



SIEMENS

Ingenuity for life

Siemens Digital Industries Software

Цифровая нить: снижение рисков при проектировании электрических систем в авиационно- космической отрасли

Краткий обзор

По мере наступления новой эры развития аэрокосмической отрасли становится ясно, каким образом цифровые технологии, такие как цифровой двойник и цифровая нить, помогают производителям в корне изменить подход к управлению жизненным циклом изделий. В этой статье рассказывается о трудностях, с которыми каждый день сталкиваются производители и поставщики из аэрокосмической отрасли, а также о том, как концепция модельно-ориентированного предприятия (МВЕ — model-based enterprise) снижает риски при проектировании систем и способствует инновациям в разработке платформ для электрических и электронных компонентов.

Содержание

Введение	3
Повышение уровня электрификации платформ	4
Выше сложность — выше вероятность сбоев.....	5
Отрасль на пороге исторического прорыва	6
Появление цифровых двойников и цифровой нити	7
Цифровой двойник изделия, производства и производительности	8
Capital: цифровой двойник и цифровая нить для электрических систем	9
Устранение рисков, связанных с ключевыми этапами интеграции: использование Capital сегодня	11
Заключение	12

Введение

Требования, предъявляемые к проектированию электрических и электронных систем в XXI веке, несомненно, бросают серьезный вызов производителям в аэрокосмической отрасли. Прибыльность на всех этапах разработки платформ является ключевой задачей. Помимо поддержания прибыльности, необходимо постоянно внедрять инновации. Но инновации влекут за собой большие риски. Как ограничить риски, сохранив прибыльность?

Сегодня снижать потенциальные риски, возникающие в результате электрификации, нужно в комплексе. Например, в то время как электронные и электрические компоненты улучшают платформы в долгосрочной перспективе, они затрудняют интеграцию. Традиционные подходы к интеграции платформ, в которых процессы оптимизированы с точки зрения механики, нужно обновить.

Кроме того, из года в год усложняется проектирование. Сегодня требования к проектированию распространяются на множество дисциплин и оказывают влияние на иерархию изделий по всей цепи поставок, что подразумевает сложное внедрение и повышает риски при проектировании.

К другим проблемам, усугубляющим риски при проектировании, относятся:

- Влияние появления новых конкурентов на размер прибыли
- Необходимость постоянного повышения производительности
- Растущее число нормативных требований и требований к безопасности
- Новые инструменты контроля над расходами и ужесточение такого контроля
- Необходимость в своевременном и качественном выполнении программ
- Необходимость перепрофилирования и повторного использования на различных платформах
- Повышение уровня автоматизации цепей поставок и взаимодействия внутри них

Для удовлетворения растущих потребностей и поддержания конкурентоспособности производители двигаются в направлении дигитализации проектирования и интеграции электрических и электронных систем. Дигитализация подразумевает использование цифровых технологий для оптимизации бизнес-операций, т. е. для повышения эффективности работы по всей цепочке создания стоимости.

Интегрированный подход на основе цифровых технологий дает возможность изучать информацию об изделии и процессе его производства, что позволяет производителям достигать баланса между инновациями и рисками. Благодаря этому у разработчиков появляется больше шансов остаться в рамках бюджета и графика. Интеллектуальные цифровые решения уже успешно применяются в различных областях проектирования для разработки и внедрения электрических/электронных систем самолетов. По мере электрификации эта тенденция будет только усиливаться.

Поскольку функции, обеспечиваемые электронными системами, внедряются на всех уровнях платформы, полуавтоматизированные методы разработки уже не соответствуют современным потребностям и во многих случаях нецелесообразны. Сегодня один коммерческий самолет — это сотни, если не тысячи, электронных приборов/блоков, сотни метров электропроводки, множество конфигураций и многочисленные требования к безопасности и сертификации, которые необходимо учитывать. Ручная и непоследовательная передача требований, данных проектирования по текущим проектам и описаний конечных изделий больше не является эффективным подходом. В таблице 1 перечислены потенциальные преимущества дигитализации.

Дигитализация обеспечивает	Преимущества
Автоматизация	Сокращение числа ошибок и снижение рисков
Численное моделирование	Повышение качества проектирования
Верификация	Сокращение затрат на разработку
Оптимизация	Снижение производственных издержек
Повторное использование	Сокращение длительности производственного цикла
Перепрофилирование	Больше инноваций
Обмен данными и подготовка отчетов	Укрепление репутации бренда

Таблица 1: Переход от чертежей к дигитализации.

«Партнерство с Siemens-Mentor позволит нам объединить передовые инструменты проектирования с обширным опытом и знаниями Boeing в области трансформации проектирования электрических систем в рамках программы 2CES».

Компания Boeing

Повышение уровня электрификации платформ

Сегодня в аэрокосмической отрасли наблюдаются две ключевые тенденции. Во-первых, ужесточающиеся и растущие в количестве требования к полетам влекут за собой более строгие требования к характеристикам платформ. Будь то дальнейшее расширение линейки двухдвигательных коммерческих самолетов или повышение эффективности истребителей благодаря множеству дронов с дистанционным управлением, производителям требуются более широкие возможности.

Второй тенденцией является электрификация. Разработчики платформ как никогда активно реализуют функции, необходимые для обеспечения новых возможностей в полете, с помощью электрических систем. К ним относятся функции, для работы которых необходимо электричество, такие как автоматическая посадка и развлечения на борту (IFE). Кроме того, электричество все чаще заменяет существующие механические, пневматические и гидравлические компоненты, обеспечивающие те или иные функции. Например, получили широкое распространение системы дистанционного управления полетом, системы электронных пилотажных приборов (EFIS) и системы комбинированного видения (CVS). Более того, ожидается, что в будущем электрические системы станут доминировать. Почему? У них есть множество преимуществ: от повышенной надежности и увеличения полезной нагрузки (т. е. снижения функционального веса) до сокращения энергопотребления.

Хотя отрасль добилась огромных успехов во внедрении электронных и электрических систем в современные платформы с очевидными преимуществами как для производителей, так и для конечных пользователей, это привело к тому, что спрос на электроэнергию вышел на новый уровень. Статистические данные свидетельствуют о 10-кратном росте энергопотребления на борту современных самолетов за последние 50 лет.

Еще совсем недавно ведущие производители ЛА неохотно устанавливали USB-порты для пассажиров на коммерческих самолетах, поскольку подзарядка устройств повышала электропотребление самолета. Появление решений для повышенной выработки электроэнергии и интегрированных электрических систем позволило пассажирам подключать и заряжать персональные USB-устройства, не покидая своих мест. Этот пример иллюстрирует текущие потребности в электроэнергии. Увеличение энергопотребления является реальной проблемой.

Еще одним следствием возросшего использования электрических систем является увеличение размеров, веса и сложности соединяющей их системы электропроводки. Чтобы получить представление о системе электропроводки, рассмотрим типичный бизнес-самолет. Бизнес-самолет может включать более 120 независимых электрических систем. Его система электропроводки может состоять из 350 жгутов, включающих 30 000 сегментов — в дополнение к более чем 80 км проводов и 100 000 деталей.

Увеличение числа электрических компонентов привело к тому, что вес системы электропроводки растет быстрее, чем вес других элементов самолета, и в настоящее время составляет до 3% от общего веса платформы. С ростом использования цифровых коммуникаций из простых двухточечных аналоговых соединений компоненты системы электропроводки превратились в более сложные цифровые шины, обеспечивающие возможности передачи данных в бортовой сети. Для этого могут потребоваться дорогостоящие кабели данных, в том числе широкополосное оптоволокно, что увеличивает стоимость системы электропроводки и усложняет производство. Наконец, сложность системы электропроводки усугубляется множеством правил, направленных на минимизацию электрических помех, учет опасных зон и, конечно же, сертификацию.

«Применяемая в решении Capital... архитектура интегрированных электрических систем позволяет конструкторам анализировать и совершенствовать наши изделия. Это предоставляет очевидные преимущества, такие как снижение веса и сокращение затрат, для тех, кто покупает и обслуживает наши изделия».

Pilatus Aircraft Ltd

Выше сложность — выше вероятность сбоев

Сегодня один коммерческий самолет может состоять из сотен электронных блоков управления, десятков или даже сотен километров проводов, все компоненты платформы могут иметь уникальные конфигурации, которые должны соответствовать многочисленным сертификационным требованиям. С ростом числа электрических компонентов и сложности электрической системы всего одна ошибка во время проектирования, верификации или обеспечения соответствия нормативным требованиям может поставить под угрозу весь проект. С учетом увеличения электрификации и сложности переход на интеллектуальное цифровое решение сейчас может помочь производителям в аэрокосмической отрасли избежать возможных проблем в будущем. Некоторые производители уже столкнулись с ними:

- Крупный американский производитель аэрокосмических изделий был вынужден покрыть убытки в размере 1,26 млрд долл. США до уплаты налогов из-за проблем с электропроводкой и повреждения системы заправки испытываемого воздушного судна, что свело на нет прибыль от первых поставок.
- Один крупный производитель перенес сроки поставки сначала на шесть, а затем еще на семь месяцев после объявления о том, что у компании возникли проблемы с установкой электропроводки в одной из технически сложных моделей самолетов.
- В 2015 году еще одно крупное авиастроительное предприятие было вынуждено списать убыток в размере более чем 4 млрд долл. США из-за перерасхода средств по проекту, задержек в разработке и медленных продаж. Некоторые из этих трудностей были напрямую связаны с электрическими и электронными системами самолета.



Отрасль на пороге исторических изменений

Использование цифровых технологий изменит аэрокосмическую отрасль кардинальным образом. Дигитализация приводит к появлению предприятий, применяющих концепцию модельно-ориентированного предприятия (MBE — model-based enterprise) и объединяющих несколько областей проектирования для эффективного сотрудничества с поставщиками на различных уровнях цепи поставок. MBE позволяет создавать взаимосвязанные и автоматизированные цепочки создания стоимости в рамках предприятия-производителя и за его пределами. Заинтересованные стороны в производственной экосистеме создают цифровую нить, обеспечивающую целостность цифровых данных, для обращения к единой модели электрической системы платформы — ее цифровому двойнику — на протяжении всего жизненного цикла. Три основополагающих принципа модельно-ориентированного предприятия — это дигитализация, автоматизация и повторное использование данных (рис. 1).

Взаимосвязанная и автоматизированная цепочка создания стоимости

Модельно-ориентированный подход объединяет проекты, команды и отделы, помогая достигать общей цели: внедрение инноваций и более высокое качество изделий уже на ранних

этапах жизненного цикла. Все вовлеченные стороны, включая поставщиков первого и второго уровней, могут легко сотрудничать, создавая уникальные и вдохновляющие инновационные изделия, вместо того чтобы бояться мыслить по-новому и тратить время на борьбу с неизбежно возникающими ошибками и задержками.

Реализация подхода на основе модели

Платформа ЛА состоит из мультидисциплинарных систем, тщательно интегрированных для выполнения своих функций. Поэтому крайне необходимы инструменты, позволяющие автоматизировать все этапы процесса, от определения архитектуры и детального проектирования электронных и электрических систем до изготовления жгутов проводов, разработки документации и диагностики. Такие инструменты должны легко интегрироваться с другими решениями, такими как средства автоматизированного проектирования механических компонентов, средства системного проектирования и производственные/цеховые системы. Они также должны решать проблемы, связанные с запросами на внесение в конструкцию изменений, с целью сокращения объема таких запросов и достижения высокого качества с первого раза с помощью цифрового двойника.

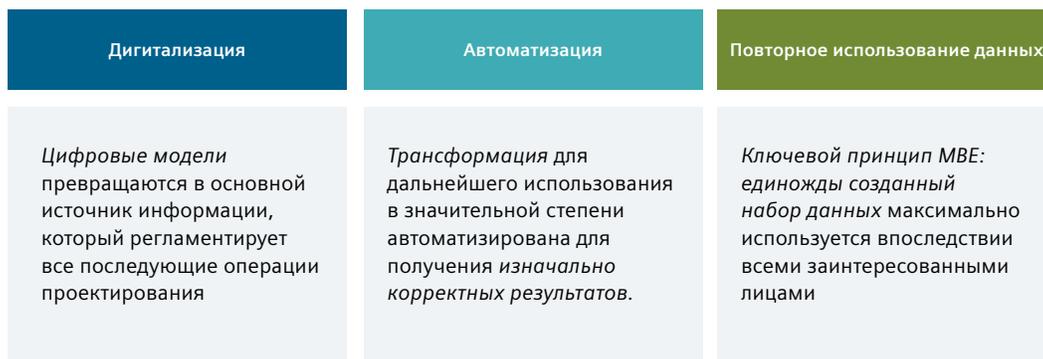


Рис. 1: С помощью модельно-ориентированного подхода производители оптимизируют свою цепочку создания стоимости для соблюдения сроков, повышения качества деталей, уменьшения числа ошибок и сведения перерасхода средств к минимуму.

Появление цифровых двойников и цифровой нити

На протяжении многих лет компания Siemens находится в авангарде разработки технологии цифрового двойника, которая широко внедряется во многих отраслях промышленности, включая аэрокосмическую. Цифровой двойник — это виртуальное представление изделия или бизнес-процесса, которое используется для оценки и прогнозирования влияния различных факторов на его физический прототип. Эксплуатационные характеристики могут быть протестированы на цифровом двойнике на ранних этапах разработки. Цифровые двойники используются на протяжении всего жизненного цикла изделия для инженерного анализа, прогнозирования и оптимизации работы изделия и/или производственной системы до принятия решений о крупных инвестициях.

Благодаря мультифизическому моделированию, анализу данных и машинному обучению цифровые двойники могут демонстрировать влияние изменений конструкции, вариантов производства, сценариев использования, условий окружающей среды и множества других факторов на изделие

или процесс и снизить потребность в физических прототипах. Это позволяет сократить время разработки и повысить качество получившегося в результате изделия или процесса.

Область применения цифрового двойника зависит от того, на каком этапе жизненного цикла изделия происходит моделирование. Существует три типа цифровых двойников: двойник изделия, двойник производства и двойник характеристик (см. рис. 2).

Объединение этих трех цифровых двойников в процессе их постепенной эволюции называется цифровой нитью. Термин «нить» используется, так как речь идет об объединении всех данных, собираемых на всех этапах жизненного цикла: проектирование, производство и эксплуатация. Цифровая нить создается благодаря использованию программной архитектуры, которая изначально обеспечивает целостность цифровых данных с учетом многочисленных представлений изделия, процессов его производства и эксплуатационной среды.



Рис. 2: Цифровые двойники изделия, производства и характеристик связаны цифровой нитью, которая объединяет данные проектирования, производства и эксплуатации.

Цифровой двойник изделия, производства и характеристик

Цифровые двойники изделия, производства и характеристик формируют базовую модель жизненного цикла изделия, позволяя командам специалистов по аэрокосмическим системам (и будущим конструкторам) создавать, воспроизводить и совершенствовать программы. Результатом являются непротиворечивость и стабильность данных, интеграция и расширенная автоматизация. Это значительно снижает риски и оптимизирует процессы проектирования и интеграции электрических систем. Цифровой двойник также дает очевидные преимущества тем, кто приобретает и обслуживает аэрокосмические изделия, включая анализ стоимости жизненного цикла и сокращение связанных с ним расходов, ускоренное время обслуживания техники и повышенную эксплуатационную готовность платформы.

Он также обеспечивает обратную связь во всей цепочке создания стоимости. Цифровая нить создается с ранних этапов проектирования изделий и позволяет передавать большой объем ценных данных для производства, технического обслуживания и эксплуатации систем. По сути, конструкторы, изготовители, сборщики, поставщики, специалисты по техническому обслуживанию и операторы за годы разработки платформы и десятилетия ее эксплуатации создают полную

среду принятия решений на основе обратной связи для непрерывной оптимизации всех аспектов цепочки создания стоимости.

В аэрокосмической промышленности цифровой двойник, цифровая нить и модельно-ориентированный подход обеспечивают следующие преимущества:

- Снижение рисков перерасхода средств и несоблюдения сроков
- Повышение производительности
- Улучшенные технические характеристики
- Автоматизация электронных и электрических систем
- Создание качественных изделий с первой попытки и повышение эффективности разработки

Цифровой двойник для аэрокосмической отрасли позволяет руководителям программ выполнять обязательства перед своими клиентами, помогает всем пользователям поддерживать стандарты качества и дает командам разработчиков возможность исследовать и улучшать инновационные изделия.

«Требования, заложенные на ранних этапах... соблюдаются в течение всего рабочего процесса, что обеспечивает соответствие системы электропроводки требованиям».

Bombardier Aerospace

Capital: цифровой двойник и цифровая нить для электрических систем

В течение почти двух десятилетий компания Siemens усердно работала над концепцией модельно-ориентированного предприятия в области создания электрических систем. Результатом этой работы стала Capital® — программная среда, построенная на принципе целостности цифровых данных и предназначенная для создания и улучшения нескольких цифровых двойников: изделия, производства и характеристик.

Основное преимущество набора инструментов Capital заключается в снижении рисков, с которыми сталкиваются команды по проектированию и интеграции электрических систем на уровне платформы. С помощью Capital они снижают риски на всех этапах жизненного цикла изделия и получают возможность более гибко внедрять инновации.

Например, Capital:

- Сообщает об изменениях во всей цепочке создания стоимости, чтобы системные инженеры, конструкторы и технологи не оставались в стороне от усовершенствований, предложенных одной из команд
- Исследует цифровой двойник электрической системы для создания отчетов о нарушении критических правил соответствия нормативным требованиям, таких как разделение сигналов, если такие нарушения происходят
- Контролирует доступ к интеллектуальной собственности для защиты от несанкционированного раскрытия информации
- Передает полный технологический состав изделия специалистам по производству для сокращения избыточных запасов деталей, которые хранятся «просто на всякий случай», что необходимо для соблюдения графика поставки системы электропроводки

С помощью Capital можно перейти от реагирования на риски по мере их возникновения к проактивному совершенствованию реализации программ.

Кроме того, команды конструкторов, использующие Capital:

- Улучшают цифровой двойник электрической системы на протяжении всего жизненного цикла платформы
- Минимизируют необходимость в дорогостоящих изменениях конструкции (ECO)
- Получают функциональные и соответствующие требованиям опытные образцы за меньшее количество итераций проектирования/интеграции/производства
- Повторно используют информацию, содержащуюся в цифровых двойниках электрических систем, по мере решения задач каждого этапа жизненного цикла от определения и проектирования до производства и эксплуатации для обеспечения устойчивости
- Повышают производительность на различных этапах программы
- Снижают риски, связанные с электрическими системами, что позволяет творчески подходить к инновациям
- Решение Capital позволяет автоматизировать все стадии мультидисциплинарного процесса, от определения архитектуры и детального проектирования электронных и электрических систем до изготовления жгутов проводов, разработки документации и диагностики (см. рис. 3).
- Функции Capital включают функциональную верификацию, создание производственных рабочих инструкций, а также управление конфигурациями и внесением изменений в конструкцию.

Capital electrical system model-based design and validation

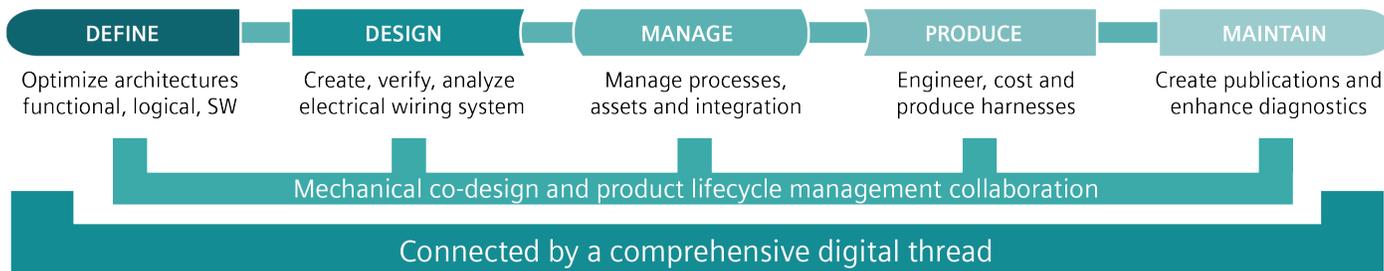
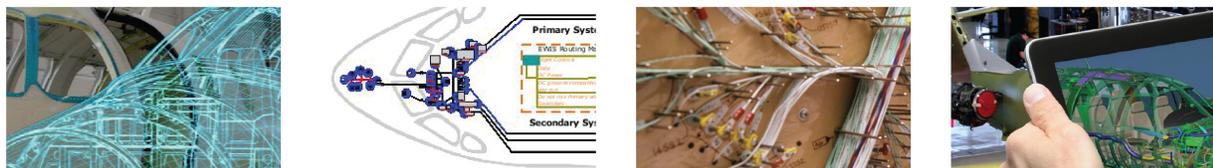


Рис. 3: Набор инструментов Capital представляет собой комплексное решение по дигитализации, охватывающее весь жизненный цикл электрических систем. Цифровая нить интегрирует E/E-инструменты для решения различных задач в ходе жизненного цикла платформы, поддерживая ключевые этапы проекта и переход к следующей фазе жизненного цикла.

Capital используется на всех этапах разработки электрических систем:

- **Определение:** оптимизация электрических/электронных архитектур с учетом целевых показателей, таких как стоимость и вес.
- **Проектирование:** достижение максимальной эффективности разработки электрических систем и жгутов проводов и качества данных. Создание мощной среды, включающей определение сигналов, проектирование проводов на основе систем на уровне платформы, а также разработку жгутов.
- **Производство:** повышение эффективности проектирования жгутов и шаблонов раскладки. Оптимизация сборки жгутов и минимизация их стоимости. Автоматическое создание рабочих инструкций, отражающих конструктивные особенности жгутов.
- **Эксплуатация:** снижение стоимости и повышение точности и своевременности выпуска материалов по обслуживанию за счет создания форматированной документации на основе исходных данных проектирования. Обеспечение адаптируемого доступа к сервисной информации в режиме реального времени; предоставление интерактивных инструкций сервисному специалисту для более быстрого ремонта или технического обслуживания.

В основе решения лежит стратегия модельно-ориентированного предприятия, поэтому особое внимание уделяется данным и управлению ими. Архитектура Capital ориентирована на развертывание на предприятии и интеграцию с решениями для таких дисциплин, как анализ требований, механическое проектирование, производство и управление жизненным циклом изделий. Кроме того, система поддерживает масштабирование, функции обеспечения безопасности и современные вычислительные среды. Capital можно развернуть в среде Oracle RDBMS или внедрить с помощью собственной встроенной базы данных.

Сокращение конструкторских изменений на 90%: «Это улучшение достигнуто благодаря детальному проектированию в среде Capital с проверкой правил проектирования и стабильности базы данных».

L3 Link

Устранение рисков, связанных с ключевыми этапами интеграции: использование Capital сегодня

Набор инструментов Capital обеспечивает оптимизацию и упрощение рабочих процессов во всех областях проектирования и производства аэрокосмических изделий. Вот лишь некоторые из основных этапов программы, для которых Capital помогает снизить риски:

Завершение интеграции

Проверки Capital помогают убедиться в том, что все подключения выполнены должным образом. Проверки правил дизайна гарантируют электрическую совместимость. Кроме того, Capital обеспечивает расширенное взаимодействие ECAD/MCAD для обеспечения правильной длины жгутов проводов с учетом маршрутизации.

Проверка готовности к производству (PRR)

Этот этап предполагает переход от проектирования к производству. Capital объединяет критически важные элементы этого этапа, позволяя проектировать жгуты с использованием данных, определенных в логической схеме, автоматически создавая рабочие инструкции на основе схемы производственных участков и расположения оборудования, проектируя шаблоны раскладки на основе настраиваемых правил размещения и предоставляя структурированный состав изделия, которым можно делиться с другими отделами.

Сертификация типа (TC)

Capital позволяет заказчикам продемонстрировать соответствие конструкции применимым нормативным требованиям. Например, для обеспечения соответствия нормативным требованиям разделение сигналов системы электропроводки может быть закреплено в виде правил и ограничений с самого начала процесса проектирования. Анализ электрической нагрузки, оценка падения напряжения, анализ видов и последствий отказов (FMEA), а также анализ паразитных цепей являются дополнительными видами анализа, которые поддерживают электротехнические требования и надлежащее функционирование.

Ввод в эксплуатацию (Entry into service — EIS)

Снижение рисков на различных этапах также предполагает снижение рисков на этом этапе программы. EIS позволяет авиапроизводителям начать получать прибыль и увеличивать ее, что является ключевой задачей Capital.

Заключение

По мере наступления новой эры развития аэрокосмической отрасли становится совершенно ясно, что цифровые технологии в корне меняют основные отрасли промышленности по всему миру. Электрические системы в изделиях аэрокосмической промышленности не являются исключением. Дигитализация потребует нового взгляда на знакомые проблемы, а также внедрения новых методов для решения накапливающихся сложных задач. Это позволит снижать риски на протяжении всего жизненного цикла изделий.

Компания Siemens предлагает конструкторам электрических систем для аэрокосмической отрасли набор инструментов Capital, чтобы они сделали большой шаг вперед. Обеспечив более интегрированную виртуальную среду для проектирования электрических систем, производители аэрокосмических изделий могут улучшить совместную работу конструкторов и поставщиков, уменьшить время реагирования на запросы, внедрить новые технологии и инновации, снизить стоимость создания документации и повысить доступность компонентов за счет перепрофилирования и повторного использования. Что особенно важно, снижаются риски

возникновения непредвиденных проблем в процессе интеграции платформы, вызывающих необходимость в дорогостоящих итерациях, что, в свою очередь, может повлиять на бюджет, соблюдение сроков и, вероятно, на карьерные перспективы отдельных специалистов.

Е/Е-инструменты от Capital обеспечивают единственную тщательно проработанную цифровую нить для проектирования и интеграции электрических систем. Набор инструментов Capital находится на острие совершенствования реализации программ. Это единственная специализированная среда, охватывающая всю цепочку создания стоимости электрической системы: от определения электрической системы и проектирования до производства и, наконец, поддержки и обслуживания.

Узнать больше о том, как компания Boeing использует Capital, можно из [пресс-релиза Siemens](#). Для получения дополнительной информации о преимуществах Capital для аэрокосмической и оборонной отраслей посетите эту веб-страницу.

Более подробная информация о комплексном наборе инструментов Capital доступна [здесь](#).

Siemens Digital Industries Software

Штаб-квартира

Granite Park One
5800 Granite Parkway
Suite 600
Plano, TX 75024
USA
+1 972 987 3000

Северная и Южная Америка

Granite Park One
5800 Granite Parkway
Suite 600
Plano, TX 75024
USA
+1 314 264 8499

Европа

Stephenson House
Sir William Siemens Square
Frimley, Camberley
Surrey, GU16 8QD
+44 (0) 1276 413200

Азиатско-Тихоокеанский регион

Unit 901-902, 9/F
Tower B, Manulife Financial Centre
223-231 Wai Yip Street, Kwun Tong
Kowloon, Hong Kong
+852 2230 3333

[siemens.com/software](https://www.siemens.com/software)

© 2020 Siemens. Список товарных знаков Siemens представлен [по ссылке](#). Все прочие товарные знаки являются собственностью их владельцев.

78630-83121-C5-RU 12/20 LOC

О компании Siemens Digital Industries Software

Siemens Digital Industries Software помогает создать цифровое предприятие и шагнуть в будущее разработки, производства и проектирования электронных систем. Наши решения помогают компаниям самого разного размера создавать цифровые двойники, которые открывают новые возможности, позволяют получать ценные знания, переходить на новые уровни автоматизации и успешно внедрять инновации. Дополнительная информация по продуктам и услугам компании Siemens Digital Industries Software представлена на сайте www.sw.siemens.com, а также в социальных сетях [LinkedIn](#), [Twitter](#), [Facebook](#) и [Instagram](#). Siemens Digital Industries Software – Where today meets tomorrow.

Об авторе

Энтони Николи (Anthony Nicoli) руководит аэрокосмическим направлением в бизнес-сегменте интегрированных электросистем (IES) компании Siemens. В его обязанности входит увеличение доли подразделения IES на этом рынке. До этого Энтони возглавлял отдел технической поддержки продаж компании Mentor Graphics, заказчиком которой был Boeing. Он пришел в Mentor в 1999 году, вскоре заняв должность руководителя отдела маркетинга линейки продуктов для физической верификации интегральных схем Mentor Graphics Calibre, а затем перешел в отдел продаж Mentor. Автор почти двадцать лет проработал в оборонной промышленности, развивая направление электрооптических и электроакустических систем, преимущественно в сферах защиты от тактических ракет и подводного видения. Энтони Николи получил степени бакалавра и магистра электротехники в Массачусетском технологическом институте и степень магистра делового администрирования в Северо-Восточном университете.