

# Преимущества “цифрового двойника”

Zvi Feuer, Zvika Weissman

©2017 Siemens PLM Software



Цви Фюер (*Zvi Feuer*) является старшим вице-президентом по системам технологической подготовки производства компании *Siemens PLM Software* – подразделения сектора промышленной автоматизации *Siemens Industry Automation*. Управлением разработками корпоративных информационных систем (в основном для машиностроения) занимается уже более 25 лет. Он работал в таких компаниях, как *Israeli Aircraft Industries (IAI)*; *Digital Equipment* (ведущий поставщик аппаратного обеспечения и системный интегратор), а с 1995 года – в *Tecnomatix*, *UGS* и *Siemens*.

В настоящее время сферой ответственности г-на Фюер является руководство работой международных групп специалистов, инициативы по обслуживанию заказчиков по всему миру и разработка систем технологической подготовки производства. Эти системы позволяют оптимизировать производственные и ремонтные мощности, проектировать сборочные линии, разрабатывать и проверять технологические системы, создавать управляющие программы для станков с ЧПУ.

Г-н Фюер получил степень магистра машиностроения в Израильском технологическом институте *Technion*, а также степень *MBA* по программе *UCLA-NUS* для высших менеджеров.



Звика Вейссман (*Zvika Weissman*) работает на рынке *PLM*-систем уже более 15 лет. Занимается разработкой систем цифрового производства, маркетингом и технической поддержкой. В настоящее время является директором сегмента промышленного ПО компании *Siemens Industry Software* по развитию бизнеса в авиационно-космической и оборонной отрасли.

На своей предыдущей должности г-н Вейссман занимался внедрением систем цифрового производства на ведущих предприятиях автомобильной и авиационно-космической промышленности, машиностроения и производства потребительских товаров в США, Европе и Азиатско-Тихоокеанском регионе. Он получил богатый опыт использования таких систем технологической подготовки производства и симуляции, как *Teamcenter Manufacturing Process Planner*, *Process Designer*, *Robcad*, *Process Simulate* и *Plant Simulation*.

Г-н Вейссман получил степень бакалавра и магистра по машиностроению в Израильском технологическом институте *Technion*, а также степень магистра делового администрирования в Университете Тель-Авива.

**П**очему компания *Siemens* постоянно упоминает “цифрового двойника”, и в чём преимущества этой технологии для промышленных предприятий?

Можно дать много различных определений этого понятия. С нашей точки зрения, “цифровой двойник” – это набор компьютерных моделей, позволяющих виртуально проектировать, проверять и оптимизировать детали, изделия и технологические процессы или целые производственные линии. Это делается быстро, точно и с максимальным приближением к реальному прототипу. “Цифровые двойники” используют данные с датчиков, установленных на реальных объектах. Это позволяет представлять их состояние, режим работы или расположение практически в реальном времени.

У нас в компании *Siemens* уже давно признали ценность концепции “цифрового двойника”. Более 25-ти лет назад мы начали разрабатывать программное обеспечение для сложных робототехнических комплексов, и уже тогда смогли создать полные 3D-модели технологических участков сборки

автомобильных кузовов. Эти 3D-модели могли воспроизводить робототехнические операции, помогали проверять и оптимизировать их еще до практической реализации в цехе. Наши приложения обеспечивали очень высокую точность моделирования и могли имитировать не только работу отдельного технологического участка, но и весь процесс ввода производства в эксплуатацию.

Позднее успехи компьютерных технологий позволили расширить области применения “цифрового двойника” с новыми возможностями, дополнительной информацией, входными и выходными данными. Теперь “цифровой двойник” помогает разрабатывать и выводить новые изделия на рынок быстрее, чем когда-либо.

Сегодня мы обеспечиваем применение “цифрового двойника” при конструировании, разработке технологических процессов и изготовлении



*В полной мере ценность “цифрового двойника” проявляется в том случае, когда он поддерживается во всех процессах при конструировании, технологической подготовке производства и изготовлении изделий*

изделий. Для этого служат системы “Умная фабрика” и “Умное изделие”.

## Внедрение “цифрового двойника”

По классической схеме технология “цифрового двойника” внедряется в процессы конструирования, технологического проектирования и в контуры обратной связи, предоставляющие создателям изделия информацию о его эксплуатации.

### 1. Применение в процессах конструирования

В состав “цифрового двойника” входит вся конструкторская информация по изделию, а именно:

- 3D-модели (создаваемые в CAD-системах);
- модели систем изделия (создаваемые в системоориентированных средствах разработки);
- спецификация материалов;
- 1D-, 2D- и 3D-модели для проведения инженерных расчетов в CAE-системах (например, в *Simcenter*);
- встроенное программное обеспечение (разрабатываемое и тестируемое в ALM-системах – в частности, в *Polarion*);
- проекты электронных узлов изделия (создаются в таких системах, как *Mentor Graphics*).

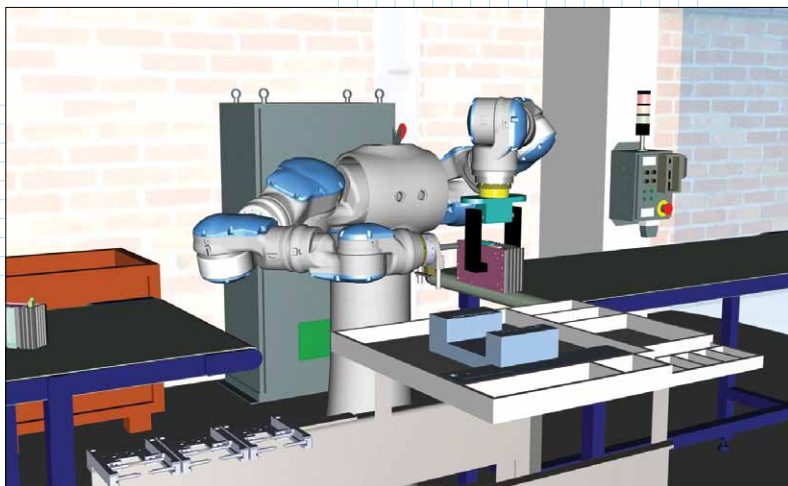
В результате получается полнофункциональная компьютерная модель изделия, пригодная для решения практически 100% задач виртуального тестирования и испытаний. При этом устраняется потребность в изготовлении опытных образцов, сокращаются сроки разработки и повышается качество готовой продукции. Кроме того, предприятие может быстрее реагировать на пожелания заказчиков.

### 2. Применение в проектировании технологических процессов

Современные программные решения, предлагаемые компанией *Siemens*, обеспечивают разработку трех важнейших моделей, необходимых любому промышленному предприятию:

- модель технологического процесса (“как это изготовить”) представляет собой точное описание способа производства изделия;
- модель производственных мощностей – полное цифровое представление технологических и сборочных линий, применяемых для изготовления изделия;
- модель системы промышленной автоматизации – описание системы автоматизированного управления технологическими процессами (*SCADA, PLC, HMI* и пр.).

Применительно к производству ценность “цифрового двойника” заключается в уникальной возможности виртуально имитировать всю производственную систему, что позволяет проверять и



*Применительно к производству ценность “цифрового двойника” заключается в уникальной возможности виртуально имитировать всю производственную систему, что позволяет проверять и оптимизировать её*

оптимизировать её. “Цифровой двойник” также позволяет проконтролировать процесс изготовления изделия, его деталей и узлов, при помощи разработанных технологических процессов, имеющихся в производственных линиях и системах автоматизации.

Более того, “цифровой двойник” дает возможность включить и задачи логистики для разработки эффективной схемы поставок материалов на производственную линию. Таким образом, задачи снабжения решаются и в рамках “цифрового двойника”, и в рамках реальной логистической системы. Роботы, стеллажи, контейнеры и конвейеры тоже становятся частью “цифрового двойника” производства – вернее, “умной фабрики”.

Следует подчеркнуть, что, хотя небольшим организациям и не требуется внедрять все элементы “цифрового двойника”, ряд этих элементов является критически важным независимо от размера предприятия. Без них даже небольшая и гибкая компания не сможет выдержать конкуренции.

### 3. Применение в контурах обратной связи

Для большинства производителей наиболее важными являются два контура обратной связи: “Умная фабрика” и “Умное изделие”.

#### ✓ Контур “Умная фабрика”

Сначала рассмотрим контур обратной связи под названием “Умная фабрика”. Это цифровая модель всей производственной системы. К модели подключены датчики, *SCADA*-контроллеры, ПЛК и другие средства автоматизации. Кроме того, модель интегрирована с основным хранилищем данных *PLM*-системы. На “Умной фабрике” все события, происходящие в цехах в ходе производства, регистрируются и передаются в *PLM*-систему (непосредственно либо через облако). Программные средства, опирающиеся на методы искусственного интеллекта, обрабатывают и анализируют получаемую

информацию. Основные выявленные факты направляются в конструкторский отдел, технологическую службу или отдел планирования производства.

Почему это столь важно? Производственные мощности и технологические процессы начинают меняться уже через неделю после запуска нового изделия. Реализация новых идей и методов работы, замена поставщиков – всё это потребует изменений в технологических системах и процессах. Поскольку подобные изменения, несомненно, повлияют на всю будущую работу, всё это обязательно нужно сразу же обновить в системе.

Срок службы технологических систем превышает длительность жизненного цикла изделия. Кроме того, многие из наших заказчиков применяют имеющееся технологическое оборудование для изготовления сразу нескольких изделий. Эти факторы еще более усиливают необходимость регулярно заносить происходящие изменения в PLM-систему, которая затем передает полученную информацию остальным участникам процесса.

Собранная на производстве информация также служит основой для повышения ремонтпригодности технологических ресурсов. Такая информация (получаемая с датчиков) обеспечивает надлежащее техобслуживание по техническому состоянию, что сокращает простои и повышает производительность.

#### ✓ **Контур “Умное изделие”**

Почти все выпускаемые сегодня изделия можно назвать “умными”. Многие из наших заказчиков стараются организовать обратную связь с выпущенными умными изделиями, находящимися в эксплуатации!

Мониторинг процесса эксплуатации изделия позволяет получить новые знания, необходимые для дальнейшего совершенствования конструкции. Более того, обмен данными с умными изделиями – это путь к созданию новой модели ведения бизнеса и получению конкурентных преимуществ.

Например, производители авиадвигателей могут продавать не сами двигатели, а часы их лёгкой эксплуатации. Когда авиакомпания покупает только “полетное время”, она не только сокращает

капиталовложения, но и получает более высокий уровень обслуживания, так как производитель заинтересован в проведении работ с максимально возможным качеством. По такой схеме производитель авиадвигателей получает деньги только за реальные часы полета, поэтому ему необходимо обеспечить постоянный контроль за работой двигателя, предоставлять рекомендации по правильной эксплуатации и техническому обслуживанию и самостоятельно выполнять определенные виды работ, включая текущий и капитальный ремонт.

Нас уже окружают “умные изделия”. Например, один из наших заказчиков выпускает краны большой грузоподъемности. Несколько лет назад конструкция была модернизирована, и кран стал “умным”. Заказчики продукции компании теперь покупают не собственно краны, а часы “подъемных работ”. При помощи датчиков производитель собирает информацию о процессе эксплуатации и на её основе дает пользователям рекомендации по продлению срока службы крана и повышению его грузоподъемности.

Итак, ценность “цифрового двойника” заключается вот в чём: он обеспечивает гибкость, а также сокращает сроки проектирования производства и проведения конструкторско-технологической подготовки. “Цифровой двойник” повышает качество продукции и даже открывает возможности для новых моделей ведения бизнеса, благодаря которым предприятия малого и среднего размера могут расти и внедрять самые современные производственные технологии.

“Цифровой двойник” поможет всем предприятиям в решении таких задач, как сокращение сроков выпуска изделий на рынок, снижение себестоимости, повышение гибкости, качества и производительности на всех организационных уровнях.

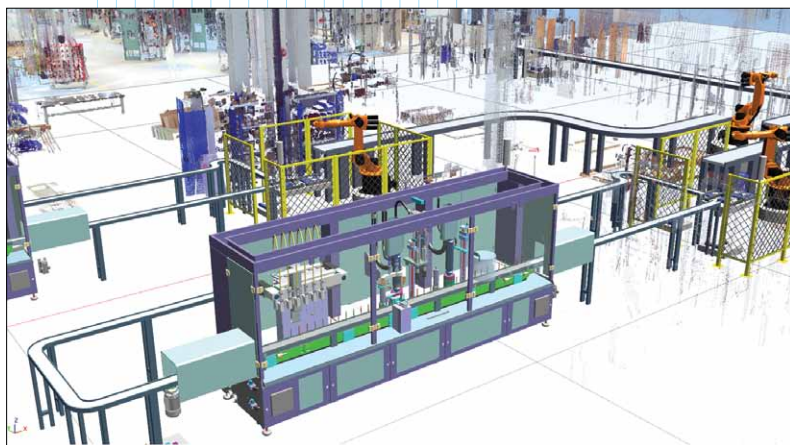
### **Преимущества “цифрового двойника” для вашего предприятия**

За последние годы возможности и преимущества “цифрового двойника” значительно выросли. Колоссальный прогресс в развитии средств технологической подготовки производства и систем численного моделирования (симуляции) сегодня позволяет точно описывать производственные процессы – а, значит, заранее выявлять и предотвращать возможные проблемы.

Соответственно, внедрение “цифрового двойника”, требующее серьезных инвестиций, быстро окупается.

Интеграция с реальными производственными операциями создает каналы очень ценной обратной связи. Благодаря этому, “цифровой двойник” действительно точно описывает производственные процессы в их динамике и учитывает изменения, неизбежно происходящие в реальной жизни.

Развитие систем автоматизированного управления производством привело к тому, что они всё больше воспринимаются как часть PLM, а не как отдельные системы.



*“Цифровой двойник” позволяет создать контуры обратной связи – “Умная фабрика” и “Умное изделие”*

Каковы направления дальнейшего развития концепции “цифрового двойника”?

На наш взгляд, развитие пойдет по следующим направлениям:

- Более широкое представление и интеграция всех аспектов производства – механических и электрических узлов, систем управления, программного обеспечения и пр.
- Обеспечение большей гибкости при создании “цифровых двойников” диверсифицированных технологических процессов (например, термообработки).
- Улучшение интеграции по всей цепочке поставок с целью согласованного создания (и обновления) “цифрового двойника”.
- Расширение возможности прямого подключения к технологическому оборудованию с целью минимизации разницы между виртуальной моделью и реальным миром.
- Включение в состав “цифрового двойника” жизненного цикла технологического оборудования (подготовка производства, эксплуатация, техническое обслуживание).
- Улучшение интеграции технологических процессов и процессов контроля качества в рамках “цифрового двойника”.

Почему так много предприятий заинтересовались преимуществами “цифрового двойника”?

Развитие компьютерных технологий, а также прогресс в области искусственного интеллекта, 3D-печати,

появление дешевых эффективных датчиков и средств анализа больших данных приведут к появлению “цифровых двойников” во всех описанных выше сферах.

Объединение подобных технологий позволит практически все машиностроительным предприятиям создать собственные варианты “цифрового двойника” и внедрить их в процессы конструкторско-технологической подготовки производства.

Что необходимо для создания “цифрового двойника” на предприятии?

Ряд необходимых решений имеется уже сегодня, другие пока только создаются или находятся на ранней экспериментальной стадии. Однако любое машиностроительное предприятие уже сейчас может начинать работу по созданию реально действующего “цифрового двойника”.

Первый шаг – принятие решения о внедрении технологии “цифрового двойника”.

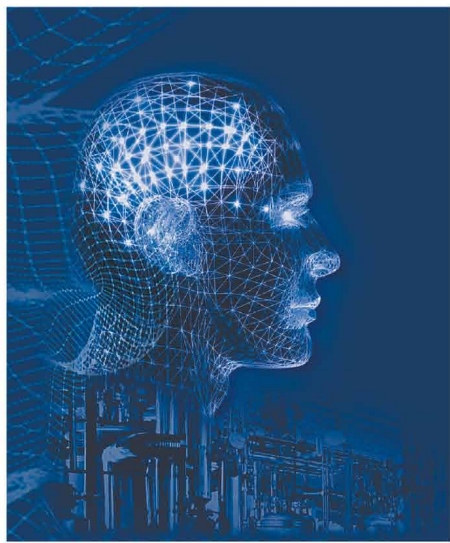
Второй шаг – проведение необходимых организационных мероприятий. Необходимо выделить небольшую рабочую группу, состоящую из специалистов в различных областях.

Третий шаг – разработка стратегии внедрения технологии “цифрового двойника” на предприятии силами этих специалистов. Стратегия должна быть долгосрочной, понятной и простой в реализации.

Еще один обязательный шаг – выявление ряда ключевых показателей эффективности, позволяющих оценить состояние внедрения на каждом этапе. 👁

◆ **Выставки** ◆ **Конференции** ◆ **Семинары** ◆

В РАМКАХ МЕЖДУНАРОДНОГО ПРОМЫШЛЕННОГО ФОРУМА «РАДИОЭЛЕКТРОНИКА. ПРИБОРОСТРОЕНИЕ. АВТОМАТИЗАЦИЯ» 



# АВТОМАТИЗАЦИЯ

XVIII международная специализированная выставка

- ИКТ в промышленности • Системная интеграция
- Автоматизация производства • АСУ ТП
- Технические и программные средства автоматизации
- Измерение, контроль, испытание, диагностика
- Встраиваемые системы • Техническое зрение
- Мехатроника и робототехника
- Автоматизация зданий и ЖКХ
- САПР • Готовые отраслевые решения

Организатор выставки:



Место проведения: Санкт-Петербург, ПСКК, пр. Ю. Гагарина, 8, м. "Парк Победы"  
ais@farexpo.ru, www.farexpo.ru/ais, тел.: +7 (812) 777-04-07, 718-35-37

**21 – 23 ноября  
2017**

Санкт-Петербург, Петербургский СКК