

# Оптимизация подготовки производства

*Мирко Баекер, директор по маркетингу продукта Tecnomatix в Европе, на Ближнем Востоке и в Африке (Siemens PLM Software)*

В авиационно-космической и оборонной отраслях продолжается рост конкуренции. Число заказов на гражданские самолеты достигло рекордного уровня. В условиях сокращения военных бюджетов государство старается перенести на поставщиков организационные и финансовые риски, что требует дополнительных усилий по управлению себестоимостью, сроками изготовления и соблюдению всё более жестких требований к изделиям.

Нередко в конструкцию вносятся большое число изменений – как в начале выпуска, так и при передаче изделия в эксплуатацию. Создание и поддержание хорошей репутации компании в аспекте успешного выполнения программ – непрерывное условие для получения новых заказов.

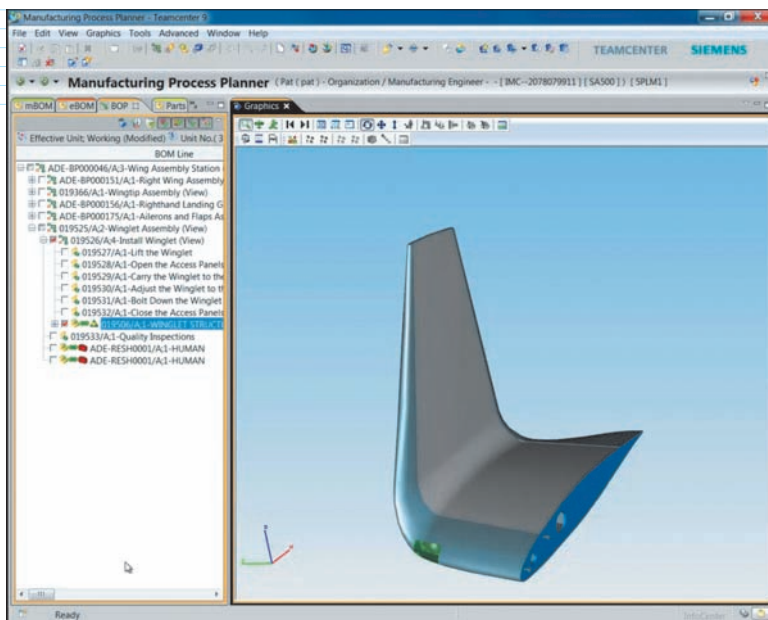
Чтобы этого добиться, предприятиям нужно оптимизировать передачу информации между этапами конструирования, технологического проектирования и изготовления, а также уменьшать количество брака и внедрять эффективные инициативы бережливого производства.

## Технологическое проектирование уже на ранних этапах

Современные изделия авиационно-космической и оборонной промышленности относятся к наиболее сложным видам создаваемой техники. В то же время нормативные требования к ней становятся всё более жесткими.

Например, в гражданском авиастроении практически каждый выпускаемый самолет отличается по конструкции от других и проходит отдельную сертификацию. Поэтому приходится не только проектировать и контролировать каждое новое исполнение (это инженерная задача), но и изготавливать продукцию, поставлять её и обеспечивать послепродажное обслуживание в условиях всё более жестких нормативных требований.

Для обеспечения этого крайне важна возможность создания **цифровых моделей производственных систем**, что помогает заранее оценивать их характеристики и оптимизировать работу.

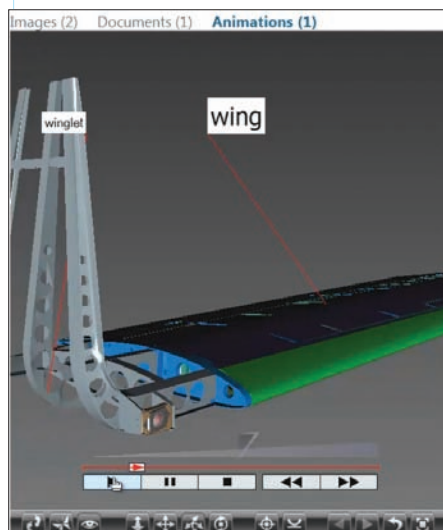


*Разработка в среде Teamcenter Manufacturing технологического процесса сборки*

Для моделирования производственных систем и технологических процессов применяются средства дискретного численного моделирования – например, **Plant Simulation**.

Модуль **Plant Simulation** предназначен для создания цифровой расчетной модели производственной системы, оценки её эксплуатационных характеристик и оптимизации работы. Такая расчетная модель позволяет проводить виртуальные эксперименты и моделировать варианты типа “что будет, если...” как в рамках уже существующей производственной системы, без вмешательства в её работу, так и в ходе подготовки производства, задолго до реального монтажа технологического оборудования.

Широкий выбор инструментов анализа, статистической обработки и подготовки графиков помогает оценивать различные варианты технологических процессов. В результате удастся выявлять и устранять проблемы, которые могли бы привести к существенным потерям времени и денег уже в ходе запуска производства, а также минимизировать инвестиционную стоимость производственных линий при обеспечении заданной производительности.



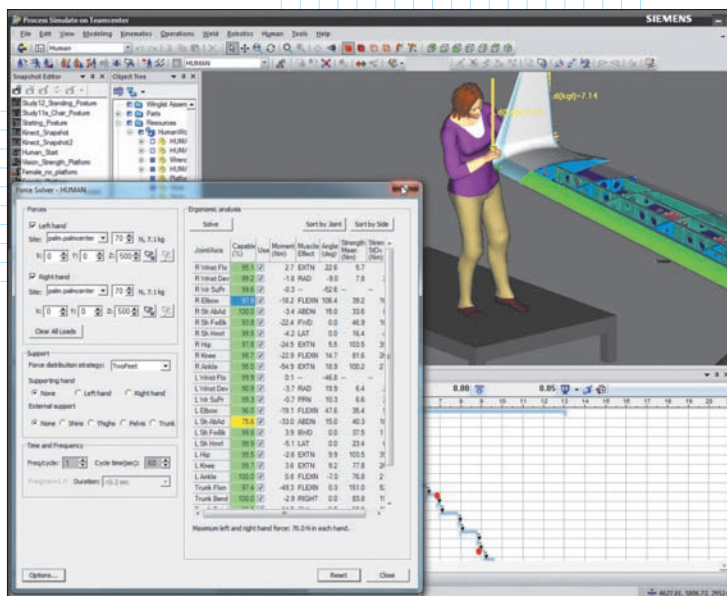
*Анимация процесса сборки в среде Teamcenter EWI*

Кроме того, можно моделировать (имитировать) последовательности операций ручной сборки. С учетом того, что такой способ позволяет проще и быстрее обучать рабочих на линии, эта возможность часто применяется производителями авиационной техники.

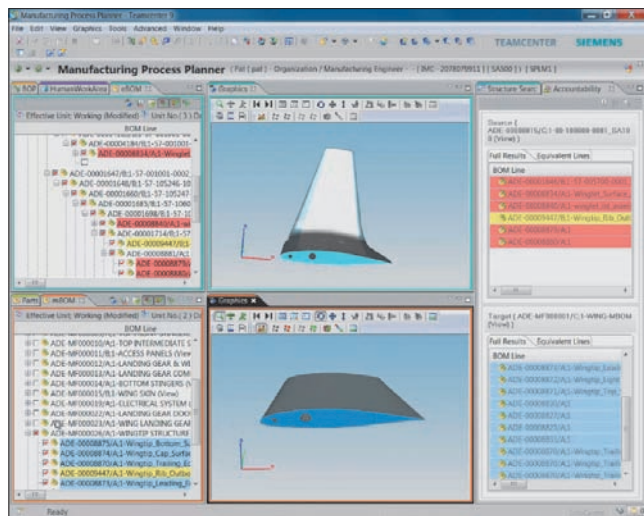
При помощи модуля *Plant Simulation* предприятия авиационно-космической и оборонной отраслей оптимизируют материальные потоки, использование ресурсов (включая анализ износа инструмента) и логистические процессы на всех уровнях – как на глобальном, так и на отдельных заводах и производственных линиях. Получаемая информация помогает быстро принимать обдуманные решения на ранних стадиях подготовки производства.

### Управление конструкторскими спецификациями и технологическими процессами

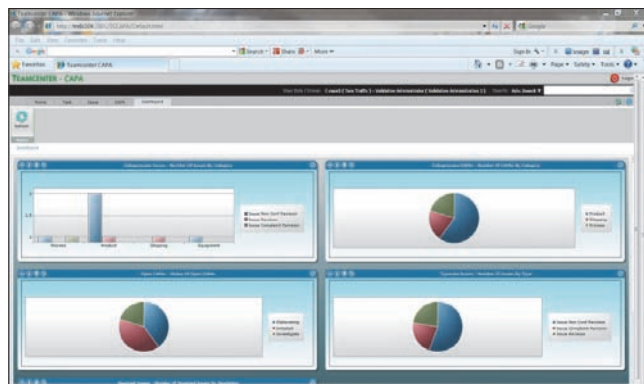
Еще одна критически важная с точки зрения управления данными область – передача информации с этапа проектирования на этап



Средства симуляции модуля *Process Simulate Human* позволяют оценить эргономичность рабочих операций



Согласование конструкторских и технологических спецификаций в среде *Teamcenter Manufacturing*

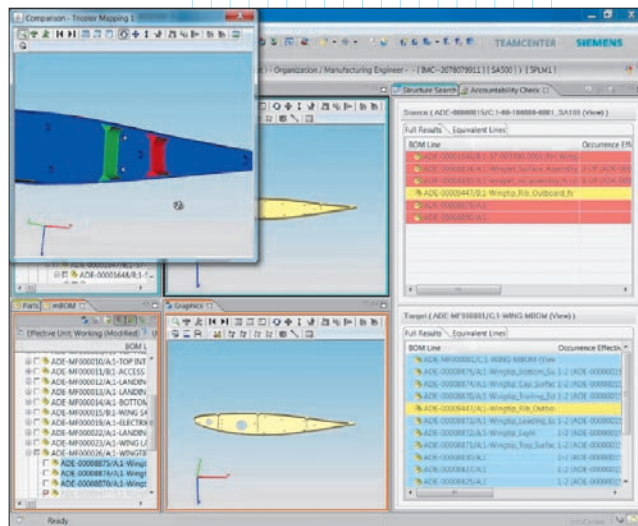


Фиксация знаний способствует принятию обоснованных решений

изготовления. Вопрос о составе спецификации постоянно дискутируется. Обычно предлагается ряд разрозненных вариантов: конструкторская спецификация (*eBOM*), технологическая спецификация (*mBOM*), ведомость технологических процессов (*BOP*).

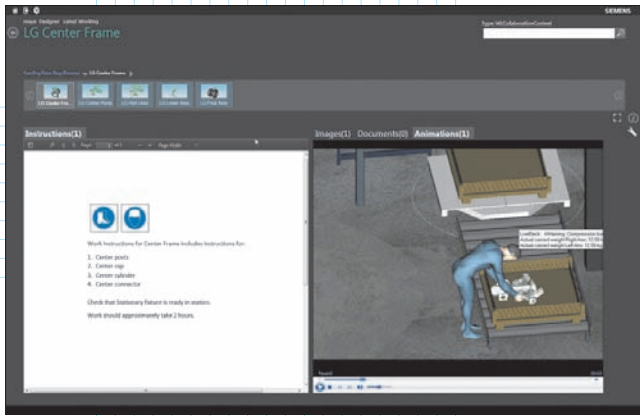
Когда речь идет об очень сложных конструкциях авиационно-космического и оборонного назначения, инженеру удобнее организовывать данные иным образом по сравнению с их представлением в *ERP*-системе.

Наличие отдельных, конструкторской и технологической, спецификаций позволяет независимо вносить изменения в модели деталей и в

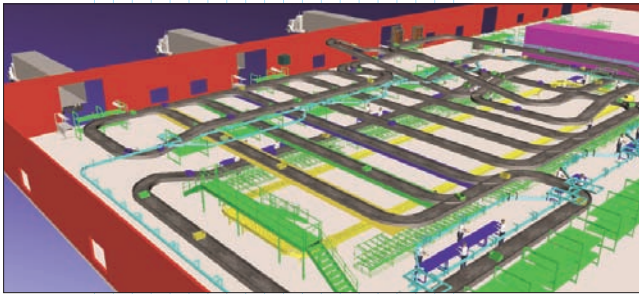


Геометрическое сравнение конструкторских и технологических спецификаций в *Teamcenter Manufacturing*





*Визуализация рабочих инструкций способствует уменьшению числа ошибок*

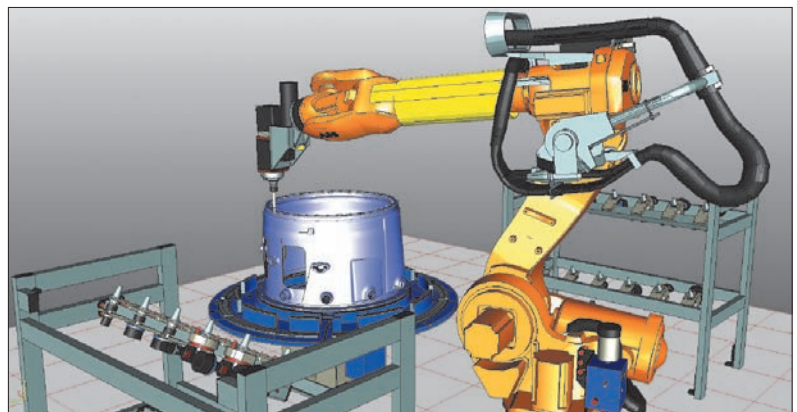
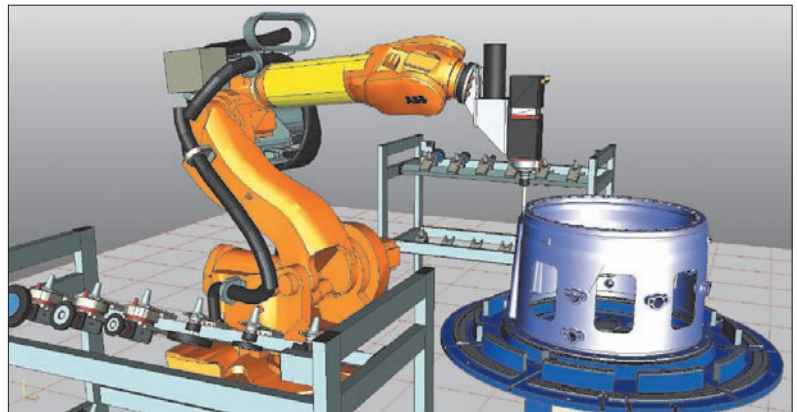


*Симуляция сценария производственного процесса*

конструкторскую спецификацию. Однако если такие изменения взаимно не синхронизируются, то возникают ошибки. Чтобы этого не допустить, в модуле *Teamcenter Manufacturing Process Planner* применяются проверки конструкторской спецификации и ведется ведомость технологических процессов, в которой пошагово расписан процесс изготовления изделия.

Новейшая концепция ведомости технологических процессов предприятия упрощает работу в условиях глобализации производства и повышает эффективность сборочных процессов при производстве продукции авиационно-космического и оборонного назначения.

Выявленные оптимальные операции включаются в ведомости технологических процессов в виде шаблонов. Благодаря этому объединяются все ресурсы, оснастка, оборудование и варианты их применения и создается основа для оптимизации использования активов предприятия. При помощи шаблонов технологи применяют принятые ранее проектные решения, что повышает отдачу от капиталовложений в оборудование и позволяет уделять основное внимание обеспечению гибкости производственных мощностей.



*Симуляция операции снятия заусенцев при изготовлении реактивного двигателя*

Кроме того, появляется возможность разрабатывать технико-экономическое обоснование задолго до вложения средств и ресурсов в производство, автоматически передавать элементы сборки в структуры техпроцессов конкретного завода, а также сравнивать ситуацию на разных заводах с целью максимально быстрого внедрения оптимальных приемов работы.

## **Проверка и оптимизация производственного процесса**

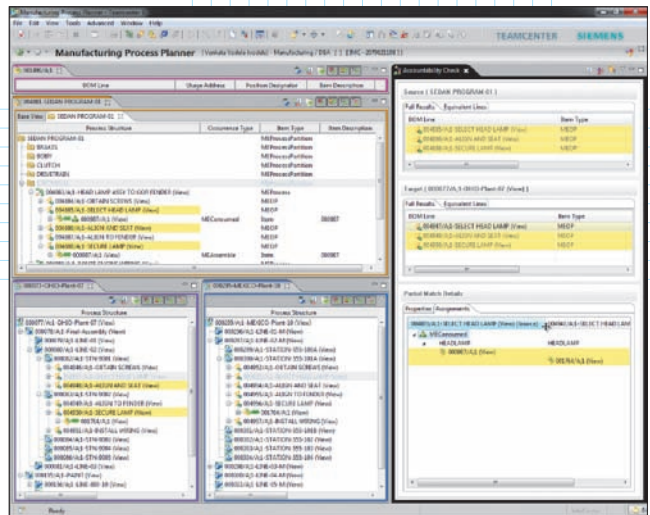
Остановки производства, вызванные внедрением новых или модернизированных средств автоматизации программирования, а также внесением изменений в конструкцию на поздних этапах подготовки производства, обходятся очень дорого. В ходе запуска производства и его вывода на полную мощность риски возникновения таких событий сложно предотвратить.

подавляющее большинство проблем, связанных с такими изменениями, можно выявить и решить на ранних этапах, когда сделать это значительно проще и дешевле. Удобные средства симуляции позволяют с высокой точностью проверить различные виды технологических процессов и выявить вариант, наиболее подходящий для внедрения в производство. Подобный анализ вариантов типа “что будет, если...” на этапе технологической подготовки производства

выполняется быстро, удобно и без существенных затрат. Симуляция процессов сокращает потребность в реальных испытаниях, а абсолютно необходимые испытания проводятся значительно быстрее.

Система *Tecnomatix* поддерживает быстрое и бережливое производство, позволяет оптимизировать и проверять характеристики технологического процесса до начала изготовления изделий, а также устранять неэффективные операции, уменьшая время наладки и повышая качество продукции.

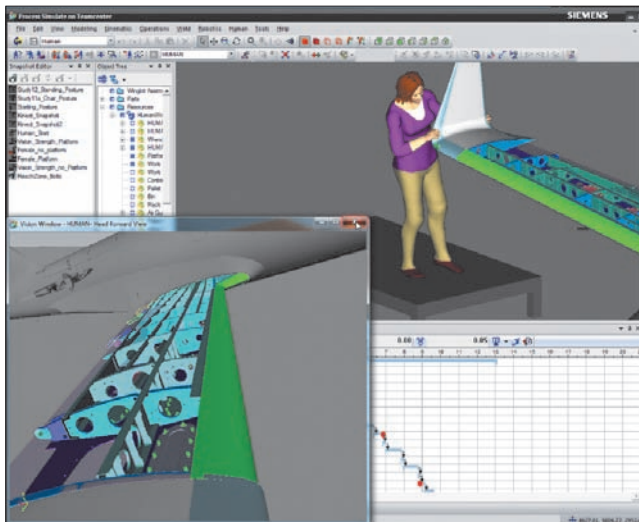
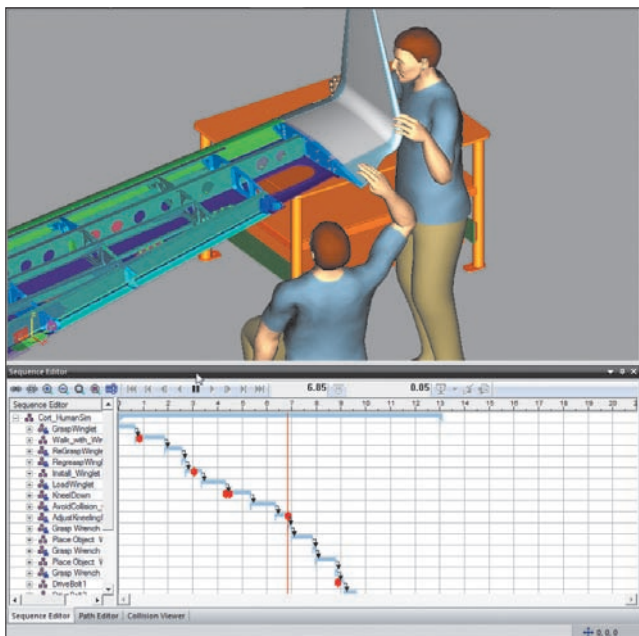
Параллельно с этим модуль разработки документации *Teamcenter Electronic Work Instruction (TC EWI)* обеспечивает передачу всех технологических процессов в веб-формате с этапов их разработки и симуляции непосредственно в цеха.



*Информация для инженера*

Подробные и актуальные технологические инструкции, предлагающие высокий уровень визуализации, безусловно, способствуют повышению качества продукции, снижению числа перелоз и сокращению сроков производства. Такие визуальные средства крайне необходимы для того, чтобы рабочие в цехах могли выполнять свою работу эффективно.

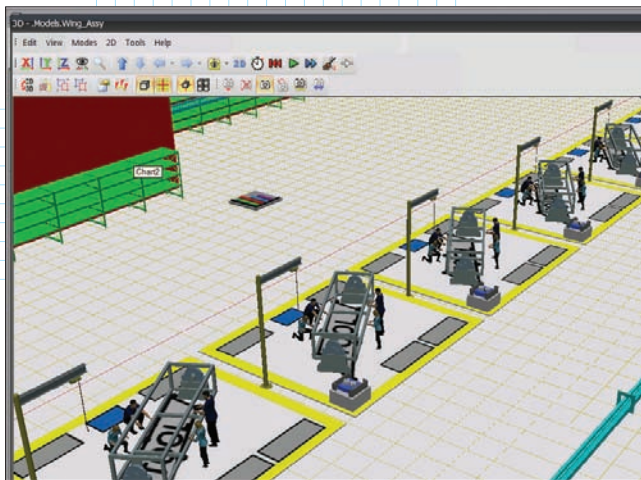
Управление технологической документацией в соответствии с исполнениями изделия дает массу преимуществ не только на этапе разработки первого поколения рабочих инструкций, но и в случае проведения изменений, обеспечивая требуемую гибкость и быстроту этого процесса. Хотя первоначальное создание техпроцессов может потребовать некоторых усилий, но способность управлять проведением конструкторских изменений и корректно учитывать их в технологической структуре и в рабочих инструкциях является решением одной из самых трудоемких задач при подготовке производства.



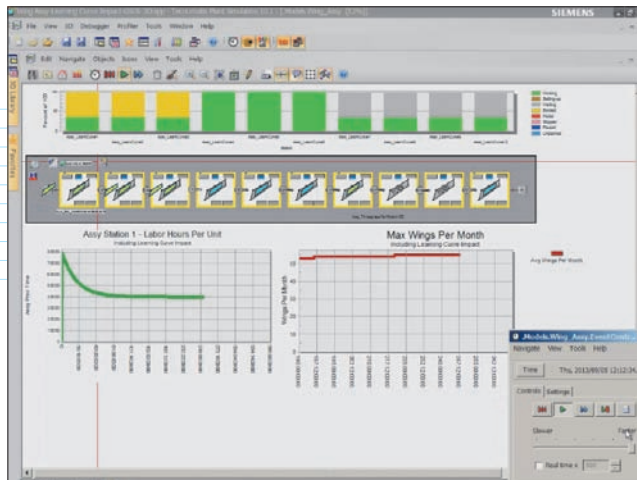
*Симуляция операций ручной сборки в модуле Process Simulate Human*

*Интерфейс модуля Teamcenter Electronic Work Instructions*





Симуляция дискретных операций в модуле Plant Simulation



В отличие от бумажной документации, создаваемые в модуле *TC EWI* электронные документы могут содержать 3D-модели входящих в собираемый узел деталей, информацию об инструментах, а также конструкторско-технологическую информацию, внесенную непосредственно в 3D-модель (*PMI*). Кроме того, такие документы являются интерактивными: пользователь может манипулировать 3D-изображением, воспроизводить анимированные ролики процесса сборки, а также просматривать этапы работы в соответствии с производственным заданием.

Многие производители приняли электронную документацию в качестве стандарта. С учетом особенностей авиационно-космической и оборонной отраслей, разумное внедрение средств разработки электронной документации позволит значительно сократить число ошибок в производстве и сэкономить время разработки, а также рабочее время технологов.

### Создание петли обратной связи между проектированием и производством

Пожалуй, наиболее важной во всем этом для предприятий авиационно-космической и оборонной отраслей является возможность создать систему управления производством с обратной связью, позволяющую легко передавать готовую технологическую информацию прямо в цеха.

Для этого требуется тесная интеграция *PLM*-решения с автоматизированной системой управления производством (*MES*). Это гарантирует объединение всех элементов систем, а также достижение оптимальных показателей качества и эффективности производства в глобальном масштабе.

Компании могут значительно уменьшить время отклика своей команды разработчиков на проблемы, выявленные при производстве (несоответствие [конструкторскому

замыслу]), сравнивать изделие в состоянии “как изготовлено” с тем, как было задумано, более эффективно обрабатывать данные при помощи интегрированной *PLM-MES*-системы. Конечным результатом является создание интегрированной среды проектирования изделий, подготовки производства и контроля их изготовления, которая обеспечивает управление производством, прослеживаемость операций, соответствие требованиям и непрерывное улучшение технологических процессов. Более того, интеграция *MES* с *ERP*-системами и собственными программными разработками предприятия с помощью стандартных интерфейсов удачно дополняет общую стратегию применения информационных технологий.

### Заключение

Привлечение подрядчиков в глобальном масштабе, рост конкуренции, необходимость более эффективного использования производственных мощностей и сокращения сроков вывода изделий на рынок – вот лишь немногие из тех проблем, с которыми сегодня сталкиваются работающие на мировом рынке предприятия авиационно-космической и оборонной отраслей. В результате меняются контуры информационных технологий, обеспечивающих поддержку открывающихся рыночных возможностей. Возникает потребность в интегрированных решениях и стандартизации информационной среды.

Инновационные предприятия уже осознали всю ценность всеобъемлющей *PLM*-стратегии. Система *Tecnomatix* представляет собой полнофункциональный пакет решений для поддержки цифрового производства, способствующий созданию инноваций и объединяющий все технологические аспекты с разработкой изделия: от проектирования технологий и производственных участков до симуляции производственных процессов, контроля проектных решений и изготовления продукции. 🗑️