

SIEMENS

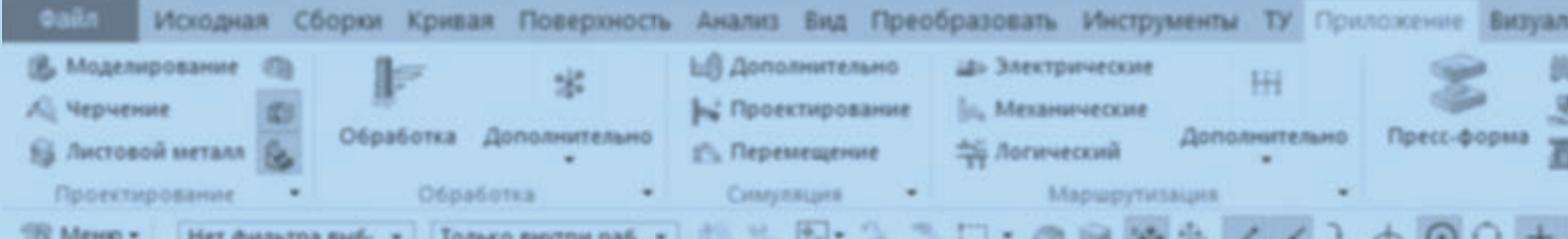


Siemens PLM Software

NX CAD

Эффективные решения для проектирования и подготовки производства.

www.siemens.ru/plm



Содержание

- Введение 3
- Электронный макет изделия. 5
- Прикладные расчеты. 27
- Концептуальное проектирование. 28
- Подготовка документации. 29
- Контроль и анализ. 33
- Накопление и повторное использование. 38
- Проектирование систем. 41
- Специализированные решения. 43
- Средства автоматизации. 45
- Интеграция с другими продуктами. 51
- Средства просмотра. 56
- Содержание базовых пакетов NX CAD. 57



Система Siemens NX предлагает набор современных решений для задач конструкторской подготовки производства на базе электронного макета изделия. Инструменты, входящие в программный комплекс, закрывают потребности всех этапы разработки изделия от формирования концепции до производства. Общее геометрическое ядро, на основе которого работают все приложения системы NX, позволяет выстраивать сквозные процессы работы в едином информационном пространстве.

Введение

Програмный продукт NX™ – комплексная система САПР, предлагающая набор решений для задач конструкторской и технологической подготовки производства и содержащая средства инженерного анализа. NX является результатом слияния в 2002 году систем Unigraphics и I-deas, которые уже на тот момент были лидирующими системами САПР во многих отраслях. У истоков Unigraphics, первый релиз, которого был в 1973 году, стояли предприятия аэрокосмической отрасли. Пакет I-deas, выпущенный в 1982 году, развивался под руководством компаний автомобильной индустрии. В настоящее время система NX внедрена в большинстве отраслей промышленности и во многих компаниях стала стандартизованным решением автоматизации процессов конструкторской и технологической подготовки производства.

Система NX основывается на геометрическом ядре Parasolid от компании Siemens PLM Software и представляет собой набор приложений, разделенных по следующим направлениям:

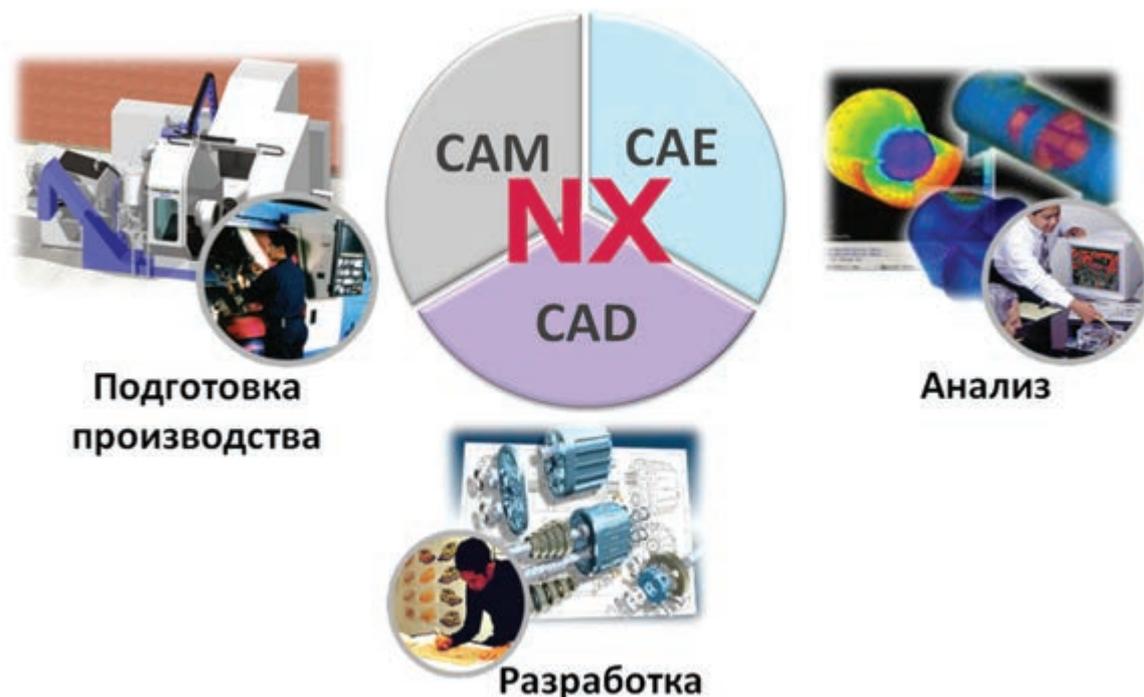
NX CAD – средства двумерного и трехмерного проектирования деталей и сборочных единиц изделий, а также подготовки и выпуска конструкторской технологической документации.

NX CAM – средства автоматизации создания программ для станков ЧПУ, управления библиотеками

инструментов, настройки постпроцессоров и симуляции обработки на основе созданной программы.

NX CAE – набор приложений для автоматизации инженерных расчетов и симуляции физических процессов на базе электронных моделей узлов и деталей разрабатываемого изделия. Набор приложений, входящих в NX CAE, базируется на конечно-элементном решателе NX Nastran и предлагает расширенные средства подготовки расчетных моделей и обработки полученных результатов.

Использование единой платформы для приложений из различных областей позволяет существенно оптимизировать потоки данных, передаваемые между специалистами, и избежать ненужных процессов трансляции из одной системы в другую. Модель, разработанная в приложениях NX CAD, используется в качестве основы для работы в приложениях NX CAE и NX CAM. При этом обеспечивается концепция работы с использованием мастер-модели. Это означает, что исходная модель служит источником данных для потребителей, но при этом они работают с её ассоциативно связанной копией. С одной стороны это дает возможность гарантировать автору модели её сохранность, а с другой стороны позволяет потребителям отслеживать все изменения, которые производятся с моделью.



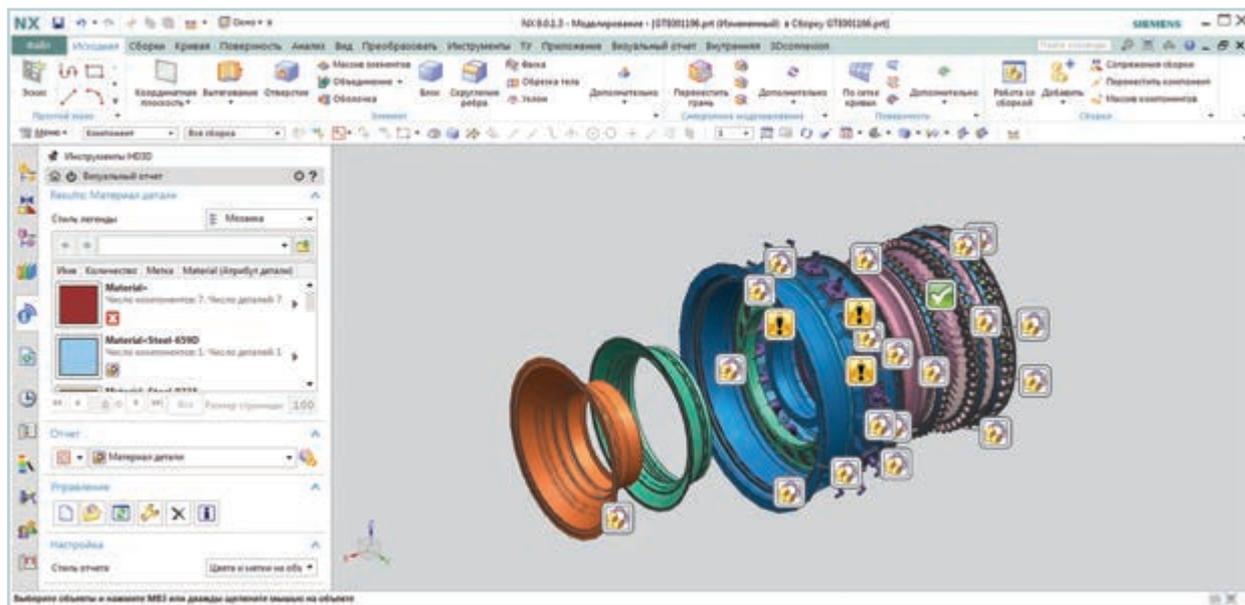


Ещё одно несомненное преимущество единой платформы – это унификация интерфейса и доступность одних и тех же инструментов для специалистов различных направлений. Это значительно упрощает процесс обучения и позволяет избежать дублирования одного и того же инструментария для специалистов различных направлений. Пользователям, работающим в приложениях NX CAE и NX CAM, доступны развитые инструменты моделирования приложений NX CAD. Это дает возможность быстро и оптимально адаптировать полученную ассоциативную модель под нужды конкретного специалиста и при этом не терять связь с исходным источником данных.

Являясь системой САПР верхнего уровня, NX ориентирован на автоматизацию процессов проектирования и производства конечного продукта. Это отличает его от систем, ориентированных на промежуточные этапы, такие, как выпуск бумажной документации или подготовка программ для станков ЧПУ. В основу идеологии работы в системе NX ставится электронный макет изделия, и все инструменты автоматизации процессов разработки базируются на электронной модели детали или сборочной единицы. NX дает возможность реализовать в электронной модели полное описание разрабатываемого изделия и использовать это описание на всех стадиях процесса разработки. Модель служит источником данных для создания и выпуска документации, расчетов, разработки оснастки, подготовки маркетинговых материалов и других основных и вспомогательных процессов.

В системе NX реализована концепция адаптивного интерфейса, который может подстраиваться под нужды любого пользователя, в зависимости от выполняемых задач и уровня освоения системы. Для более простого освоения системы и для разграничения функционала под нужды разных категорий специалистов, NX предлагает механизм ролей. Каждая роль включает в себя функционал применительно к какой-то задаче или соответствует определенному уровню освоения функционала системы пользователем. Для начинающих пользователей система предлагает роль с минимальным набором команд и опций, что позволяет быстро начать работать с системой. А для более продвинутых пользователей соответствующая роль дает доступ к расширенным опциям команд и открывает дополнительные функции для работы.

Сам интерфейс системы может быть представлен в виде стандартной Windows-архитектуры с плавающими панелями инструментов, а также в более современном виде, основанном на ленточном меню с расширенными функциями настройки. Для более гибкой работы в NX обеспечивается двухсторонняя логика работы - пользователь может вызывать команду и выбирать геометрические объекты, а также наоборот - при выборе какого-либо объекта система предлагает пользователю набор команд, которые применимы к этому типу объектов. Это существенно ускоряет работу пользователя и позволяет ему думать о непосредственной задаче, а не об интерфейсе системы. Для



более быстрого освоения функционала NX пользователями, переходящими с других систем, в интерфейсе реализована функция интерактивного поиска по командам. Вводя ключевое слово, пользователь сразу видит, где находится та или иная команда, ассоциированная с введенным словом. Ключевыми словами могут быть как желаемое действие или геометрический объект, так и название команды других CAD систем - в этом случае NX покажет ближайший её аналог.

С точки зрения архитектуры, система NX состоит из набора приложений и модулей, которые ориентированы на решение задач какой-либо определенной области из направлений CAD/CAM/CAE. Пользователь сам выбирает приложение для работы в соответствии с тем, что ему необходимо

и какие инструменты ему нужны. Доступность того или иного приложения или инструмента определяется наличием лицензии. Для оптимальной конфигурации рабочих мест NX имеет гибкую систему лицензирования. Имеется несколько базовых конфигураций приложений и модулей, представляющих собой типовые рабочие места, к которым могут подключаться дополнительные модули, расширяющие функционал.

Большой набор встроенных и подключаемых трансляторов позволяет производить двухсторонний обмен данными с другими CAD системами, с различным уровнем передачи данных.

Система NX работает на платформах Windows 7 - 8.1 (64 bit), Mac OS X, SuSE Linux и Red Hat Linux.

Электронный макет изделия

Электронный макет изделия является одним из ключевых звеньев в построении сквозного процесса проектирования и производства от технического задания до готового изделия. От того, насколько полно и точно электронный макет будет описывать разрабатываемый макет, зависит, какие задачи можно будет решать, базируясь на электронном описании изделия, и как глубоко получится интегрировать всех участников разработки в единую среду. Если раньше использование систем САПР ограничивалось лишь созданием 3D моделей для увязки и создания чертежей, то сейчас основной целью внедрения и использования САПР верхнего уровня является обеспечение всех участников разработки необходимой информа-

цией об изделии для решения их задач. Естественно, что эта задача решается не только системой САПР, в которой создаются данные, но и системой управления жизненным циклом. В линейке продуктов Siemens таковой является PLM система Teamcenter®, имеющая модуль интеграции с системой NX.

Понимая, что проектирование изделия не ограничивается одним 3D моделированием, компания Siemens PLM Software предлагает в системах NX и Teamcenter интегрированный комплекс приложений, которые охватывают все основные этапы проектирования изделия и подготовки производства:

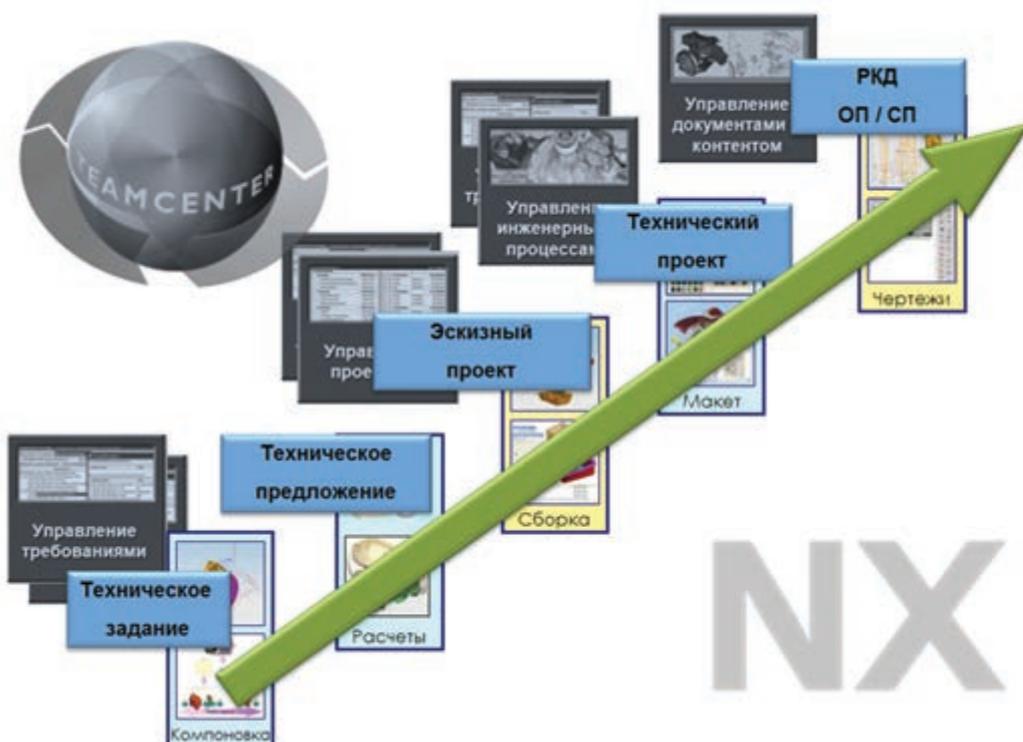
Разработка технического задания. Сочетание возможностей PLM системы Teamcenter по управлению требованиями и инструментов параметрического моделирования позволяет качественно изменить подход к определению требуемых характеристик и контролю этих требований. Техническое задание представляет собой не просто набор документов, а связанные параметрические и текстовые требования, которые интегрированы в электронный макет. При этом обеспечивается трассировка между частями электронного макета в системе NX и всеми требованиями, которые распространяются на эти части. При изменениях технического задания или регламентирующих документов участники проекта видят, на какой конкретный узел или деталь распространяются эти изменения. Также работает и обратная связь – характеристики разрабатываемого электронного макета узла или детали сравниваются с параметрическими ограничениями, определенными в техническом задании. При выходе за допустимые пределы система сигнализирует об этом.

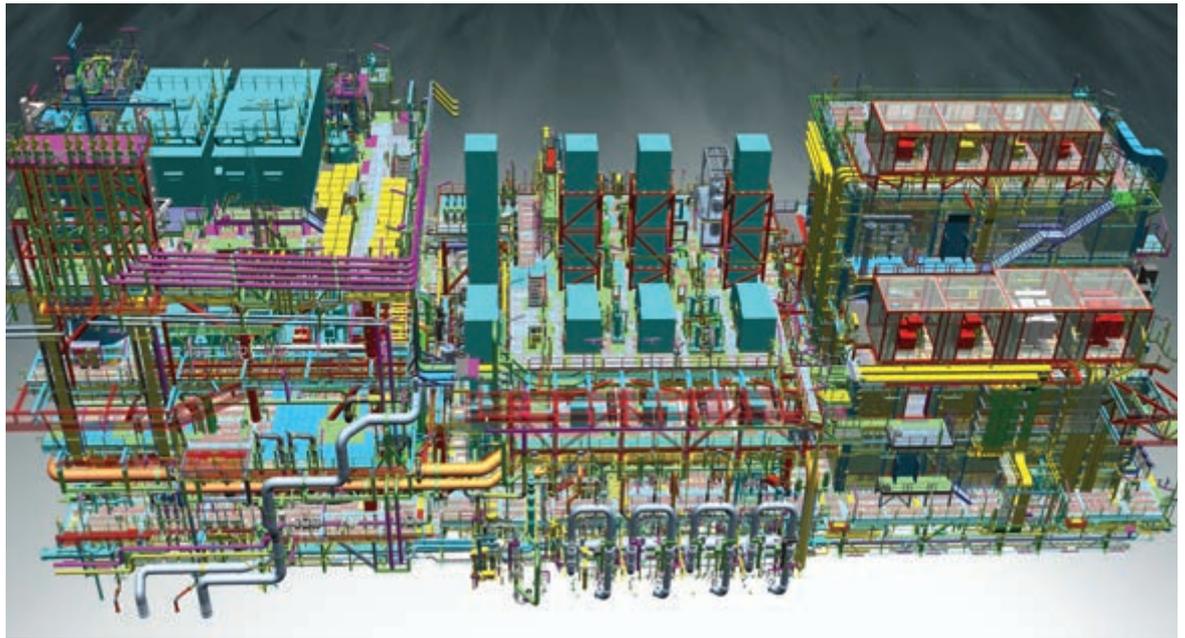
Концептуальная проработка изделия. Для данного этапа NX предлагает весь спектр инструментов 2D и 3D моделирования, с помощью которых могут быть отработаны и документированы основные варианты конструктивных решений. Помимо этого, в системе NX существует специальное приложение Mechatronics Concept Designer, предназначенное для концептуальной проработки составляющих изделия, определения связей между ними и логики работы механизмов, входящих в изделие.

Компоновка и декомпозиция изделия. Для решения задач компоновки пользователю предлагаются базовые и расширенные возможности модуля Сборки в сочетании с инструментами моделирования. Также возможно использование средств оптимизации и контроля. Декомпозиция изделия поддерживается функционалом модуля управления межмодельными связями WAVE, которые позволяют определить параметрические и геометрические зависимости между всеми компонентами.

Детальная проработка. Для детальной проработки составляющих изделия система NX предоставляет пользователю инструментарий нескольких приложений, с помощью которых строится точная модель детали или сборки. При этом модель может базироваться на внешних исходных данных, определенных на этапе декомпозиции, и удовлетворять требованиям, заданным на этапе формирования технического задания.

Инженерный анализ. Для проведения задач инженерного анализа NX предлагает два уровня решений – для прикладных расчетов проектантов и конструкторов, а также для специалистов расчетных подразделений. В первом случае используются простые мастера, позволяющие в пошаговом режиме провести предварительный простой расчет разрабатываемого изделия. Во втором случае речь идет о наборе приложений, входящих в направление NX CAE. В дополнение к этим решениям система Teamcenter предоставляет модуль





Teamcenter Simulation, который закрывает задачи управления расчетными данными и обеспечивает связь между конструкторскими данными и инженерными расчетами.

Сборка и анализ. Для создания сборок и анализа собираемости пользователю предлагаются средства как в системе NX, так и в приложениях Teamcenter. Помимо формирования структуры сборки и её геометрического представления в распоряжении пользователя есть средства, которые позволяют отработать последовательность сборки, проанализировать собираемость и провести ряд других анализов. Устранение ошибок в электронном макете помогает избежать исправлений и доработок изделия, когда оно уже запущено в производство и когда стоимость исправлений уже на порядки выше, чем на этапах разработки.

Разработка оснастки. Разработка средств технологического оснащения существенно упрощается при наличии электронного макета изделия. При проектировании элементов оснастки используются ассоциативные ссылки на электронные модели соответствующих узлов и деталей. Это дает возможность разрабатывать оснастку уже на ранних стадиях готовности электронного макета и оперативно отслеживать изменения, происходящие в нем. А при эффективном использовании ассоциативных связей появляется возможность быстро адаптировать существующие элементы оснастки для изделий, имеющих определенную степень подобия с уже разработанными. Для специалистов, занимающихся разработкой оснастки, NX предлагает весь набор средств моделирования, а также ряд специализированных приложений для разработки штампов и пресс-форм.

Подготовка программ для станков ЧПУ. Задачи данного этапа закрываются набором приложений входящих в NX CAM. При этом возможности по использованию NX для подготовки производства не ограничиваются только номенклатурой деталей, изготавливаемых на станках ЧПУ. Использование инструментария моделирования и синхронной технологии позволяют создавать операционные эскизы для деталей, изготавливаемых на универсальном оборудовании, а также готовить модели для отдельных операций на станках ЧПУ.

Подготовка документации. Система NX предлагает несколько способов создания конструкторской и технологической документации с использованием приложений *Черчение* и *Технические Условия*. Пользователь может создавать как классические чертежи на базе электронных моделей деталей и сборок, так и аннотировать непосредственно 3D модели, привязывая размеры и аннотации напрямую к геометрии.

Контроль качества. Для контроля качества NX предлагает ряд инструментов, которые позволяют контролировать электронный макет и документацию на предмет разного рода несоответствий. Это может быть контроль оформления, контроль собираемости, контроль возможности изготовления детали с привязкой к конкретному технологическому процессу, и многие другие типы контроля, которые сопутствуют процессу разработки. Дополнительно к этому NX позволяет привязать к электронной модели информацию, которая впоследствии используется в приложениях Teamcenter и Technomatix для проведения анализа собираемости или обчета размерных цепочек.

Проведение изменений. Изменения возникают как на стадии проектирования изделия, так и когда изделие или часть его уже выпущена и производится. NX совместно с системой Teamcenter предоставляет участникам процесса разработки функционал, который помогает контролировать процесс проведения изменений, проводить трассировку измененных требований и оценивать их влияние на макет, документировать изменения и проводить визуальное сравнение исходного и измененного состояния изделия.

При использовании электронного макета изделия и системы управления данными и процессами все вышеописанные этапы поддаются полному или частичному распараллеливанию. Это позволяет сокращать сроки разработки и уменьшать простой тех или иных процессов из-за отсутствия необходимой информации.

Существует несколько базовых конфигураций NX CAD (аналогичные конфигурации также есть для направлений NX CAE и NX CAM), которые содержат инструментарий для создания электронного макета и работы с ним:

NX Mach Advantage – представляет минимальный пакет приложений NX, включающих функционал твердотельного моделирования, создания простейших поверхностей и деталей из листового металла, а также возможность создания чертежей.

NX Mach Designer (NL) – второй по степени функциональности пакет, который помимо функционала содержащегося в *NX Mach Advantage*, предлагает набор мастеров для простейшего анализа прочности, расширенные возможности по экспорту/импорту и среду Knowledge Fusion для

выполнения программ автоматизации типовых задач.

NX Mach 1 Design (NL/FL) – пакет, аналогичный *NX Mach Designer*, с включением дополнительной возможности работать в режиме NX Manager и под управлением PLM системы Teamcenter.

NX Mach 2 Product Design – расширяет пакет *NX Mach 1* возможностями аннотировать 3D модели объектами PMI, инструментами создания статических и динамических изображений высокого качества, производить автоматизированный контроль электронных моделей и чертежей, и создавать пользовательские элементы моделирования.

NX Mach 3 Product Design – дополняет пакет *NX Mach 2* расширенным набором инструментов для работы со сборками, поверхностями и чертежами. Также предоставляет средства для проектирования моделей печатных плат, анализа проливаемости деталей, изготавливаемых литьем, и мастер оптимизации элементов конструкции.

NX Mach 3 Industrial Design – пакет приложений, решающий большинство задач, возникающих на стадиях проектно-конструкторских работ. В дополнение к этим возможностям *NX Mach 3 Product Design* содержит механизм WAVE для расширенной работы с межмодельными ссылками.

NX Mach 4 Marine Craft Design – специализированное рабочее место для кораблестроительной промышленности. Содержит весь инструментарий, входящий в модуль *NX Mach 3 Industrial Design*, а также предлагает набор функционала, специфичного только для задач проектирования судна и его элементов.

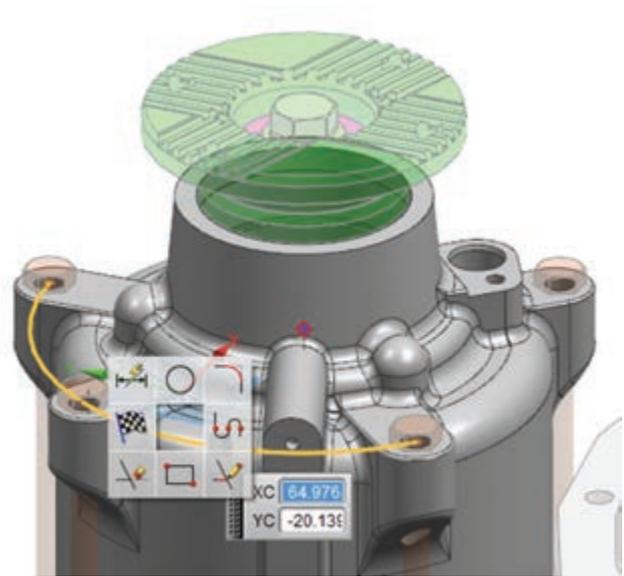


Моделирование деталей

Электронный макет изделия состоит из моделей деталей, собранных в иерархическую структуру – состав изделия. Так как при проектировании изделия на базе электронного макета предполагается, что производимые детали будут максимально соответствовать их электронному представлению (с определенной степенью точности), то очень важно, чтобы система САПР позволила вложить в электронную модель максимальное количество информации, необходимой для обеспечения такого соответствия. Система NX позволяет реализовать это требование и дает возможность моделировать детали любой степени сложности с необходимой геометрической точностью.

Для создания электронных моделей деталей используется сразу несколько приложений, входящих в базовые пакеты NX. Система поддерживает как твердотельное моделирование, так и моделирование поверхностей, а также сочетание этих двух типов – так называемое гибридное моделирование.

Основным режимом создания моделей является параметрическое моделирование на основе конструктивных элементов или с историей построения. Каждая операция редактирования или создания геометрии добавляется в хронологическом порядке в историю построения модели в виде конструктивного элемента. Каждый конструктивный элемент базируется на одном или нескольких предыдущих и имеет свой набор параметров как числовых, так и геометрических. Геометрия детали определяется всеми конструктивными элементами, воспроизведёнными в хронологическом порядке. Пользователь может изменить любой из элементов истории – удалить, вставить новый, изменить параметры существующего, и система,

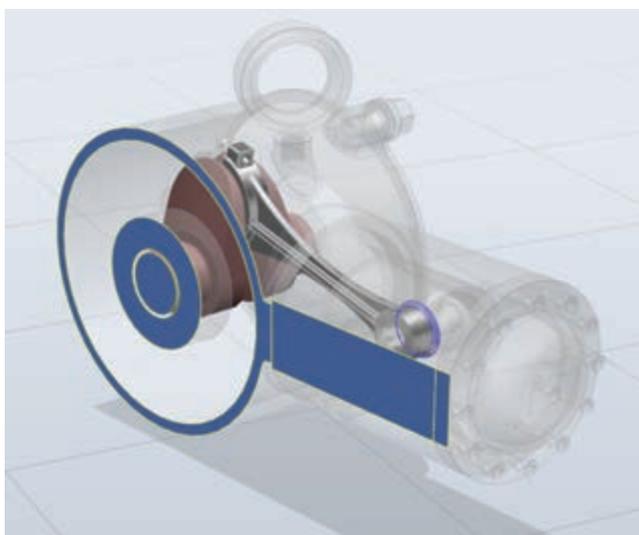


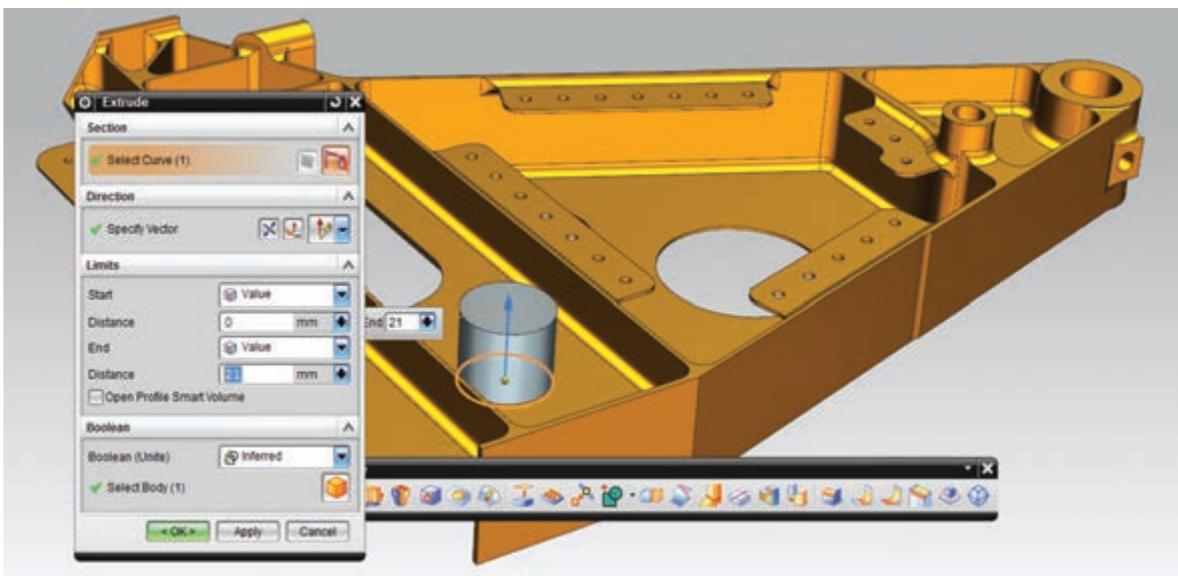
пересчитав параметры всех последующих элементов, отразит результат в виде изменённой геометрии.

В то же время система позволяет моделировать в режиме «Без истории», когда каждая новая операция создания или редактирования модифицирует геометрию, но при этом история построения не пишется. Оба режима могут быть использованы при моделировании. Режим работы с историей позволяет заложить в модель логику и эффективно проводить её изменения. В то же время на обновление и пересчет дерева построения требуется время, которое в случае с большими и сложными моделями может быть значительным. Также использование дерева построения требует от пользователя грамотной увязки всех элементов и внимания при определении параметров.

При работе без истории построения нет никаких временных затрат на обновление модели, и пользователь ничем не ограничен в создании геометрии, но в то же время такая модель не содержит никакой параметризации, и её редактирование ведется с помощью тех же инструментов моделирования. Чаще всего режим без истории используется в промышленном дизайне или при отработке концептуальных форм.

Твердотельное моделирование реализуется модулем *Solid & Feature Modeling*, который содержит инструменты для создания тел на основе примитивов или на базе эскизов и операций над ними. В первом случае пользователь оперирует геометрическими примитивами и элементами для построения геометрии детали, а во втором создает 2D





эскизы, и, используя операции вытягивания или вращения, получает элемент геометрии детали. Разделение этих подходов достаточно условное, и на практике используется смесь из инструментов моделирования на базе примитивов и на базе эскизов. Дополняют инструменты данного модуля логические операции, с помощью которых производится сочетание геометрических элементов. Данный модуль является базой для всех инструментов моделирования и входит во все пакеты NX.

Любой геометрический элемент, создаваемый средствами параметрического моделирования, базируется на геометрии других элементов и на наборе числовых параметров, описывающих его характеристики. Для работы с такими параметрами, а также для создания пользовательских параметров, NX предлагает модуль *DesignLogic*, который отвечает за все параметрические операции в модели. Возможности модуля не ограничиваются простым заданием переменных, они дают возможность пользователю задавать комплексные зависимости между разными параметрами, используя функции выражения, а также ссылаясь на параметры в других электронных моделях. Функционал задания параметрических зависимостей позволяет реализовать любую желаемую логику работы модели с помощью диалоговых инструментов NX и внешних табличных редакторов. Сочетание параметрического моделирования и электронных таблиц дает возможность формирования семейств деталей – набора однотипных моделей, имеющих однотипную геометрию, но отличающихся размерами.

Несмотря на то, что система NX предлагает большой набор конструктивных элементов для формирования дерева построения детали, может возникнуть потребность создания дополнительного элемента, который расширяет логику существующих элементов или описывает некоторые типовые геометрические объекты. Для этих целей NX предоставляет модуль *User Defined Features*, с помощью которого пользователь может создать свой конструктивный элемент, используя существующие, определить для него входные данные, описать их и разместить в библиотеку.

Моделирование деталей на основе эскизов и примитивов было бы неполным без инструментария моделирования поверхностей. Поверхности в системе NX могут моделироваться как самостоятельно, так и в сочетании с моделированием твердых тел. Все это делается в одном приложении – Моделирование, и многие операции над геометрическими объектами унифицированы для работы с телами и поверхностями. Более того, ряд команд имеют опцию создания как тел, так и поверхностей. Поверхности могут служить основой для создания твердых тел и для их редактирования. Аналогично, твердые тела могут быть использованы для создания поверхностей и для их изменения. Другими словами, NX полностью реализует возможности режима моделирования, называемого «гибридным».

Инструментарий по моделированию поверхностей решает задачи всего цикла проектирования изделия. Пользователю предлагается инструментарий для создания как аналитических поверхностей, так

и поверхностей свободной формы, инструменты анализа и визуализации, средства контроля качества и многое другое, необходимое как для проектирования точных элементов изделия, так и для творческого моделирования в задачах промышленного дизайна.

Функционал для создания и редактирования поверхностей разделен на три лицензионных модуля, которые содержат различный набор инструментов:

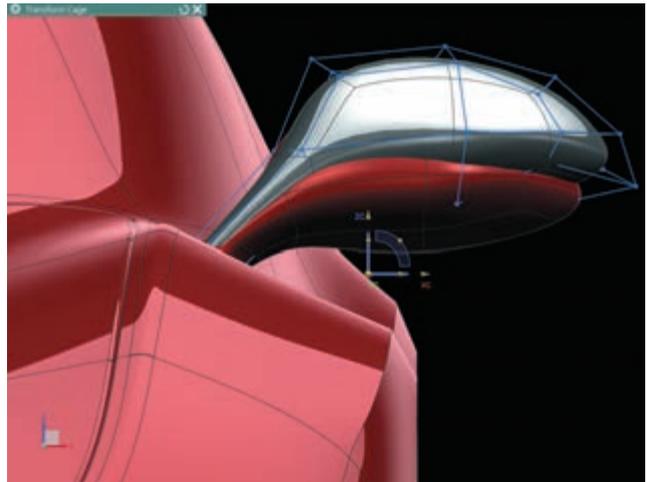
Freeform Basic – содержит основной набор инструментов для построения поверхностей на базе 2D эскизов, набора кривых, заметанием переменного сечения, ограничивающего контура, а также для редактирования поверхностей обрезкой и удлинением, смещением и использованием других операций. Данный модуль решает большинство задач, возникающих при моделировании деталей, типичных для общего машиностроения.

Freeform Advanced – дополняет, но не заменяет модуль *Freeform Basic*, предлагая инструменты для создания переходных и конических поверхностей, а также поверхностей по точкам. Он также содержит набор конструктивных элементов для создания разного рода скруглений между поверхностями и операции расширенного редактирования. Данный функционал используется в авиационной и автомобильной промышленности, а также в простых задачах промышленного дизайна.

Моделирование сборок

Сборки являются иерархическим представлением структуры изделия, разбитой на уровни по какому-либо критерию или признаку. Разбиение или группировка компонентов может производиться аналогично тому, как детали, им соответствующие расположены в реальном изделии или в соответствии с тем, как эти компоненты будут собираться. В обоих случаях сборка будет содержать ссылки на уникальные компоненты, а не на их копии. При вставке детали в сборку создается объект, который содержит ссылку на модель детали и дополнительную информацию, принадлежащую только этому вхождению.

Сборка в NX содержит не только ссылки на входящие в неё детали, но и, при необходимости, геометрию. Возможность создания геометрии на уровне сборки, то есть возможность использования тех же операций моделирования, что и в деталях, позволяет реализовывать различные виды обработки в



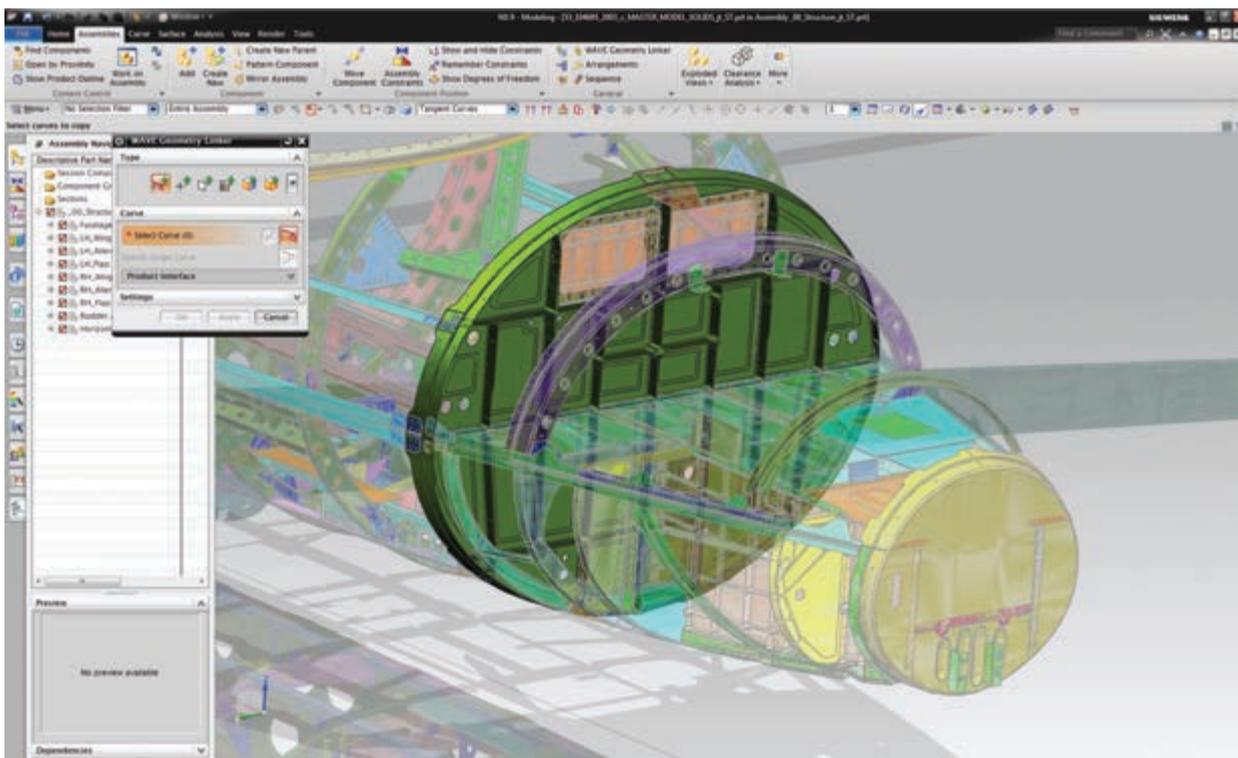
Freeform Shape – содержит расширенный набор инструментов для модификации геометрии поверхностей. Функции данного модуля используются в промышленном дизайне и в задачах реверсивного инжиниринга, когда на основе сканированных данных необходимо получить поверхностную или твердотельную модель.

Помимо инструментов для создания и редактирования, в поверхностном моделировании широко применяются инструменты анализа качества геометрии. В NX такой набор инструментов представлен в модуле *Advanced Surface Analysis*. С его помощью можно производить динамический анализ кривизны, непрерывности, отражений и ряд других критичных характеристик создаваемой поверхности.

сборе и моделировать любые другие операции, выполняемые над компонентами в сборе. Примером таких операций может быть сварка, разделка, совместная обработка точением в сборе и ряд других операций.

Существенным преимуществом NX является возможность работы с большими объемами данных при ограниченных системных ресурсах. Это достигается путем использования легковесного представления геометрии моделей и автоматического регулирования необходимого количества данных, требуемого в данный момент при выполнении каких-либо операций.

В общем случае при работе со сборками пользователь имеет дело с несколькими состояниями модели, которые подходят для разного типа работ. Это может быть только облегченное представление геометрии, точное представление геометрии,



геометрия и межмодельные связи WAVE, геометрия с историей построения. Все эти данные хранятся в одном файле модели, но никогда не загружаются в память все сразу, так как в этом нет необходимости, и это приводит к нерациональному использованию системных ресурсов. Так, например, при моделировании детали в контексте сборки сама рабочая модель должна быть загружена полностью – со всеми связями и историей построения, в то время, как от компонентов, её окружающих, требуется только геометрическое представление – точное или облегченное.

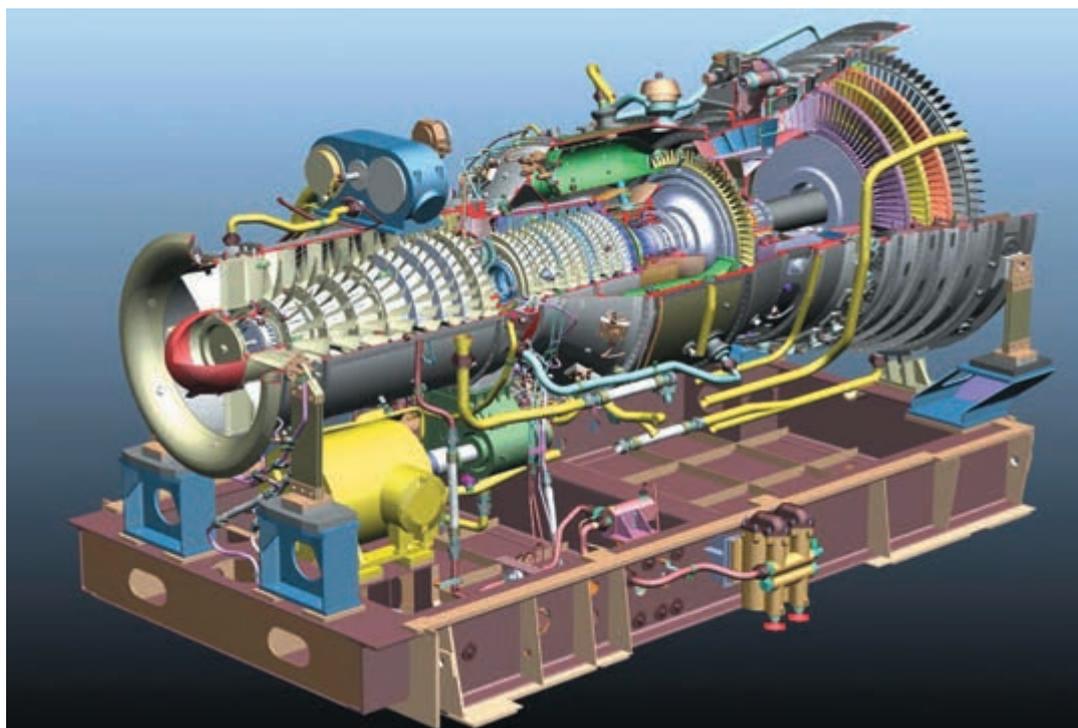
Легковесное представление геометрии хранится в формате JT, при этом оно интегрировано в сам файл модели. Стандартизованный формат JT (ISO 14306:2012) был разработан специально для визуализации и работы с большими сборками. Помимо NX, он используется во всех приложениях PLM системы Teamcenter и в ряде продуктов линейки Tecnomatix.

При работе со сборками пользователь имеет возможность переключаться между точными представлением геометрии и облегченным представлением, тем самым регулируя тот объем информации, который ему необходим. Но даже без ручного управления представлением геометрических данных система сама выбирает, какие данные необходимо загрузить при работе той или иной команды. Если изначально сборка загружена

в легковесном формате, и пользователь вызывает какую-либо функцию, которая требует более полного описания геометрии, то система подгрузит необходимые данные, выполнит операцию, а затем освободит ресурсы памяти, выгрузив эти данные.

В дополнение к возможности переключаться между разными видами состояния модели, определёнными системой, NX даёт возможность пользователю определить для модели дополнительные состояния, называемые ссылочными наборами. Пользователь может явно задать, какими геометрическими объектами может быть представлена модель на уровне сборки. Например, в случае с крепежными элементами, помимо геометрических состояний, можно создать дополнительно представление, которое будет содержать только оси болтов или заклепок. Это даст возможность видеть в сборке где находится крепеж, но, в то же время, не перегружать графическую область лишней геометрией на время работы с этой сборкой. До тех пор, пока не понадобится полное точное или легковесное описание геометрии всех компонентов сборки.

Работа с системой Teamcenter существенно расширяет возможности работы со сборками за счет использования функционала управления конфигурациями. Пользователь имеет возможность вводить опции и варианты в структуру сборки и тем



самым гибко управлять составом моделируемого изделия. Вместо создания нескольких сборок одного и того же изделия, представляющих его модификации, можно создать одну сборку со всеми возможными вариантами исполнения (150% BOM) и конфигурировать её, применяя доступные правила и условия.

Работа со структурой сборки и её компонентами производится через *Навигатор Сборки* – специальную панель, отображающую сборку и атрибуты её компонентов в табличной форме. Используя этот инструмент, пользователь может искать компоненты, управлять их состоянием, редактировать атрибутивную информацию и многое другое.

Инструментарий работы со сборками в системе NX реализован в приложении Сборки и разделен на два уровня – базовый и расширенный. Базовый уровень представлен лицензионным модулем *Assembly Modeling*, который предоставляет пользователю следующие возможности:

Создание сборок любой сложности и вложенности на основе существующих деталей. Пользователь создает сборку путем добавления компонентов и позиционирует их в пространстве и относительно друг друга, накладывая сборочные связи. Сборочные связи позволяют задать геометрические ограничения между компонентами или между компонентами и системой координат сборки. Если работа NX ведется под управлением системы Teamcenter, то пользователь также может

формировать структуру сборки, используя Редактор Структуры Изделия.

Моделирование компонентов сборки, меняющих свое представление в зависимости от геометрических или числовых параметров. Такая потребность часто возникает при необходимости смоделировать гибкие элементы конструкции, которые имеют разное геометрическое представление в разных местах установки.

Моделирование разных геометрических положений (конфигураций) компонентов относительно друг друга. Когда сборка представляет собой механизм, в котором детали могут принимать разные положения, или когда необходимо показать различные этапы транспортировки и монтажа сборки, то NX дает возможность пользователю определить именованные состояния сборки и определить положение компонентов в этих состояниях.

Разнесенные виды. Создание разнесенных видов сборки с участием всех или части её компонентов, дает возможность наглядно отобразить её конструкцию. Такие виды могут быть наследованы в модуле Черчения для формирования дополнительной сопроводительной документации.

Последовательность сборки. Пользователю предлагается специальная среда, в которой он может определить, в какой последовательности собираются или разбираются компоненты сборки, учесть

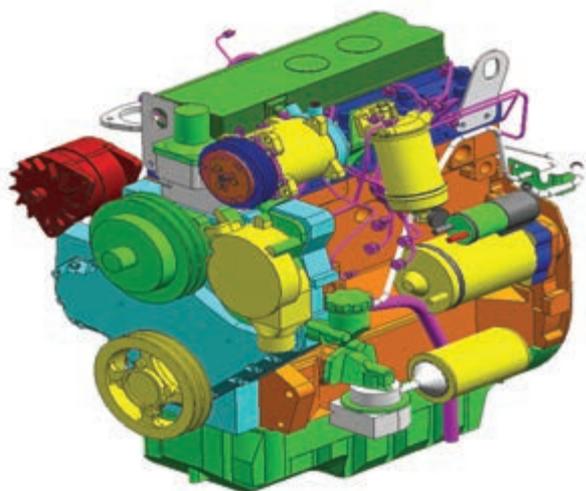
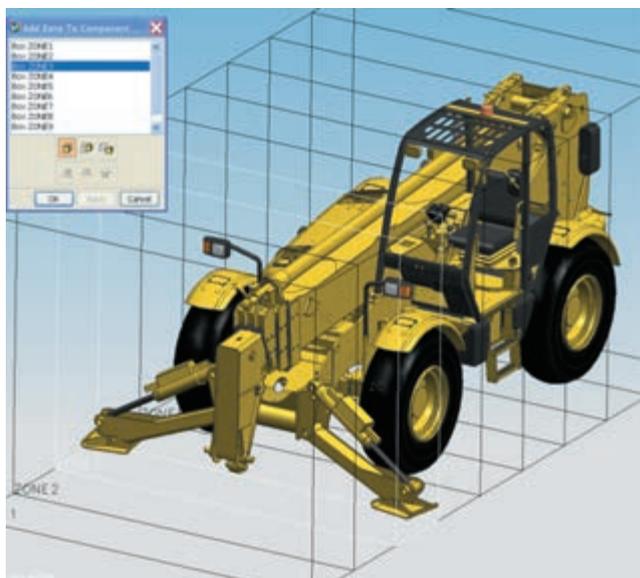
необходимые зазоры и создать анимацию. Данный инструментариум представляет эффективное средство как для анализа собираемости, так и для создания интерактивных руководств для монтажа и сборки изделия.

Функционал создания последовательности сборки может быть дополнен с помощью модуля *NX Assembly Path Planning*, который предоставляет возможности по автоматическому расчету траектории вставки или изъятия компонентов сборки. Данный инструмент является эффективным решением при работе с плотной компоновкой сборки, когда необходимо оценить возможность собираемости с учетом зазоров между компонентами.

Расширенные возможности работы со сборками реализованы в модуле Расширенные сборки (*Advanced Assemblies*). Он включает в себя следующие возможности:

Создание групп компонентов – позволяет гибко управлять контекстом сборки и разбивать компоненты по какому-либо критерию. Механизм групп является мощным средством упорядочивания сложных сборок с большим количеством компонентов. Группы могут быть организованы на базе маски имени, атрибута, пространственного положения компонентов или путем прямого выбора. Преимущество групп – в их динамике – компоненты добавляются и удаляются при изменении условий соответствия критерия принадлежности группе, а также в возможности использовать логические операции для сочетания разных групп компонентов.

Расширенное управление весом – дает возможность управлять весом компонентов и подборок путем прямого назначения массово-инерционных



характеристик. Это является альтернативой рассчитываемым характеристикам, которые NX выполняет автоматически на базе геометрии и назначенной плотности.

Анализ зазоров – представляет собой эффективный механизм поиска пересечений и нарушений допустимых зазоров между компонентами сборки. Такой анализ позволяет выявить конфликтующие компоненты в электронном макете, снизив тем самым количество несоответствий на производстве.

Зоны – механизм зон позволяет разбить крупногабаритные сборки на именованные объемы в пространстве и на их основе распределить работу участников проекта. Также зоны могут быть использованы для группировки компонентов.

Упрощение – система NX предлагает набор инструментов для создания точных и приближенных представлений компонентов сборки с целью оптимизации ресурсов рабочей станции. Данный функционал эффективен при работе с большими сборками, когда часть узлов может быть упрощена в контексте вышестоящей сборки.

Скрипты – механизм скриптов, встроенный в модуль Расширенные сборки, позволяет реализовать простейшие сценарии работы с компонентами сборки.

Система NX адаптирована к работе в среде Multi-CAD, когда в рамках одного проекта или предприятия используется несколько различных CAD систем. Приложение Сборки позволяет формировать структуры из моделей, созданных в других системах, создавая клоны этих моделей в формате NX и поддерживая ссылки на исходные модели. Такой механизм позволяет абстрагироваться от специфики моделирования в различных CAD системах и выстроить процессы единого проектного пространства с минимальными техническими сложностями.

Промышленный дизайн

Промышленный дизайн является одним из ключевых процессов создания современного изделия. Особенно это касается области потребительских товаров, где наряду с дизайном самого изделия существенную роль играет дизайн упаковки. В некоторых отраслях внешний дизайн является одной из основ, с которых начинается проектирование всего изделия. Это характерно для отрасли автомобилестроения, где необходимо искать разумный баланс между дизайнерскими формами и оптимальными требованиями технологичности и экономичности автомобиля.

Для всех отраслей, где разработка дизайна изделия выделена в отдельный процесс, NX предлагает ряд решений, которые помогают дизайнеру в короткие сроки разработать ряд концептуальных решений для их последующего анализа и использования. Традиционно специалисты, занимающиеся промышленным дизайном, работали в специализированных пакетах, и результат их работы передавался на следующие этапы разработки изделия через инструменты трансляции, а зачастую пользователи CAD системы вынуждены были заново восстанавливать разработанные формы изделия по картинкам и эскизам. Система NX предлагает сквозную цепочку разработки от дизайнера к конструктору и технологу, при которой все участники работают на базе одной платформы и пользуются одной и той же геометрией для своих задач.

Инструментарий, предназначенный для промышленного дизайна, решает задачи в следующих областях:

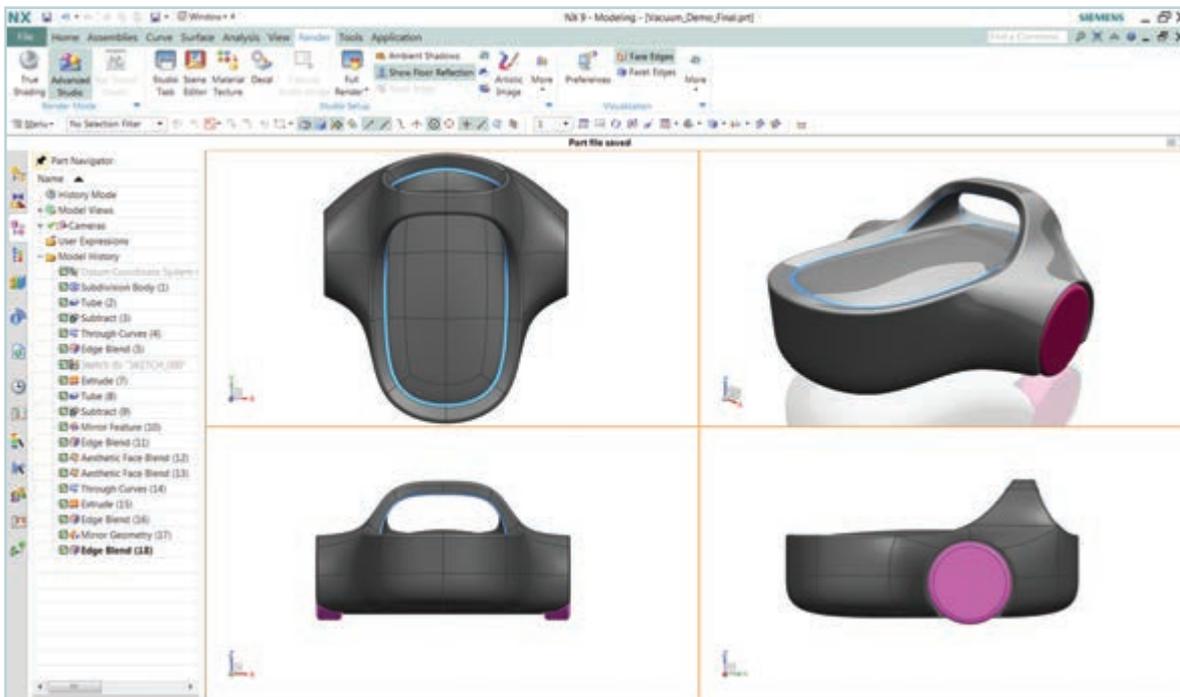
Реверс-инжиниринг – работа с данными, полученными путем сканирования физических прототипов. Данный набор инструментов позволяет загрузить и обработать данные в формате STL, STEP, IGES и затем построить геометрические объекты на основе этих данных.

Моделирование поверхностей – создание поверхностей и результирующей геометрии с нуля или на основе импортированных эскизов и набросков. Дизайнер может сочетать параметрические построения геометрических объектов с построениями на основе свободного моделирования геометрии, что более свойственно при создании художественных и дизайнерских геометрических объектов.

Большой набор инструментов для построения и анализа позволяет создавать как простейшие поверхности, так и сложные поверхности класса А, применяемые в автомобилестроении. Как правило, для задач промышленного дизайна применяется весь набор инструментов поверхностного моделирования, входящих в модуль *NX Mach 3 Industrial Design*.

Анализ – проведение различного рода анализа для оценки получаемого результата. Помимо средств анализа визуальных характеристик геометрических объектов, NX предлагает средства технологического анализа разного уровня сложности. Это дает возможность уже на стадии разработки дизайнерских форм изделия учитывать возможные ограничения, которые могут возникнуть при изготовлении, и вовремя вносить изменения.





Прототипирование – вывод информации на оборудование для быстрого создания прототипов (3D печать). Модуль *Rapid Prototyping* обеспечивает односторонний интерфейс, позволяющий сконвертировать геометрию модели в формат STL и вывести его на систему печати.

Визуализация – создание фотореалистических изображений разрабатываемого изделия. Инструменты визуализации позволяют создавать статические и динамические изображения на основе преднастроенных сцен или путем задания свойств объектов, освещения и характеристик камеры. К услугам дизайнера несколько алгоритмов рендеринга, позволяющих достичь нужной степени реалистичности изображения. Данный набор инструментов содержится в лицензионном модуле *Dynamic and Photorealistic Rendering*.

Дополнительно к этому NX предлагает механизм динамического рендеринга изображения в реальном времени. Он позволяет постоянно отслеживать текущее состояние моделируемого объекта с учетом формы, теней, характеристик текстур и параметров освещения. Данный механизм работает в мультипроцессорном режиме и отображает просчитанное изображение в отдельном окне, которое можно поместить на вспомогательный монитор, при наличии такового.

Моделирование внешних форм изделия в системе NX может также производиться в режиме создания

свободных форм, в основе которого лежит алгоритм генерации поверхностей подразделения. При таком режиме работы дизайнер создает геометрию объектов путем манипулирования маркерами на экране, и используя простейшие операции модификации геометрии. Создание поверхностей подразделения дает возможность пользователю полностью сосредоточиться на объекте моделирования и не вдаваться в тонкости инструментария. В то же время, важной особенностью является то, что геометрия, созданная этим механизмом, является точной, и может быть передана для дальнейшей работы другим специалистам, которые будут прорабатывать конструкцию изделия и проектировать оснастку.

Для специалистов, работающих только над задачами разработки внешнего вида изделия, выдающих исходные данные для дальнейшей работы конструкторских подразделений, NX предлагает специализированное рабочее место *NX Cool Shape Design*. Оно содержит только тот набор инструментов, который необходим для задач дизайна и визуализации.

Более мощный пакет инструментов, предлагаемый в рамках рабочего места *NX Mach3 Industrial Design*, дает пользователю возможность не только решать задачи дизайна, но и работать со всем остальным функционалом системы, создавать межмодельные связи и использовать средства твердотельного моделирования.

Проектирование «сверху-вниз»

Существуют разные подходы к проектированию новых изделий или каких-то его частей. В ряде случаев целесообразно идти «снизу-вверх» - сначала создавать составляющие изделия и затем собирать их в сборки, узлы и агрегаты. Такой подход чаще всего применим, когда конечное изделие в целом понятно, какая-либо вариативность практически исключена, и процент заимствования старых наработок достаточно высок.

Существует также обратный подход «сверху-вниз». В этом случае в самом начале проектирования проводится декомпозиция требований к изделию от общего к частному, и определяются взаимосвязи между составляющими изделия. Каждый последующий уровень декомпозиции имеет более детальное описание требований к частям изделия, чем предыдущий. Все участники процесса разработки основываются на общих исходных данных и имеют постоянную ассоциативную связь с этими данными. Такой подход оптимален, когда большая часть изделия разрабатывается вновь и когда необходимо проводить поиск оптимальных конструкторских решений путем варьирования тех или иных параметров.

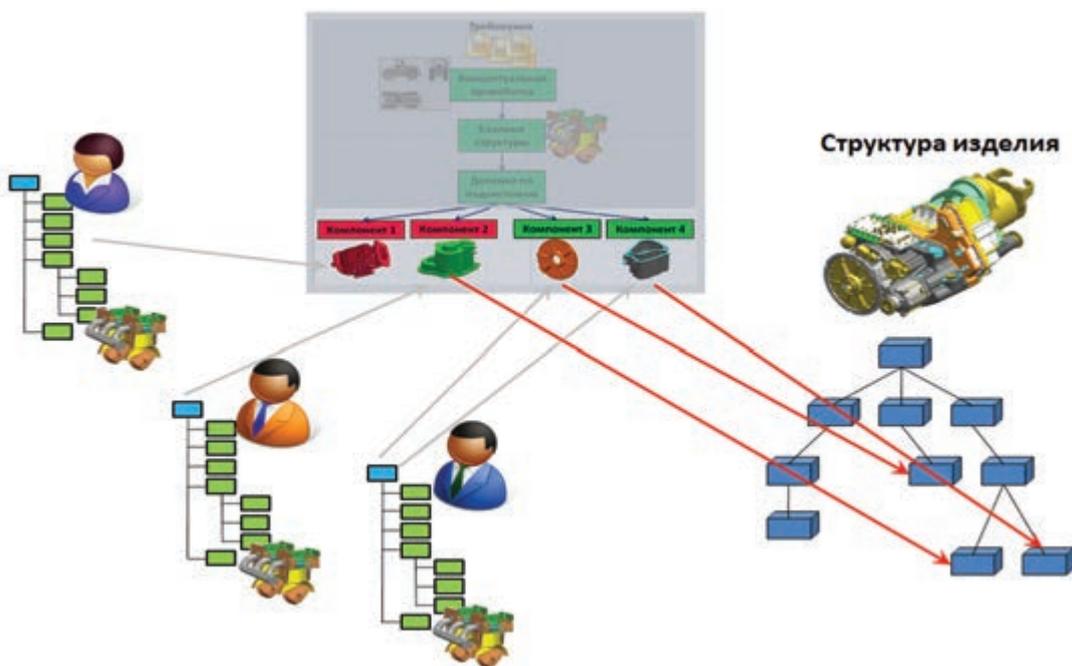
На практике чаще всего используется смешанный вариант, когда используются оба подхода. До какого-то уровня декомпозиции изделия разработка ведется «сверху-вниз», а с какого-то уровня, когда используются уже существующие детали и

узлы, или когда облик конечной детали однозначен, используется подход «снизу-вверх».

Функционал системы NX поддерживает как концепцию создания изделия «снизу-вверх», так и «сверху-вниз». Для реализации концепции проектирования «сверху-вниз» NX предоставляет механизм гибкого управления межмодельными связями (WAVE) и инструментарий для проведения изменений в электронном макете. С помощью этих составляющих разработчики могут декомпозировать требования к изделию и его составляющим частям, распределить исходные данные между всеми участниками проекта и управлять их изменениями по мере развития проекта. При этом межмодельная связь может быть между геометрическими объектами моделей и также между числовыми параметрами.

Функционал PLM системы Teamcenter существенно расширяет возможности проектирования методом «сверху-вниз» с организационной точки зрения. Сочетание возможностей системы NX и приложений Teamcenter позволяет выстроить целостную и управляемую среду проектирования с четким разделением работ между участниками разработки. В силу особенностей конкретной индустрии, школы проектирования или специфики разрабатываемого изделия универсальной реализации методики разработки «сверху-вниз»





не существует. Но при любой реализации имеют место следующие этапы:

- Сбор и фиксация исходных данных. С помощью модуля управления требованиями Teamcenter Requirements в систему вводят требования к изделию и его частям. Это может быть текстовая информация, ключевые параметры изделия, нормативные ссылки и прочие данные, которые должны быть использованы в процессе разработки. Далее эти требования систематизируются и разбиваются на требования к агрегатам и узлам. В результате получается иерархическая структура, которая соответствует исходным данным.
- В системах NX и Teamcenter формируется состав изделия, который связывается со структурой требований. Это дает возможность проводить трассировку между конкретными элементами изделий и исходными данными на разработку, которые касаются этих элементов. Другими словами, при наличии связи между требованиями и составом изделия любой участник проекта всегда может посмотреть, какие исходные данные привязаны к конкретному узлу и, что более важно, всегда увидит изменения этих исходных данных.
- С помощью механизма интеграции NX Manager, требования, заведенные в приложении Teamcenter Requirements, публикуются в макет изделия или в его прототип. Пользователю, работающему в приложениях NX CAD, становятся

доступны ключевые числовые параметры и условия, наложенные на разрабатываемые узлы, которые он может использовать при моделировании деталей и сборок.

- Используя инструменты моделирования, исходные данные описываются в виде геометрических объектов с учетом ключевых параметров и условий. В общем случае это делается несколькими специалистами по различным направлениям. Геометрическое представление исходных данных также декомпозируется в соответствии со структурой изделия. Таким образом, формируется управляющая структура, которая используется всеми участниками проекта, как единый источник исходных данных.
- Разработка деталей и узлов изделия. Конструкторы и проектанты, используя механизм межмодельных связей WAVE, ссылаются на элементы управляющей структуры и создают ассоциативно связанные модели.
- Проведение изменений и отработка вариантов. Изменение исходных данных провоцирует изменения во всех связанных моделях. Для того, чтобы эти изменения были контролируемые, WAVE дает возможность управлять состоянием межмодельных связей и динамически отслеживать их состояние.

Механизм управления и редактирования межмодельных связей доступен при наличии лицензионного модуля *WAVE Control*, а создание данного типа связей возможно во всех базовых пакетах NX.

Модульное проектирование деталей

Модульное проектирование в системе NX представляет собой реализацию принципов нисходящего проектирования (сверху-вниз) применительно к деталям. Используя соответствующий инструментарий, пользователь получает возможность декомпозировать исходную проектируемую деталь на несколько независимых частей – модулей, и раздать их нескольким участникам разработки. Разбиение происходит путем формирования исходных данных для каждой части, в виде определения геометрических и параметрических ссылок, на основе которых будет строиться дерево построения части. Далее каждый получатель такой части с помощью инструментов приложения *Моделирования* прорабатывает свой элемент модели и определяет результат, который будет возвращен обратно в исходную модель. При этом, в случае изменений исходных данных, они могут быть применены по ассоциативной связи исходной модели с модулями. Автор исходной модели имеет возможность определять, в каком виде результат работы из каждого модуля будет возвращен – это может быть просто геометрический объект, формирующий конкретный элемент геометрии или это может быть вся история построения, которая встроится в историю построения исходной детали.

На базе механизма модулей деталей возможно повысить эффективность решения типовых задач, связанных с проектированием, даже если речь идет о работе одного пользователя над одной моделью. Например, пользователь может разбивать дерево построения на логические модули и проводить изменения геометрии внутри этих модулей, независимо друг от друга. Это открывает широкий спектр возможностей по структурированию дерева построения и повышает скорость проведения изменений. Дерево, разбитое на изолированные модули, позволяет в рамках одной модели

проводить отработку различных конструктивных решений, а также точно проводить изменения какой-либо части модели.

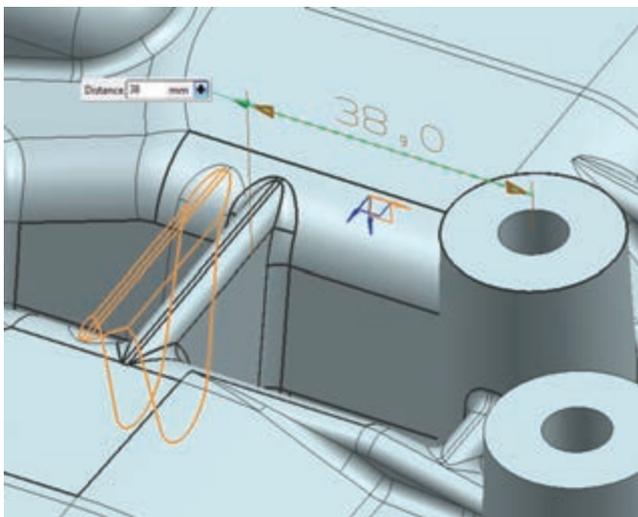
Другой областью, где модули деталей кардинально меняют процесс разработки, является процедура согласования конструкции детали с технологическими службами. Для этого механизм модулей предлагает концепцию совместного использования геометрических объектов. Если раньше технолог мог только смотреть на конструкторскую 3D модель или чертеж и с помощью пометок на модели, или другим образом, сообщать конструктору о каких-либо требуемых доработках, то сейчас технолог имеет возможность непосредственно менять представление модели. При этом полностью соблюдается концепция мастер-модели. Механизм модулей позволяет передать технологу геометрическое тело, соответствующее конструкторской модели, которое он сможет редактировать при необходимости каких-либо корректировок. После внесения всех исправлений технолог обратно может передать конструктору именно те построения, которые соответствуют изменениям. А конструктор, в свою очередь, оценив предлагаемые изменения, может их принять или отклонить. Данный подход позволяет трансформировать процесс согласования 3D моделей в понятную процедуру, к которой привыкли все пользователи офисных пакетов при совместной работе над документами. Функционал механизма модулей позволяет выстраивать комплексные процессы согласования, при которых одну и ту же конструкторскую модель одновременно просматривают несколько специалистов технологических подразделений и вносят предлагаемые правки, а автор затем последовательно принимает или отклоняет их.



Синхронная технология

Параметрическое моделирование с использованием истории построения имеет ряд преимуществ и, в то же время, накладывает некоторые ограничения. Конструктивные элементы, из которых формируется история построения модели, связаны друг с другом и расположены в хронологическом порядке. Изменение параметров любого элемента отражается на всех последующих путем последовательного пересчета математики каждого элемента. Результатом пересчета всего дерева построения является измененная геометрия модели. Это все справедливо при условии, что все элементы построения увязаны друг с другом, и изменения параметров одних элементов не приводят к нарушениям в других. В противном случае в каком-то месте истории построения произойдет разрыв в математическом описании операции, и, как результат, будет либо нарушена геометрия, либо изменения не применятся вообще. Другими словами, моделирование на базе истории требует грамотного и аккуратного использования параметризации и правильной увязки конструктивных элементов дерева между собой.

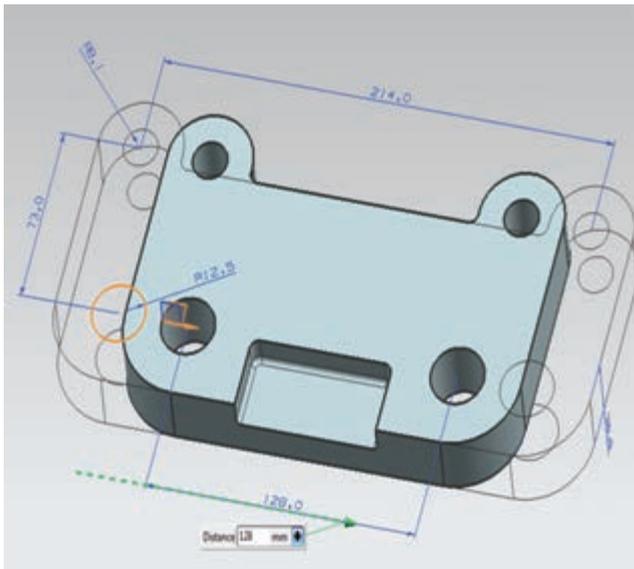
Пользователь, создавая модель, должен заранее предполагать возможные вариации тех или иных параметров и соответствующим образом учитывать это. Ещё одна особенность параметрического моделирования – это время, требуемое на проведение обновления моделей при изменениях. Если дерево построения модели состоит из многих тысяч элементов, и происходят изменения исходных данных, параметров, то, в зависимости от сложности геометрии и правильности построения дерева, время обновления модели может быть существенным.



Для того, чтобы дать пользователю возможность снизить влияние ограничений параметрического моделирования, компания Siemens PLM Software предложила новую технологию работы с моделями, которая дополняет и расширяет возможности традиционного параметрического моделирования. Данная технология была реализована в геометрическом ядре Parasolid и введена в инструментарий моделирования NX под названием «синхронная технология». Суть данной технологии в том, что пользователь, используя определенный набор инструментов, работает напрямую с элементами геометрии модели – с гранями твердых тел, а не с конструктивными элементами дерева построения, то есть производит прямую модификацию геометрии модели, а не её параметризацию. При этом сами исходные конструктивные элементы в дереве остаются нетронутыми, и пользователь, внося модификации в модель, лишь дополняет дерево новыми операциями редактирования. Инструменты синхронной технологии полностью игнорируют то, как и кем была построена модель и, как следствие этому, все изменения применяются мгновенно.

Несмотря на то, что прямое редактирование геометрии может применяться при обычном моделировании детали наравне со всеми остальными операциями, есть несколько областей применения синхронной технологии, где она наиболее эффективна:

- Работа с моделями, переданными из других систем. Независимость от истории построения модели дает возможность работать с моделями, которые не имеют истории построения и параметризации. Такие случаи характерны для моделей, созданных в других CAD-системах, которые конвертируются без своей исходной истории построения, и пользователь получает только геометрическое тело, которое практически не редактируется традиционными средствами. Инструменты синхронной технологии дают пользователю возможность полноценно редактировать геометрию и даже восстановить основные параметрические взаимосвязи.
- Упрощение моделей для задач CAE и CAM. Большинство конструкторских моделей не подходят в их исходном состоянии для задач расчетчиков или технологов, пишущих программы для станков ЧПУ. Это может быть вызвано рядом причин. Например, для расчета необходимо получить геометрии модели без мелких элементов типа отверстий или скруглений или для CAM модуля

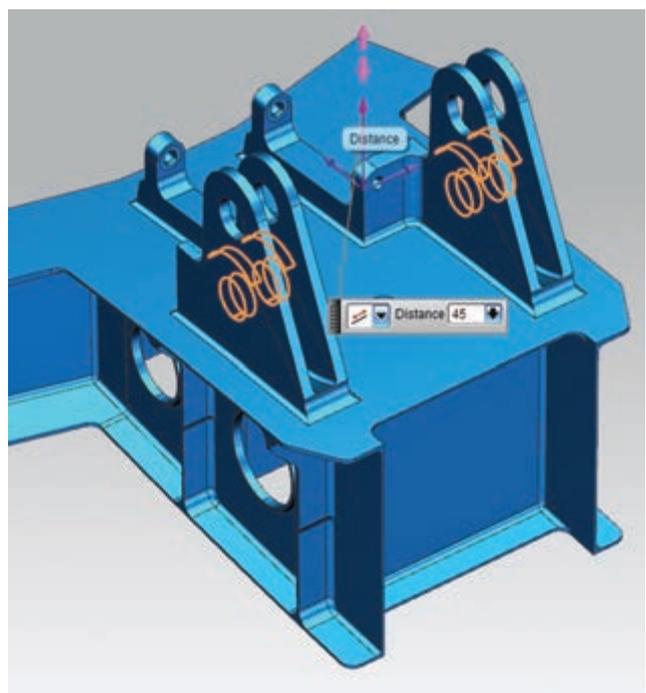


необходимо перестроить модель из номинальных размеров в середину поля допуска, или же модель содержит геометрические огрехи, которые влияют на работу инструментов САМ и САЕ. В таких случаях приходится изменять модель самостоятельно, а часто и просто строить её заново в оптимальном виде, для выполнения своих задач. Дополнительным усугубляющим фактором является то, что в большинстве случаев расчетчикам и технологам приходят ассоциативно связанные модели без исходной истории построения. Это соответствует принципу мастер-модели, но усложняет специалистам САЕ и САМ редактирование. Возможность прямой модификации элементов геометрии позволяет кардинально снизить время на подготовку моделей для задач САЕ и САМ, и делать это силами специалистов соответствующих подразделений, не привлекая авторов моделей.

- Редактирование моделей со сложной историей построения. Помимо того, что прямое редактирование геометрии помогает обойти ограничения параметрического моделирования, она ещё даёт возможность заново воспользоваться старыми наработками. Довольно часто встречается ситуация, когда пользователю необходимо вернуться к наработкам, которые он делал несколько лет назад, или что ещё сложнее, воспользоваться моделями другого автора. В этом случае, если не производилось явное документирование параметризации модели, пользователь вынужден разбираться с её историей и изучать, как влияют те или иные параметры на геометрию модели, чтобы в итоге произвести нужные модификации. В большинстве таких случаев синхронная технология помогает быстро внести нужные изменения и сохранить исходную логику построения модели нетронутой.

Функционал, реализующий синхронную технологию работы с геометрией, делится на несколько групп:

- Команды прямой манипуляции с геометрией. Это такие инструменты, как перемещение геометрических граней (или их групп), поворот, удаление, смещение. Во всех этих командах пользователь имеет возможность задавать параметры операций как явно, так и со ссылкой на другие элементы модели.
- Команды задания геометрических и размерных взаимосвязей. Они дают возможность связать элементы геометрии модели с помощью размерных или геометрических ограничений, таких, как касательность, параллельность, симметричность. В случае, если работа идет над моделью с историей построения, то наложенные ограничения переопределяют геометрию. А при работе с деталью без истории взаимосвязи помогают внести в модель логику взаимодействия геометрических элементов, которой изначально нет. Все наложенные взаимосвязи не только изменяют геометрию, но и учитываются при дальнейшем редактировании модели.
- Команды копирования и вставки. Помимо того, что можно редактировать существующие элементы геометрии, имеется возможность внесения модификации путем копирования и переноса граней из одного места модели в другое. Также доступны операции подмены граней и размножения в виде массива. В общем случае копирование и перенос производится над набором граней, которые представляют собой законченный конструктивный элемент, например паз



Обратный инжиниринг

Перевод физической формы объекта в электронную с помощью сканирования – обратный инжиниринг, находит все больше применения как при разработке изделий, так и для обслуживания существующих. Помимо промышленного дизайна, где часто возникает необходимость оцифровать некий физический прототип изделия и дорабатывать его в электронной форме, имеется ещё ряд прикладных задач, где требуется инструментарий обратного инжиниринга. Такие задачи типичны для:

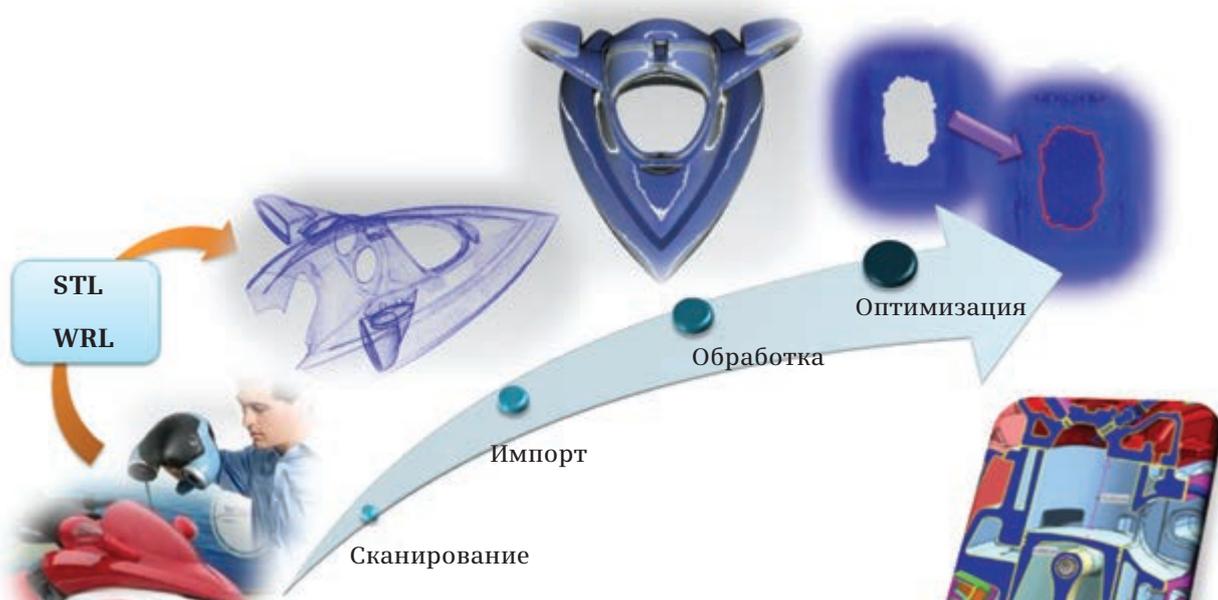
- восстановления электронной модели и документации на существующее изделие, не имеющее оригинальной документации.
- сравнения полученной физической детали с её электронным прототипом.
- оцифровки деталей сложной геометрической формы, не имеющих электронных моделей для последующей обработки на станке ЧПУ.

Вне зависимости от задачи, процесс реверс-инжиниринга начинается со сканирования физического объекта и получения информации о его форме в цифровом виде. Это делается с помощью различных видов специализированного оборудования как в ручном, так и в автоматическом режиме. Инструменты системы NX не зависят от типа оборудования и позволяют обработать данные, пришедшие в форматах STL или WRL, кото-

рые совместимы с большинством сканеров, используемых в промышленности. С помощью инструментов анализа качества пользователь имеет возможность проанализировать качество полученной геометрии на предмет наличия дефектов, ненужных отверстий, а также оценить кривизну и гладкость. Обнаруженные дефекты устраняются набором соответствующих инструментов, помогающих зашить отверстия, сгладить участки геометрии и удалить проблемные места.

Дальнейшая работа с обработанными исходными данными заключается в восстановлении точной геометрии на их базе. Для этого используется набор инструментария твердотельного и поверхностного моделирования. С помощью созданий кривых, сечений и эскизов и элементарных аналитических и свободных поверхностей пользователь создает части геометрии, контролируя их расхождение с исходными данными.

Аналогичным образом решается задача сравнения физической детали с её электронной моделью. Обработав данные сканирования, пользователь, применяя средства анализа, оценивает отклонения полученной формы от идеальной. Весь инструментарий для решения задач обратного инжиниринга унифицирован с инструментами анализа и моделирования и не требует дополнительного обучения пользователей.



Листовой металл

Моделирование деталей, изготавливаемых из листового металла, выведено в отдельный класс приложений, который предоставляет инструменты для создания моделей с учетом физических свойств материала и технологического процесса изготовления детали. Работа всех инструментов базируется на создании и модификации геометрических объектов постоянной толщины. Результатом моделирования таких деталей является два геометрических представления модели – в исходном и развернутом состояниях. При этом развертка представляет собой точную модель, полученную путем расчета с учетом геометрических и физических характеристик. В зависимости от сложности моделируемых деталей из листового металла NX предлагает три приложения с разным уровнем функционала:

- Приложение *Листовой металл*, является базовым для работы с моделями данного типа. Управляется лицензионным модулем *Straight Brake Sheet Metal* и предоставляет инструменты для моделирования деталей прямогогиба. С помощью данного приложения пользователь может задать основание детали, построить фланцы и вырезы, задать форму разделки внешних и внутренних углов. Данный модуль подойдет для простых деталей корпусов и элементов конструкции, не имеющих сложной геометрии.
- Приложение *Расширенный листовой металл*, управляемый лицензионным модулем *NX Advanced Sheet Metal*, расширяет возможности приложения *Листовой металл* путем добавления инструментария для создания криволинейных

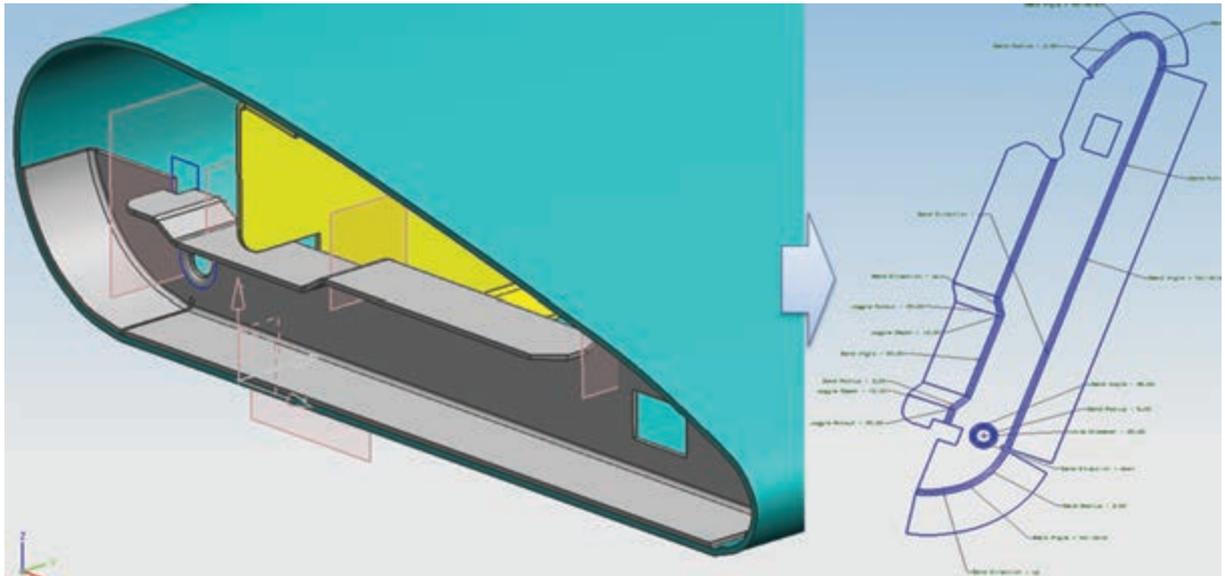
линийгиба, фланцев со сложной геометрией, а также дополнительных функций частичной и полной развертки. Использование расширенных инструментов позволяет работать со сложной геометрией фланцев и подходит для решения задач проектирования корпусов промышленных товаров, потребительской техники, а также элементов конструкций автомобилестроения.

- Приложение *Авиационный листовой металл*, управляемый модулем *NX Aerospace Sheet Metal* предоставляет инструменты для моделирования элементов деталей, специфичных для авиакосмической отрасли. В частности, он позволяет использовать поверхности двойной кривизны в качестве ссылочной геометрии, создавать подсетки и различные штампованные элементы.

Различные состояния модели могут быть использованы для создания документации или для подготовки производства – в последнем случае NX предлагает выгрузку данных о развертке и сгибах в формате DXF и Trumpf GEO.

Все приложения позволяют редактировать модель в состояниях сгиба и развертки. Это позволяет полностью воспроизводить технологический процесс создания детали и обеспечивает максимально приближенную к реальной геометрию конечной модели. Инструментарий приложений по работе с листовым металлом можно использовать совместно с инструментами других приложений моделирования, соблюдая при этом правило постоянной толщины. Дополнительно NX предлагает инструмент для преобразования твердых тел





в модели из листового металла. Такая возможность необходима при импорте моделей без истории построения и при создании моделей из листового металла на базе существующих объемных тел.

Помимо механизмов построения разверток в приложениях для работы с листовым металлом NX предлагает дополнительный подключаемый модуль *NX One-Step Formability Analysis*, реализующий расширенные возможности создания разверток. С помощью данного функционала пользователь получает возможность строить развертки на любые поверхности, в том числе, и на те, которые не разворачиваются стандартными инструментами, и, более того, которые были построены в других приложениях или CAD-системах. Развертка строится с применением конечно-элементных алгоритмов и с учетом физических характеристик

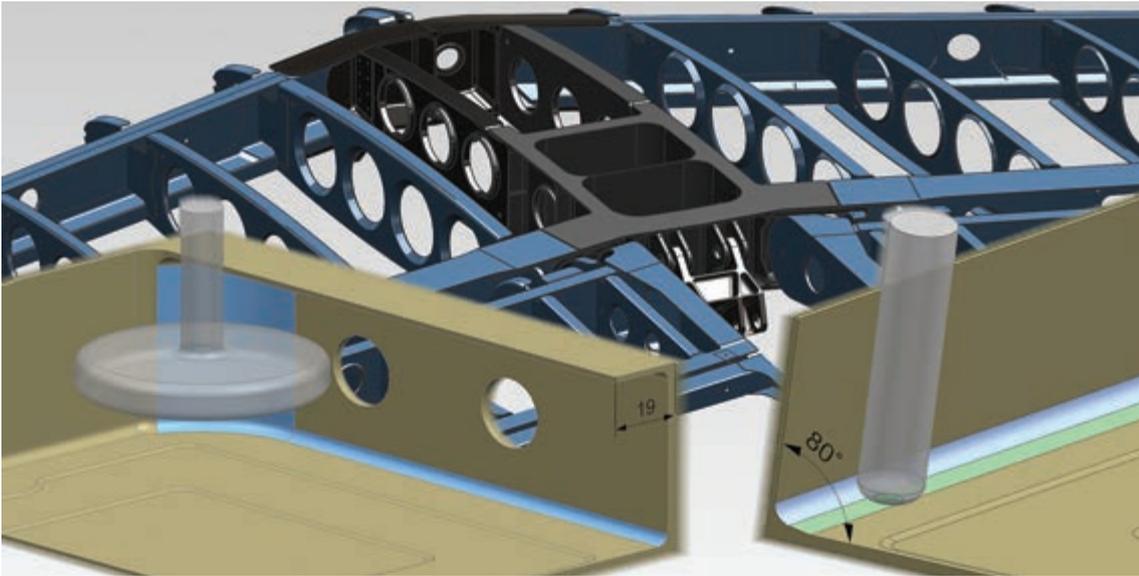
металла. Помимо получения развернутой формы детали данный инструмент позволяет визуально оценить напряжения в областяхгиба, имитировать процесс гибки и оценить эффект пружинения. Проведя такого рода анализ, пользователь получает возможность сразу спроектировать деталь с учетом всех технологических ограничений.

Схожий функционал предлагает инструмент *Metaform*, входящий в приложение *Расширенный листовой металл*. Он позволяет сгибать и разгибать поверхности деталей не только на плоскость, но и на любую другую поверхность, а также учитывать в операциях деформации других геометрических объектов и маппировать их на разворачиваемые поверхности. Данный инструмент также основан на конечно-элементном расчете и требует тонкой настройки физических свойств материала.

Проектирование механообрабатываемых деталей

NX предлагает набор специализированного функционала, который существенно облегчает разработку моделей деталей, получаемых механической обработкой. Для моделей такого типа характерно наличие большого количества карманов со скруглениями, которые образуются после прохода обрабатывающего инструмента. Как правило, для сложных деталей прорисовка таких скруглений и переходов между ними занимает существенное время. В ряде случаев конструктор вынужден моделировать какие-то скругления упрощенно, так как прорисовка точной геометрии занимает большое время. В то же время, такого рода постро-

ения не образуют основную форму детали, а лишь доводят её до окончательного вида, соответствующего реальной детали. С целью минимизации времени и трудоемкости пользователя, затрачиваемые на построения скруглений фрезерованных деталей, в NX разработан функционал автоматического построения скруглений на основе заданной геометрии карманов и параметров режущего инструмента. Выбрав исходную геометрию детали и определив тип фрезы - концевая, Т-образная или сферическая, а также её параметры, пользователь получает геометрию детали в окончательном виде. В зависимости от задач пользователь может про-

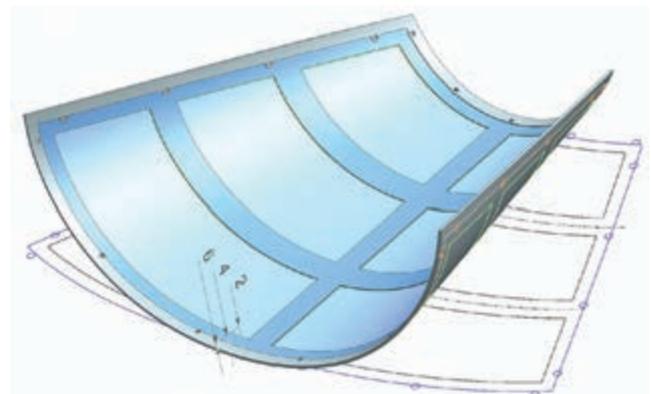


дить построения по всем карманам или выборочно, комбинировать разные типы фрез и сочетать скругления, построенные вручную, с автоматически создаваемыми данным функционалом. Логика работы инструментария предусматривает набор специфических случаев, таких, как закрытые малки (стенки кармана с углом меньшим, чем 90 градусов по отношению к дну кармана), узкие места, куда фреза не может подобраться, и т.д. Для каждого такого случая заложены варианты построения, соответствующие реальному поведению фрезы при механообработке. В ряде случаев, помимо построения самих скруглений, система может добавлять материал, соответствующий переходу между какими-либо элементами, заполнять недоступные для обработки зоны и вносить другие модификации в геометрию, которые максимально приближают 3D модель детали к её физическому прототипу, полученному в металле.

Помимо инструментария построения скруглений и доводки геометрии до требуемой в системе предусмотрена возможность предварительного анализа. Конструктор может сначала провести оценку возможности обработки геометрии детали с помощью определённого типа фрезы и заданных параметров. Система покажет проблемные места, зоны, где наклоны стенок кармана образуют острые углы, места, где не обеспечивается подход инструмента, и прочие отклонения геометрии, которые могут потребовать внимания конструктора. В совокупности представленные инструменты анализа и построения позволяют существенно сократить трудоемкость конструктора при проектировании элементов механообрабатываемых деталей и максимально приблизить геометрию модели к тому, что будет получено на производстве.

Ещё один инструмент, предназначенный для проектирования панелей получаемых химической или механической обработкой, позволяет быстро получить модель детали, задав формообразующую поверхность и определив перепады толщин по регионам заданной формы. Такой функционал существенно сокращает срок проектирования баков, обечаек, панелей обшивок и других конструкций, основанных на панелях с переменными толщинами. В случае, если речь идет о панели, получаемой механообработкой, то данный инструментарий может быть использован в сочетании с функционалом автоматического создания скругления фрезерованных деталей.

Все вышеописанные инструменты идут в базовом наборе инструментов моделирования и могут быть использованы в любом сочетании операций построения.



Прикладные расчеты

Проектирование деталей и узлов в большинстве случаев сопровождается различного рода расчетами. Это могут быть расчеты, связанные с анализом прочности, износостойкости, термодинамические расчеты и множество других анализов, которые позволяют симулировать с заданной степенью точности условия работы объекта и оценить его поведение. NX предлагает широкий спектр решений для проведения инженерного анализа, которые представлены комплексом приложений, входящих в состав NX CAE. Функционал этих приложений ориентирован, в первую очередь, на специалистов расчетных подразделений, а для задач проектно-конструкторских работ NX содержит набор инструментов и упрощенных пошаговых мастеров, которые помогают произвести простейшие расчеты и оптимизацию элементов конструкции. Пользователям приложений NX CAD доступен следующий функционал:

- Приложение *Симуляция конструкции*, управляемое подключаемым лицензионным модулем *NX Design Simulation*. Основа приложения – конечно-элементный решатель NX Nastran, который позволяет в данном приложении производить прочностные и тепловые расчеты конструкции. Работа в приложении строится на последовательном выборе и упрощении расчетной геометрии, назначении свойств материала, наложении нагрузок и ограничений, создании конечно-элементной сетки и непосредственном выполнении расчетов. Для отображения результатов расчета пользователю предоставляются базовые возможности постпроцессинга.

- Пошаговый мастер *Анализ прочности* – позволяет воспроизвести работу в приложении *Симуляция конструкции* в простейшей постановке. Мастер в интерактивном режиме предлагает задать основные параметры расчета и после проведения анализа отображает результат.
- Пошаговый мастер *Анализ динамики конструкции Vibration Wizard* – рассчитывает собственные частоты колебаний конструкции.
- Пошаговый мастер *Анализ долговечности* – позволяет провести простейший расчет на ресурсную прочность.

Мастер оптимизации, управляемый модулем *Optimization Wizard*, решает задачу оптимизации конструкции по определенным параметрам. Процесс оптимизации реализуется путем перебора набора параметров модели до выполнения какого-либо условия, которое является критерием оптимизации. Дополнительная возможность этого функционала позволяет оценивать влияние какого-либо переменного параметра на общее состояние модели. Пользователь получает наглядную картину влияния величины изменения параметров на результат оптимизации.

Для работы мастеров анализа динамики и прочности необходимо наличие лицензионного модуля *Process Solutions for Stress and Vibration*. Для использования таких специализированных мастеров, помимо соответствующих модулей NX CAE, будет необходим лицензионный модуль *Process Studio runtime*.



Концептуальное проектирование

Задачи этапа отработки концептуальных решений изделия требуют специфичного подхода к их решению, так как ошибки и не учтенные факторы на этом этапе, существенно влияют на стоимость изделия и сроки. Чем сложнее изделие, тем сильнее влияние таких факторов. Тем более когда речь идёт о междисциплинарной разработке, когда необходимо учитывать не только механическую составляющую изделия, но и электрическую, логическую и другие функциональные составляющие. Как правило, основные проблемы возникают на стыке дисциплин, когда разные системы интегрируются друг с другом. Специалисты, ответственные за разные функциональные части изделия, разрабатывают их либо независимо друг от друга, либо без единого контекста с помощью процедурного обмена информацией.

Приложения системы NX для моделирования геометрических объектов позволяют разработать концептуальный облик изделия, провести оптимизацию конструкции и задокументировать результат. А для отработки концептуальных решений с учетом междисциплинарного взаимодействия NX предлагает специализированное приложение *Mechatronics Concept Designer (MCD)*. Данное приложение позволяет смоделировать разрабатываемый объект с учетом механики, логики управления и физического взаимодействия объектов. В большинстве случаев на стадии отработки концепции, пользователь оперирует упрощенными геометрическими моделями частей изделия, которые используются для задач компоновки.

Функционал приложения реализован на базе технологии PhysX by Nvidia, широко используемой

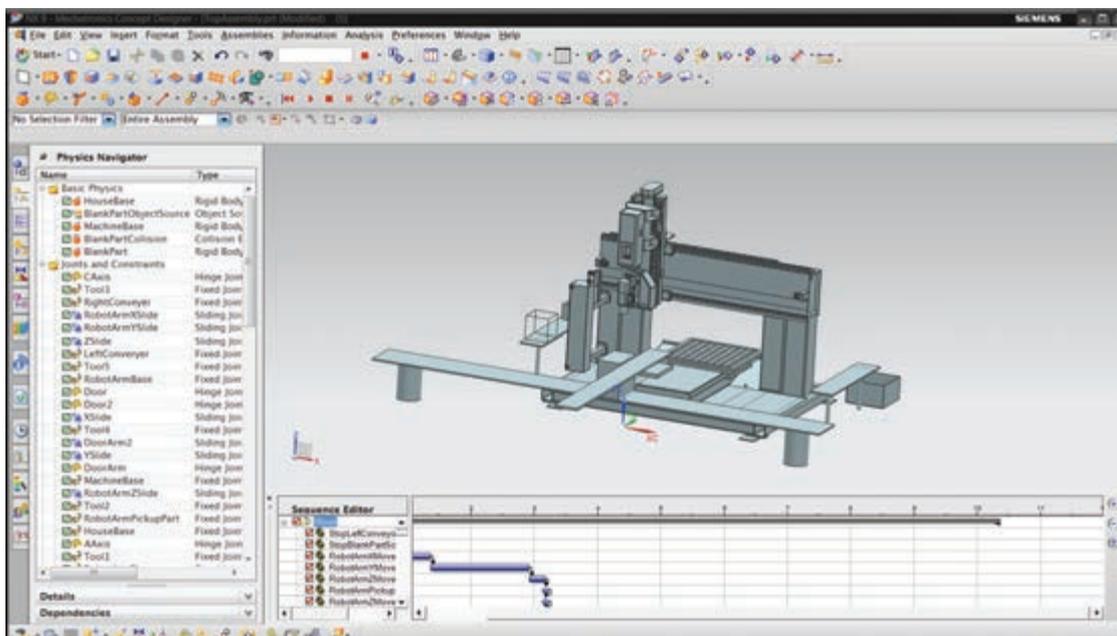
для разработки компьютерных игр. С помощью данной технологии моделируют физические условия, в которых будет работать изделие, и рассчитывается логика взаимодействия всех составных частей изделия. Ключевым преимуществом MCD является простота и наглядность использования функционала. Это является существенным фактором на стадии концептуальной разработки, когда нет необходимости в комплексных инструментах симуляции и анализа.

Концептуальная модель изделия, разработанная в MCD, может впоследствии уточняться путем замены упрощенных геометрических моделей на более проработанные. Тем самым пользователь получает возможность постоянно отслеживать соответствие текущего состояния электронного макета разработанной концептуальной модели. Основные возможности приложения MCD:

- Моделирование поведения частей изделия с учетом физических свойств.
- Разработка базовых алгоритмов логики управления.
- Моделирование датчиков и сенсоров.
- Экспорт разработанных схем управления в другие системы симуляции.

Работа с CAD моделями других систем.

Модуль концептуального проектирования доступен в двух конфигурациях - в качестве отдельного приложения и в виде одного из приложений NX.



Подготовка документации

Создание конструкторской документации для разработанного изделия и его узлов является неотъемлемым этапом в процессе проектирования. При разработке изделия на базе электронного макета очень важно обеспечить однозначную связь между электронными моделями и выпускаемой документацией – чертежами и схемами, в соответствии с принятыми стандартами.

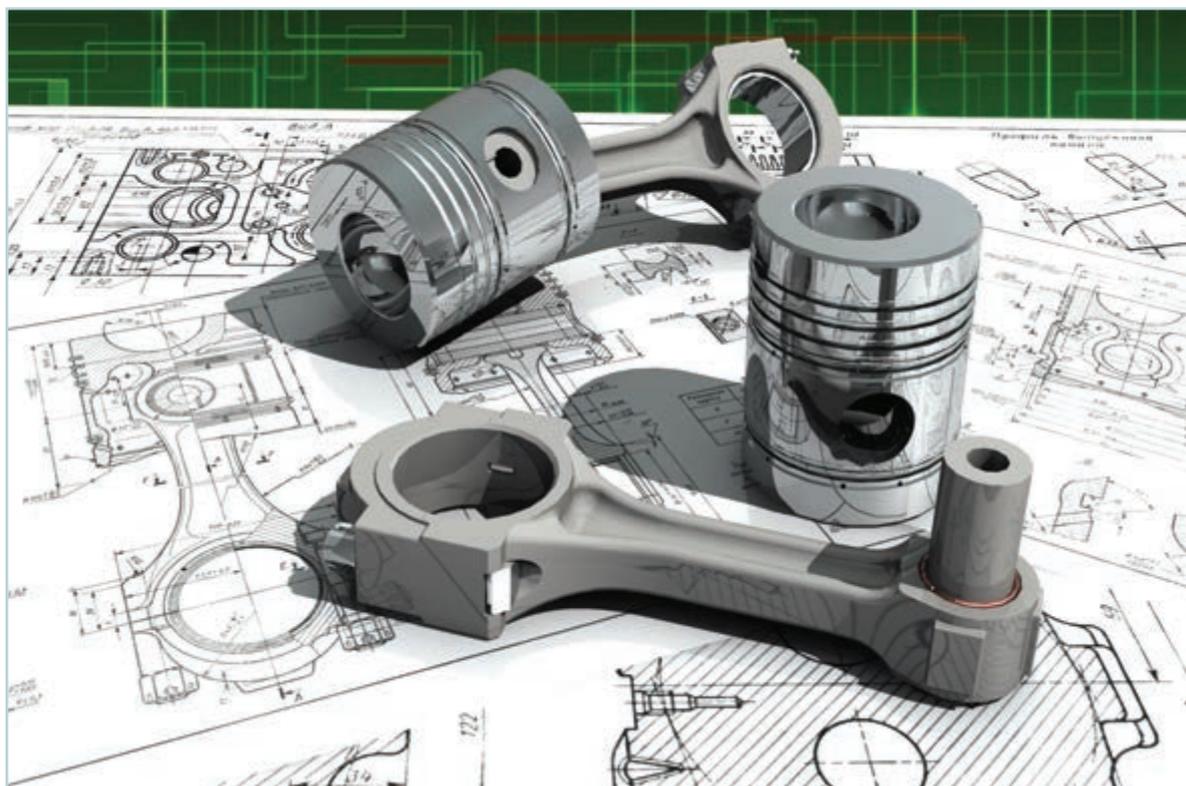
NX предлагает несколько способов создания конструкторской и технологической документации:

- Создание 2D чертежей на основе 3D моделей. Это традиционно основной способ создания документации в системе NX. В этом случае чертежи базируются на ассоциативных проекциях полученных с электронного макета изделия. Пользователь создает необходимый набор видов, сечений и разрезов, на которые наносит размеры, допуски и текстовые аннотации.
- Создание 2D чертежей с нуля, без исходной 3D модели. NX позволяет создавать чертежи и схемы без использования 3D модели. Пользователь сам рисует геометрию видов с помощью инструментов 2D черчения и аннотирует её.

- Документирование 3D модели инструментами PMI, без создания 2D документа. В данном случае NX предлагает возможность аннотировать модель напрямую в 3D, что позволяет отказаться от классического чертежа. Этот способ имеет ряд преимуществ, описанных ниже.

Документирование модели инструментами PMI и получение чертежных видов на её основе. В этом случае аннотирующая информация наследуется с электронной модели. Данный способ может быть переходным между первым и третьим.

Все варианты подготовки документации реализуются на базе единого интерфейса модулей *Черчение и Технические условия (PMI)*. Как правило, создание чертежей с нуля, хоть и возможно, но неэффективно в системах САПР высшего уровня, так как не используются все преимущества электронной модели изделия и ассоциативной связи между 3D и 2D представлениями. На практике инструментарий черчения используется без 3D модели для прорисовки концептуальных решений или схем. Для такого рода задач NX предлагает пользователю в среде *Черчения* использовать также инструменты модуля *Эскиз*, в дополнение к чертежным средствам. Это дает возможность соз-



давать параметрические 2D объекты, управляемые параметрами и связями.

В случае, когда при создании документации за основу берется 3D модель, то подразумевается её первичность, то есть поддерживается концепция мастер-модели. Изменения модели влияют на документацию, созданную на базе этой модели, но обратные изменения невозможны. Нельзя изменить чертежное представление и повлиять тем самым на геометрию исходной модели.

Система NX даёт возможность хранить чертеж модели детали или сборки, как в файле самой модели, так и в отдельном файле. Второй способ

является предпочтительным, так как позволяет отдельно управлять моделью и чертежом, а также давать возможность готовить документацию другим участникам разработки, не забирая модель детали или сборки у её автора. В случае с многолистовыми чертежами пользователь может выбирать, хранить ли все листы в одном файле чертежа или каждый лист в отдельном файле. Система Teamcenter поддерживает все вышеперечисленные способы хранения чертежей и дает возможность отслеживать связи между моделями и чертежами без загрузки их в NX. При сохранении чертежей в Teamcenter, помимо самого файла чертежа, также сохраняется его копия в формате CGM, что позволяет просматривать чертежи встроенным визуализатором.

Черчение

Для создания чертежной конструкторской документации NX предлагает приложение *Черчение*, входящее во все базовые пакеты. Инструменты, входящие в *Черчение*, формируют среду для эффективного процесса создания чертежей и отслеживания изменений. Работая в этом приложении, пользователь создает необходимые чертежные проекционные виды, разрезы и сечения, используя геометрию 3D модели. С помощью инструментов проставления размеров и аннотирования на созданные виды наносится вся вспомогательная информация, размеры и допуски. В общем случае все чертежные виды являются ассоциативно связанными с исходной моделью, поэтому при её изменении происходит соответствующее обновление видов и привязанных к ним аннотаций. Оформление чертежа производится в соответствии с одним из поставляемых стандартов, среди которых есть стандарт ЕСКД. Настройки стандарта описывают параметры оформления всех объектов, создаваемых в приложении *Черчение*. Функционал приложения позволяет реализовать следующие задачи:

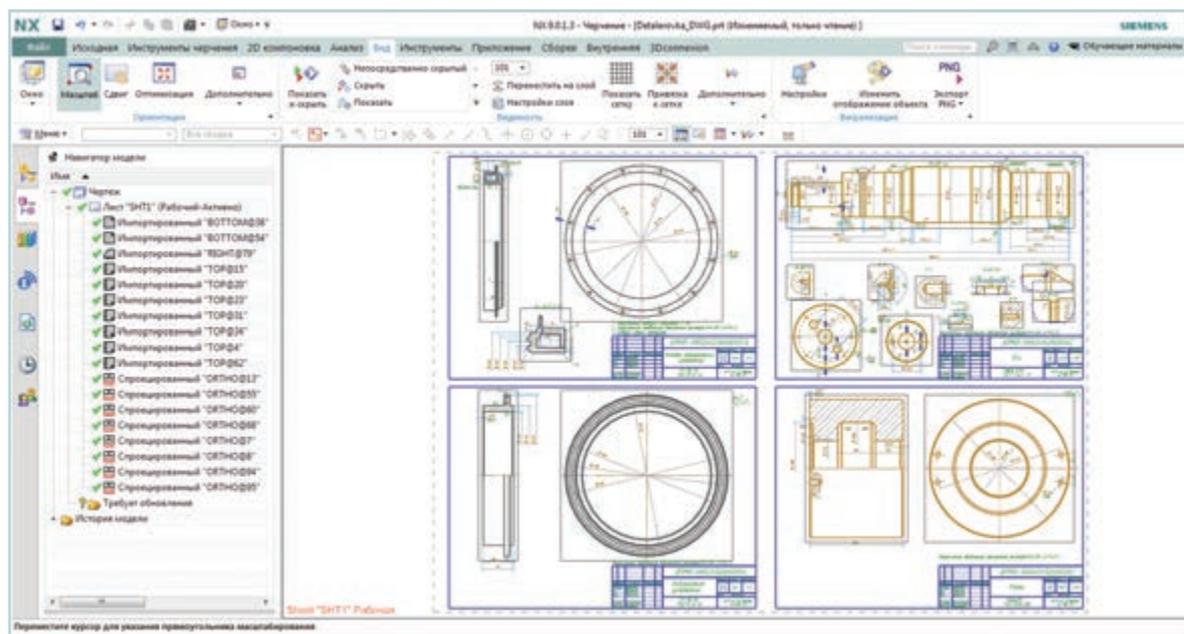
- Создание ассоциативных и неассоциативных проекционных видов, сечений и разрезов, с автоматическим нанесением штриховки и элементов обозначений видов.
- Нанесение ассоциативных размеров и предельных отклонений, а также создание текстовых аннотаций.
- Нанесение обозначений баз, допусков форм и расположения, параметров шероховатости и вспомогательных символов.

- Создание табличного представления данных, в том числе заполняемых автоматически на основе атрибутики объектов.
- Создание и использование типовых 2D блоков с помощью библиотеки повторного использования. Помимо создания классических типовых блоков, NX позволяет создавать 2D блоки, связанные с мастер-блоком, с поддержкой ассоциативной связи.
- Отслеживание изменений чертежа в зависимости от изменения исходной 3D модели. Данный механизм позволяет создавать слепки состояния чертежа с временными метками и при необходимости сравнивать текущее и сохраненное состояние на предмет различия.

Дополнительно приложение *Черчение* предоставляет механизм подключения программ автоматизации оформления чертежа. Такие программы создаются с помощью языка *Knowledge Fusion* и подключаются к приложению в качестве инструментальных средств.

Набор инструментов приложения *Черчение* может быть расширен с помощью лицензионного модуля *NX DraftingPlus*. Данный модуль содержит дополнительный функционал, ориентированный, в первую очередь, на процессы миграции из 2D среды в 3D, и на задачи черчения без использования 3D моделей. Используя модуль *NX Drafting Plus*, пользователь получает возможность:

- Создавать 3D модели изделий по существующим чертежным проекциям.



- Генерировать каталоги 2D символов на основе 3D моделей.
- Импортировать 2D блоки из формата DWG и создавать соответствующие им 2D символы в формате NX.
- Создавать набор 2D видов без использования 3D модели.
- Использовать расширение средства 2D черчения для создания проекционных видов.

Приложение *Черчение* может быть использовано в двух конфигурациях – в рамках одного из базовых пакетов NX CAD или в виде отдельного пакета, запускаемого своим ярлыком. В первом случае используется модуль *Drafting*, входящий во все пакеты NX Mach. Во втором случае используются пакеты *NX Mach Power Drafting* или *NX Power*

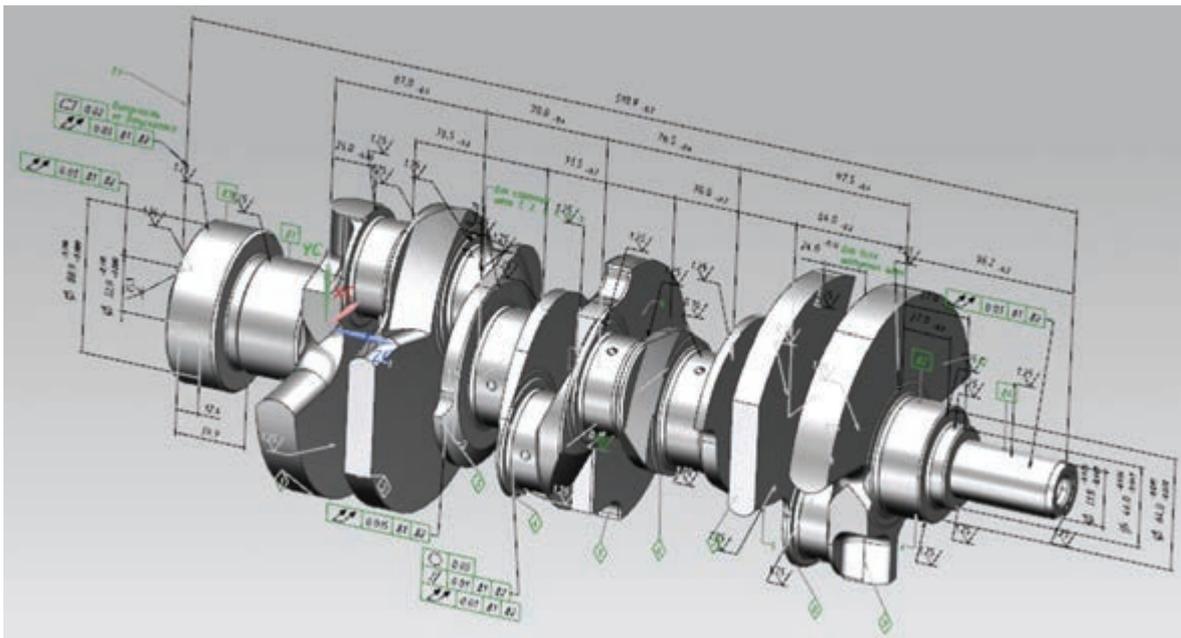
Drafting. Они оба содержат приложение *Черчение*, расширенный модуль *NX DraftingPlus*, а также средства экспорта-импорта в форматы IGES, DXF и DWG. Отличие этих пакетов в интеграции с системой Teamcenter – *NX Power Drafting* не имеет такой функциональности и работает только с файловой системой, в то время как *NX Mach Power Drafting* может работать как с файловой системой, так и с данными, хранящимися в базе данных Teamcenter. Эти два пакета используются для снижения общей стоимости владения системой САПР, когда есть возможность разделить рабочие места, на которых выполняется проектирование и на те, где производится только оформление документации. Работая в этих пакетах, пользователь имеет возможность создавать чертежи с нуля или на базе существующих 3D моделей деталей и сборок, но не имеет возможность работать с самими моделями, создавать их и редактировать.

Аннотирование моделей

Полностью поддерживая традиционный подход к созданию чертежей, система NX предлагает дополнительную возможность описать разрабатываемое изделие путем внесения информации, необходимой для изготовления и контроля непосредственно в 3D модель детали или сборки. Преимущество такого подхода состоит в том, что информация о геометрии и требованиях к ней – размерах, допусках и аннотациях, хранится в одной электронной модели. В то время как в случае с использованием чертежей, имеет место очевидное разделение между 3D моделью, где хра-

нится геометрия, и непосредственно чертежом, где хранится вся дополнительная информация. Ещё одно неоспоримое преимущество аннотированных 3D моделей – это наглядность. Как автор модели, так и все её потребители видят все размеры и аннотации в контексте её геометрии, а не в контексте плоских чертежных видов.

Использование аннотированных 3D моделей позволяет существенно повысить эффективность процесса согласования частей разрабатываемого изделия между специалистами различных направ-



лений. 3D модель изделия, снабженная аннотирующей информацией, дает гораздо больше информации о себе, чем просто геометрия модели. Например, специалисты технологических подразделений могут начать работать с такими моделями намного раньше, чем конструктор выпустит полностью оформленный чертеж.

Для создания аннотаций и размеров на 3D моделях NX предлагает специальное приложение – *Технические Условия (PMI)*, которое доступно во всех базовых конфигурациях NX. С помощью этого приложения пользователь имеет возможность нанести на модель размеры, допуски, предельные отклонения и другую аннотирующую информацию, работая непосредственно в пространстве модели. В этом случае все создаваемые объекты привязываются к видам модели и располагаются в соответствующих плоскостях. По аналогии с чертежами, модельные виды могут представлять собой разрезы или сечения – в этом случае пользователь создает специальный вид, на котором отображается только часть геометрии модели, наносит размеры и аннотации на элементы сечения.

Помимо создания размеров и аннотаций, пользователю предоставляется возможность многокритериального поиска по атрибутам нанесенных аннотаций. С помощью данного поиска все потребители модели могут производить фильтрацию размеров и аннотации по какому-либо критерию, например, по минимальной или максимальной величине допуска на размерах.

Важно отметить, что все аннотации и размеры, создаваемые с помощью приложения *PMI*, явля-

ются объектами, со своим набором свойств и характеристик. В отличие от чертежных аннотаций, которые могут быть прочитаны только человеком, объекты PMI используются рядом технологических систем и программных продуктов, что помогает в построении сквозной цепочки конструкторско-технологических процессов. Данные, внесенные в 3D модель в виде объектов PMI, могут быть использованы в приложениях NX CAM, Tecnomatix и программных продуктов сторонних производителей.

Объекты аннотаций и размеры, нанесенные на модель, сохраняются вместе с геометрией в формате JT, а также в нейтральный формат STEP. При сохранении в формат JT, объекты PMI сохраняют привязку к соответствующим геометрическим объектам, что обеспечивает наглядность их представления при просмотре JT файла в визуализаторе.

При использовании моделей с объектами PMI для создания чертежей в приложении Черчение, имеется возможность наследовать часть или все объекты на чертежные виды. При этом каждому PMI объекту ставится в соответствие аналогичный объект чертежа – размер или аннотация, и обеспечивается возможность двустороннего редактирования. Такой механизм позволяет реализовать переходный этап - от использования классических чертежей к аннотированным 3D моделям.

Инструментарий приложения *Технические Условия* доступен при наличии лицензионного модуля *3D Annotation (GD&T and PMI)*.

Контроль и анализ

Электронный макет изделия позволяет существенно сократить расходы на создание физических прототипов изделия. Многие стадии разработки изделия, которые раньше требовали создания реального макета изделия или его частей, сейчас могут быть проведены в электронном виде. Если вопросы собираемости и увязки элементов изделия решаются модулями сборки и моделирования, то для ряда специфичных задач, требуется дополнительный инструментарий, который также входит в состав системы NX, либо в набор продуктов системы Tecnomatix®, также использующих электронный макет.

Качество электронного макета, влияет на его ценность для всех процессов, которые опираются на электронное описание изделия. От того, насколько полно и точно электронная модель соответствует своему физическому прототипу, зависит эффективность процессов подготовки производства. Для обеспечения качественной разработки моделей NX предлагает набор средств, которые позволяют контролировать соответствие электронных моделей заданным требованиям.

Анализ эргономики

Анализ эргономики необходим для более реалистичного моделирования процессов сборки изделия, его обслуживания и эксплуатации. Довольно часто геометрически собираемая сборка или не собирается на производстве или требует дополнительного (непредусмотренного) инструмента и оснастки. Как правило, причина этому – невозможность обеспечить доступ к собираемым частям изделия или нехватка пространства для выполнения сборочных операций. При эксплуатации и обслуживании изделия могут возникать проблемы, связанные с трудоемкостью рутинных действий из-за неудобного расположения органов управления или обслуживаемых узлов.

Удобство эксплуатации и обслуживания изделия может стать серьезным фактором при его позиционировании на конкурентном рынке. Часто потребитель делает выбор в пользу более удобного и простого товара, даже может быть в ущерб другим характеристикам. Так как большая часть технических решений влияющих на эргономику закладывается на ранних стадиях проектирования, то исправление этих решений или учет забытых факторов, может быть очень трудоемким и дорогостоящим. Если раньше для проведения анализа эргономики приходилось делать полноразмерные физические макеты, то при наличии электронного макета задачи такого анализа существенно упрощаются.

Анализ эргономики в линейке продуктов Siemens PLM Software представлен приложением Tecnomatix Jack, изначально разработанным для компании под проекты аэрокосмической и обо-

ронной отраслей промышленности. В дальнейшем это приложение было адаптировано под другие направления индустрии. В систему NX был интегрирован набор инструментов на базе технологии Jack, который ориентирован именно на базовые задачи анализа эргономики для конструкторов и проектантов. Основные возможности данного модуля:

- Моделирование точного биомеханического поведения манекена.
- Расчет зон досягаемости и их графическое отображение.



- Анализ комфортности.
- Моделирование различных типовых поз манекена.
- Использование инверсивной кинематики.

Функционал работы с манекеном представлен в системе NX подключаемым модулем *NX Human*

Modeling, отвечающим непосредственно за создание и позиционирование манекена, а также модулем *NX Human Modeling Posture Prediction*, которые позволяют автоматически задать позы манекена характерные для водителя или пассажира транспортного средства. На основе полученных представления манекена проектанты могут проводить проработку конструкции и её анализ.

Контроль моделей

Создание полноценного электронного макета невозможно без обеспечения должного контроля качества моделей, из которых он состоит. По аналогии с традиционными чертежами, которые проходят несколько стадий контроля, электронные модели также должны контролироваться по целому ряду критериев. Только в этом случае документ в виде электронной модели может представлять полноценную информационную единицу, которой доверяют все участники проекта.

Для решения задач контроля электронных моделей NX предлагает встроенный модуль *Checkmate*, который является механизмом анализа моделей с помощью predefined набора проверок. Каждая проверка представляет собой скрипт на языке *Knowledge Fusion*, реализующий логику анализа модели или её атрибутивной информации на предмет соответствия заданному критерию. В базовой поставке системы NX предлагается

несколько сотен типовых проверок и элементарных функций *Checkmate*, которые могут быть использованы «как есть», либо быть основой для создания пользовательских проверок. Поставляемые проверки делятся на следующие категории:

- Проверки геометрии – проверяют геометрию модели на предмет отклонений от допустимых значения и наличия дефектов.
- Проверки оформления – оценивают правильность расположения элементов построения по слоям, категориями и ссылочным наборам.
- Проверки моделирования – содержат большой спектр проверок, оценивающих как состояние дерева построения и его элементов, так и соответствия построений модели каким-либо критериям качества.





- Проверки чертежей – набор проверок специфичных для чертежных видов и их элементов.
- Запрос информации – данная группа проверок позволяет опросить объект или группу объектов и получить требуемую информацию в виде отчета.
- Проверки технологичности – отвечают за анализ геометрии модели на предмет технологичности изготовления данной детали с помощью заданного техпроцесса.
- Проверки приложений NX – набор проверок, направленных на анализ и оценку объектов, создаваемых в таких приложениях NX, как Маршрутизация, Технические Условия, Сварка и других.

Результаты анализа модели предоставляются пользователю в виде лог-файла, а также в виде визуального отчета на базе технологии HD3D – в виде графических тэгов и расширенной информации. Формат и представления информации являются

Визуальная аналитика

При проектировании любого изделия очень важно иметь точную и актуальную информацию, связанную с процессами разработки и сопутствующими им данными. Принятие любых решений должно основываться на точной и актуальной информации. В традиционном виде эта информация представлена в виде отчетов, графиков, сводок и выборок из информационных систем. Такое представление имеет два существенных недостатка – оно имеет ограниченное время актуальности, и не позволяет явно соотносить информацию с каким-либо разрабатываемым объектом, к которому она относится.

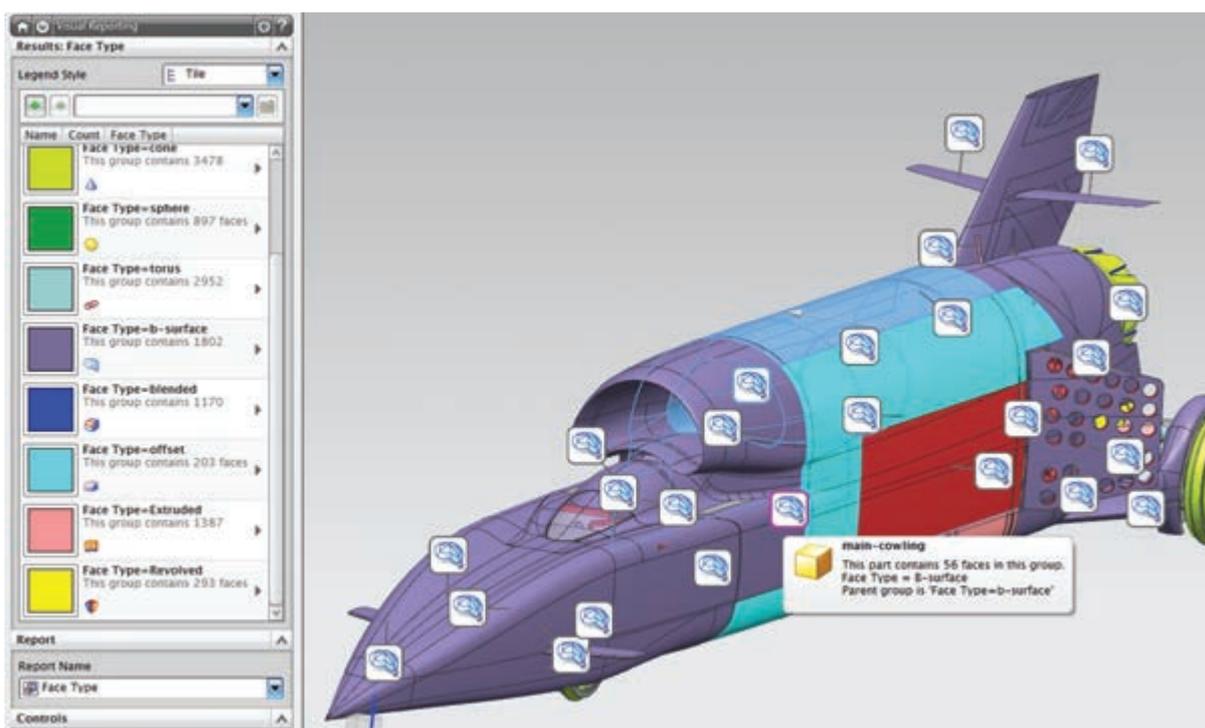
полностью настраиваемыми. *Checkmate* может работать как в интерактивном режиме, так и в фоновом. В первом случае пользователю предлагается определить, какой набор моделей будет подвергнут анализу, и какие проверки будут использованы. В случае с фоновым выполнением анализа, набор проверок и область действия анализа определяются заранее и при этом могут быть выбраны для анализа как модели на локальной файловой системе, так и модели хранящиеся в PLM системе Teamcenter.

Дополнительно предлагается средство для формирования сводного результата проверки группы моделей, которое позволяет по шаблону сформировать отчет с отображением статистики проверки и детализацией результатов.

Checkmate имеет расширенную интеграцию с системой Teamcenter, включающую в себя приложение *Validation Manager*, с помощью которого производится управление процессами проверки и сбор результатов. Пользователь имеет возможность как просматривать результат проверки в Teamcenter, так и запускать проверку моделей, хранящихся в PLM системе в фоновом режиме. Каждая проверенная модель может сохранять в себе результат проверки и флаг состояния модели, соответствующий моменту проверки. Этот флаг показывает, была ли изменена модель со времени проведения последнего контроля с помощью *Checkmate*. В зависимости от значения этого флага и результата проверки, сохраненного в модели, процесс выпуска и согласования может либо возвращать модель автору на доработку и исправление, либо пропускать дальше.

Для работы механизма *Checkmate* необходим модуль *Checkmate Runtime*, а для создания пользовательских проверок и профилей используется модуль *NX Checkmate Author*. Использование механизма контроля в приложениях Teamcenter позволяет построить эффективную систему обеспечения качества и добиться соответствия моделей требованиям, определенным в рамках стандартов предприятия.

Система NX предлагает альтернативный способ предоставления информации, который базируется на механизме визуальных отчетов. Для формирования визуального отчета используется электронный макет изделия, на который наносится отчетная информация в виде расцветки и графических тэгов. Отчетная информация формируется на основе predetermined критерия сравнения или соответствия применяемого к набору атрибутов электронной модели или соответствующему ей объекту в системе Teamcenter. Технология отображения информации на макете изделия полу-



чила название *HD3D*, и была интегрирована в ряд приложений системы NX.

Визуальный отчет позволяет быстро и наглядно получить полную картину состояния практически любого процесса разработки. Это может быть например отчет по распределению работ между участниками, состояния каждого узла или детали, какие данные были изменены за определенный период времени, сколько моделей было выпущено и сколько находятся на стадии утверждения, какие элементы изделия превышают допустимую массу - все это отображается в контексте макета.

Набор визуальных отчетов может быть создан как администратором и опубликован для использования всеми участниками проекта, так и самими пользователями, которые могут создавать отчеты

«на лету», отображая требуемую информацию на макете изделия.

Механизм визуальных отчетов используется и для получения актуальной информации об изделии, при этом он интегрирован в ряд инструментов NX, которые выводят информацию на объекты геометрии. В частности, это инструменты контроля моделей деталей и сборок, а также модуль анализа соответствия требованиям.

Шаблоны отчетов, созданные в системе NX также могут быть импортированы в Teamcenter и использоваться для формирования визуальных отчетов уже средствами визуализатора Teamcenter Visualization. В системе NX функционал визуальных отчетов реализуется с помощью модуля *HD3D Visual Reporting*.

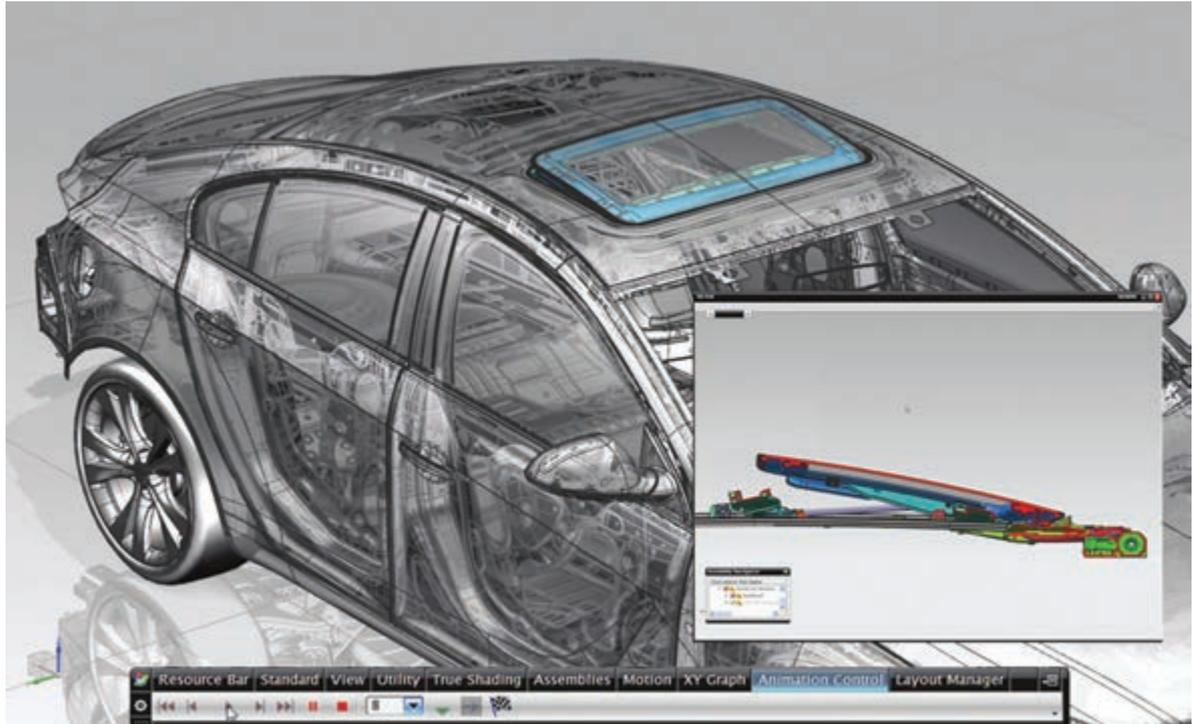
Кинематика

Кинематический анализ позволяет смоделировать поведение механизма и оценить, как он себя поведет при различных условиях работы. Данный анализ может проводиться как для симуляции спроектированных механизмов, так и для проектирования кинематических схем, на базе которых потом будут создаваться сами механизмы.

В системе NX пользователю дается несколько инструментов анализа кинематики. Самый простой - это анимация или ручная манипуляция

компонентов сборки с учетом наложенных на них ограничений степеней свободы. Данный вариант дает возможность получить общее представление о движении частей механизма без учета сил, трения и динамических характеристик звеньев.

Еще один из путей простого анализа кинематики механизма - использование возможностей модуля *Mechatronics Concept Designer*. Этот инструмент также позволяет оценить работу механизма с геометрической точки зрения, но дает возможность



реализовать более сложные сценарии управления движением, чем предыдущий вариант.

Для комплексного анализа работы механизма и максимальной степени приближения к реальному изделию NX предлагает приложение *NX Motion*. Данное приложение входит в состав NX CAE, но тем не менее также широко используется специалистами конструкторских подразделений, работающих в основном с приложениями NX CAD. *NX Motion* представляет собой среду для полноценного моделирования кинематики механизмов и анализа их характеристик. Используя инструменты данного модуля, пользователь задает кинематические звенья, определяет связи между ними, задает силы, действующие на элементы механизма, и после проведения расчета получает симуляцию работы механизма, которая представляется в виде анимации, а также в виде графиков и табличных данных.

Данное приложение позволяет наследовать связи, наложенные на детали механизма в приложении Сборки, снижая тем самым количество повторно задаваемых данных. Также наследуются материалы, если они были назначены. При этом специалист, занимающийся анализом кинематики, может переопределить параметры материалов, условия сопряжения звеньев, размеры геометрических элементов, и при этом исходная модель механизма останется нетронутой.

В ряде случаев симуляция механизмов на базе абсолютно твердых тел не дает настоящей картины, которая характерна для работы в реальных

условиях. Упругие деформации звеньев механизмов при взаимодействии друг с другом, могут вывести его из строя, если их влияние не будет учтено при проектировании. Для этого модуль *NX Motion* позволяет определять звенья, как деформируемые объекты, поведение которых зависит также от свойств упругости материала.

Пользователь имеет возможность работать не только с готовой геометрией 3D моделей, но и двухмерными объектами, определяя их свойства и задавая связи между ними. Такая потребность может возникнуть на начальных стадиях проектирования, когда необходимо разработать кинематическую схему.

Во время проведения симуляции можно задавать сенсоры, измеряющие какие-либо параметры механизма – линейные или угловые скорости, перемещения, ускорения, и система будет выводить информацию с этих сенсоров в графическом и числовом виде. Результаты кинематического анализа, а именно нагрузки, приходящие на звенья механизма, могут быть переданы в приложение NX CAE для проведения прочностных расчетов.

Логика работы механизмов может определяться, как задаваемыми силами и ограничениями инструментами *NX Motion*, так и внешним управляющим блоком. В роли такого блока выступает приложение *Matlab Simulink*, которое позволяет реализовывать комплексные управляющие схемы и посредством передачи параметров в *NX Motion* управлять движением исследуемого механизма.

Накопление и использование знаний

Накопление и повторное использование знаний является одним из тех направлений работы с CAD системой, которое оказывает существенное влияние на сокращение сроков проектирования изделия и на повышение его качества. Эффективное распространение типовых конструкторских решений и использование старых наработок помогает снизить трудозатраты на рутинные работы и повысить качество изготавливаемого изделия. Решение задачи повторного использования зна-

ний в общем случае состоит из двух задач – предоставления простого и понятного способа фиксации (стандартизации) тех или иных типовых решений, и обеспечения доступа к этим типовым решениям всем участникам разработки.

Система NX предлагает решения для обеих задач. При этом механизмы сбора и управления данными повторного использования поддерживаются как в режиме интеграции с системой Teamcenter, так и при работе на файловой системе.

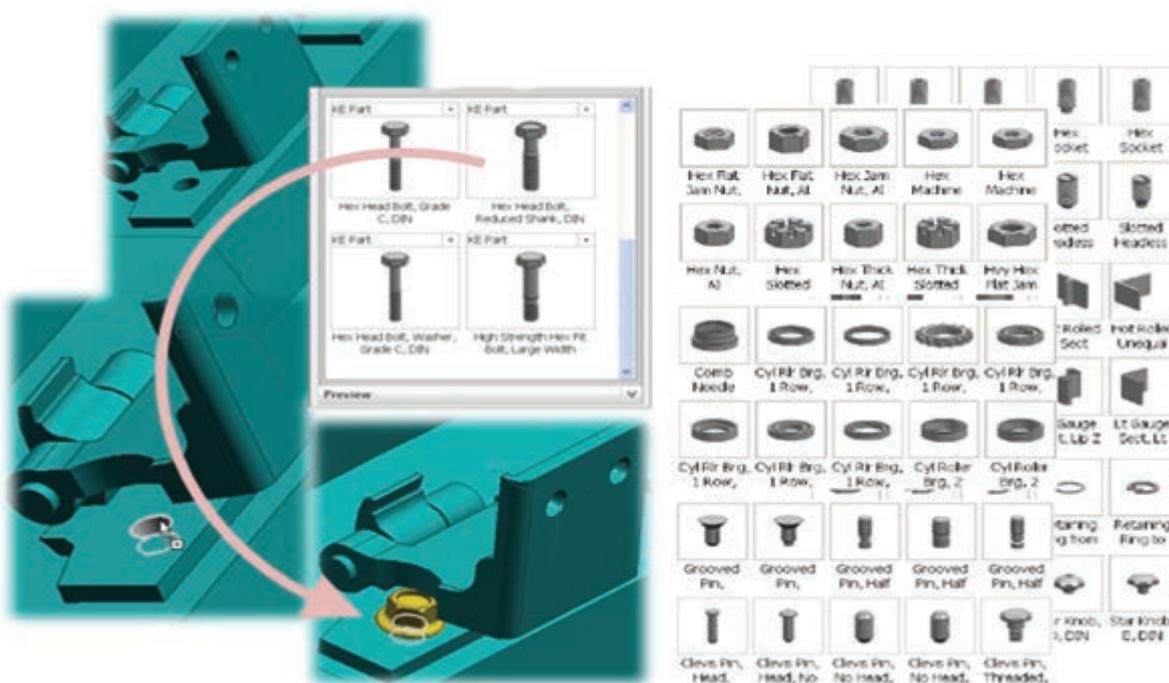
Библиотека повторного использования

Библиотека повторного использования в NX решает задачу централизованного хранения, каталогизации и предоставления доступа к данным, предназначенным для повторного использования. Под такими данными подразумевается практически все, что может быть создано в системе NX: типовые детали, узлы, профили, пользовательские элементы и даже элементы построения моделей. В последнем случае у пользователя есть возможность «скопировать» какую-либо геометрию из существующей модели и интегрировать её в другую модель. Это особенно актуально при проектировании оснастки, когда целесообразней заим-

ствовать элементы геометрии существующих деталей, чем создавать заново модель с нуля.

Ещё одним типом данных, который может храниться в библиотеке, является описание материала. Библиотека позволяет организовать и хранить описания материалов в формате MatML и управлять ими как на файловой системе, так и в классификаторе системы Teamcenter.

Помимо сбора и хранения различного рода данных, библиотека позволяет добавлять дополнительную логику к объектам хранения – создавать



«умные» элементы. Такие элементы могут адаптировать геометрические размеры в соответствии с выбором пользователя на основе табличных данных, а также модифицировать геометрию целевой модели. Один из примеров таких элементов – это крепеж, который при вставке в сборку автоматически подбирает подходящий типоразмер или создает ответное отверстие в скрепляемых деталях.

Библиотека повторного использования дает возможность классифицировать данные в иерархиче-

ской структуре, производить поиск по ним и управлять правами доступа к ней. Хранения данных библиотеки может быть реализовано как на файловой системе – на сетевом диске, так и в папках системы Teamcenter. Дополнительно к этому, через интерфейс библиотеки, пользователи могут получить доступ к данным, хранящимся в классификаторе Teamcenter. В этом случае необходимо наличие лицензионного модуля *NX Integration Classification*. Сама библиотека идет в составе всех пакетов серии Mach.

Студия разработки шаблонов

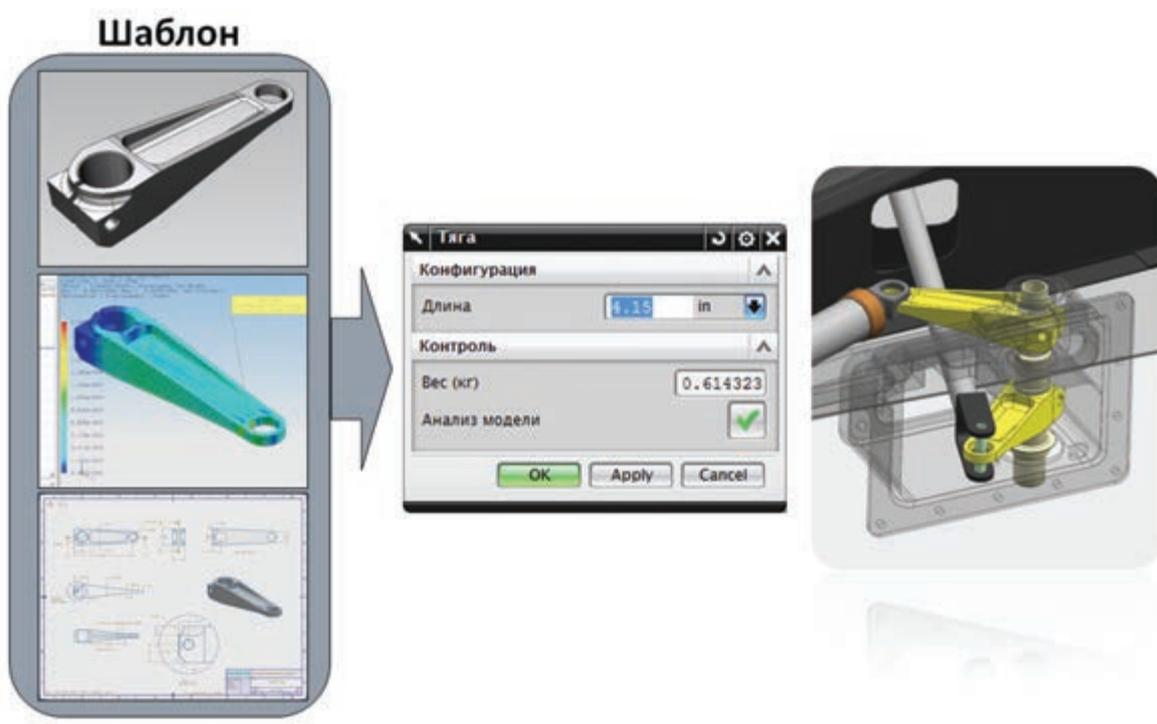
Задача создания шаблонов моделей деталей и сборок появилась сразу, как только CAD системы стали предлагать инструменты создания параметрических моделей. Повторное использование наработанных моделей, как основы для получения типовых конструктивных решение было, естественным продолжением идеологии параметризации.

В общем случае, для превращения обычной модели в шаблон, необходимо определить какие ключевые параметры этой модели являются управляющими, каким-то образом их обозначить и задокументировать, классифицировать данную модель и обеспечить к ней доступ всем потенциальным потребителям. Далее, если с точки зрения параметризации исходная модель построена верно, и при изменении ключевых параметров происходит правильное обновление истории построения, то любой пользователь, варьируя

параметры шаблона, может получить новую модификацию модели детали или сборки.

Основная проблема при создании шаблона – это выделение ключевых параметров и обеспечения простого и наглядного доступа к ним пользователям. Как правило, если речь идет о более-менее сложной модели детали или сборки, она может содержать несколько десятков ключевых параметров, которые могут располагаться в разных частях истории построения модели и её параметров. И если автор шаблона не позаботился заранее о явном выделении таких параметров и их документировании, то стороннему пользователю достаточно тяжело будет с ним работать.

Для решения этой проблемы часто прибегают к помощи программистов, которые используя инструменты расширения CAD систем, создают пользовательский интерфейс для работы с моде-



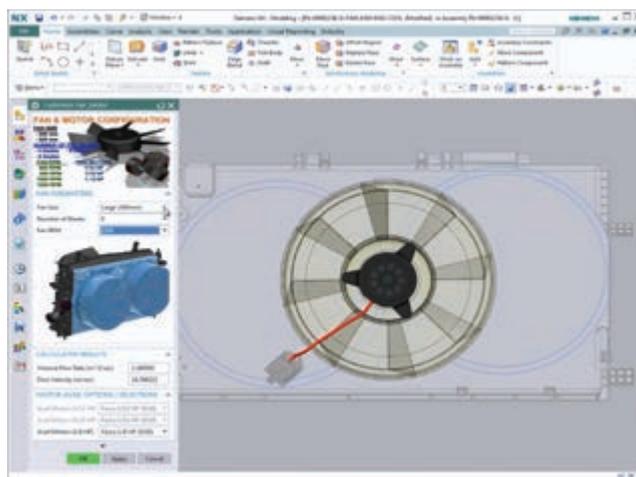
лью. Это повышает трудоемкость создания шаблонов, так как требует вовлечения не только автора модели, но и других специалистов. В результате область применения шаблонов резко сужается, так как вся деятельность по их созданию и использованию ограничивается только сложными моделями, создание шаблонов для которых оправдано с точки зрения вложенных ресурсов. Для решения проблемы трудоемкости создания шаблонов и снижения требований к квалификации пользователя, создающего шаблоны, была представлена Студия разработки шаблонов (*Product Template Studio*).

Студия является отдельным приложением в составе программного комплекса NX и решает задачу создания шаблонов деталей и сборок на основе их параметрических геометрических и расчетных моделей. В простейшем виде шаблон, получаемый в студии, представляет собой исходную геометрическую модель со встроенным диалоговым интерфейсом, через который с моделью работают все пользователи шаблона.

Особенностью данного приложения является то, что для создания шаблонов требуется только знание базового функционала системы NX и основы работы в студии. Сам процесс создания шаблона представляет собой выбор ключевых параметров модели детали или сборки, определения формы представления этих параметров и определение дополнительной логики, которую опционально можно закладывать в работу шаблона. Пользователь в диалоговом режиме определяет, как будет работать шаблон, какие данные будут являться входными и какие ограничения будут действовать на параметры, изменяемые пользователями. Так как студия не требует каких-либо специализированных знаний, а только понимания как построена исходная модель, то создать шаблон может сам автор этой модели и опубликовать её для остальных пользователей через Библиотеку повторного использования.

Основные возможности Студии разработки шаблонов:

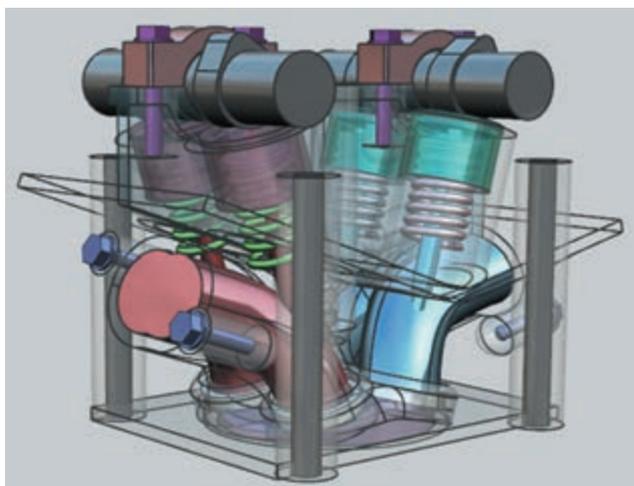
- Создание диалоговых интерфейсов для параметрических моделей деталей и сборок.
- Связывание шаблонов с CAE расчетами и анализом кинематики. Если для какой-либо модели в приложении *NX Advanced Simulation* или *NX Motion* был произведен расчет (анализ), то логику расчета можно интегрировать в шаблон. Это дает возможность пользователям шаблона не только получить модификацию модели, изменив параметры, но и провести повторный расчет на основе изменённой геометрии.
- Связывание шаблонов с чертежами. При наличии ассоциативного чертежа у исходной модели, его можно связать с шаблоном, и тогда пользователи, получая на базе шаблона экземпляр



модели с нужными параметрами, сразу получают её актуальный чертеж на неё.

- Создание групп связанных шаблонов. Студия дает возможность создавать комплексные связи и зависимости между разными шаблонами для передачи параметров между ними.
- Контроль параметров, вводимых пользователем. Шаблон может ограничивать пользователя в возможных значениях параметров по какому-либо критерию.
- Использование геометрических ссылок, как параметров шаблонов. Это дает широкие возможности создания шаблонов, адаптирующихся к переменному геометрическому контексту.

Работа с шаблонами осуществляется с использованием двух подключаемых модулей *NX Product Template Studio Author* и *NX Product Template Studio Consumer*. Первый модуль необходим для непосредственной разработки шаблонов в Студии, а второй для использования готовых шаблонов в NX. В случае необходимости расширить возможности логики работы шаблонов, Студия предоставляет возможность интегрировать скрипты и пользовательские программы, написанные на языках программирования.



Проектирование систем

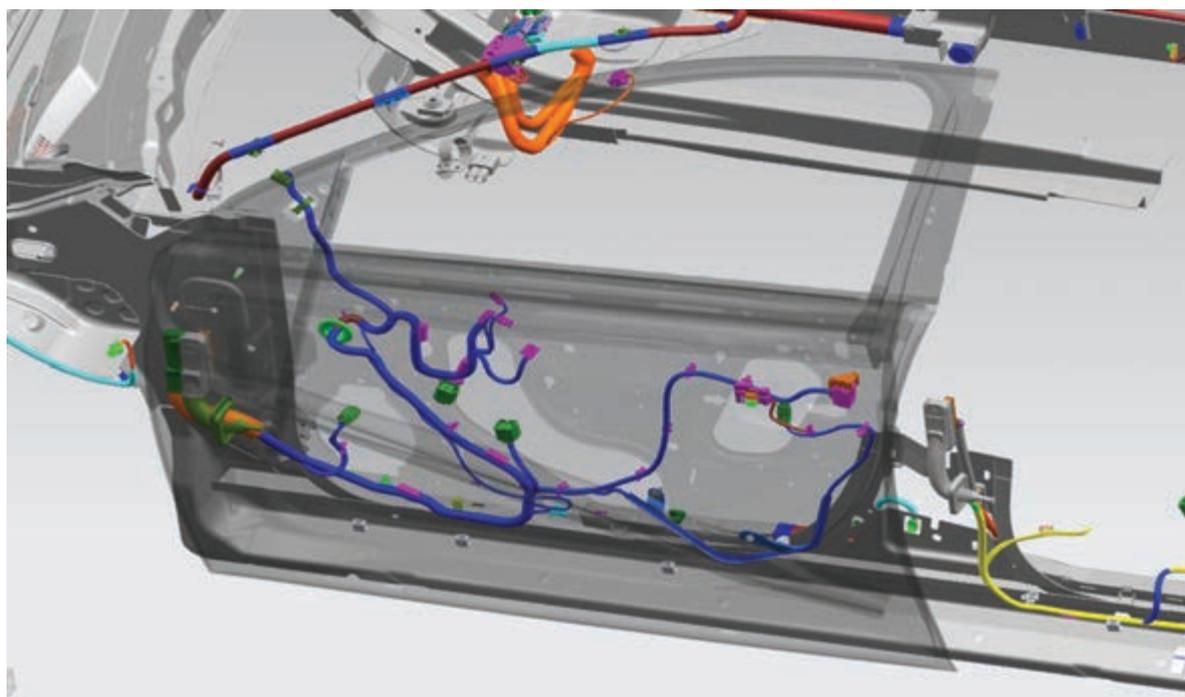
Проектирование в системах САПР уже давно не ограничивается только механическими частями изделия. Для полноценного описания разрабатываемого объекта электронный макет должен включать в себя все коммуникации и системы, которые определяют облик изделия не в меньшей степени, чем механические элементы. В первую очередь речь идет об электрике, гидравлике, вентиляционных системах и пневматике.

Правильная увязка всех систем между собой и их компоновка в конструкции изделия на стадии разработки электронного макета позволяет кардинально снизить количество несоответствий, возникающих при сборке изделия. При правильной организации процесса проектирования, специалисты, отвечающие за системы и коммуникации, уже на ранних стадиях разработки имеют возможность определять трассы и проводить предварительную увязку своих систем с основными конструктивными элементами изделия. Использование преимуществ ассоциативных межмодельных и сборочных связей позволяет динамически реагировать на изменения опорных элементов конструкции, к которым привязаны трассы трубопроводов и жгутов.

Система NX предлагает набор приложений для моделирования электромеханических систем, которые делятся на две категории – электрическая

и механическая маршрутизация. Приложения первой категории отвечают за электрическое описание изделия, и включает в себя инструментарий для моделирования всех объектов, из которых оно формируется. Приложения механической маршрутизации отвечают за моделирование систем трубопроводов, вентиляции и элементов металлоконструкций. Функционал приложений разбит на следующие модули:

- *Базовый модуль маршрутизации (NX Routing Base)* – содержит инструментарий для создания и редактирования трасс, резервирования пространства, наполнения трасс с помощью стандартных элементов, назначения сечений на элементы трасс и вывод отчетов. Данный модуль входит в некоторые пакеты серии NX Mach и является основой для приложений электрической и механической маршрутизации. Использование единого базового модуля позволяет унифицировать инструментарий, решающий однотипные задачи в обоих приложениях маршрутизации.
- *Логическая маршрутизация (NX Routing P&ID)* – предоставляет инструментарий для создания логических 2D диаграмм систем трубопроводов. Помимо задачи документирования, диаграммы описывают взаимодействие различных элементов систем между собой. Данные диаграммы затем используются для автоматизированного





контроля правильности построения трубопроводов в 3D.

- **Жгуты (NX Routing Harness)** - содержит инструментарий для проектирования жгутов, объединяющих в себе набор проводов. Помимо задания траектории, привязки к элементам конструкции и назначения стандартных элементов, этот модуль может работать с данными схематики полученными из ECAD системы, производить трассировку, рассчитывать длины, а также получать раскладку жгута на плоскости для формирования технологической документации. Имеется возможность контролировать минимальные радиусыгиба, а также задавать дополнительные правила и отслеживать их выполнение.
- **Кабели и каналы (NX Routing Cabling)** - помимо функций аналогичным используемым для проектирования жгутов, модуль проектирования кабелей также предлагает инструменты для определения вида и свойств кабель-каналов.
- **Трубопроводы (NX Routing Piping and Tubing)** – содержит функционал для проектирования гибких и жестких систем трубопроводов. Также позволяет выводить данные о трубопроводе в формате ISOGEN.

- **Вентиляция (NX Routing HVAC)** – предлагает набор инструментов для проектирования и документирования элементов вентиляции. Содержит функционал для расчета сечений воздухопроводов, поиска пересечений, подбора стандартных деталей и ряд других вспомогательных инструментов.
- **Металлоконструкции (NX Platform Design)** – содержит инструментарий, используемый для проектирования металлоконструкций. Помимо возможности вставки типовых элементов, предлагает механизмы автоматической разделки стыкующихся элементов конструкций.

Также NX предлагает специализированные расширения для создания электронных макетов печатных плат на базе схем, разработанных в ECAD системе. Модуль *Flexible PCB* обеспечивает двухсторонний интерфейс обмена данными между ECAD системой и NX. Полученные данные могут быть использованы для создания 3D представления элементов печатной платы, которое используется для задач компоновки, а также в специализированном приложении NX CAE, решающего задачу анализа тепловых потоков и проектирования системы охлаждения.

Специализированные решения

Большое количество приложений в системе NX решает практически все возможные задачи, возникающие при разработке и проектировании изделия, связанные с созданием и использованием электронного макета. При этом, есть ряд дополнительных решений, которые предназначены для решения узкоспециализированных задач, характерных для конкретной отрасли или для определенного этапа разработки и подготовки производства. Такие решения вынесены в набор дополнительных приложений, которые подключаются к основным пакетам NX по мере необходимости.

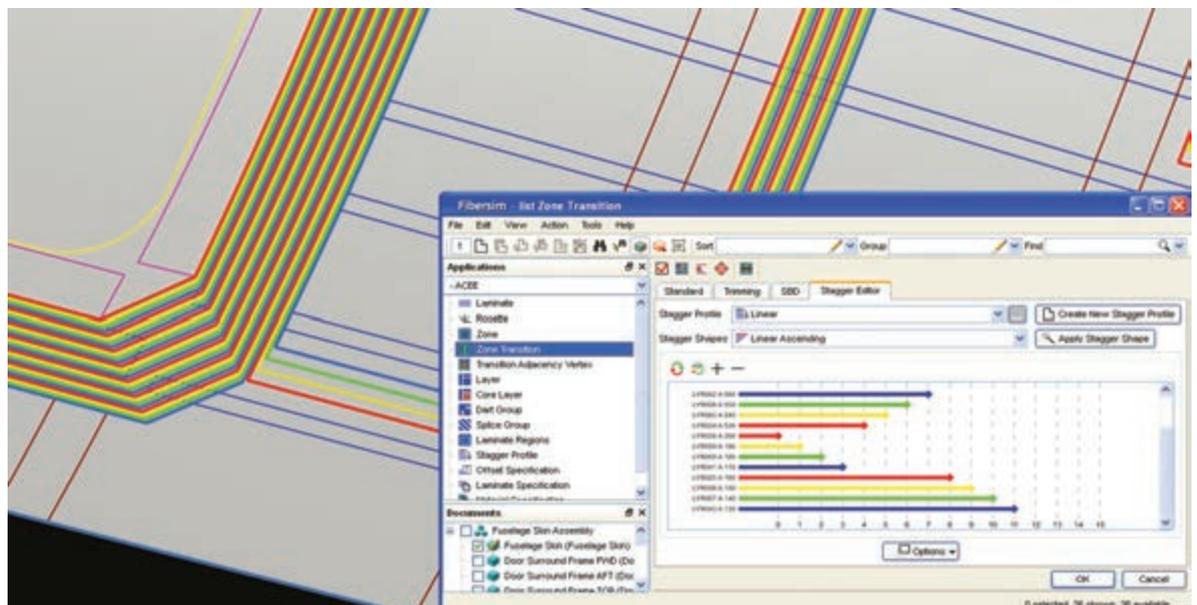
Все инструменты, входящие в эти модули, полностью совместимы с основным функционалом и все геометрические объекты, создаваемые с их помощью являются полностью ассоциативными.

Помимо этого в системе предусмотрены возможности расширения возможностей стандартного функционала с учетом специфики конкретной отрасли или предметной области. В данном разделе рассмотрены основные специализированные решения, предлагаемые системой NX CAD.

Проектирование композитных деталей

Композиты находят все большее применение в конструкциях современных изделий. И если раньше они встречались в основном в аэрокосмической промышленности, то сейчас они применяются во всех отраслях, где есть необходимость в их уникальных свойствах. Уже при наличии даже небольшого количества композитных деталей в изделии, их необходимо учитывать в общем макете. Но работа с композитными деталями не ограничивается только моделированием, и поэтому Siemens PLM Software предлагает набор решений на базе NX, решающих задачи проектирования, расчета и подготовки производства деталей из композиционных материалов. Эти решения представлены следующими продуктами:

- *NX Laminate Composites* – приложение, входящее в состав NX CAE, с помощью которого можно задать физические и технологические характеристики композиционного пакета и произвести расчет конструкции на прочность.
- *Интеграция NX / FiberSim™* – программный комплекс для проектирования подготовки производства композитных деталей. Система NX используется для задания геометрических параметров и для визуализации, а FiberSim предоставляет средства задания параметров композиционных материалов, определения слоев и функционала для расчета технологических параметров в интерактивном режиме. Системы интегрированы в единое приложение.



Основные возможности интеграции NX / Fibersim:

- Связь геометрии NX с параметрами композиционных материалов и их визуализация в 3D при выборе в Fibersim (например, при выборе слоя в Fibersim подсвечивается его контур, исходная точка, направление и метод выкладки в NX).
- Отображение в 3D модели результатов технологического моделирования, выполняемого в Fibersim (складки, недопустимые растяжения и пр.).
- Визуализация реальных траекторий волокон при укладке (из-за кривизны поверхности они могут не совпадать с заданной ориентацией слоя в областях, удаленных от точки начала укладки, что влияет на прочностные характеристики

конечного изделия) и расчет отклонений на основе 3D модели.

- Двухстороннее мапирование параметров между Fibersim и NX.

На основе базовой геометрии NX и заданных параметров материалов *Fibersim* в автоматическом режиме создает в модели конечную геометрию композита, а именно – поперечное сечение пакета, границы слоев и наполнителей с учетом сбегов и ограничений ширины материала, результирующую поверхность и другую специализированную геометрию.

В качестве вспомогательного инструмента NX предлагает дополнительный модуль *NX Fabric Flattener*, который используется для создания разверток тканевых и ненаправленных материалов.

Автомобилестроение

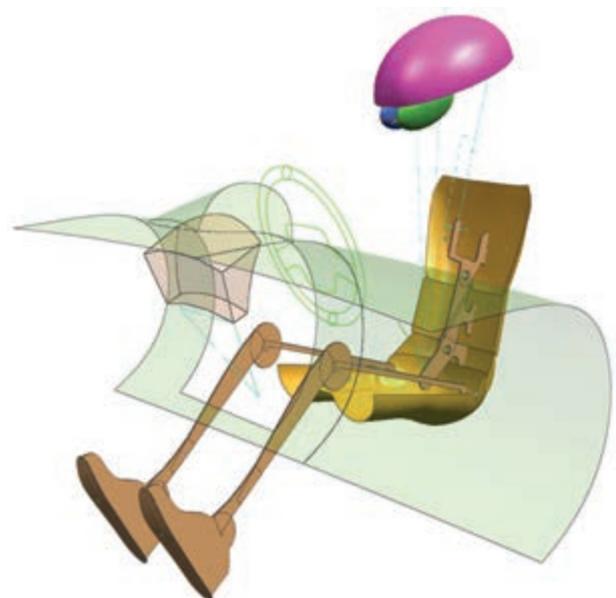
Система NX имеет широкое распространение в автомобильной индустрии. В ряде крупнейших корпораций этой отрасли NX является стандартизованным решением. Продукт I-deas, вошедший в состав NX, начинал свое становление на базе автомобильной отрасли и со временем вообрал в себя многие решения, закрывающие специализированные задачи, характерные для данной индустрии. Эти решения, уже перенесенные на платформу NX, были значительно расширены и усовершенствованы. В текущих версиях системы NX предлагается три пакета решений для задач проектирования автомобиля.

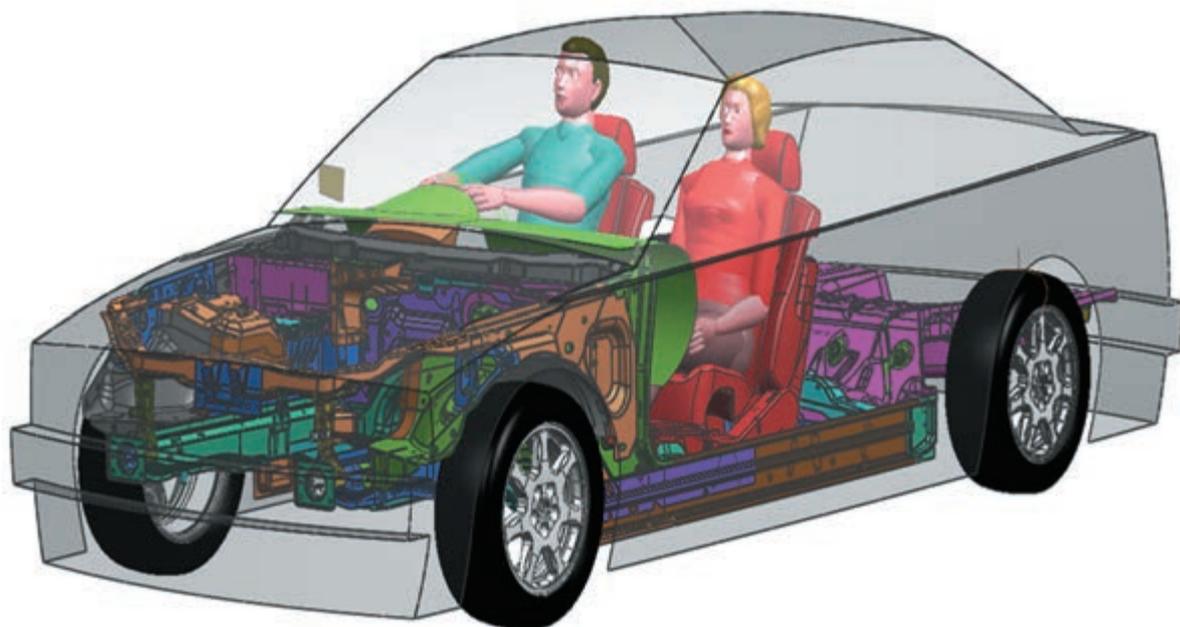
Первый - набор решений для задач компоновки автомобиля - *NX General Packaging*. Данный набор состоит из пошаговых мастеров, которые реализуют задачи автоматизации, возникающие на этапе общей компоновки легкового автомобиля. Логика работы мастеров базируется на опыте и знаниях отрасли и на стандартах SAE, а также на ряде стандартов США, а также ряда стран Европы и Азии. Решения помогают проектантам оценить эргономичность и вместимость компонуемого изделия, а также оценить его соответствие стандартам. В набор входит 16 мастеров решающих разные задачи на этапе компоновки. Некоторые из них представлены ниже:

- Мастер общей компоновки автомобиля – позволяет задать и отобразить тип проектируемого автомобиля, количество пассажиров, тип трансмиссии, положение водителя и ряд других параметров, необходимых для определения основных компоновочных решений. Параметры

компоновки, заданные данным мастером, используются другими инструментами для решения локальных задач.

- Задание опорных точек – определяет положение точек привязки пассажиров и водителя, педалей и пола.
- 2D манекен – создает манекен водителя и пассажира, используя набор статистических данных и позволяет провести анализ компоновки органов управления и интерьера.





- Определение линии сидений – позволяет задать положения сидений и оценить их компоновку и эргономичность на базе стандартов SAE.
- Привязные ремни – помогает определить зоны для оптимального расположения точек крепления привязных ремней.
- Оценка зоны досягаемости – позволяет провести анализ зон досягаемости органов управления для заданного положения водителя и определенной компоновки автомобиля.
- Видимость панели приборов – позволяет рассчитать оптимальные зоны видимости инструментов на панели приборов, а также их перекрытие элементами системы управления.
- Контур колеса – позволяет рассчитать все возможные положения шины колеса в зависимости от поворота. Результатом является геометрия, описывающая крайние положения шины, которая может быть использована далее при проектировании элементов кузова.
- Мастер создания средней стойки – позволяет получить предварительную конструкцию стойки, задавая основные компоненты двери автомобиля.
- Мастер расчета стеклоподъемника – основываясь на форме стекла бокового окна, рассчитывает траекторию его движения при подъеме-спуске, и создает соответствующие геометрические элементы.
- Расчет петель навески двери – позволяет подобрать оптимальное расположение петель для правильного движения двери.
- Определение дверного проема – позволяет определить геометрию дверного проема на основе элементов его составляющих.
- Расчет зоны попадания камня – позволяет определить части кузова автомобиля, в которые могут попадать камни (или другие объекты), вылетающие из-под шины колеса.
- Оценка формуемости – позволяет предварительно оценить на этапе проектирования возможность формовки элементов кузова. Предлагает пользователю графическое отображение проблемных зон и советует, как исправить геометрическую форму для получения оптимального результата.

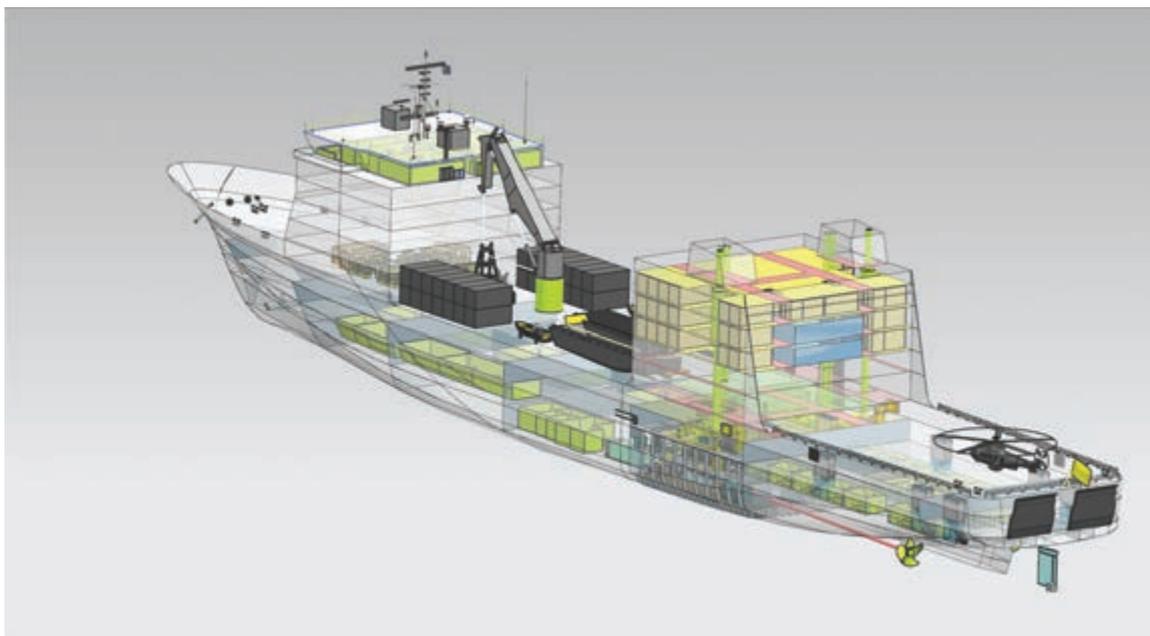
Решения для проектирования элементов кузова *NX Body Design*. Данный набор включает функционал, отвечающий за автоматизацию создания элементов кузова автомобиля. Также, как и для задач компоновки, пользователю предлагается несколько пошаговых мастеров, в ходе которых задаются исходные данные, а в результате формируется геометрия, представляющая какой-то элемент кузова. В качестве исходных данных служат геометрические элементы, созданные в приложении *Моделирование*, или с помощью мастеров компоновки. В набор инструментов для проектирования кузова входят:

Пакет контроля геометрии *NX VDA Checker*. Представляет собой набор проверок инструмента контроля *Checkmate*, которые проверяют геометрию моделей в соответствии со стандартом качества CAD/CAM данных VDA 4955, разработанным ассоциацией немецких автопроизводителей.

Кораблестроение

Как и все отрасли промышленности, судостроение имеет ряд особенностей, которые влияют на инструментарий CAD и PLM систем. Помимо больших размеров изделия, структура корабля насчитывает миллионы деталей, что делает задачу работу со сборками традиционными средствами весьма нетривиальной. Также имеется ряд специфических требований к формированию конструкторской документации, которая существенно отличается от той, что принята в общем машиностроении и других отраслях. Специалистам судостроительной отрасли предлагается весь набор инструментов для моделирования тел и поверхностей, создания сборок и проведения расчетов, входящий во все базовые пакеты системы NX. Помимо этого имеется ряд специальных приложений и модулей, ориентированных на специфику судостроения:

- *NX Mach 4 Marine Craft Design* - базовый рабочий пакет для судостроительной отрасли. Он сочетает в себе функционал основных приложений NX, которые могут использоваться при разработке, а также набор специализированного инструментария для задач судостроения.
- Модуль автоматизации проектирования сварных соединений (*NX Rules Based Structure Welding*) – содержит функционал для автоматизации процесса моделирования сварных швов, разделки кромок и заполнения атрибутики для чертежа. Позволяет настроить набор правил, на базе которых система формирует сварные соединения между элементами конструкции.
- Модуль черчения для судостроения (*NX Ship Drafting*) – расширяет чертежный модуль NX набором инструментов оформления чертежа в соответствии со стандартами судостроительной отрасли.
- Модуль работы с составом изделия (*4th Generation Design*) – содержит расширенный функционал для работы с составами изделия большой размерности.
- Модуль компоновки корабля (*NX Ship Structure Basic Design*) – предоставляет инструментарий для проектирования компоновки корабля, функционального разбиения и определения интерфейсов.
- Модуль детального проектирования конструкции корабля (*NX Ship Structure Detail Design*) – содержит набор инструментов для детальной проработки элементов конструкции корабля.
- Модуль управления коллизиями (*NX Penetration Management*) – обеспечивает анализ и контроль над коллизиями, возникающими в электронном макете изделия между различными системами и элементами конструкции.
- Модуль подготовки информации для производства (*NX Ship Structure Manufacturing Prep*) – содержит набор инструментов для сбора и экспорта информации, необходимой для процессов производства элементов конструкции корабля.



Разработка оснастки

При построении сквозной цепочки процессов проектирования и производства, невозможно обойти этап создания оснастки и специализированных инструментов. Количество и сложность элементов технологического оснащения напрямую зависит от сложности самого изделия и оборудования, с помощью которого данное изделие будет изготавливаться. В ряде случаев разработка оснастки может быть сравнима с разработкой самого изделия с точки зрения сроков и трудоемкости, и автоматизация данного этапа позволяет получить ощутимый экономический эффект.

Краеугольным камнем автоматизации проектирования оснастки является наличие точного электронного макета изделия – моделей деталей и узлов, для изготовления и сборки, которых разрабатываются средства технологического оснащения. Работая в системе NX, технолог получает возможность ассоциативно ссылаться на геометрию исходных конструкторских моделей, обеспечивая тем самым динамическую связь между деталью или сборкой и разрабатываемой оснасткой. Помимо того, что у технолога появляется возможность отслеживать изменения в исходном объекте и адаптировать под них свои модели, он может начинать процесс разработки оснастки задолго до того как модель детали или сборки будет полностью закончена и будет выпущена документация.

Использование средств классификации и хранения электронных моделей позволяет уменьшить количество заново разрабатываемых объектов оснастки и повторно использовать уже разрабо-

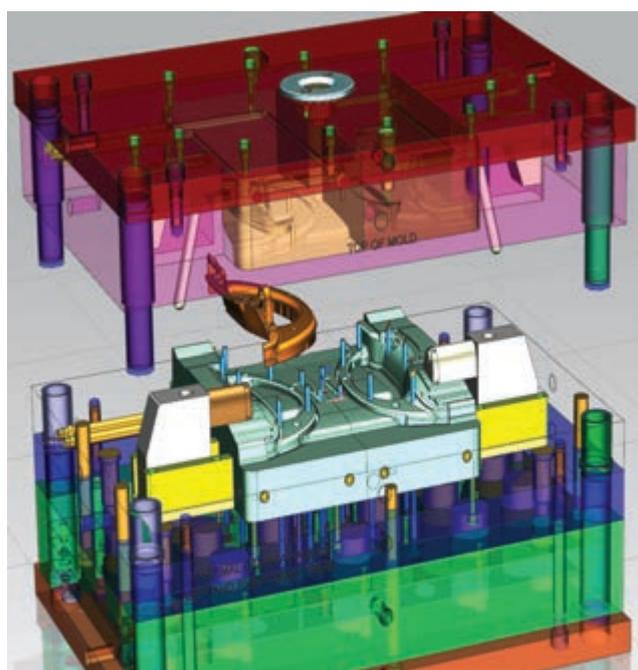
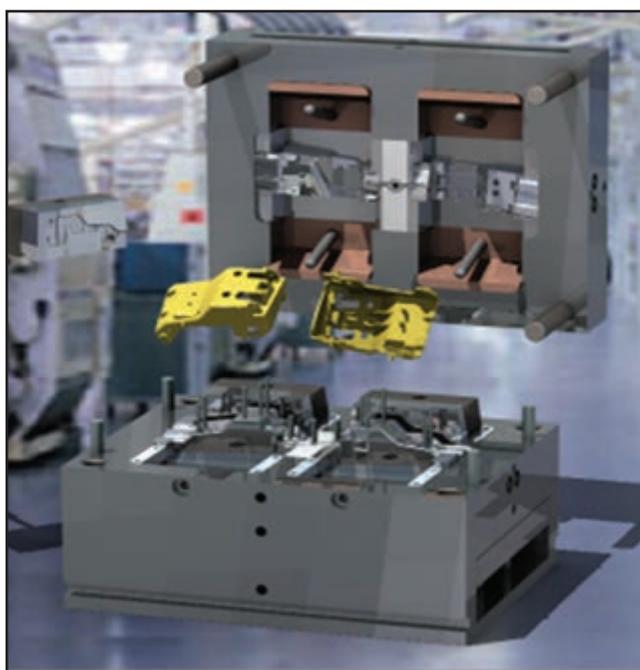
танные аналоги. Адаптация и доработка существующих моделей оснастки под новые изделия значительно упрощается при наличии возможности подмены ассоциативно связанной геометрии и обновления параметрического дерева построения модели. Разработчики элементов технологического оснащения имеют в своем распоряжении весь набор инструментария для моделирования тел и поверхностей, создания сборок, проведения простейших расчетов и подготовки чертежной документации. Помимо этого система NX предлагает набор специализированного функционала для данной категории разработчиков.

NX Mach 3 Mold Design – базовое рабочее место специалиста, проектирующего литейную оснастку. Содержит функционал для проектирования литейных форм, анализа проливаемости, контроля толщин стенок, автоматизированного выпуска документации и работы со стандартными изделиями форм.

NX Mach 3 Progressive Die Design – базовое рабочее место специалиста, проектирующего штампы для производства деталей из листового металла. Содержит полный набор инструментов для проектирования штампов, настраиваемые библиотеки стандартных изделий и средства контроля геометрии.

Преимуществом модуля является простота использования и поставляемая библиотека материалов.

Mold Wizard – пошаговый мастер разработки литейной формы. Позволяет в интерактивном



режиме спроектировать все элементы литейных форм и провести контроль полученной конструкции.

Molded Part Validation – модуль анализа детали, получаемой литьем, на технологичность. Позволяет проконтролировать допустимые значения уклонов, толщины стенок, а также размеры и правильность расположения литников и пуансонов.

NX Electrode Design – модуль проектирования электродов для электроэрозионной обработки. Содержит инструментарий для пошагового процесса разработки, валидации и документирования электродов.

NX Die Engineering – модуль разработки рабочих поверхностей штампа.

NX Die Validation – модуль проверки штампа. Позволяет симулировать работу элементов штампа и контролировать отсутствие столкновений.

Progressive Die Wizard – модуль предназначенный для проектирования элементов штампов последовательного действия.

NX Die Structure Design – модуль для разработки элементов штамповой оснастки.

Проектирование сварки

Сварные соединения представлены практически в любой индустрии. В некоторых отраслях её встречается мало, в других – она является основным средством сборки изделия, но в любом случае, процесс получения сварного соединения является неотъемлемой частью производственного процесса. Моделирование сварки в электронном макете изделия, помимо дополнительной внесённой информации, позволяет решить несколько утилитарных задач, а именно:

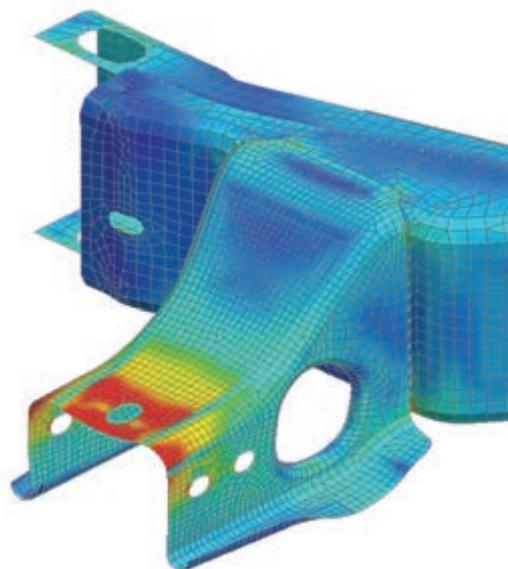
- Провести анализ сварного соединения с помощью средств анализа.
- Заложить параметры производственного процесса сварки (при наличии соответствующего оборудования).
- Автоматизировать получение сварочных аннотаций на чертежах.
- Организовать планирование процессов производства и расчет норм расхода материалов.
- Осуществлять визуализацию и контроль наложения сварных соединений.

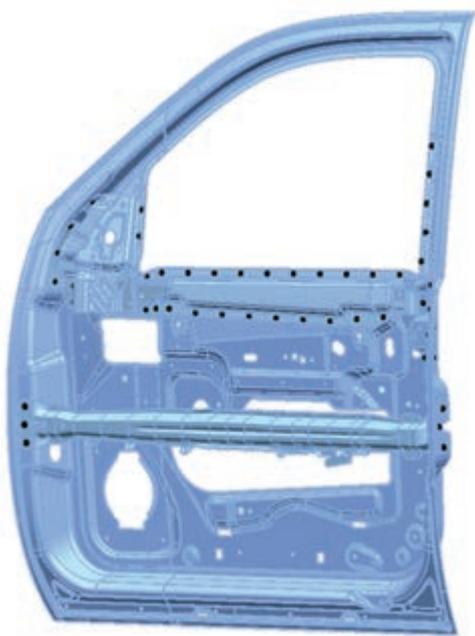
Моделирование сварных соединений различных типов реализуется в системе NX с помощью нескольких программных модулей, которые закрывают разные направления проектирования сварных соединений. Базовым является модуль проектирования сварки *NX Weld Assistant*. Этот модуль позволяет задать геометрические и параметрические характеристики сварного шва, определить свариваемые компоненты и проанализировать правильность наложения сварных швов. Также этот модуль экспортирует информацию о сварке в систему Teamcenter в момент сохранения соответствующей сборки, в виде типизированных объектов, которые далее используются приложе-

ниями Teamcenter для планирования процессов производства.

Модуль поддерживает создание точечной и дуговой сварки с соответствующими им характеристиками. В электронный макет изделия добавляется графическое представление сварного соединения и при необходимости производится разделка кромок свариваемых деталей. Автоматически производится подсчет длины сварных швов и их объем. Данная информация является ассоциативной и при изменении конструкции изделия, повлекшей обновление элементов сварки, она соответствующим образом обновляется.

В модуле анализа *Checkmate* предлагается ряд проверок, специфичных для сварных соединений, которые могут контролировать соответствие наложенных швов стандартами предприятия, прове-



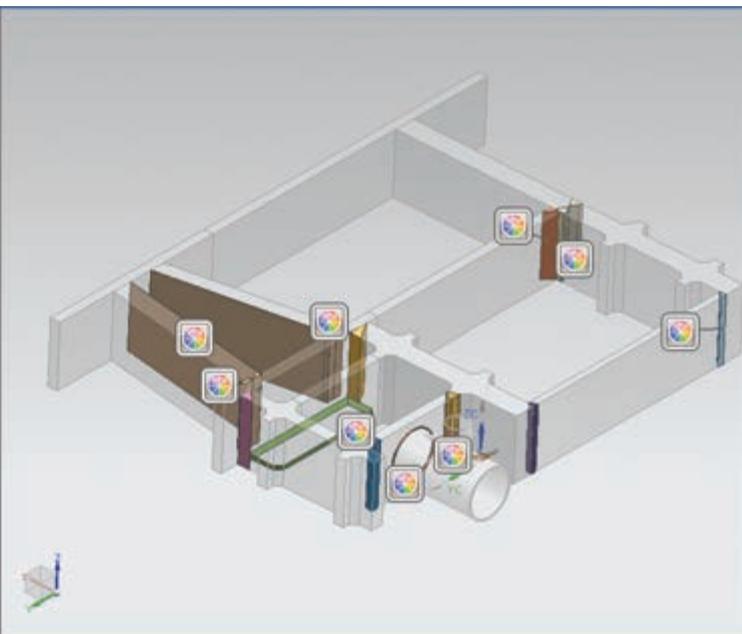
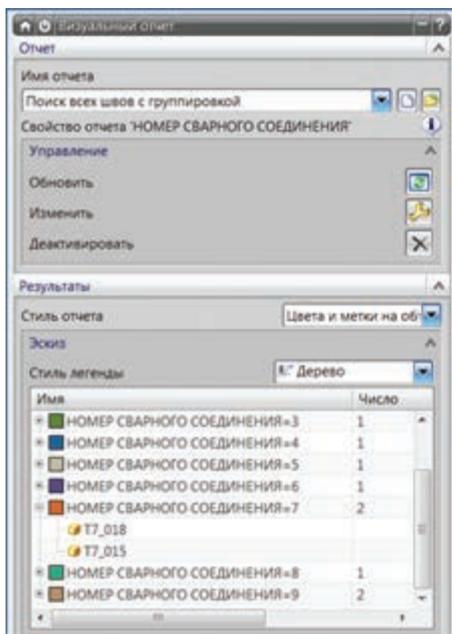


рять наличие зазоров и другие возможные нарушения логики сварных соединений.

Для крупногабаритных конструкций, с большим количеством сварных соединений, предлагается дополнительный модуль *NX Rule Based Welding*. Он входит в пакет решений для кораблестроительной отрасли, но может использоваться и для решения задач в других областях промышленности. Функционал данного модуля позволяет автоматизировать создание сварных соединений с помощью predefined логических правил. Эти правила обрабатывают созданную конструкцию и при соблюдении заданных условий создают сварные соединения между парами деталей конструкции.

Дополнительно, к описанным выше стандартным модулям проектирования сварных соединений, предлагается пакет расширений, содержащий инструментарий, ориентированный на отечественные стандарты проектирования и оформления сварки. Данный пакет основан на модуле шаблонов *Product Template Studio* и может расширяться силами ИТ служб предприятия. Основные возможности данного пакета:

- Вставка изображений сварных швов в электронный макет изделия с присвоением всей необходимой атрибутивной информацией.
- Автоматизированное создание разделок в свариваемых деталях с возможностью представления этих деталей на уровне сборки в состоянии «без разделки».
- Автоматизация простановки номеров и контроля сварных швов.
- Визуальный механизм поиска сварных швов и их группировка.
- Оформление конструкторской документации на сварные соединения с контролем простановки обозначения сварных швов.
- Вывод таблиц сварных соединений согласно предустановленным и расширяемым шаблонам.
- Экспорт данных о сварных швах в нейтральный формат для передачи информации в САПР ТП.
- Автоматизированный подсчет массы наплавленного металла и расчет длин однотипных соединений
- Назначение нормировочных коэффициентов



В рамках данного инструментария проектирования сварных соединений реализован механизм взаимодействия конструктора и технолога. После получения модели сборки со сварными соединениями, технолог может внести дополнительную информацию, произвести расчет требуемых параметров и при необходимости получить отчеты в табличном виде.

Библиотека сварных швов расширяется путем создания необходимых шаблонов сварных швов в модуле *Product Template Studio*. Информация о параметрах сварных соединений хранится в табличном виде в формате Excel и может редактироваться администраторами системы.

Средства автоматизации

Система NX предлагает набор инструментов для расширения базовой функциональности и автоматизации типовых задач, возникающих на разных стадиях разработки. В зависимости от задачи и навыков пользователя можно подобрать оптимальное средство для автоматизации – от простейшего скриптового языка, до полноценной среды разработки на базе Visual Studio и программного интерфейса к системе NX. В общем случае расширение функционала предполагает процесс программирования и привлечение соответствующих специалистов, но NX также дает возможность решать задачи автоматизации пользователям с минимальными навыками в программировании. В зависимости от задачи доступны следующие средства:

- Журналирование – механизм записи пользовательских действий с помощью языков Java, VB или C#. Записанный скрипт может быть воспроизведен, или использован как заготовка для написания более комплексного сценария автоматизации.
- *Knowledge Fusion* – данное средство представляет собой скриптовый язык, реализующий концепцию Knowledge Based Engineering. С его помощью можно задавать логику работы модели, управлять реакцией геометрических элементов на какие-либо события, а также реализовывать различные сценарии автоматизации приложений NX. Для создания программ на данном языке используется подключаемый модуль *NX Knowledge Fusion Author*, предоставляющий среду и инструменты. Для использования скриптов, написанных на Knowledge Fusion, необходим модуль *Knowledge Fusion Runtime*. Помимо задач автоматизации и расширения функционала, данный язык используется самой системой NX в таких приложениях как *Черчение*, *Технические Условия* и *Checkmate*.
- Скриптовый язык GRIP – традиционный язык написания скриптов, разработанный в самом начале развития системы Unigraphics. Возможность создания скриптов на этом языке определяется наличием подключаемого модуля *NX Open GRIP Author*, а возможность выполнять

скрипты – модулем *Grip Runtime*. На данный момент данное средство автоматизации поддерживается в режиме совместимости, а дальнейшее развитие автоматизации NX с помощью скриптов было реализовано в новом языке SNAP.

- Скриптовый язык SNAP – новый скриптовый язык, созданный на базе синтаксиса Basic и ориентированный в первую очередь на простых пользователей, которым требуется решать несложные задачи автоматизации типовых задач. Язык отличается наглядностью и простотой освоения. Для работы с этим языком необходим подключаемый модуль *NX SNAP Author*.
- Программный интерфейс NX Open – предлагает возможность по расширению функционала NX с помощью традиционных языков программирования с использованием функций из библиотек API NX. Данное средство рассчитано на программистов, обладающих базовыми знаниями в системе NX. В зависимости от используемого языка программирования применяются подключаемые модули *NX Open for .NET Author* или *NX Open Toolkits Author*. Первый позволяет использовать языки C# и VB# и предлагает соответствующий набор библиотек, утилит и документации. Второй модуль расширяет возможности первого путем добавления аналогичных средств для языков C++ и Java. Как дополнение к одному из этих модулей может использоваться подключаемый модуль *NX Open Dialog Designers*, представляющий собой приложение для создания в интерактивном режиме диалоговых окон из блоков интерфейса системы NX.
- Средство расширения модуля проверки *Checkmate* – несмотря на то, что в базовой поставке существуют несколько сотен типовых проверок, может возникнуть потребность в создании новой или переделки типовой проверки. Для этих целей используется подключаемый модуль *NX Check-Mate Author*, который предоставляет средства создания и конфигурирования проверок и профилей Checkmate. Для создания проверок используется язык Knowledge Fusion, но в сочетании с ним также могут быть использованы и другие языки программирования.

Интеграция с другими системами

Разрабатывая программные продукты, компания Siemens PLM Software обеспечивает интеграцию всех продуктов, используемых при разработке изделия. Также обеспечивается максимальная открытость с точки зрения взаимодействия с продуктами других поставщиков или внутренних разработок заказчиков. Для этого создаются и публикуются программные интерфейсы для всех разрабатываемых продуктов и, более того практически все приложения, разрабатываемые компанией Siemens PLM Software, имеют несколько средств расширения функционала и интеграции.

Механизм интеграции может быть реализован как на базе функционала программного продукта, так и на базе открытого формата обмена данными JT. В последнем случае предлагается использовать набор программных компонентов Open PLM

Toolkit, которые могут быть основой для интеграции системы NX с другими программными пакетами, так и для разработки самостоятельных решения работающих с данными в формате JT.

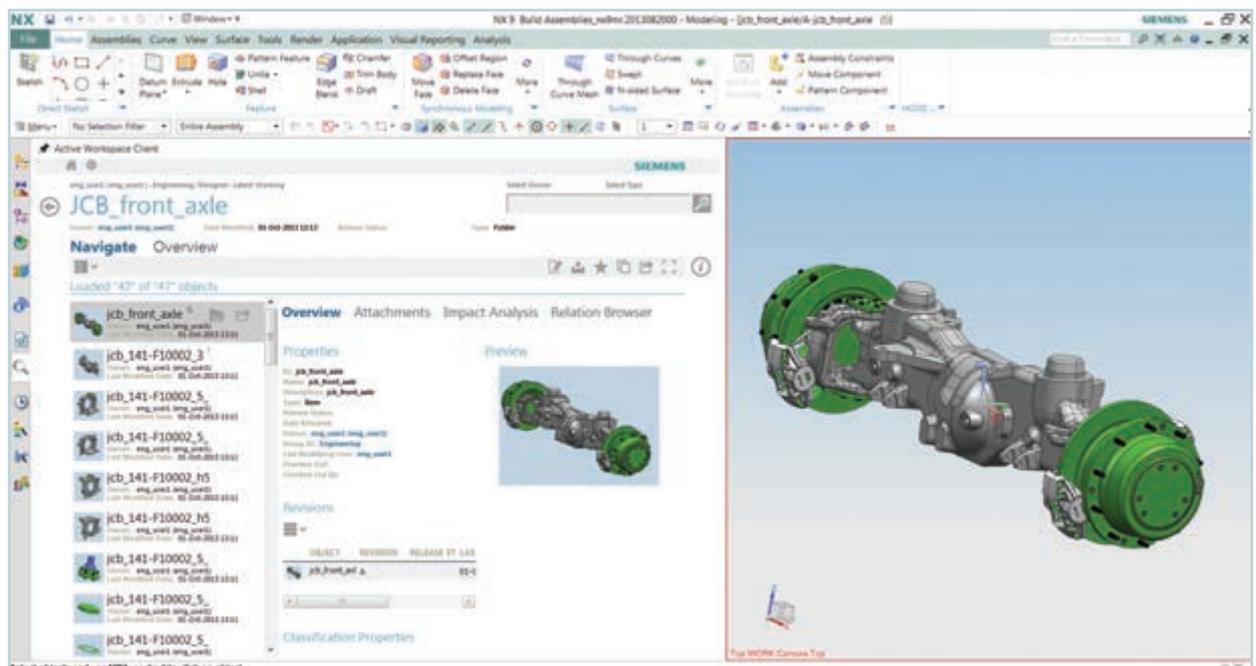
Также распространен вариант интеграции с системой NX на базе встроенного API. На базе программного интерфейса строятся интеграции множества различных приложений, создаваемых партнерами Siemens PLM Software. Например интеграция системы NX с математическими пакетами Maple и Matlab.

Далее представлены лишь некоторые примеры интеграции системы NX, как с продуктами Siemens PLM Software, так и с программными продуктами сторонних разработчиков.

Teamcenter

Разработка изделия сопровождается большим потоком разного типа данных, которые постоянно модифицируются, устаревают и порождают новые данные. Как правило, разработка электронного макета изделия в системах САПР высшего уровня ведется как минимум несколькими разработчиками, а в общем случае это могут быть территориально разнесенные группы людей, работающие над разными частями одного и того же

изделия. В этой ситуации важно выстроить оптимальную организацию процессов и потоков данных, которая позволит создать управляемую среду разработки, в которой каждый участник проекта имеет полноценный доступ ко всей необходимой информации. Для системы NX это решается путем использования PLM системы Teamcenter, хотя имеется возможность работать и в других режимах.



С точки зрения управления данными при разработке изделия, существует три возможных сценария работы в приложениях NX CAD/CAM/CAE:

- Работа на файловой системе. При этом варианте все данные хранятся либо на рабочих станциях пользователей, либо на сетевых папках с общим доступом. Управление доступом и версионностью реализуется только средствами операционной системы. Такой вариант работы, хоть и возможен, сильно ограничен с точки зрения сложности разрабатываемого изделия и количества участников, вовлеченных в разработку.
- Работа в режиме *NX Manager*. Альтернативой работы на файловой системе является работа в режиме *NX Manager*, при котором все данные хранятся и управляются централизованно на сервере. С точки зрения архитектуры режим *NX Manager* реализуется с помощью модуля интеграции NX с системой Teamcenter, но при этом сама система устанавливается только в конфигурации для работы с CAD данными и используются только лицензии системы NX. Данный режим работы доступен для всех базовых пакетов серии NX Mach, в которые входят лицензионные модули *Teamcenter CAD Manager Server*, *Teamcenter NX Manager* и *Teamcenter Visualization Base*. Используя только интерфейс системы NX, пользователи работают с единым хранилищем данных, которое отслеживает версионность и права доступа, а также позволяет производить простой и многокритериальный поиск по хранилищу. Такой сценарий работы является самым эффективным, при отсутствии возможности работать с PLM системой Teamcenter, так как не требует дополнительных вложений и позволяет

создать управляемую среду работы с электронными макетом изделий с минимальными усилиями по настройке и администрированию.

- Работа под управлением PLM системы Teamcenter. При таком сценарии работы пользователи запускают NX из клиентских приложений системы и работают с данными, хранящимися в базе данных Teamcenter.

С точки зрения возможностей работы, пользователю, работающему в системе NX, доступны следующие основные функции:

- Расширенный поиск по базе данных, включающий поиск по атрибутике, владельцу, дате создания и изменения, а также анализ «где используется».
- Доступ к данным, хранящимся в классификаторе системы Teamcenter, через *Библиотеку повторного использования*. Имеется возможность поиска по атрибутам классифицированных объектов.
- Привязка моделей к проектам, заведенных в Teamcenter.
- Связывание параметров модели, с объектами требований, заведенных в приложении *Requirements Manager*.
- Работа с правилами конфигурирования вариантных структур сборок.

Выбор того или иного сценария, зависит от задач, решаемых предприятием, и его возможности организовать работу всех участников разработки на единой платформе.

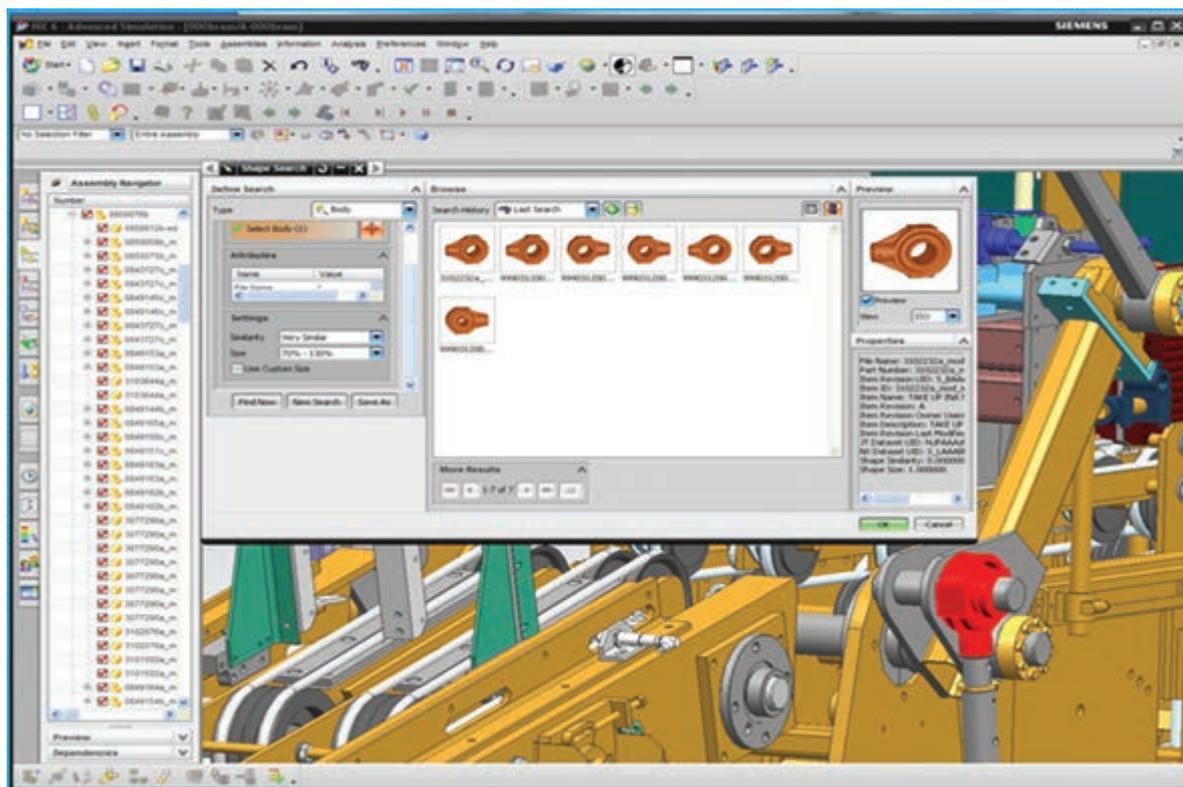
Geolus Search

Программный продукт Geolus Search является универсальным средством поиска по 3D-моделям деталей и сборок. Он был разработан по заказу нескольких европейских машиностроительных корпораций в 2002 году и в 2006 был куплен компанией Siemens PLM Software. Данный продукт позволяет производить классификацию и поиск по геометрической форме электронной модели, используя для анализа форматы JT, VRML и STL. Работа с нейтральными форматами даёт возможность работать с моделями, созданными в любых CAD-системах и использовать Geolus в гетерогенных CAD-средах.

Сценарий работы с системой поиска предполагает первоначальную индексацию накопленных 3D моделей. В процессе индексации каждая модель анализируется специальным алгоритмом и фор-

мируется уникальный код, сохраняемый в базу данных, который однозначно характеризует геометрическую форму и размеры данной модели. Далее пользователи могут просматривать проиндексированные объекты через web-интерфейс и там же производить поиск.

Для системы NX существует встраиваемое приложение поиска, управляемое подключаемым модулем *NX Integration to Geolus*, которое обеспечивает прямой интерфейс к базе индексированных моделей. Используя существующую 3D модель, загруженную в сессию NX, или нарисовав примерный контур, пользователь может найти - существуют ли похожие аналоги в базе. При этом имеется возможность регулировать степень приближения, как по форме, так и по габаритам. Если аналоги нахо-



дятся и доступны для данного пользователя, то он может сразу их загрузить в сессию NX.

Индексация моделей может производиться как на основе моделей в нейтральных форматах, хранящихся в папках файловой системы, так и в PLM системе Teamcenter. Дополнительно имеется модуль расширения, который позволяет интегрировать механизм индексации и поиска с любой другой системой хранения данных.

Помимо геометрических характеристик получаемых при индексации, в базу возможно сохранять дополнительные атрибуты, которые описывают конкретную модель. Это может быть информация, задаваемая на основе атрибутов исходной модели, а также информация из других информационных систем. Простейший сценарий индексации предполагает сохранение дополнительной информации, состоящей из массово-инерционных характеристик, данных о производителе и ссылке на исходную электронную модель.

База индексированных моделей хранит только уникальные характеристики о форме геометрии и дополнительную атрибутику, но не сами модели. Это дает возможность нескольким предприятиям, работающим в кооперации, наполнить информацией о моделях единую базу для поиска, не опасаясь утечки интеллектуальной собственности. В то же время такая общая база позволяет каждому

предприятию минимизировать издержки на коммуникации при поиске подрядчика для тех или иных работ по разработке и производству.

Помимо решения очевидных задач поиска аналога изделия при разработке, Geolus позволяет автоматизировать работу технологических подразделений и отделов, занимающихся закупками. В первом случае, технологи имеют возможность найти аналоги, на которые уже был создан комплект технологической документации и заимствовать его полностью или частично, тем более, если в качестве одного из атрибутов в базу индексированных элементов, будет сохранена ссылка на технологическую документацию.

В случае с отделом закупок, имея базу, в которой индексированы детали и узлы, производимые по кооперации и снабженные дополнительной атрибутикой в виде цены и сроков поставки, появляется возможность уже на стадии предварительной компоновки всего изделия, производить отбор подрядчиков и планировать сроки поставки. Также имеется возможность создания связки базы индексированных моделей с ERP системой предприятия.

Geolus Search также предлагает программный интерфейс, с помощью которого можно интегрировать поиск по геометрической форме в другие программные продукты.

Teamcenter Community

Teamcenter Community представляет собой приложение на базе платформы Microsoft Sharepoint предназначенное для обмена вспомогательными данными между группами пользователей, работающих в разных CAD/PLM средах. К услугам пользователя представлены все возможности функционала Sharepoint, и управляемый доступ к данным, хранящимся в Teamcenter.

Интеграция системы NX с приложением Teamcenter Community реализуется модулем NX Issue Management. Такая связка позволяет пользователям из интерфейса NX создавать записи о проблемных местах в электронном макете изделия, привязывать к ним графическую и текстовую информацию, а затем средствами Sharepoint назначать ответственного за разрешение данной проблемы. Данный механизм используется для упрощённой формализованной фиксации разного рода несоответствий, которые характерны для стадии разработки, когда ещё нет утвержденных и выпущенных частей изделия, хотя и в этом случае данный инструмент достаточно эффективен. Дополняет функционал отслеживания несоответствий механизм процессов, интегрированный в MS Sharepoint, на базе которого возможно организовать процесс анализа и устранения несоответствий.

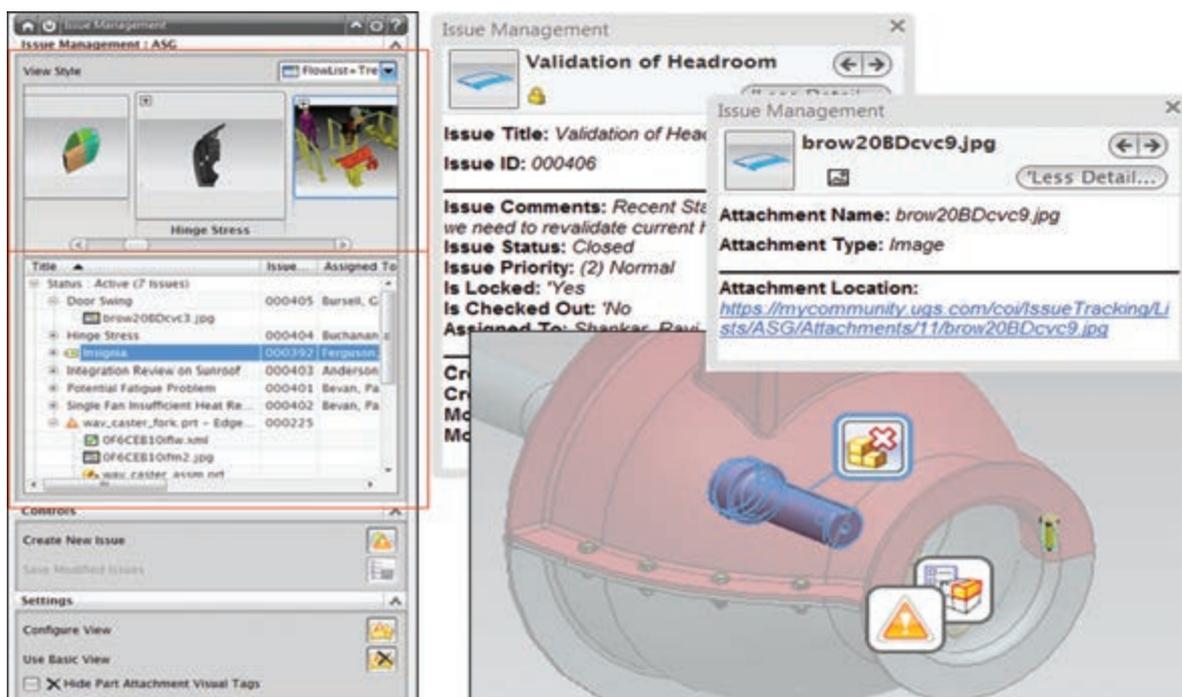
Несоответствия, заведенные через интерфейс NX, становятся видны и доступны пользователям,

которые не работают с CAD системой, а пользуются только интерфейсом системы Teamcenter. Также имеет место обратная связь – все несоответствия, заведенные в PLM системе, отображаются на электронном макете в NX при помощи графических тэгов и сопроводительной информации.

Таким образом, интеграция Teamcenter Community и системы NX позволяет построить эффективную систему фиксации и трекинга любого типа несоответствий связанных с разработкой на базе электронного макета.

Ещё одной областью применения Teamcenter Community является взаимодействие с заказчиком и подрядчиками, когда не используется PLM система. Teamcenter Community предоставляет платформу для просмотра и обмена электронными моделями на базе формата JT. Участники получают доступ к проектным данным через веб-интерфейс и с помощью стандартных средств Microsoft Sharepoint могут проводить согласование и утверждение электронных документов.

Система Teamcenter Community может быть также развернута автономно, без подключения к PLM системе Teamcenter. В этом случае NX работает напрямую с данными хранящимися в базе данных TC Community.



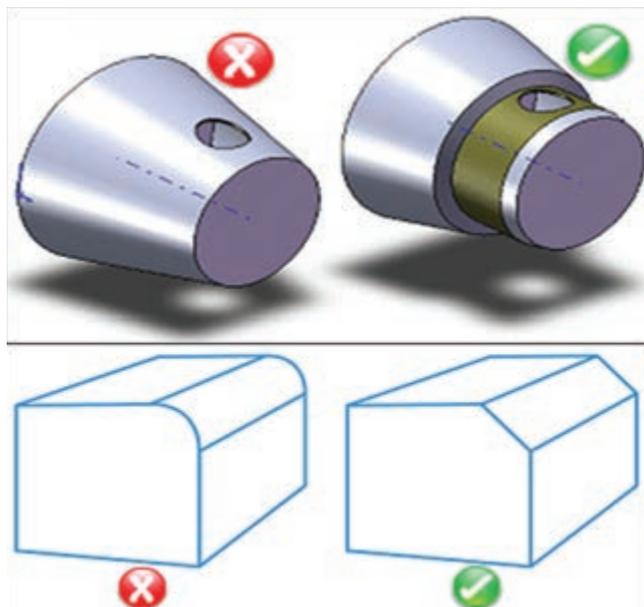
Анализ технологичности

Средства анализа технологичности представлены в NX двумя решениями на базе Geometric DFMPPro и EasyFill.

DFMPPro – программный продукт от компании Geometric, предоставляющий функции анализа геометрической модели на технологичность. С системой NX данный продукт интегрирован через модуль проверки Checkmate, куда он встраивается в виде набора контрольных профилей. Интеграция дает возможность проанализировать геометрию модели, загруженной в NX, на предмет возможности изготовления заданным техпроцессом. DFMPPro анализирует геометрию модели вне зависимости от того, имеет ли она историю построения или нет, и выявляет типовые ошибки моделирования, которые могут стать блокирующим фактором при производстве физической детали.

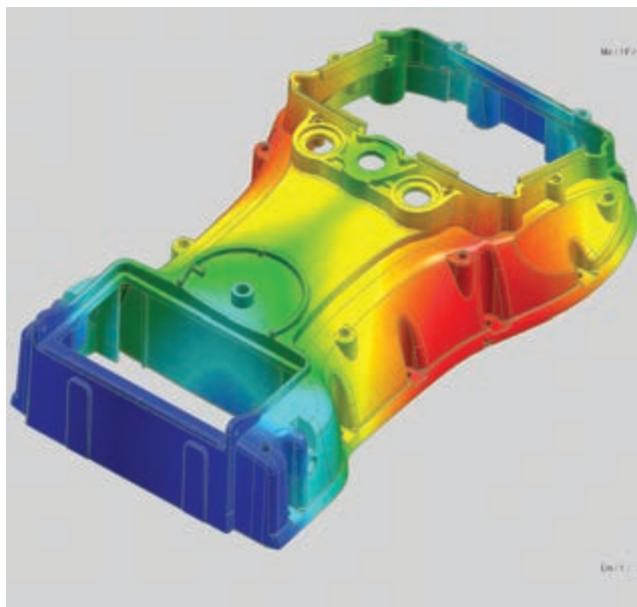
На данный момент интеграция обеспечивает анализ моделей с помощью набора проверок характерных для процессов фрезерования, токарной обработки, литья, штамповки и сборки. Аналогично базовым проверкам Checkmate, результат анализа сохраняется в саму модель и отображается на модели в виде графических тэгов с описанием, какой критерий проверки не был пройден в данном месте.

Большинство проверок имеет набор настраиваемых параметров, которые можно адаптировать исходя из технологических возможностей оборудования. Также имеется возможность задать, какие проверки являются критичными, а какие являются информационными, что характерно для случаев, когда какой-либо элемент можно изготовить, но это приводит к удорожанию производства.



Для проектирования моделей деталей из пластика изготавливаемых литьем NX предлагает решение EasyFill, основанное на конечноэлементном решателе Moldex3D. С помощью инструментария входящего в данный пакет, пользователь может проводить анализ процесса литья для заданной геометрии детали. При этом, несмотря на использование метода конечных элементов, от пользователя не требуется глубоких знаний в этой области. Функционал ориентирован на конструкторов, и все стадии проведения анализа максимально автоматизированы для минимального вмешательства пользователя в непосредственно процесс расчета. Вместе с данным решением поставляется библиотека из более 5000 материалов, со всеми физическими характеристиками, необходимыми для анализа.

Для проведения анализа пользователь должен задать геометрию детали, выбрать материал и определить положение литников. Далее на основе входных данных система производит расчет и отображает результат на исходной геометрии. Результатами расчета могут быть: распределение температур, время остывания материала, потенциальные проблемные зоны где не обеспечивается проливаемость, зоны образования воздушных пробок и многое другое, что необходимо знать для создания максимально технологичной конструкции. Система позволяет оперативно вносить изменения в геометрию и повторно проводить валидацию конструкции. Данное решение дает возможность максимально быстро спроектировать оптимальную конструкцию детали с учетом технологии изготовления и избежать доработок, вызванных необходимостью изменения конструкции при создании литьевых форм.



Средства просмотра

Для просмотра 3D-моделей NX и сопутствующей информации в распоряжении пользователя есть несколько средств, которые отличаются по функционалу и типу лицензирования. Основным средством просмотра моделей NX в исходном формате является штатное средство просмотра, которое лицензируется модулем *NX Viewer*. Он представляет собой усеченный базовый модуль *NX Gateway*, снабженный функциями для просмотра и анализа моделей. Пользователю доступны расширенные функции измерений, создания сечений, работы со структурой сборки и деревом построения модели.

Следующим по степени функциональности идет приложение *Teamcenter Visualization*. Данное средство просмотра работает как в виде отдельного приложения, так и в виде штатного визуализатора данных в системе Teamcenter. В последнем случае визуализация 3D-модели NX или любой другой CAD-системы производится через формат JT, который создается в момент сохранения или перезаписи данной модели в базу данных системы. В случае работы визуализатора в виде независимого приложения, он работает как с исходным форматом NX, так и с форматом JT. Имеется несколько конфигураций визуализатора, управляемых лицензиями, которые определяют набор инструментов доступных пользователю для работы с моделями. *Teamcenter Visualization* является самым функциональным из всех доступных средств просмотра моделей. Помимо стандартных функций визуализатора он поддерживает функции конференций, «красного карандаша» и решает широкий спектр других задач анализа, создания сцен, моделирования манекена и многое другое.

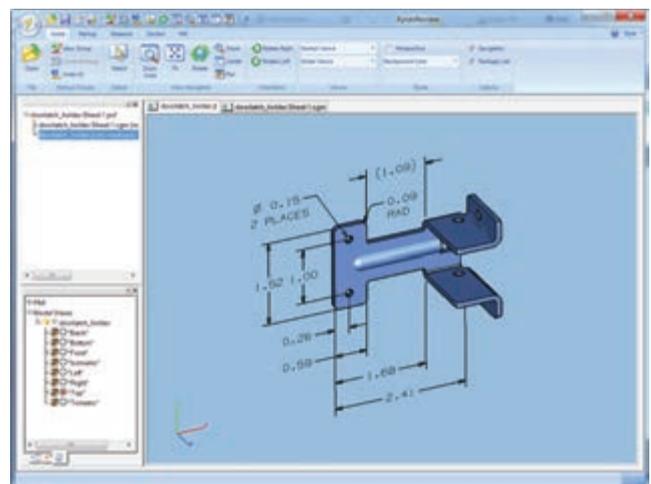
Помимо лицензируемых средств просмотра, имеются бесплатные приложения, которые не работают напрямую с форматом файла NX, но могут отображать формат JT, генерируемый на основе модели детали или сборки, созданной в NX. Имеется два бесплатных решения – приложения *JT2GO* и *Xpress Review*.

Первый работает с форматом JT, а также с 2D форматами CGM и TIF, и предоставляет простые средства измерения и создания сечений. Также он отображает PMI аннотации, если таковые были сохранены в JT файл. Особенностью данного визуализатора является то, что он может работать и как обычное приложение Windows и как встраиваемый OLE объект. Это дает возможность интегрировать JT файлы с 3D моделями деталей и сборок в документы Microsoft Office, манипулировать и просматривать эти модели непосредственно в документах Word или Excel.

Второе бесплатное средство просмотра *XpressReview*, помимо нескольких 2D форматов, также работает с форматом JT для отображения 3D-моделей и предоставляет функции для измерения, создания сечений и работы с аннотациями. В базовых пакетах NX, в которых присутствует лицензионный модуль *XpressReview*, есть возможность экспорта текущей загруженной сборки или детали в пакетный файл, который обрабатывается одноименным приложением. Пакетный файл, полученный путем экспорта, представляет собой архив в формате rcf, содержащий JT представление экспортированной геометрии, в который можно добавить дополнительную информацию в виде текстовых документов, таблиц, видеороликов и прочих сопроводительных объектов. Далее, по желанию пользователь может нанести текстовые и графические пометки, задать права доступа на содержимое пакета и отправить его по электронной почте. Получателю, помимо самого пакета, будет отправлена ссылка на скачивание бесплатного *XpressReview* для просмотра содержимого пакета. Данный визуализатор является эффективным решением, если необходимо обеспечить процесс разработки базовыми возможностями по обмену информацией с подрядчиками, которые не работают в системе NX.

Помимо средств визуализации, NX предлагает модуль *Web Express*, с помощью которого пользователь может сформировать документ в формате HTML на базе преднастроенного шаблона, который будет описывать модель детали или сборочной единицы.

Все описанные средства просмотра за исключением *JT2GO*, помимо форматов NX и JT, также могут визуализировать ряд других 2D и 3D-форматов файлов.



Содержание базовых пакетов NX CAD

	NX Mach Advantage (8)	NX Mach Designer (8)	NX Mach 1 Design (8)	NX Mach 2 Product Design (8)	NX Mach 3 Product Design (8)	NX Mach 3 Industrial Design (8)	NX Mach 4 Marine Craft Design (46)	NX Power Drafting (31)	NX Mach Power Drafting (31)	NX Mach 3 Mold Design (47)	NX Mach 3 Progressive Die Design (47)
3D Annotation (GD&T and PMI) (32)				●	●	●	●			●	●
Advanced Assemblies (14)					●	●	●			●	●
Advanced Surface Analysis (11)					●	●	●				
Assembly Modeling (13)	●	●	●	●	●	●	●			●	●
Check-Mate Runtime (35)				●	●	●	●			●	●
Design Logic (10)	●	●	●	●	●	●	●			●	●
Drafting (31)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Dynamic and Photorealistic Rendering (16)				●	●	●	●				●
Flexible PCB (42)					●						
Freeform Modeling, advanced (11)					●	●	●			●	●
Freeform modeling, basic (11)	●	●	●	●	●	●	●			●	●
Freeform Shape (11)					●	●	●				
Grip Runtime (50)	●	●	●	●	●	●	●			●	●
Knowledge Fusion Runtime (50)		●	●	●	●	●	●			●	●
Molded Part Validation (48)					●	●	●			●	
Mold Wizard (47)										●	
Optimization Wizard (27)					●	●	●			●	●
Process Solutions for Stress and Vibration (27)		●	●	●	●	●	●			●	●
Process Studio runtime (27)		●	●	●	●	●	●			●	●
Rapid Prototyping (16)		●	●	●	●	●	●			●	●
Solid & Feature Modeling (9)	●	●	●	●	●	●	●			●	●
Straight Brake Sheet Metal (24)	●	●	●	●	●	●	●			●	●
Teamcenter – CAD Manager Server (52)			●	●	●	●	●		●	●	●
Teamcenter – NX Manager (52)			●	●	●	●	●		●	●	●
Teamcenter – Visualization Base (52)			●	●	●	●	●		●	●	●
Translators (5)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
User Defined Features (10)				●	●	●	●			●	●
Wave Control (18)						●	●				
Web Express (56)		●	●	●	●	●	●			●	●
XpresReview (56)		●	●	●	●	●	●			●	●
DraftingPlus (31)								●	●		
Progressive Die Wizard (48)											●
NX Routing Base (41)				●	●	●	●				
NX Routing Piping and Tubing (42)							●				
NX Routing HVAC (42)							●				
NX Platform Design (42)							●				
NX Routing Cabling (42)							●				
NX Routing Harness (42)											
NX Routing P&ID (41)							●				
NX Rules Based Structure Welding (46)							●				
4th Generation Design (46)							●				
NX Ship Structure Basic Design (46)							●				
NX Ship Structure Detail Design (46)							●				
NX Ship Drafting (46)							●				
NX Penetration Management (46)							●				
NX Ship Structure Manufacturing Prep (46)							●				

SIEMENS

© 2014 Siemens Product Lifecycle Management Software Inc. All rights reserved. Siemens and the Siemens logo are registered trademarks of Siemens AG. All other logos, trademarks or service marks used herein are the property of their respective owners.

Простая идея вдохновила
на создание этого корабля.
Тысячи проектных решений уже
превратили замысел в реальность

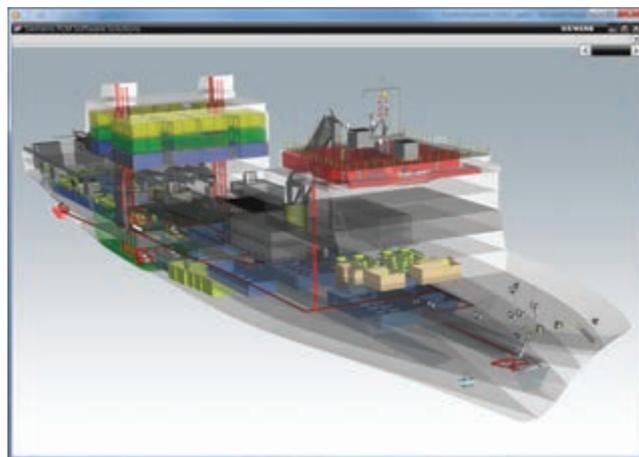
Siemens PLM Software: Умные решения – лучший результат.

Одного лишь вдохновения недостаточно для создания великолепного изделия. Для воплощения хорошей идеи требуется принять тысячи решений, как по важным вопросам, так и по большому количеству повседневных задач. Вклад любого сотрудника компании может оказаться судьбоносным.

Ведущие компании мира выбирают решения от Siemens PLM Software в качестве важнейшей платформы для совместного принятия решений при разработке изделий. Технология HD-PLM, реализованная на базе решений от Siemens PLM Software, представляет доступ к необходимой информации в нужное время в нужном виде для каждого участника проекта, что обеспечивает информированность и принятие обоснованных решений.

В какой бы отрасли – автомобилестроение, авиационно-космическая промышленность, электроника, энергетика, судостроение, медицинская техника, машиностроение или какой-то другой – Вы не работали, компания Siemens PLM Software поможет Вам принимать умные решения и достигать лучших результатов.

Дополнительная информация представлена на сайте siemens.ru/plm.



Компания Siemens PLM Software предоставляет единую платформу для принятия решений, которая учитывает функциональные зависимости между процессами жизненного цикла Ваших изделий. Благодаря этому каждый сотрудник получает нужную информацию в нужном контексте для принятия умного решения.

Ответы для промышленности

Siemens PLM Software

Москва

115184, г. Москва,
ул. Большая Татарская, д. 9
2-ой этаж.
Тел.: +7 (495) 223 3646,
факс: +7 (495) 223 3647

Санкт-Петербург

191186, г. Санкт-Петербург,
наб. реки Мойки, д. 36,
Тел./факс: +7 (812) 336 7015

Екатеринбург

620078, г. Екатеринбург,
ул. Коминтерна, д. 16,
офис 809,
Тел.: +7 (343) 356 5527
факс: +7 (343) 356 5528

© 2014. Общество с ограниченной ответственностью «Сименс Индастри Софтвер». Все права защищены. Все права защищены. Siemens и логотип Siemens являются зарегистрированными товарными знаками Siemens AG. D-Cubed™, Femap™, Geolus, GO PLM, I-deas, Insight, JT, Parasolid®, Solid Edge®, Teamcenter®, Tecnomatix® и Velocity Series™ и знаки инноваций являются товарными знаками Siemens Product Lifecycle Management Software Inc. или ее филиалов в США и других странах. Все прочие логотипы, товарные знаки, обозначения, используемые в качестве товарных знаков, и знаки обслуживания являются собственностью их владельцев.

О Siemens PLM Software

Siemens PLM Software — подразделение Департамента Промышленной Автоматизации Siemens, ведущий мировой поставщик программных средств, систем и услуг для управления жизненным циклом изделия (PLM). Компания имеет 9 млн. инсталлированных лицензий более чем в 77 тыс. компаний по всему миру. Штаб-квартира расположена в г. Плано, шт. Техас. Siemens PLM Software помогает сотням тысяч компаний создавать высокотехнологичную продукцию за счет оптимизации процессов

на каждом этапе жизненного цикла изделия - от планирования и проектирования до производства и эксплуатации. Наша концепция HD-PLM позволяет участникам, вовлеченным в процесс жизненного цикла изделия, получать аналитическую информацию, необходимую для принятия обоснованных решений в визуально-интуитивной среде. Для получения дополнительной информации по продуктам и услугам Siemens PLM Software посетите сайт www.siemens.ru/plm.