилей военного назначения. С ростом сложности электрических и электронных систем автомобиля возрастает необходимость быстрого диагностирования неисправностей. Наличие достоверной и простой в использовании эксплуатационной документации не только экономит время специалистов по техническому обслуживанию, но и сокращает продолжительность простоя, улучшая репутацию бренда.

В ходе работы специалисты по техническому обслуживанию Navistar заметили, что разработчики стали использовать новые методы проектирования электрических систем, что напрямую влияет на эксплуатационную документацию. Из-за этих важных изменений отдел по техническому обслуживанию начал искать новые решения.

Раньше, из-за повторного ввода данных и перерисовки чертежей вручную, допускалось большое количество ошибок, поэтому использовать эксплуатационную документацию было практически невозможно. Инженеры создавали конструкторскую документацию, которая была организована по жгутам, но специалистам по техническому обслуживанию удобнее было бы работать с организацией по системам. Сотрудникам Navistar приходилось пользоваться услугами сторонней компании, которая составляла эксплуатационную документацию, организованную по системам, на основе конструкторской документации, организованной по жгутам. При этом в ходе преобразования часто терялись важные данные и связи между ними. У предприятия уходило около семи месяцев на то, чтобы подготовить эксплуатационную документацию к использованию для центров технического обслуживания, а на обновление этой документации могло уйти еще

более шести месяцев. В Navistar понимали, что процесс выстроен неправильно: специалисты по техническому обслуживанию не могли использовать большую часть эксплуатационной документации, информация в ней либо была недостоверной, либо отсутствовала.

### **Большой шаг вперед**

Сотрудники Navistar успешно использовали решения от компании Mentor (после приобретения концерном Siemens решения стали частью портфеля Siemens Digital Industries Software) для других бизнес-процессов. Функционал Capital® от Mentor успешно решал многие задачи компании, поэтому специалисты сделали выбор в пользу программного обеспечения Capital Publisher™ и Smart Client.

«Мы постоянно работаем над улучшением технического обслуживания, – говорит Доминик Венис, менеджер отдела Navistar. – В грузовых перевозках самый ценный ресурс – это транспортные средства, поэтому мы ищем возможности уменьшить их простой. Когда наша дилерская сеть начала использовать технологии Mentor, мы сделали большой шаг вперед в вопросе улучшения качества обслуживания клиентов». Венис добавил, что дилеры Navistar уже почувствовали все преимущества новой эксплуатационной документации.

Navistar использует Capital Publisher не только для автоматизации создания технической документации, но и для обеспечения интерактивной среды, которая позволяет специалистам по техническому обслуживанию быстро диагностировать неисправности. Решение Capital Publisher полностью интегрировано с системами диагностики. Оно отображает и автоматически создает перекрестные ссылки между схемами соединений, лицевыми видами соединителей, видами расположения компонентов, чертежами жгутов и т.д.



# «Интегрированная эксплуатационная документация от Siemens Digital Industries Software позволяет нашим дилерам быстро находить и понимать сложные электрические системы заказных грузовых автомобилей»

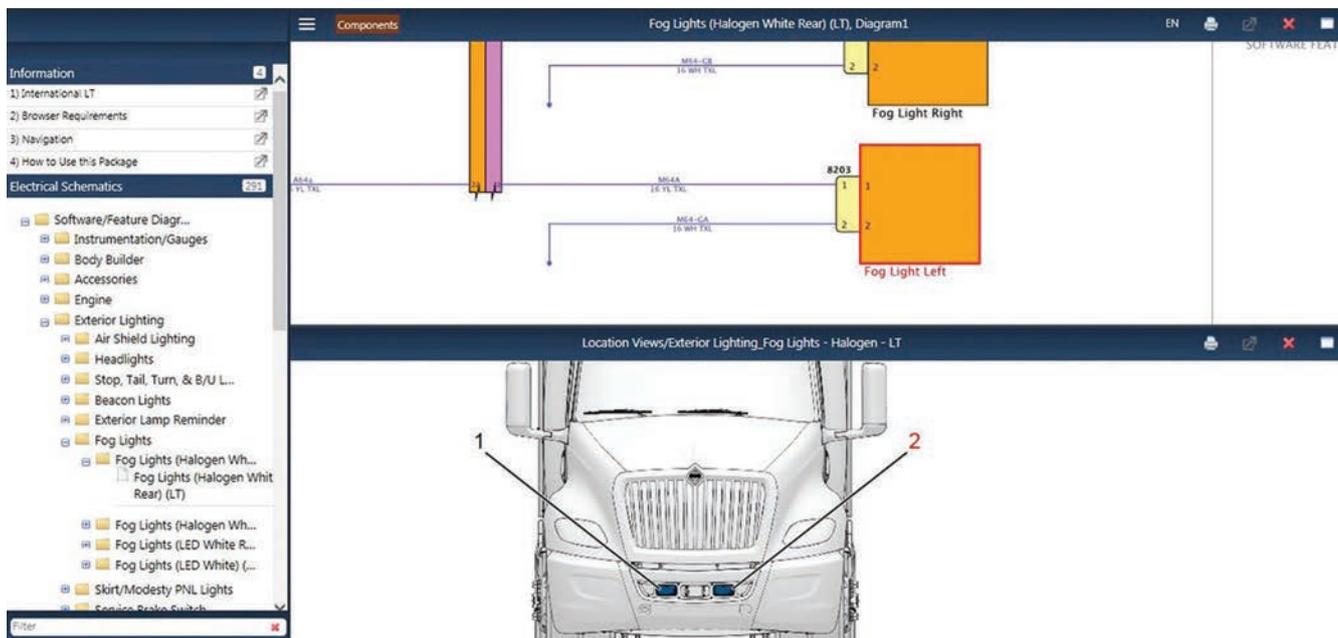
Скотт Сайн,  
менеджер по проекту Smart Client Navistar

Специалисты по техническому обслуживанию могут использовать интерактивные электрические схемы и динамически генерировать их для тех конфигураций транспортных средств, которые они обслуживают. Интерактивную эксплуатационную документацию можно просматривать на веб-сайте или пользоваться ей в автономном режиме, загружая на мобильные устройства (например, планшеты), что позволяет применять ее как для гражданских, так и для военных транспортных средств.

## Новый подход к эксплуатационной документации

Для внедрения нового подхода к эксплуатационной документации было разработано два процесса – для текущих проектов и для будущих. Команды по проектированию и созданию технической документации должны были изучить новый процесс соединения электрических цепей в уже существовавших чертежах жгутов и параллельно внедрить маршрут генеративного проектирования для новых проектов. Перед созданием технической документации важно было разобраться в исходных данных, хорошо их организовать и опубликовать правильные схемы.

Команды совместно работали над согласованием электрических схем с опциями, а также над руководством по оформлению схем. Затем они разработали



структуру папок на основе опций, которые специалисты по техническому обслуживанию используют для идентификации систем в грузовых автомобилях. Такой подход сделал навигацию по нужным данным интуитивно понятной. Важный вопрос – структура наименований, поэтому специалисты Navistar использовали Capital Publisher для оптимизации замены конструкторских терминов на эксплуатационные, такие как модуль, обслуживание и компонент.

«Navistar создает полностью конфигурируемые на заказ грузовые автомобили, – говорит менеджер по проекту Smart Client Navistar Скотт Сайн. –

Интегрированная эксплуатационная документация от Siemens Digital Industries Software позволяет нашим дилерам быстро находить и понимать сложные электрические системы заказных грузовых автомобилей. Мы начали с создания интегрированной эксплуатационной документации для нашей новой серии грузовиков International LT® и будем расширять использование возможностей данной технологии».

#### Впечатляющие результаты

Внедрение нового процесса принесло Navistar заметные результаты. С его помощью удалось полностью отказаться от цепочки поставщиков и вернуть контроль над конкурентным преимуществом в компанию. Первичное создание технической документации стало

## «Когда наша дилерская сеть начала использовать технологии Mentor, мы сделали большой шаг вперед в вопросе улучшения качества обслуживания клиентов»

Доминик Венис,  
менеджер отдела Navistar

занимать не шесть месяцев, а несколько дней, а внесение и публикация изменений и обновления – всего несколько минут. С такими задачами теперь может справиться один человек, тогда как раньше этим занимался целый отдел. Эксплуатационная документация стала более полной, она лучше организована и имеет простую навигацию. Данные в ней могут быть связаны со схемами и с видами расположения компонентов. Это очень важно, учитывая, что можно выбрать десятки миллионов конфигураций, и специалист по техническому обслуживанию должен быстро понять, какая задача решается в рамках обслуживания конкретного грузового автомобиля.

Например, для диагностики неисправности с противотуманными фарами раньше использовался процесс, требовавший ручного поиска на 13 страницах документации, что занимало около двух часов. В рамках нового процесса специалист может выбрать опцию и увидеть всю связанную с ней информацию на одной схеме. Это также применимо к видам соединителей и расположений, ссылкам на диагностические процедуры и каталог деталей. Такой подход поможет сэкономить время и потратить меньше усилий при техническом обслуживании транспортного средства. Неисправности можно будет диагностировать всего за несколько минут вместо нескольких часов.





## Быстро, эффективно и безошибочно

Универсальная цифровая среда  
крупнейшего отраслевого института  
от Siemens Digital Industries Software

Институт ядерной физики им. Г.И. Будкера Сибирского отделения Российской академии наук (ИЯФ СО РАН, г. Новосибирск) – один из ведущих мировых центров в области физики высоких энергий и ускорителей, физики плазмы и управляемого термоядерного синтеза. Крупнейший академический институт России, по большинству направлений являющийся единственным в стране. Один из создателей Большого адронного коллайдера в Европейском Центре ядерных исследований. Легендарное научно-исследовательское учреждение с более чем 60-летней историей.

### Путь новатора

Науке необходимы инновации. Они позволяют вывести отрасль на новый уровень. Используя современные технологические решения, ученые и исследователи сокращают расходы на проведение НИОКР, структурируют и сохраняют наработки.

ИЯФ СО РАН – новатор со стажем. По словам директора института, академика Павла Владимировича Логачева, сотрудники нередко берутся за то, что никто никогда не делал. Более того, институт способен реализовать полный цикл изготовления изделия – от идеи до мелкой серии. В ИЯФ СО РАН ведутся крупномасштабные эксперименты по физике элементарных частиц на электрон-позитронных коллайдерах, эксперименты по физике плазмы и управляемого термоядерного синтеза на комплексе открытых плазменных ловушек. Уникальные установки института строят инфраструктуру для широкого спектра междисциплинарных научных и научно-технологических исследований. На базе института разрабатываются современные ускорители, интенсивные источники синхротронного излучения и лазеры на свободных электронах.

ИЯФ СО РАН постоянно развивается и реагирует на перемены, связанные с глобальным трендом цифровизации.

Инструментов, которые традиционно использовались научным сообществом, становится недостаточно. Чтобы оставаться в числе первопроходцев, институт непрерывно оценивает рабочие процессы и своевременно обновляет используемые методы и средства. Решения Siemens Digital Industries Software формируют благодатную почву для зарождения и роста инноваций. Имеющиеся наработки естественно вписываются в цифровую среду, наполняя ее практическим смыслом. Обладая современными инструментами проектирования и структурированной информацией о том, что было сделано предшественниками, разработчики могут сосредоточиться на более глобальных и специфических задачах.

**Необходимость модернизации**  
В 2014 году перед руководством ИЯФ СО РАН встала задача

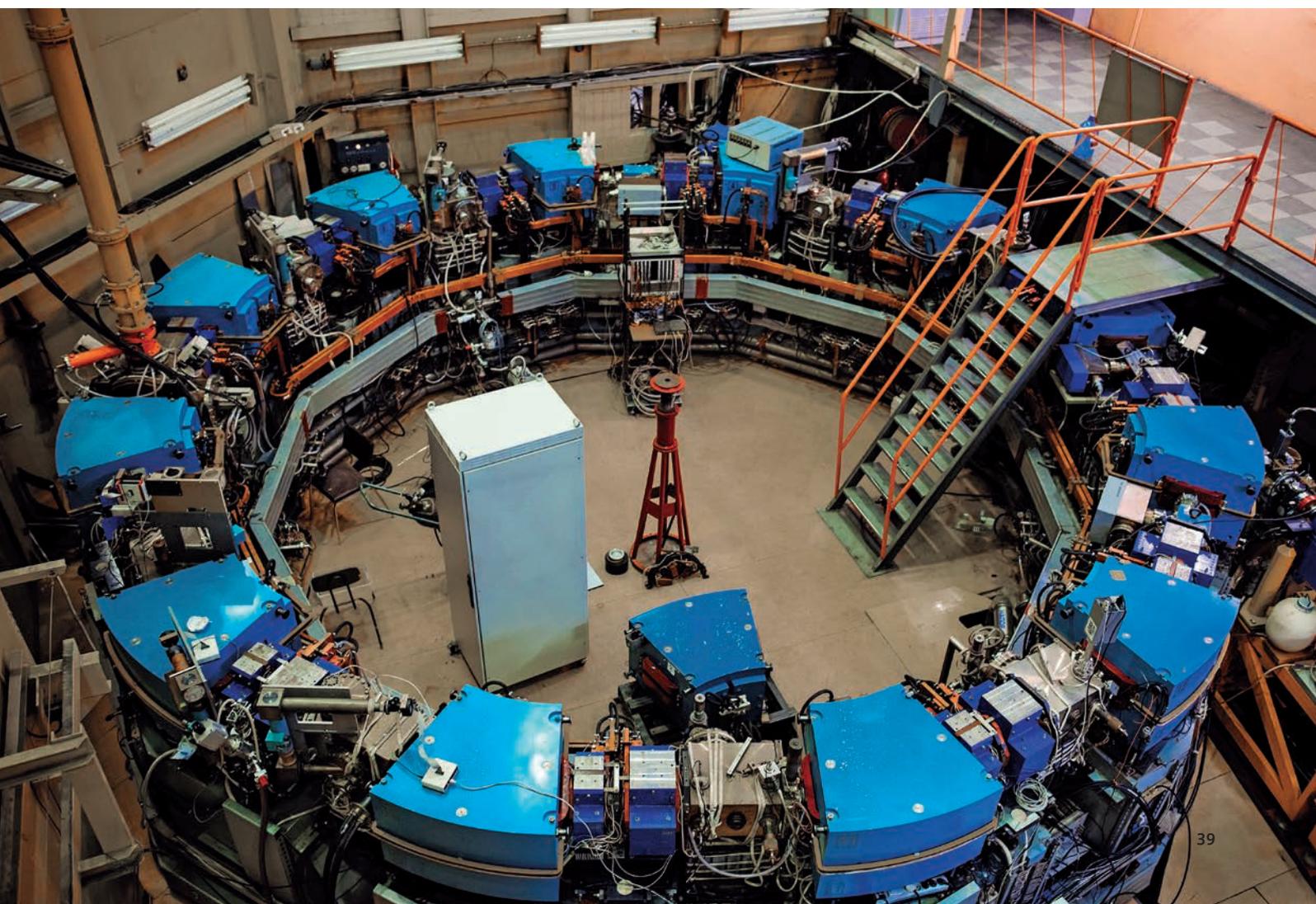
модернизировать ряд рабочих процессов научно-конструкторского отдела. Требовалось не только решить комплекс проблем, с которыми столкнулись сотрудники отдела, но и обеспечить трамплин для дальнейшего роста.

Создание уникальных изделий связано с непрерывным поиском. В ходе проектирования научного оборудования многочисленные изменения вносятся на каждой стадии, а нередко – уже на этапе производства. Требования и характеристики уточняются, а когда удается приступить к воплощению идеи, к ним нередко прибавляются новые. Проводя и документируя изменения в ручном режиме, специалисты ИЯФ СО РАН тратили на это много времени, при этом вероятность возникновения ошибок многократно возрастала.

Зачастую у конструктора скапливались различные варианты изделия, которые необходимо было систематизировать, а также контролировать их актуальность. Сложность представлял поиск

последней версии моделей или чертежей. Случалось, что несколько вариантов файла имели одно название, и найти нужный было весьма затруднительно. Когда все элементы сборки переименовывались, непросто было отследить – в новую версию какого компонента сборки были внесены изменения.

Разработчики ИЯФ СО РАН используют большой объем заимствованной геометрии. Под этим термином подразумевается геометрия не собственной разработки конструктора, а та, что получена от коллег или загружена со стороннего сайта, как в случае с купленными изделиями. Например, в рамках совместной работы над проектом с иностранными партнерами в институт присылают модели. Их нужно либо встроить в исходном виде, либо предварительно доработать. Ранее такие модели передавались в обменном формате STEP, и внести в них изменения путем правки эскизов, размеров, связей и т. д. было невозможно, такого рода данные не подлежат передаче.





*При создании ускорительной техники специалисты ИЯФ СО РАН используют решения Solid Edge и Teamcenter. Это обеспечивает не только достижение краткосрочных целей, но и стратегическое развитие цифровой среды научного института*

Разнообразие CAD-систем, применяемых прежде, препятствовало взаимодействию и обмену информацией. Попытки создать архив разработок были тщетными: таким архивом служило скопление мало-полезных данных на основе файловой системы. Одинаково неудобно было использовать ранние разработки и осуществлять поиск по внутренним атрибутам модели.

До перехода на Solid Edge в отделе использовались разные CAD-системы – две 3D и одна 2D. Если модель разрабатывалась в одной системе, а чертежи – в другой, это систематически становилось причиной несоответствия моделей и чертежей, и требовалось дополнительное время на их корреляцию. Кроме того, работа в несовместимых системах затрудняла коллективную работу над одним изделием.

#### **Философия порядка**

В 2014 году перед институтом встала задача – выбрать CAD-систему, способную эффективно функционировать в связке с PDM-системой. Требовалось структурировать изменения на всех стадиях проектирования и некоторых стадиях производства, создать архив разработок, минимизировать ошибки и обеспечить специалистам свободный доступ к необходимой информации. Проект имел и стратегическую цель, которая заключалась в повышении скорости обработки данных при проектировании и расчетах.

PDM-система должна была быть масштабируемой как количественно (число рабочих мест), так и качественно (модули для технологов, возможность обмена данными с ERP-системой). Институт был заинтересован в CAD- и PDM-системах от одного производителя, чтобы исключить проблемы в ходе интеграции и необходимость использования сторонних программных продуктов.

#### **Реализация замысла**

В шестидесятых годах прошлого века в здании ИЯФ СО РАН были сняты несколько сцен художественного фильма Михаила Ромма «Девять дней одного года», посвященной работе советских



физиков-ядерщиков. Фраза, произнесенная главным героем фильма, во многом характеризует невероятную сложность работы ученых и исследователей, находящихся в поиске верного решения: «Из ста возможных путей к истине один испытан и отпал. Осталось только девяносто девять». Современные средства проектирования призваны помочь специалистам превратить идеи в модели, которые во многих случаях можно тестировать виртуально, без изготовления физических образцов, а изменения замысла конструктора регистрировать по мере создания 3D-модели. Модернизация системы проектирования ИЯФ СО РАН заключалась в переходе на единую CAD-систему, создании общей базы стандартных изделий, внедрении системы управления конструкторско-технологическими данными и переходе на сквозное параллельное проектирование.

Проект модернизации стартовал в феврале 2015 года. Первым этапом стало обучение, организованное внутри института для специалистов научно-конструкторского отдела.

В роли преподавателей курсов, посвященных аспектам работы с системой Solid Edge, выступали сотрудники Siemens Digital Industries Software. Эксперты компании были в постоянном доступе, каждую неделю проводились совместные совещания для контроля реализации проекта.

До перехода научно-конструкторского отдела на Solid Edge главный конструктор изделия получал данные от участников проекта в формате STEP для 3D-геометрии и в DWG для 2D. После этого требовалось увязать полученные сведения на главной сборке. Так как атрибутивная информация для 3D-моделей не передавалась, спецификация главной сборки осуществлялась вручную. Итерации сменяли друг друга фактически до завершения производства всех компонентов.

В связи с этим следующим этапом проекта стало внедрение методики коллективной разработки изделия с использованием Solid Edge на базе подхода «Быстрый старт», разработанного Siemens Digital Industries Software. Как работает эта

методика на практике? Вначале создается рабочая группа, куда привлекают всех конструкторов от ведущих до детализовщиков, чье участие необходимо для реализации проекта «под ключ». Главный конструктор изделия прорабатывает его структуру, создает опорную геометрию, включая габариты изделия, места стыковки подборок, и раздает исполнителям файлы главных сборок их компонентов. В них транзитивными копиями спроецирована опорная геометрия из главной сборки изделия, а также разграничены зоны ответственности конструкторов и обеспечена стыковка компонентов между собой.

Подход «Быстрый старт» направлен на быстрое обучение работе в системе Solid Edge и использование преимуществ продукта в ходе создания электронного макета изделия и управления им. Согласно оценкам специалистов ИЯФ СО РАН, возможности 3D-моделирования, заложенные в системе Solid Edge, значительно упрощают проектирование сложных пространственных конструкций и ускоряют получение чертежей.



О внедрении системы Teamcenter специалисты института задумались после принятия решения о переходе на Solid Edge. Планировалось использовать продукт для сокращения времени разработки за счет автоматизации обмена данными и контроля изменений конструкций. Система Teamcenter должна была свести к минимуму ошибки стыковки компонентов большого изделия, проектируемого разными конструкторами.

Решение Teamcenter, развернутое силами инженеров института, было настроено в соответствии с требованиями ЕСКД. Важно было модифицировать модель данных, интегрировать Teamcenter и Solid Edge и провести дополнительное обучение. В качестве пилотного изделия проекта «Быстрый старт» выступила система электронного охлаждения, разработанная в ИЯФ СО РАН. Система объединяет более 17 000 деталей, в том числе 1500 уникальных, и более 1100 подборок, включая 250 уникальных. В числе ключевых характеристик – многоуровневость, модульность и определенность всех компонентов.

Деятельность рабочей группы охватывала три направления: настройку конфигурации решения, участие в специализированных семинарах и использование средств информационно-методической поддержки. Было проведено базовое обучение работе в Solid Edge, созданию структуры изделия и его компонентов в среде Teamcenter с последующей передачей в Solid Edge, в результате чего выполнено проектирование одного узла пилотного изделия в цифровой среде, объединяющей Teamcenter и Solid Edge.

Быстро, продуктивно и безошибочно – таковы минимальные требования, предъявляемые к процессу проектирования. Суммарный результат от использования решений Solid Edge и Teamcenter направлен не только на достижение краткосрочных целей, но и на стратегическое развитие цифровой среды научного института.

Участники группы отработали выдачу заданий и контроль проектирования в системе Teamcenter, начали переносить ранее спроектированные в Solid Edge элементы

в управляемую среду, наполнять каталоги нормативно-справочной информацией. Итоги пилотного проекта подтвердили заявленный функционал продуктов Siemens Digital Industries Software.

#### **Инновации как образ жизни**

На сегодняшний день решения Siemens Digital Industries Software используются практически для всего спектра изделий, проектируемых в научно-конструкторском отделе: промышленных ускорителей, рентгеновских сканеров, вигглеров и ондуляторов. Семьдесят одно рабочее место оснащено программным комплектом 3D-проектирования Solid Edge и Teamcenter, который используется конструкторами для работы над макетом установки в едином информационном пространстве. Переход на сквозное параллельное проектирование позволил специалистам получить доступ к информации на всех этапах взаимодействия.

В числе преимуществ Solid Edge – возможность работы с заимствованной геометрией из других CAD-систем и наличие точного

# За счет перехода на Solid Edge с едиными библиотеками стандартных элементов в несколько раз сократилось количество ошибок, возникающих при проектировании сложных комплексных изделий

позиционирования в сборках. Важной особенностью решения являются условия для комфортной работы с большими сборками – с числом компонентов от миллиона и более. В отношении работы с внушительным объемом заимствованной геометрии прямое моделирование, а именно синхронная технология в Solid Edge, превосходит ресурсы систем, работающих только с деревом построения.

Синхронная технология Solid Edge позволяет оперативно воплощать

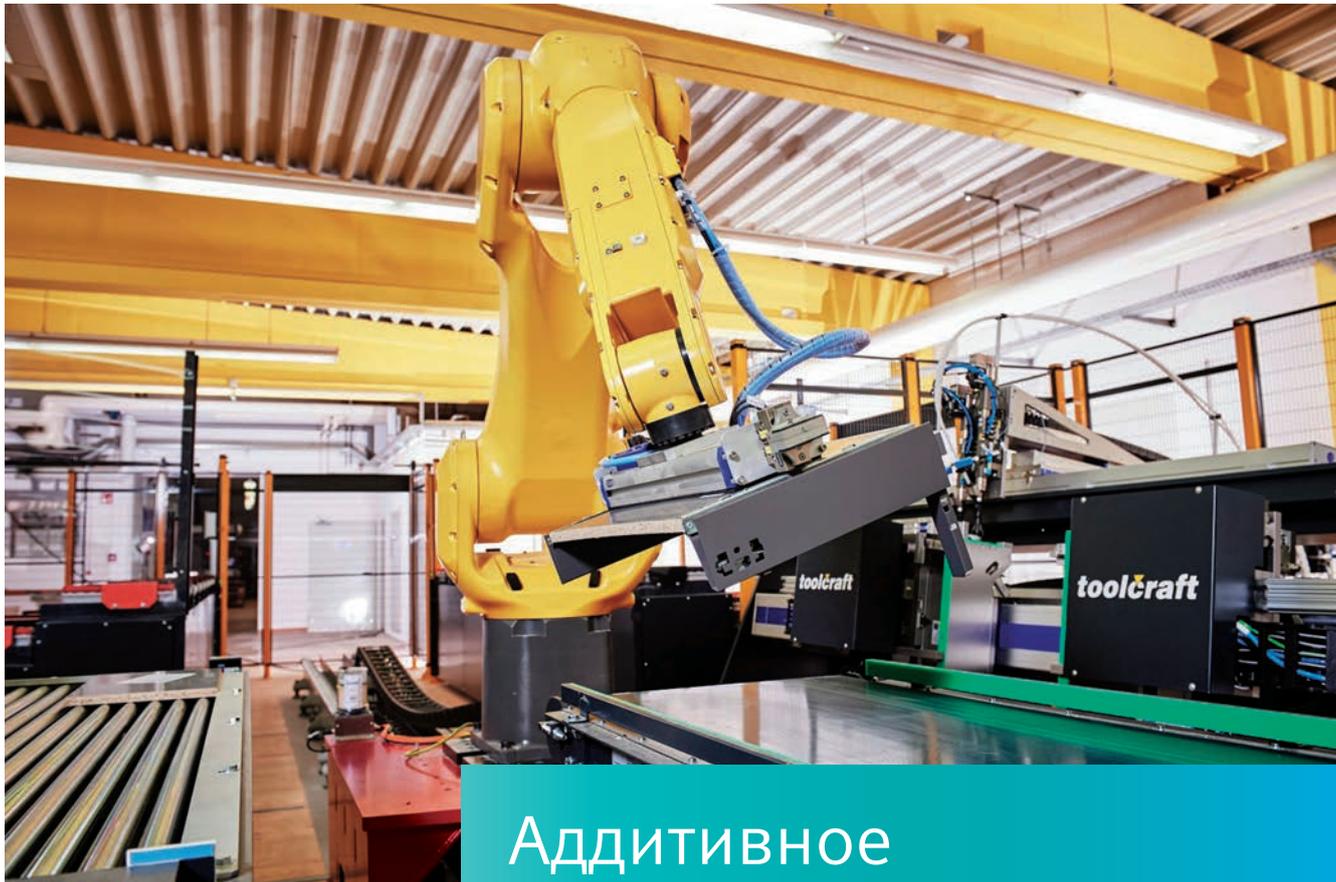
конструкторский замысел, легко реагировать на запросы на изменения и выполнять одновременные обновления нескольких деталей в сборке. Гибкость при проектировании дает возможность избегать сложного планирования, ошибок в функционале и трудоемких доработок. По мнению сотрудников ИЯФ СО РАН, синхронная технология в Solid Edge незаменима при внесении изменений в заимствованную геометрию. Эта технология объединяет скорость и простоту прямого моделирования с гибкостью и точностью управления,

характерными для параметрического проектирования.

Внедрение системы сократило время, необходимое на поиск и обработку информации, а также уменьшило число потенциальных ошибок. Единая база стандартных изделий препятствует размножению номенклатуры, а единая CAD-система позволяет эффективно использовать архив ранних разработок и беспрепятственно обмениваться информацией.

Основатель ИЯФ СО РАН Герш Ицкович Будкер завел традицию проводить заседания ученого совета института за круглым столом, двери в этот зал никогда и ни перед кем не закрывали. Эта традиция служит отражением не формального, а по-настоящему личного отношения к работе, открытости к новым идеям, готовности вместе доводить результат до совершенства. Проектирование и разработка – пространство, в котором инженерная идея обретает форму и значимость. Если в руках ученых находятся инструменты, с помощью которых расчет становится творчеством, если к работе могут беспрепятственно подключиться коллеги и на любом этапе внести важные изменения – результат достигается быстрее и эффективнее.





## Аддитивное производство будущего

Компания MBFZ toolcraft GmbH использует NX, чтобы сохранять мировое лидерство в области 3D-печати и развитии инициатив Индустрии 4.0

Аддитивное производство приобретает все большую инвестиционную привлекательность благодаря тем возможностям, которые оно дает современным предприятиям. Его основное преимущество – возможность объединения растущего количества деталей в одну, что повышает сложность конструкции без пропорционального увеличения стоимости изготовления отдельной детали. Это ключевое отличие аддитивного производства от традиционного: чем более сложной становится конструкция, тем больше средств удается сэкономить. Получить больше выгод от использования технологий 3D-печати можно путем внедрения программного обеспечения для оптимизации производственного процесса, которое позволит сократить сроки и количество возможных ошибок.

3D-печать металлом – одна из наиболее перспективных технологий, она способна вытеснить современные методы прототипирования. Лазерная плавка металла используется для получения сложных, но одновременно легких и практичных конструкций, широко востребованных в аэрокосмической и транспортной отраслях, энергетике, автоспорте и медицине. Инновационные компании, использующие 3D-печать, постоянно работают над совершенствованием технологии.

Компания toolcraft – первопроходец в сфере технологий будущего, таких как 3D-печать металлом и производство готовых роботизированных систем в соответствии с индивидуальными требованиями заказчиков. Компания уже применяет концепцию «Индустрия 4.0» для обработки на станках с ЧПУ, следующий

шаг – внедрение решения NX от Siemens Digital Industries Software для аддитивного производства. Система автоматизированного проектирования, производства и инжиниринга направлена на консолидацию цифровых продуктов и процесса 3D-печати. Оценивая результаты использования NX, генеральный директор toolcraft Кристоф Хаук заявил, что система позволяет компании оставаться «на переднем крае» в области цифровизации производства.

### **MBFZ toolcraft: прошлое и настоящее**

Компания toolcraft – семейное предприятие среднего бизнеса, имеющее филиалы в Георгенсгмюнде и Шпальте. Она была основана в 1989 году Берндом Кребсом, который начинал в гараже на подержанном 3-осевом станке. Сегодня toolcraft – это компания

# «При работе с NX мы используем только один файл на всех этапах технологической цепочки. Благодаря этому возникает меньше сложностей. Сотрудники выполняют работу быстрее, при этом сокращается количество ошибок»

Ральф Домидер,  
специалист по проектированию и численному моделированию лазерного плавления металла,  
компания MBFZ toolcraft GmbH

с 350 сотрудниками и 70 станками с ЧПУ. Предприятие предоставляет различные услуги, такие как: лазерное плавление металла, производство роботизированных систем, литье под давлением, изготовление пресс-форм, токарную и электроэрозионную обработку, фрезерование, проектирование, измерение и проведение испытаний. Компания toolcraft предлагает полный технологический

цикл – от идеи и изготовления до сертифицированной обработки на заводе, а также разрабатывает и тестирует инновационные технологические процессы для производственных линий. Среди этих услуг особое место занимает лазерное плавление металла.

Первый станок для аддитивного производства компания приобрела в 2011 году, теперь в ее

распоряжении десять станков для аддитивного производства, которые поддерживают технологию лазерного плавления в порошковой камере. Планируется, что вскоре toolcraft предложит технологию плавления с использованием сопла подачи порошка.

Заказчиками компании являются лидеры рынка полупроводниковой и аэрокосмической промышленности, производители медицинского оборудования, оптической промышленности, специализированного машиностроения, а также авто- и мотоспорта, другой автомобильной техники. Однако сфера деятельности toolcraft не ограничивается 3D-печатью. Компания обеспечивает все процессы технологической цепочки вплоть до испытаний детали без разрушения образца. Компания toolcraft предлагает процесс печати, состоящий из семи-девяти шагов. Все они выполняются на одной площадке.

## Новые задачи – новое решение

В 2011 году аддитивное производство применялось только для создания прототипов. Чтобы успешно выполнять проекты, требовалось проводить большое количество испытаний. Для этого сотрудники toolcraft использовали четыре разных решения. Нередко это оборачивалось задержками в ходе производства и низкой прослеживаемостью при выполнении многоступенчатых процедур. Задача по оптимизации рабочего процесса стала очень актуальной.



# Использование технологий Siemens Digital Industries Software позволило сократить сроки выполнения задач, снизить количество ошибок и обеспечить высокий уровень прослеживаемости изменений

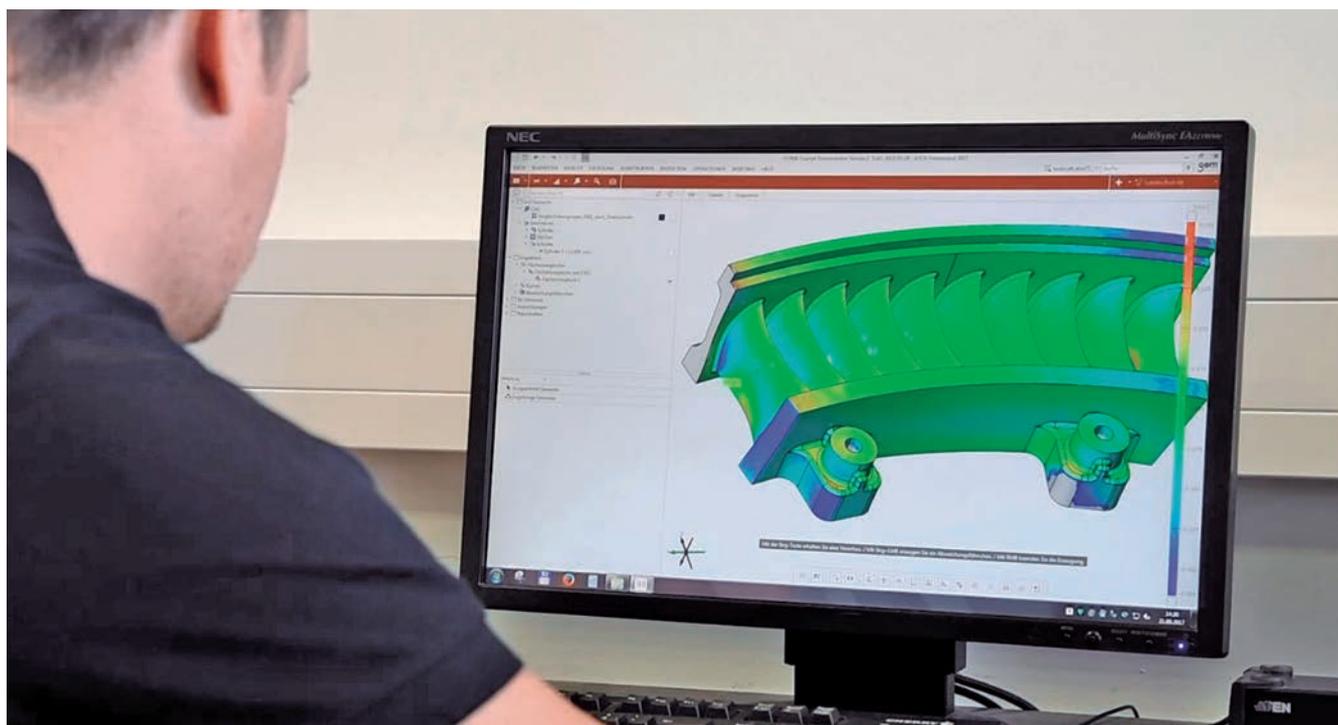
Руководство компании выбрало решение NX от Siemens Digital Industries Software, включающее интегрированные CAD-, CAE- и CAM-модули для быстрого и эффективного производства высококачественных прецизионных деталей и узлов. NX предоставляет мощную платформу для проектирования изделий, 3D-моделирования, подготовки и выпуска конструкторской и технологической документации,

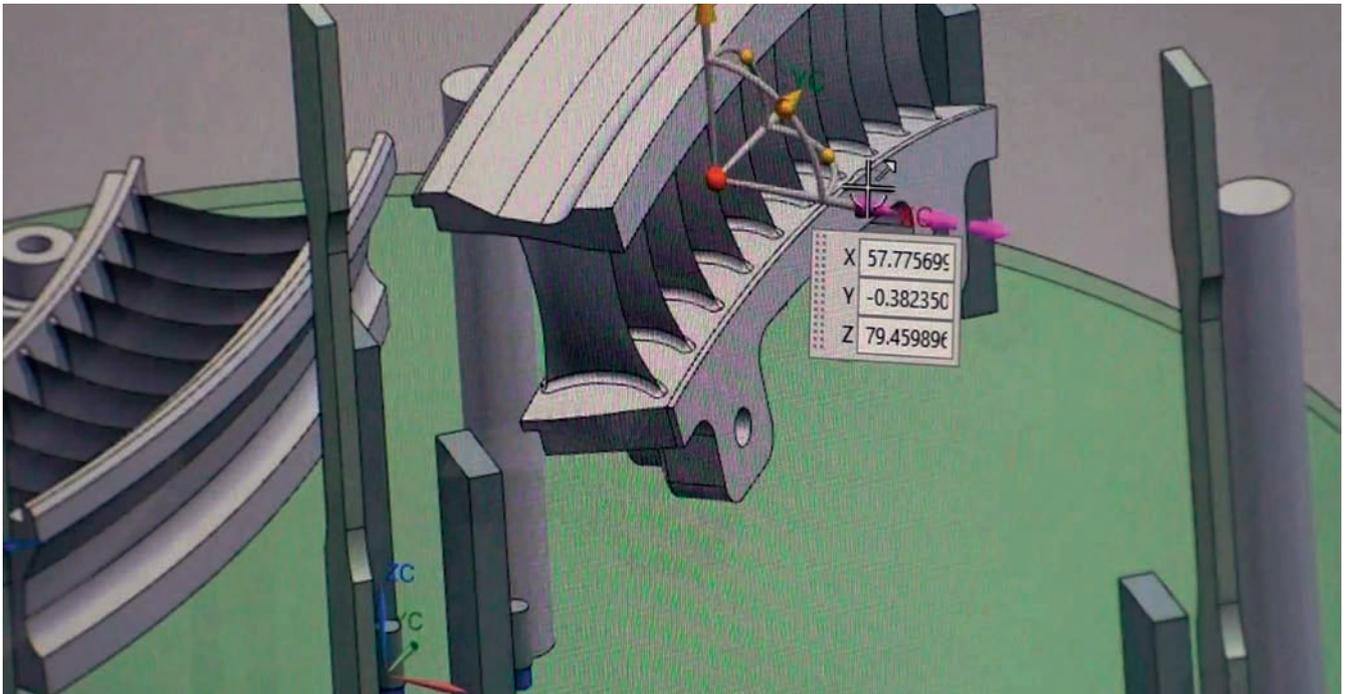
многодисциплинарного моделирования и т. д. Решение охватывает сразу все процессы технологической цепочки, что особенно актуально для заказчиков из аэрокосмической отрасли, а также для производителей медицинского оборудования и полупроводников, для которых важна прослеживаемость.

При подготовке деталей к аддитивному производству существует

несколько их версий, создаваемых для завершения процесса. Сначала разработчики toolcraft получают 3D-данные от заказчика, а затем начинают процесс модификации исходной модели. Они проводят КЭ-анализ и топологическую оптимизацию, чтобы снизить вес и стоимость изделия, создают поддерживающие структуры, меняют углы наклона для оптимальной печати компонента. После всех изменений запускается печать на 3D-принтере. Затем поддерживающие структуры убирают, и деталь проходит постобработку на станках с ЧПУ. Готовую деталь измеряют оптическим и тактильным методами. Иногда проводятся испытания без разрушения образца по стандартам программы Nadcap.

«При работе с NX мы используем только один файл на всех этапах технологической цепочки, – говорит специалист по проектированию и численному моделированию лазерного плавления металла toolcraft Ральф Домидер. – Благодаря этому возникает меньше сложностей. Сотрудники выполняют работу быстрее, при этом сокращается количество ошибок. Это основное преимущество решения от Siemens Digital Industries Software. Мы можем использовать NX при работе с любыми системами и станками – Trumpf, EOS и Concept Laser».





**Первые достижения**

NX обеспечивает непрерывность процесса – от проектирования до производства, а также получение обратной связи на каждом из этапов. Система предоставляет безграничную свободу для дизайна новых и сложных элементов. NX дает возможность конструктору проверять соответствие деталей проектным рекомендациям на всех этапах, включая оценку толщины стен, поиск областей, где необходимы несущие конструкции, проверку способности удалять порошок из внутренних полостей. Продвинутая аналитика и моделирование процесса сборки гарантируют, что детали будут изготовлены в соответствии с требованиями.

Использование NX значительно ускоряет процесс производства, что позволяет быстро внедрить технологии, разрабатывать новые продукты и услуги, усложнять детали и повышать их качество. Решение обеспечивает нужный уровень прослеживаемости: вся цифровая нить содержится в одном решении. Более того, NX облегчает взаимодействие между разными отделами компании, обеспечивая прослеживаемость изменений в CAD-моделях.

Благодаря внедрению NX компания toolcraft смогла повысить качество изделий и сократить число возможных ошибок. Сотрудникам

стало проще делиться информацией об изменениях на всех этапах – от проектирования до аддитивного производства и обработки. В будущем toolcraft настроена изменить технологию аддитивного производства и перейти от лазерного плавления металла в порошковой камере к использованию 5-осевых станков. Когда это произойдет, компания планирует снова обратиться к Siemens Digital Industries Software. «Мы только начинаем работать с NX, – говорит Кристоф Хаук. – Но уже сейчас понимаем, что в будущем сможем решить многие задачи с помощью технологий Siemens Digital Industries Software».

*В будущем toolcraft настроена изменить технологию аддитивного производства и перейти от лазерного плавления металла в порошковой камере к использованию 5-осевых станков. Когда это произойдет, компания планирует снова обратиться к Siemens Digital Industries Software*

# Раскрывая секрет скрипок

Цифровые двойники и решения для проведения испытаний Simcenter помогают изучать данные, лежащие в основе звука



Каждому инструменту – от бесценной скрипки Страдивари до скрипки новичка в школьном оркестре – присущи уникальные черты. Звучание скрипки зависит от ее формы, года изготовления, разновидности древесины, покрытия, технологии производства и, конечно, от фирменной техники исполнителя. В чем же секрет безупречного звука? Почему виртуозные скрипачи предпочитают играть на легендарных старинных скрипках? В чем их исключительность?

Более десяти лет в итальянском городе Генуя, на родине легендарной скрипки Il Cannone Guarnerius, созданной в 1743 году, работает необычная группа исследователей из организации Associazione Liutaria Italiana (ALI). Вооружившись решениями Simcenter™ и NX™ от Siemens Digital Industries Software, профессор Энрико Равина и инженер Паоло Сивестри при поддержке скрипичного мастера Пио Монтанари и второй скрипки Оперного театра Генуи Пьера Доменико Соммати исследуют акустические характеристики скрипок и других струнных музыкальных инструментов.

#### Искусство или наука?

Скрипка – один из самых сложных инструментов семейства струнно-смычковых. На звучание скрипки влияет множество факторов, не все из них лежат в научной плоскости. Из какой древесины была сделана скрипка? Как ее изготовили и ремонтировали? Какой лак наносили на скрипку на протяжении нескольких веков? Как ее хранили? Как на ней играли? Исследователи пытаются разобраться, от чего зависят исключительные акустические характеристики легендарных старинных скрипок. Этой целью задалась и группа исследователей из организации ALI, миссия которой заключается в сохранении исторически значимых музыкальных инструментов и дальнейшем развитии отрасли. Энрико Равина и Паоло Сивестри изучают данные,

лежащие в основе звука, а Пио Монтанари и Пьер Доменико Соммати присоединились к команде, чтобы больше узнать о научной стороне процесса создания инструментов. Они выступают в роли экспертов, делятся своими знаниями и опытом, оценивая влияние этого нового, необычного исследования на будущее скрипичного дела и скрипачей во всем мире.

«Цель нашего проекта не в том, чтобы воссоздать классические скрипки, а чтобы раскрыть их секреты и узнать, как получить сходные акустические характеристики, – говорит профессор Политехнической школы университета Генуи и член управляющего совета ALI Энрико Равина. – Мы пытаемся понять это ремесло с научной точки зрения, чтобы помочь современным скрипичным мастерам создавать инструменты с лучшими характеристиками. Результаты наших исследований можно использовать и при воссоздании инструментов».

#### Анализ в основе совершенства

Исследовательский проект стартовал более десяти лет назад. Профессор Равина начал работать над ним в составе Мультидисциплинарного центра хоровой и инструментальной музыки (MUSICOS) в Университете Генуи. После того как MUSICOS закрылся в 2013 году, профессор Равина продолжил исследование в ALI в городе Кремона, на родине Гварнери и Страдивари. Несколько групп исследователей в ALI занимаются различными направлениями, связанными со струнными инструментами. Профессор Равина руководит проектом по изучению вибраций и акустических характеристик инструментов. «Уже десять лет мы используем программное обеспечение Simcenter Testlab™ и аппаратное обеспечение Simcenter SCADAS, чтобы изучать инструменты и собирать данные об их вибрационных и акустических свойствах», – говорит Энрико Равина.

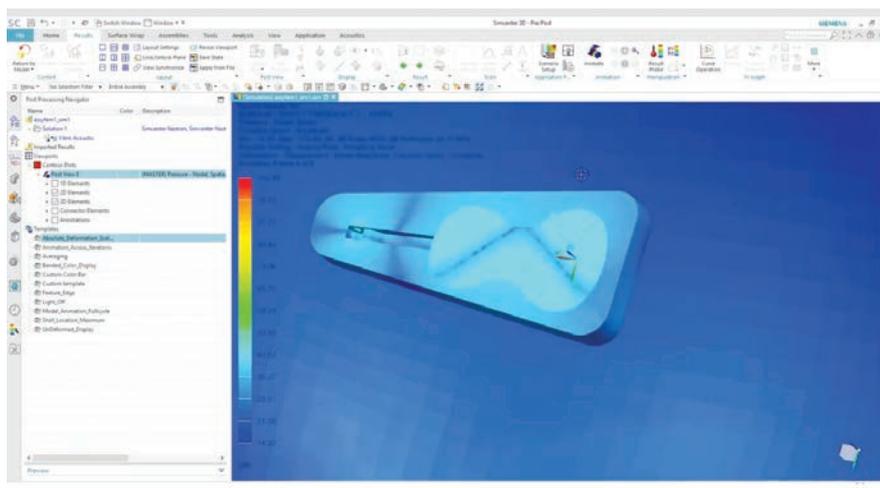
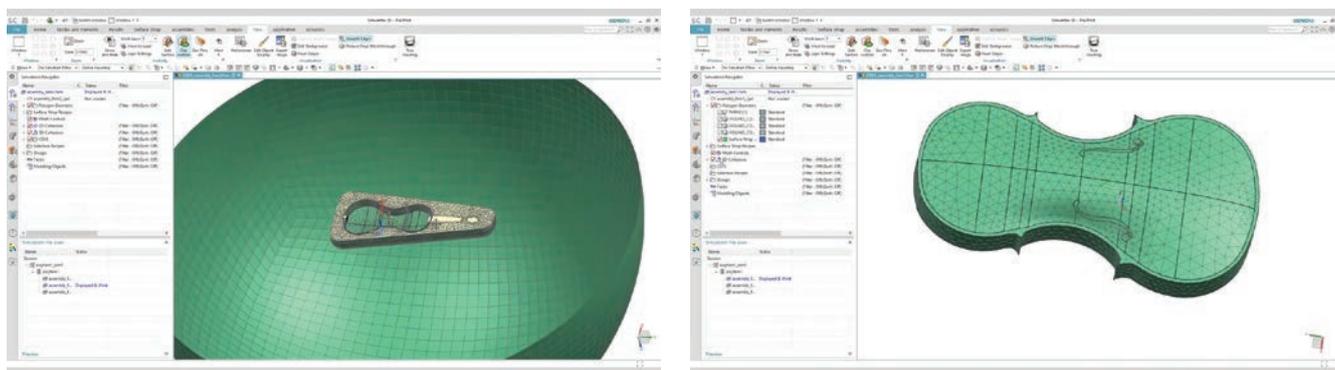


**«Чтобы создать точную копию уникального старинного инструмента, нужно знать его характеристики. Вот почему мы так ценим решения Simcenter»**

Энрико Равина,  
профессор Политехнической школы университета Генуи,  
член управляющего совета Associazione Liutaria Italiana (ALI)

Исследователи отмечают, что возможность проводить высококачественный анализ – одно из преимуществ решений для проведения испытаний Simcenter. Команда собирает данные, выполняя модальный анализ при помощи аппаратного обеспечения SCADAS и оценивая его результаты в решении Simcenter Testlab. Полученная информация помогает определить оптимальные варианты конструкции и характеристики скрипок и других струнных музыкальных инструментов. Это позволяет улучшать акустические характеристики новых инструментов и восстанавливать старинные.





«Разработка методики изготовления качественных струнных инструментов дает большое конкурентное преимущество в премиальном сегменте рынка, – говорит профессор Равина. – Наш проект охватывает восстановление классических инструментов и делает сотрудничество с Siemens еще более важным».

#### **Цифровой двойник скрипки**

За десять лет проект вышел за рамки модального анализа с помощью решений для проведения испытаний Simcenter и превратился в анализ с использованием полноценного цифрового двойника. Исследователи применяют и анализируют данные, которые собирались годами. Последний цифровой двойник – это модель скрипки Монтанари, созданная в NX™ CAD. Ее можно использовать для дальнейшего исследования акустических данных в Simcenter™ 3D. В будущем планируется создать цифровые двойники уникальных старинных инструментов, чтобы исследовать их характеристики.

«Работая с Simcenter 3D, мы сразу оценили важность настройки под конкретное испытание. В результате мы смогли исследовать самые разные акустические возможности, о которых мы бы даже не подумали при стандартной настройке, – рассуждает профессор Равина. – Решения для проведения испытаний и численного моделирования Simcenter могут сыграть важную роль в изучении характеристик музыкальных инструментов в целом и струнно-смычковых в частности».

#### **Уникальная звуковая установка**

Для испытаний команда сконструировала уникальную звуковую установку – арку с десятью рассредоточенными по ней микрофонами, под которой стоит музыкант. Исследователи используют ее, чтобы создать «звуковую карту» инструмента в Simcenter Testlab, где можно легко создавать сферические изображения звука, отображая не только его мощность, но и направленность.



«Наша арочная акустическая система довольно бюджетная, но при этом отлично решает поставленные задачи, – добавляет Энрико Равина. – Идея состоит в том, чтобы скрипач стоял в наилучшей позиции для правильного отображения звука, издаваемого инструментом».

Помимо уникальных арок, сконструированных для решения конкретных задач, еще одним ключом к успешным испытаниям стало удобство в использовании и мобильность аппаратного обеспечения Simcenter SCADAS. Сивестри и другие специалисты по испытаниям могут упаковать 16-канальную систему сбора

данных Simcenter SCADAS, перевезти и установить ее в любом месте. Теперь испытания можно проводить и за пределами привычных площадок, например, использовать решение для экспериментов со старинными музыкальными инструментами, находящимися в музеях.

«Чтобы создать точную копию уникального старинного инструмента, нужно знать его характеристики. Вот почему мы так ценим решения Simcenter и сотрудничество с Siemens Digital Industries Software, – объясняет профессор Равина. – Легче перенести испытательное оборудование и программное обеспечение, чем скрипку Il Cannone».

#### **Все только начинается**

Профессор Равина и Монтанари уверены, что это только первые шаги на пути к полноценному использованию цифровых технологий в старинном ремесле изготовления скрипок. Они убеждены, что исследование их команды повлияет как на изготовление скрипок вручную, так и на массовое производство. «Трудно представить, как изменится изготовление скрипок в будущем благодаря технологиям, которые мы используем сегодня», – добавляет Монтанари.





«Чтобы сделать хорошую копию старинного инструмента, нужно знать его характеристики, – говорит Равина. – Наш подход позволяет шаг за шагом воссоздать инструмент при помощи экспериментального и теоретического анализа. Исследование имеет огромное значение: скрипичным мастерам часто нужна специфическая информация, которая нередко отсутствует. Вот почему важно использовать мобильные решения, такие как оборудование Simcenter SCADAS и программное обеспечение Simcenter. С их помощью мастер сможет быстро получить всю необходимую информацию

непосредственно в процессе изготовления скрипки».

Профессор Энрико Равина продолжит делиться результатами своих исследований с экспертами из других стран. «Мы исследователи, поэтому многого не знаем о процессе изготовления скрипок, – говорит он. – Долгосрочное сотрудничество между исследователями, скрипичными мастерами, скрипачами и компанией Siemens Digital Industries Software уже принесло свои плоды. Наша команда принимает участие в нескольких международных проектах. И я надеюсь, что это продолжится в будущем».

***«Уже десять лет мы используем программное обеспечение Simcenter Testlab™ и аппаратное обеспечение Simcenter SCADAS, чтобы изучать инструменты и собирать данные об их вибрационных и акустических свойствах»***

Энрико Равина,  
профессор Политехнической школы университета Генуи,  
член управляющего совета Associazione Liutaria Italiana (ALI)

# Цифровой двигатель

Применение технологии цифровых двойников позволяет ускорить разработку и сертификацию авиационных двигателей

Василий Сычев, корреспондент  
«Авиатранспортное обозрение»

Сергей Кулаков, менеджер по развитию направления  
«Виртуальные и натурные испытания (TEST)»  
Siemens Digital Industries Software

Антон Шишкин, консультант по направлению  
«Авиационное двигателестроение»  
Siemens Digital Industries Software



В конце 1990-х годов отечественные разработчики двигателей с помощью технологий Siemens начали строить первые трехмерные модели крупных узлов и агрегатов. Уже тогда было понятно, что для ускорения разработки таких деталей, как охлаждаемые турбинные лопатки, без создания подробных трехмерных геометрических моделей не обойтись. Эти модели были практически точной виртуальной копией реального изделия, цифровым двойником, позволяющим с высокой точностью моделировать и прогнозировать его характеристики.



Сегодня цифровые двойники используются почти во всех программах разработки авиационной техники. Технология позволяет не просто создать точную модель двигателя, но и провести широкий спектр ее виртуальных испытаний. В том числе испытания с имитацией эксплуатационных условий с учетом циклов нагрева и охлаждения, воздействия комплексных динамических нагрузок, специальные испытания с имитацией обрыва лопатки и попадания птицы, ресурсные испытания для оценки надежности и усталостной долговечности конструкции. Зачастую виртуальные испытания позволяют обоснованно выбрать самые необходимые режимы тестов для подтверждения соответствия нормам летной годности, существенно сокращая объем обязательных стендовых и летных испытаний. В процессе испытаний программно-аппаратные решения Siemens Digital Industries Software позволяют получить данные для верификации расчетных моделей, например, внутренние нагрузки, действующие на узлы и компоненты, амплитудно-частотные характеристики, результирующие вибрации, шум, пульсации давления, температуры и усталостные повреждения.

#### Всеобъемлющая модель

Цифровой двойник авиационного двигателя включает в себя множество связанных физических и математических моделей, каждая из которых описывает тепловые, прочностные, акустические и газодинамические характеристики изделия. Он учитывает материалы,

геометрию, электронику, системы управления и встроенное программное обеспечение.

Создание всеобъемлющего цифрового двойника невозможно без связи с реальным объектом, на который устанавливаются датчики, собирающие информацию о поведении изделия в условиях, приближенных к условиям эксплуатации. Полученные данные позволяют непрерывно уточнять модели цифровых двойников и проводить доработки этих моделей, модернизировать их и оптимизировать разработку и производство. И все это без лишних затрат на проведение большого объема натурных испытаний.

Важным преимуществом цифрового двойника является возможность расчета множества сценариев «что, если». Так, решение Simcenter Amesim позволяет моделировать большое число нештатных ситуаций. В результате специалисты могут быстро рассчитать, что произойдет с авиационным двигателем, если поменяются некоторые параметры его работы, как будет работать силовая установка при изменении внешних параметров или отказе какого-либо агрегата. Сегодня такие задачи успешно решают мировые лидеры отрасли: Airbus SE, Rolls-Royce Motor Cars, Pratt & Whitney, General Electric, Safran SA, ПАО «Корпорация «Иркут», АО «Объединенная двигателестроительная корпорация», АО «Вертолеты России» и другие.

#### Секрет в единстве

Успешное внедрение технологии цифровых двойников в сфере двигателестроения, как и в любой другой высокотехнологичной отрасли, требует решения ряда непростых задач. В процесс разработки авиационного двигателя вовлечено большое количество специалистов из разных дисциплин, каждый из которых может использовать собственные подходы и системы. Необходимо создать единую цифровую платформу, объединяющую области проектирования, численных расчетов, производства и испытаний. Комплексный подход Siemens Digital Industries Software позволяет устранить разрыв между конструкторами, расчетчиками, производством и испытателями, организовать эффективный обмен большими объемами данных. Такая платформа улучшает взаимодействие между отделами и обеспечивает выполнение проектов точно в срок и в соответствии с предъявленными заказчиком требованиями.

Применение технологии цифровых двойников требует проведения большого количества расчетов, которые наполняют цифровые модели. Для проведения таких расчетов необходимы значительные вычислительные мощности. Эта задача может быть решена как за счет создания разработчиками собственных вычислительных систем высокой мощности, так и арендой вычислительных мощностей, работающих на базе ведущих отраслевых институтов.



### Сертификация – просто!

Несмотря на растущий спрос на новые высокотехнологичные и экономичные самолеты и ужесточение экологических требований, радикальные перемены в авиационной индустрии происходят достаточно медленно. Для сравнения: за время, которое авиапроизводители тратят на реализацию новых технологий в летательных аппаратах, модельный ряд автомобилей успевает обновиться несколько раз. Это связано с основным требованием любых авиационных разработок – полеты должны быть безопасными.

Обеспечение безопасности пассажиров невозможно без комплексных процессов сертификации, которые в разных странах имеют свои особенности. Сертификационные требования, разработанные Международной организацией гражданской авиации (ИКАО), Федеральным управлением гражданской авиации США и Европейским агентством авиационной безопасности, оказывают существенное влияние на сроки и бюджеты разработки авиационной техники.

Для успешного прохождения сертификационных этапов

производители проводят непрерывную валидацию требований с самых ранних этапов разработки, создавая тщательно проработанные модели силовых установок и их составных частей и проводя виртуальные испытания с использованием технологий Siemens Digital Industries Software. Так, в библиотеке верифицированных моделей Simcenter Amesim представлены выверенные с необходимой точностью компоненты и подсистемы, которые дают возможности двигателестроительным предприятиям сократить или вовсе отказаться от части режимов натурных испытаний.

Сократить сроки сертификации возможно и благодаря точному планированию натурных испытаний. Решения Siemens Digital Industries Software позволяют получать достоверные модели, в которых места размещения датчиков на испытываемых двигателях заранее определены, а необходимые режимы испытаний точно выверены. При подготовке к натурным испытаниям специалисты не тратят время на поиск мест расположения датчиков и рассчитывают оптимальное число циклов испытаний для получения необходимых данных.

С помощью цифровых технологий осуществляется автоматический расчет и анализ данных, полученных во время испытаний. Снижается риск человеческого фактора, гарантируются прослеживаемость и полнота данных, исчезает необходимость «ручной» обработки данных, что существенно экономит время, ведь объем данных за один день испытаний может составлять до десяти терабайт!

Решения Siemens Digital Industries Software в проектах разработки технически сложного изделия как нитью связывают воедино управление требованиями, прототипирование, программы, технологии, данные, проверку соответствия требованиям и верификацию результатов. Специалистам удается ускорить разработку и тратить меньше времени на исправление выявленных недостатков и ошибок проектирования. Становится возможным прохождение сертификации с первого раза. Так, при разработке двигателей и топливной системы для лайнера A380 компания Airbus использовала решение Simcenter Amesim для проведения испытаний на виртуальном стенде. Благодаря этому, по оценке разработчиков, удалось сократить сроки разработки топливной системы почти на два года.



ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И РЕШЕНИЯ  
INNOVATION TECHNOLOGIES AND SOLUTIONS

# АО "ИТС" – дистрибьютор Siemens Digital Industries Software уровня Smart Expert Platinum

---

г. Москва, ул. Ярославская 13а, офис 5  
+7 (495) 789 49 39  
[its@inteso.ru](mailto:its@inteso.ru)  
[www.inteso.ru](http://www.inteso.ru)

**Solution  
Partner**

Smart Expert

Digital Industries  
Software

**SIEMENS**

# Решения Siemens Digital Industries Software в проектах разработки технически сложного изделия как нитью связывают воедино управление требованиями, прототипирование, программы, технологии, данные, проверку соответствия требованиям и верификацию результатов

## Единственно верный подход

Использование решений Siemens Digital Industries Software при создании цифровых двойников дает возможность организовать единую цифровую среду для совместной разработки, поиска и анализа оптимальных решений.

Модельно-ориентированная разработка двигателя осуществляется в тесном взаимодействии

проектно-конструкторских и производственных подразделений как внутри компании, так и с внешними исполнителями, поставщиками и сертифицирующими органами.

Цифровые технологии позволяют провести мультифизический и мультидисциплинарный инженерный анализ, глубокий анализ сложных процессов с учетом работы

интеллектуальных алгоритмов систем управления, а также осуществить проверку выполнения требований за счет эффективной комбинации виртуальных, натуральных и полунатурных испытаний. Благодаря интеграции современных инструментов системного инжиниринга с традиционными подходами 3D-инженерного анализа проверка инновационных решений двигателестроительных предприятий осуществляется на самых ранних этапах.

Созданный предприятием цифровой двойник позволяет с хорошо контролируемыми затратами моделировать работу такой сложной системы, как двигатель, и проводит виртуальные испытания даже в таких режимах и условиях, которые ограниченно возможны или невозможны вовсе при проведении натуральных испытаний. Результаты виртуальных испытаний служат основанием для уменьшения количества натуральных испытаний до приемлемого минимума, который необходим и достаточен для подтверждения сертификационных требований. Цифровые двойники – это возможность сократить время на разработку, снизить затраты на проектирование, изготовление и испытания двигателя, а также сформировать базу знаний проверенных решений и процессов для будущих проектов.





**SIEMENS**

*Ingenuity for life*

Откройте новые горизонты  
разработки продуктов  
с Solid Edge.  
Скачайте бесплатную  
пробную версию.

[www.plm.automation.siemens.com/store/ru-ru/trial/solid-edge.html](http://www.plm.automation.siemens.com/store/ru-ru/trial/solid-edge.html)

Над номером работали:

Бирова Клавдия  
Белозерова Марина  
Лицкевич Анна  
Лободанова Оксана

PLM Эксперт. Инновации в промышленности № 14, май 2020  
Учредитель: Общество с ограниченной ответственностью  
«Сименс Индастри Софтвер».  
Номер свидетельства о регистрации: ПИ № ФС 77-52601  
Главный редактор: Бирова Клавдия Александровна  
Подписан в печать: 14.05.2020  
Тираж: 3000 экземпляров  
Распространяется бесплатно  
Адрес редакции: 115184, Россия, Москва,  
ул. Большая Татарская, д.9  
Отдел маркетинга Siemens Digital Industries 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, д.10, стр.2

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

Все права защищены © 2020 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 Tecnomatix 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.

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

