

Сквозное автоматизированное проектирование электронной аппаратуры

Лекция 3.

Особенности применения САПР для решения задач проектирования электронной аппаратуры

Тенденция – интеграция механических и электронных узлов в одном изделии



Мехатронный модуль управления роботизированной коробкой передач DGS-6 (Volkswagen AG)

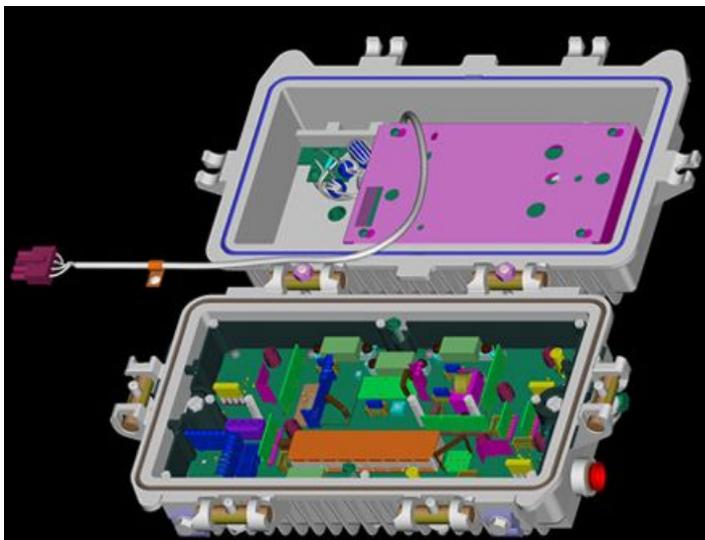


МЭМС-акселерометр для высокоточных сейсмических измерений при разведке месторождений нефти и газа (Applied MEMS)

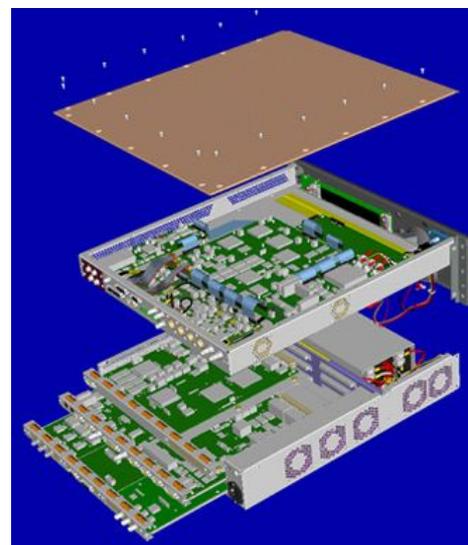


Компонент системы рулевого управления автомобиля (TRW Automotive)

Примеры моделей изделий ЭА в САПР



Устройство передачи данных в
кабельных системах, General
Instruments Corporation



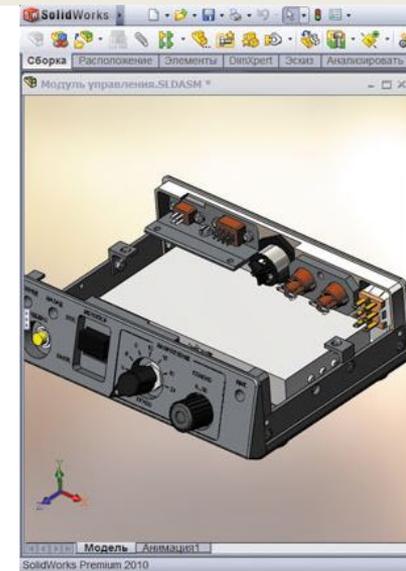
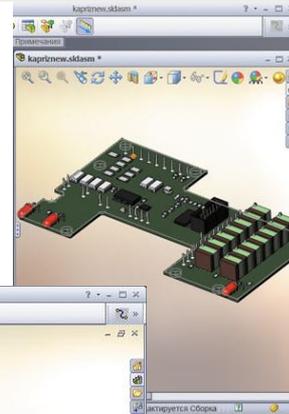
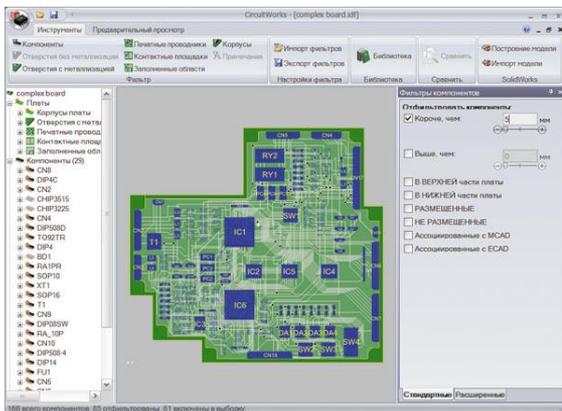
Мобильный шифратор,
NDS Broadcast Ltd.

Взаимодействие MCAD- и ECAD-систем

Электронный модуль
(ECAD)

Механическое изделие
(MCAD)

Электромеханическое
изделие (MCAD)



Правильно организованный процесс взаимодействия позволяет:

- оптимально передавать конструкторско-технологическую информацию между разработчиками, независимо от их местоположения и используемых ими программных платформ САПР;
- сократить сроки вывода изделия на рынок;
- уменьшить количество ошибок и неоднозначностей, связанных с передачей и интерпретацией данных.

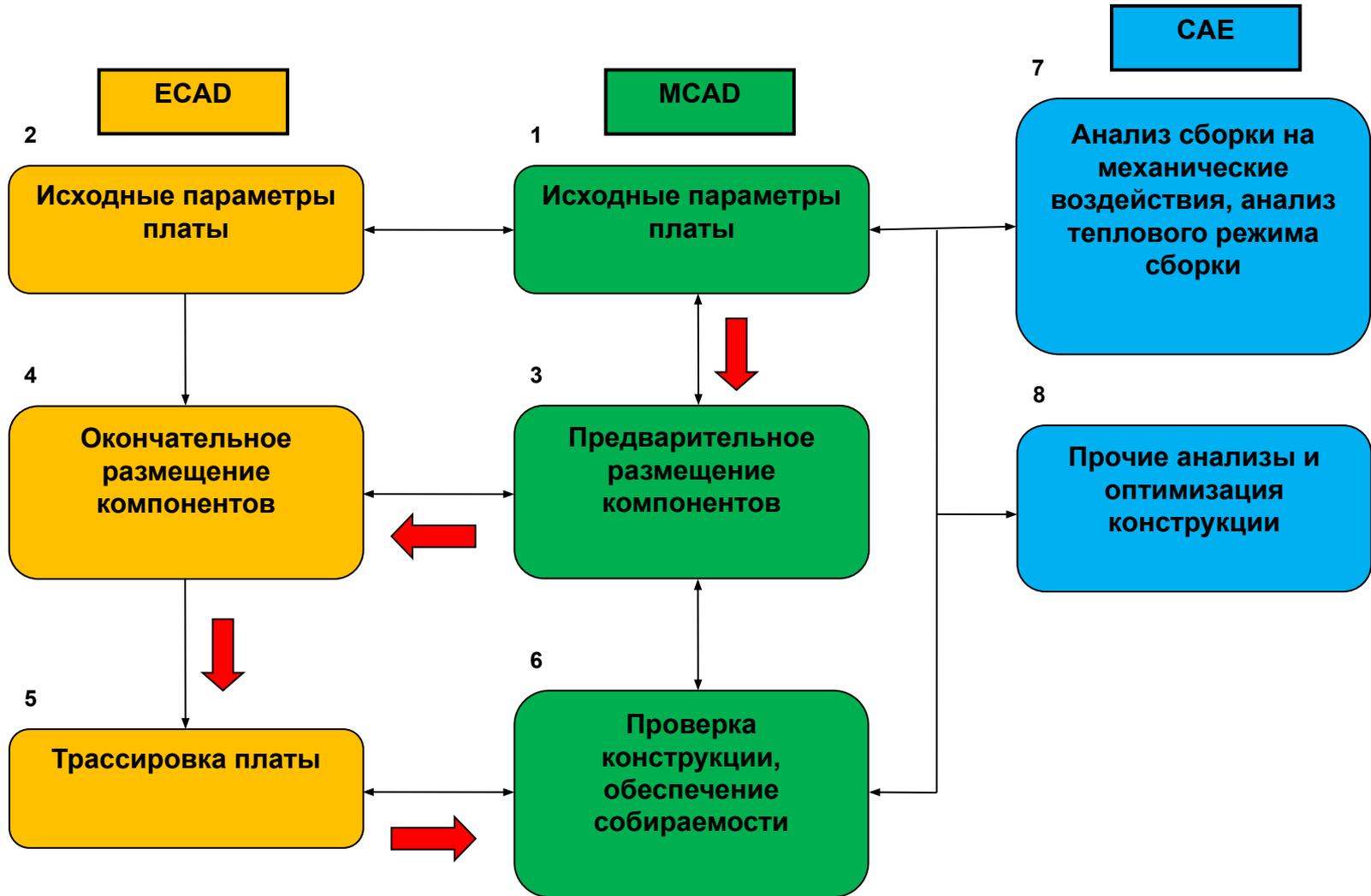
Требования к MCAD-системе для проектирования электронно-механических устройств

1. Разрабатывать модели деталей и сборочных единиц, проводить компоновку аппаратуры.
2. Реализовывать двунаправленный обмен данными между САПР разработки электронной и механической частей изделия.
3. Проводить инженерные расчеты на механические, электромагнитные и тепловые воздействия, осуществлять оптимизацию конструкции с обеспечением заданного допустимого уровня механических нагрузок и электромагнитных помех, а также тепловых режимов эксплуатации оборудования.
4. Проводить проектирование электрических межсоединений – кабельной и жгутовой разводки.
5. Проводить проектирование корпусных изделий.
6. Проводить проектирование оптических и оптомеханических систем.
7. Обеспечивать выпуск конструкторской документации в соответствии с требованиями ЕСКД и внутренними стандартами предприятия.
8. Уметь работать с широкой номенклатурой стандартных и покупных изделий: электронных компонентов, печатных плат, электродвигателей и электромеханических приводов, разъемов и прочим.
9. Обеспечивать вариантное проектирование – выпуск новых изделий с измененными характеристиками на базе имеющихся моделей – и управлять частым внесением изменений в конструкцию в связи с заменой компонентов.

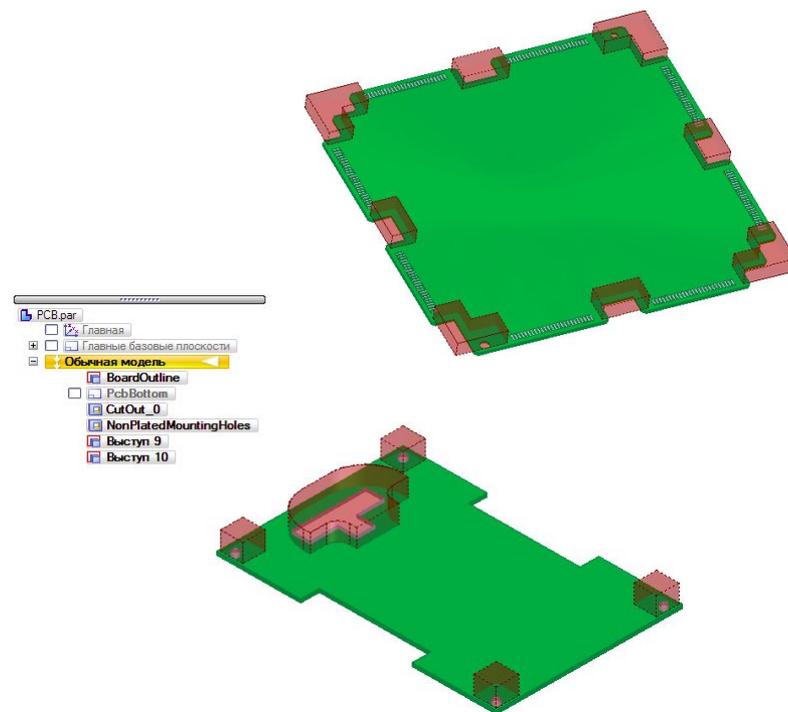
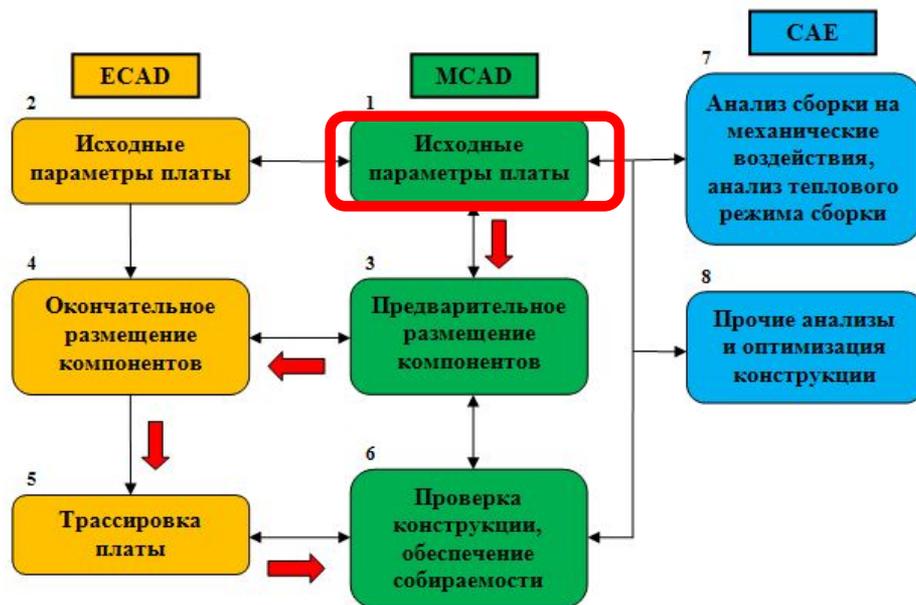
Требования и ограничения при проектировании электромеханических устройств

1. Проектирование изделий при жестких ограничениях ТЗ на компоновку узлов, максимальную массу и/или занимаемый аппаратурой объем.
2. Необходимость обеспечения заданных тепловых режимов и противодействия механическим воздействиям в заданных условиях эксплуатации (климатические воздействия: минимальные/максимальные температуры, тепловые удары, влажность и т. д.; механические: вибрации, удары, линейные ускорения, акустические шумы).
3. Модификация/модернизация конструкции под изменившуюся номенклатуру комплектующих (например, при переходе на новую элементную базу с компонентов, монтируемых в отверстия, на технологию поверхностного монтажа либо при смене поставщика компонентов), а также под изменение требований ТЗ.
4. Обеспечение стандартизации и унификации габаритных, установочных и присоединительных размеров устройств и их корпусов.
5. Управление проектом с большой номенклатурой комплектующих.
6. Проектирование в условиях большого количества модификаций и комплектаций изделия.

Типовой алгоритм совместного проектирования электронной и механической составляющей изделия в ECAD/MCAD-системах

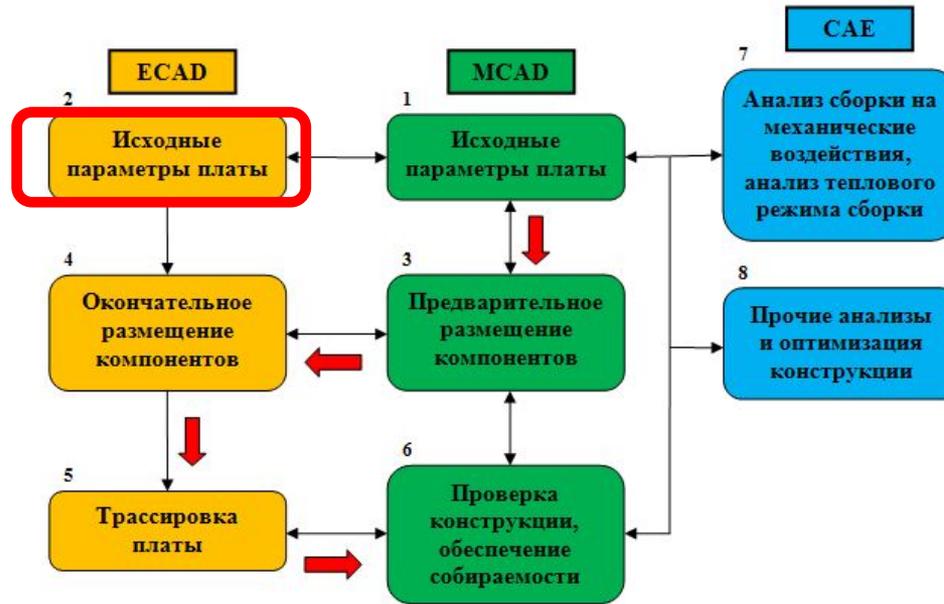


Этапы совместного проектирования. Этап 1



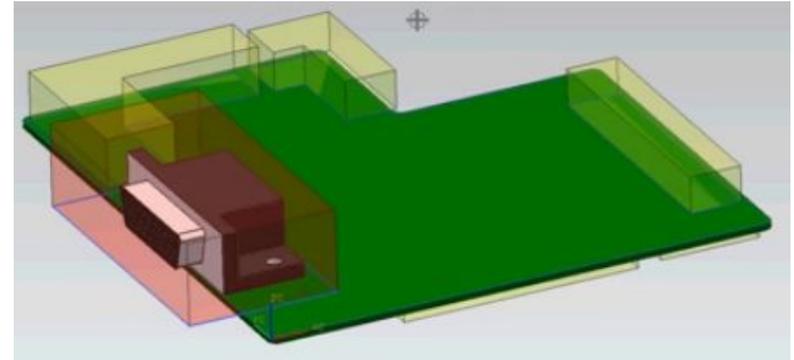
На **1** этапе конструктор механической части изделия создает в MCAD-системе исходную деталь – печатную плату, определяет ее контур, толщину, задает конструктивные ограничения, исходя из требований ТЗ и окружающего контекста сборки – разрешенные/запрещенные зоны для размещения компонентов, прокладки проводов/кабелей/жгутов, выполнения проводящего рисунка и пр.

Этапы совместного проектирования. Этап 2



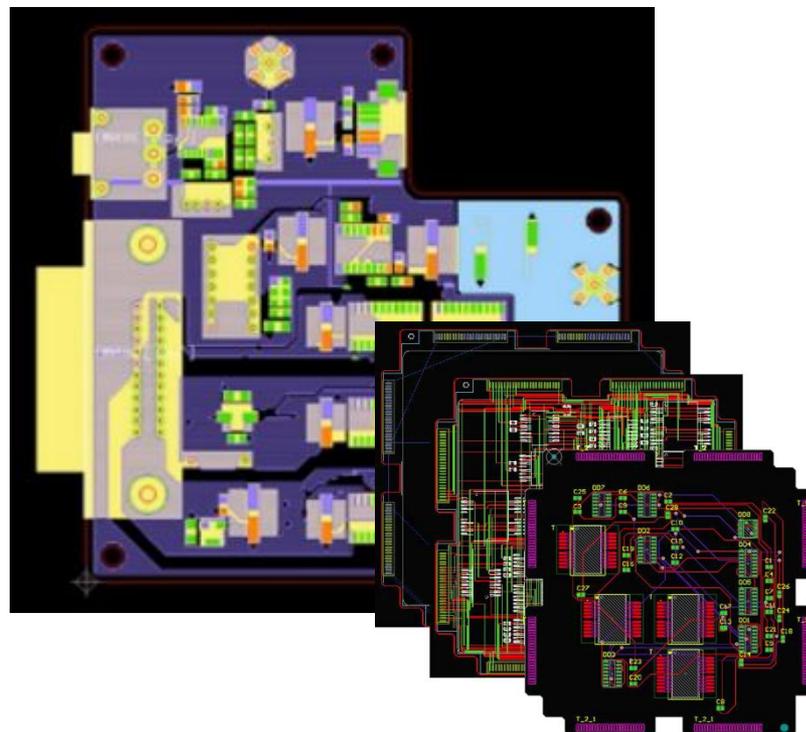
На **2** этапе конструктор электронной части изделия получает из MCAD-системы печатную плату как исходную информацию для дальнейшей разработки, анализирует и уточняет установленные ограничения.

Этапы совместного проектирования. Этап 3



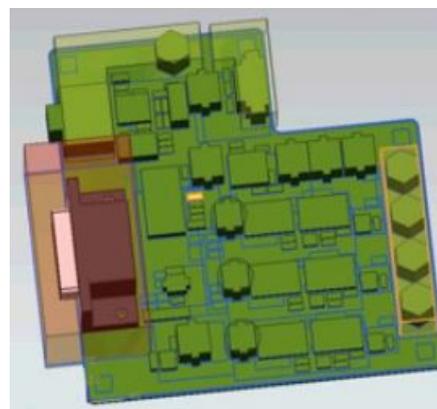
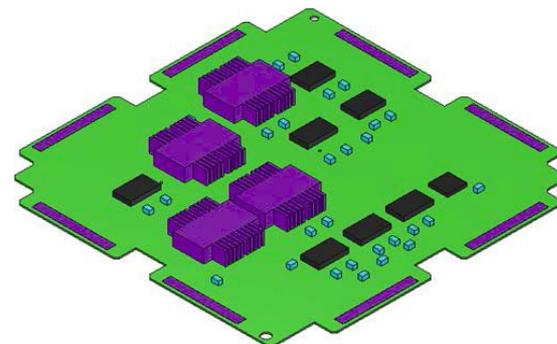
На **3** этапе в MCAD-системе могут размещаться компоненты, пространственное положение которых определяется конструкцией механической части изделия – например, разъемы, элементы индикации и управления и пр.

Этапы совместного проектирования. Этапы 4 и 5



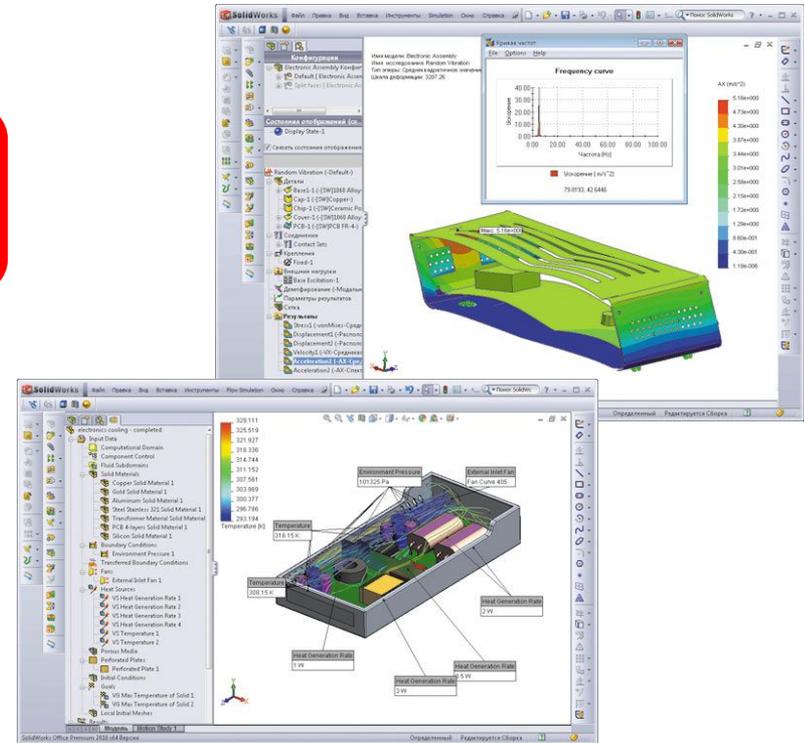
На этапах **4** и **5** конструктор электронной части изделия на основе полученной из MCAD-системы информации выполняет в ECAD-системе комплекс работ по проектированию печатной платы – размещаются все компоненты, выполняется послойная трассировка, проверяется целостность шин питания/земли и сигнальных цепей, электромагнитная совместимость и соблюдение проектных норм, выполняются слои финишных покрытий, защитной маски, маркировки и пр.

Этапы совместного проектирования. Этап 6



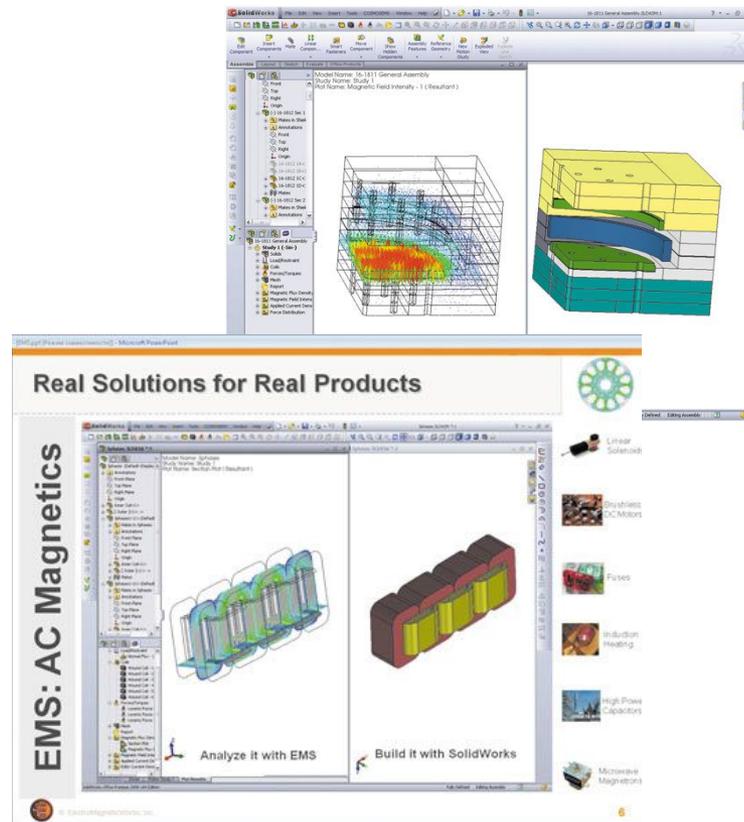
На **6** этапе конструктор механической части изделия импортирует данные модели ECAD и встраивает получившуюся сборку на печатной плате в изделие, заменяя исходную деталь (плату) на готовую сборку. Далее конструктор проводит проверку массогабаритных характеристик изделия, контролирует получившиеся зазоры с учетом допусков. При необходимости сборка корректируется (например, изменяется положение некоторых компонентов) и передается обратно в ECAD-систему для внесения соответствующих изменений в топологию платы.

Этапы совместного проектирования. Этап 7



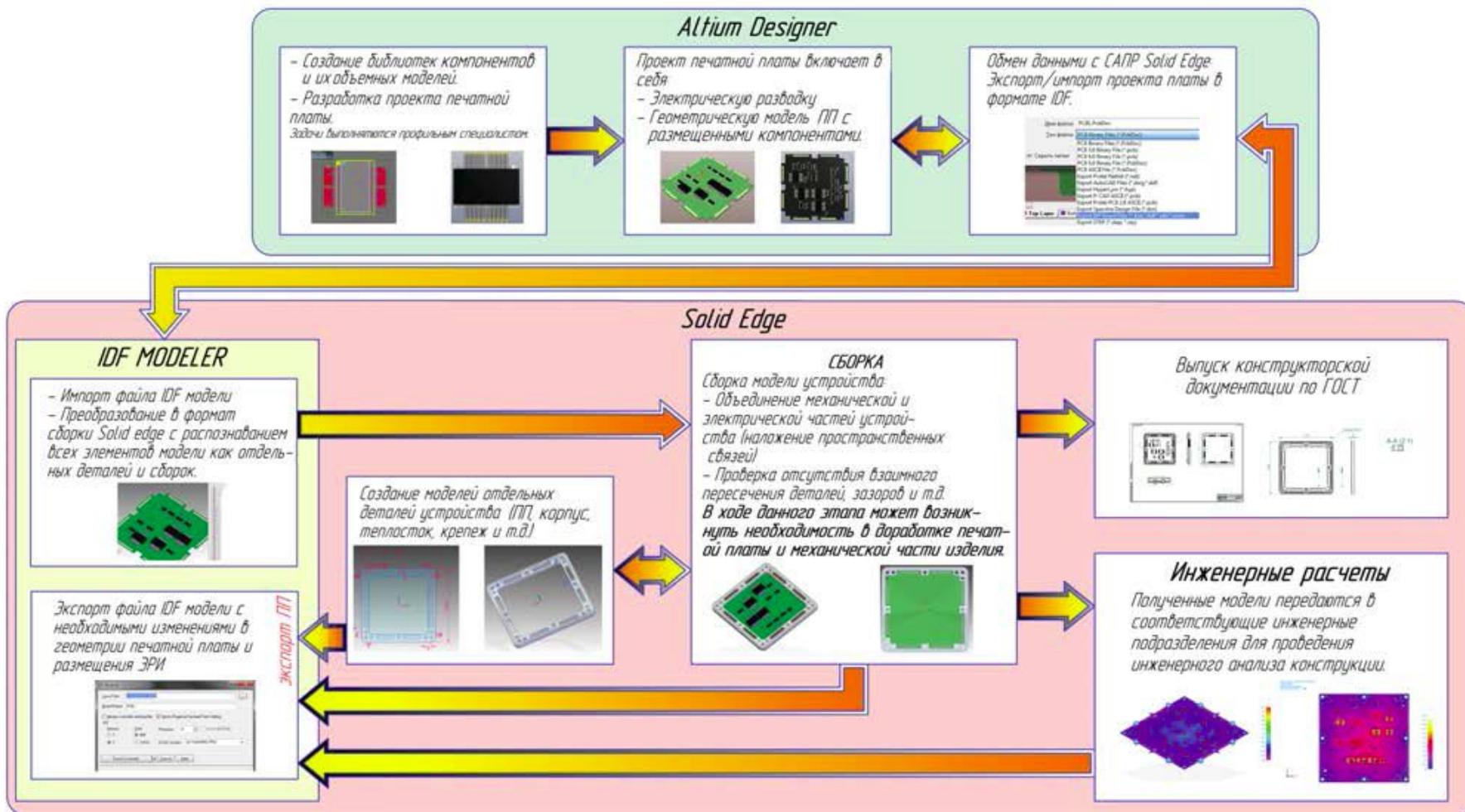
На **7** этапе сборка передается в САЕ-систему для проведения инженерных анализов и расчетов – в частности, на механические (определение собственных частот, напряжений, деформаций, откликов на вибрации и удары) и тепловые воздействия (определение тепловых режимов, поиск наиболее теплонагруженных компонентов, учет теплопередачи конвекцией/кондукцией/излучением, расчет радиаторов и пр.).

Этапы совместного проектирования. Этап 8



На 8 этапе при необходимости возможно проведение и других анализов с привлечением дополнительных программных модулей – например, расчета размерных цепей, электромагнитного экранирования, надежности с соответствующей оптимизацией конструкции

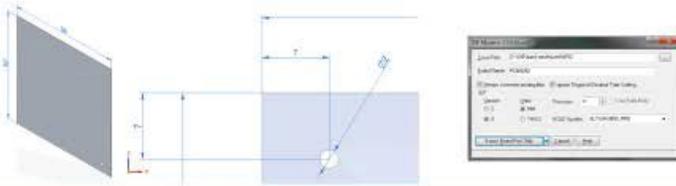
Алгоритм совместной работы разработчиков и конструкторов электронной и механической частей устройства в ECAD Altium Designer и MCAD Solid Edge



ПРОЦЕСС СОВМЕСТНОЙ РАБОТЫ В САПР ALTIUM DESIGNER И САПР SOLID EDGE НА ПРИМЕРЕ УСТРОЙСТВА "МОДУЛЬ ИНТЕРФЕЙСНЫЙ"

Solid Edge

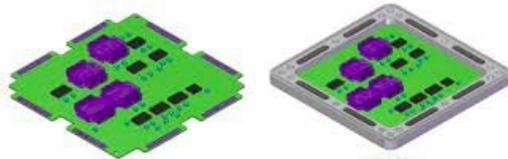
1. Первичная модель печатной платы: прямоугольная плата 92x92мм с крепежными отверстиями 2мм и 3мм в углах



2. Добавление в модель печатной платы областей для контактов электрических соединителей (6,5x33мм), редактирование углов платы и расположения отверстий для возможности последующей установки в корпус, смещение ЭРЭ



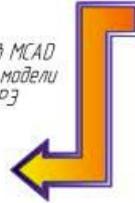
3. Полученная из САПР Altium Designer модель платы с размещенными ЭРЭ и контактными площадками соединителей используется для создания модели сборки устройства



Передача модели печатной платы в ECAD Altium Designer



Передача в MCAD Solid Edge модели платы с ЭРЭ



Передача измененной модели платы с ЭРЭ в ECAD Altium Designer

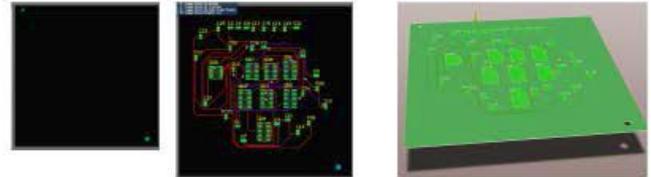


Передача в MCAD Solid Edge готового проекта платы с ЭРЭ

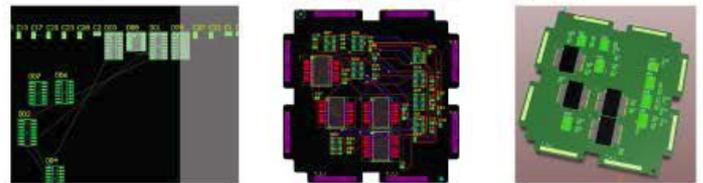


Altium Designer

1. Импорт IDF файла с первичной моделью печатной платы. На печатной плате размещаются ЭРЭ, создается разводка. Проект сохраняется в формате IDF.



2. На печатной плате размещаются контактные площадки для электрических соединителей, трансформаторы, редактируется разводка



3. Готовый проект платы вновь сохраняется в формате IDF.



Формат IDF: обмен данными между ECAD/MCAD-системами

IDF (Intermediate Data Format)

Данные об электронном модуле на печатной плате представлены в трех файлах:

файл платы (Board File), содержит физическое описание

- ✓ контура и толщины платы,
- ✓ контура трассировки,
- ✓ контура размещения компонентов,
- ✓ запрещенных зон для трассировки, отверстий и компонентов,
- ✓ координат, диаметров и металлизации отверстий,
- ✓ координат и углов поворота размещаемых на плате компонентов и пр. с учетом слоев и сторон платы;

файл библиотеки (Library File), содержит описания компонентов в составе одной или нескольких сборок на печатных платах, включая:

- ✓ высоту,
- ✓ контур,
- ✓ электрические характеристики;

(опционально) файл панели (Panel File), содержит описание мультиплицированной панели, включая:

- ✓ форму,
- ✓ топологию,
- ✓ данные по размещению плат в панели,
- ✓ координаты и диаметр технологических отверстий,
- ✓ координаты и углы поворота размещаемых на плате компонентов.

IDF (Intermediate Data Format), версии 2.0, 3.0 и 4.0

Если плата не мультиплицирована, то данные в формате IDF 2.0 и 3.0 состоят из двух компонентов: **файла платы** и **файла библиотеки**. Расширения этих пар файлов зависят от используемой ECAD-системы:

.emn/.emp (по умолчанию); .brd/.lib; .brd/.pro; .bdf/.ldf; .idb/.idl.

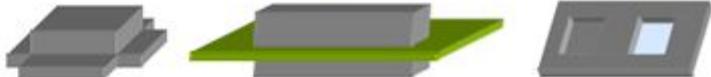
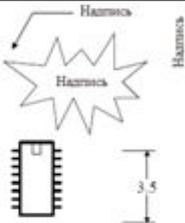
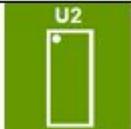
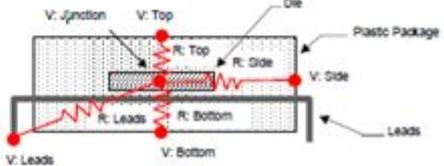
Сравнение возможностей по передаче данных о сборке на печатной плате у различных версий формата IDF

	полная поддержка
	частичная поддержка
	не поддерживается

Данные	IDF 2.0	IDF 3.0	IDF 4.0
Данные по сборке мультиплицированной панели			
Данные по сборке платы			
Атрибуты панели			
Атрибуты платы			
Атрибуты компонентов			
3D-контуры компонентов с вырезами и полостями			
Отверстия (монтажные, переходные, базовые)			
Проводящий рисунок (контактные площадки, проводники, полигоны)			
Разрешенные зоны для размещения компонентов/трассировки			
Запрещенные зоны для трассировки/прокладки кабелей/отверстий			
Обозначения (линии, надписи, размеры и пр.)			
Тепловые характеристики компонентов			
Варианты конструкции платы			

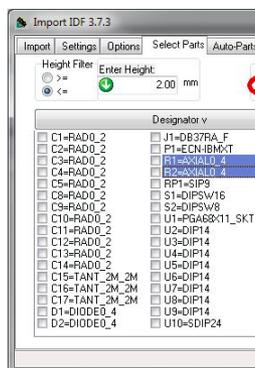
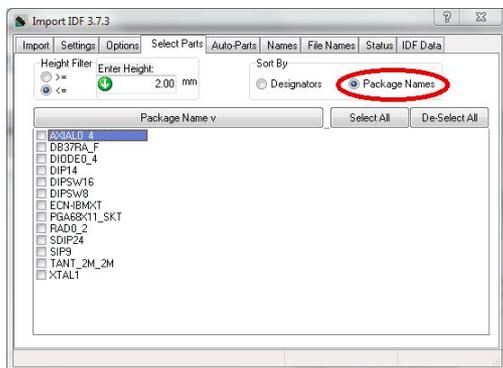
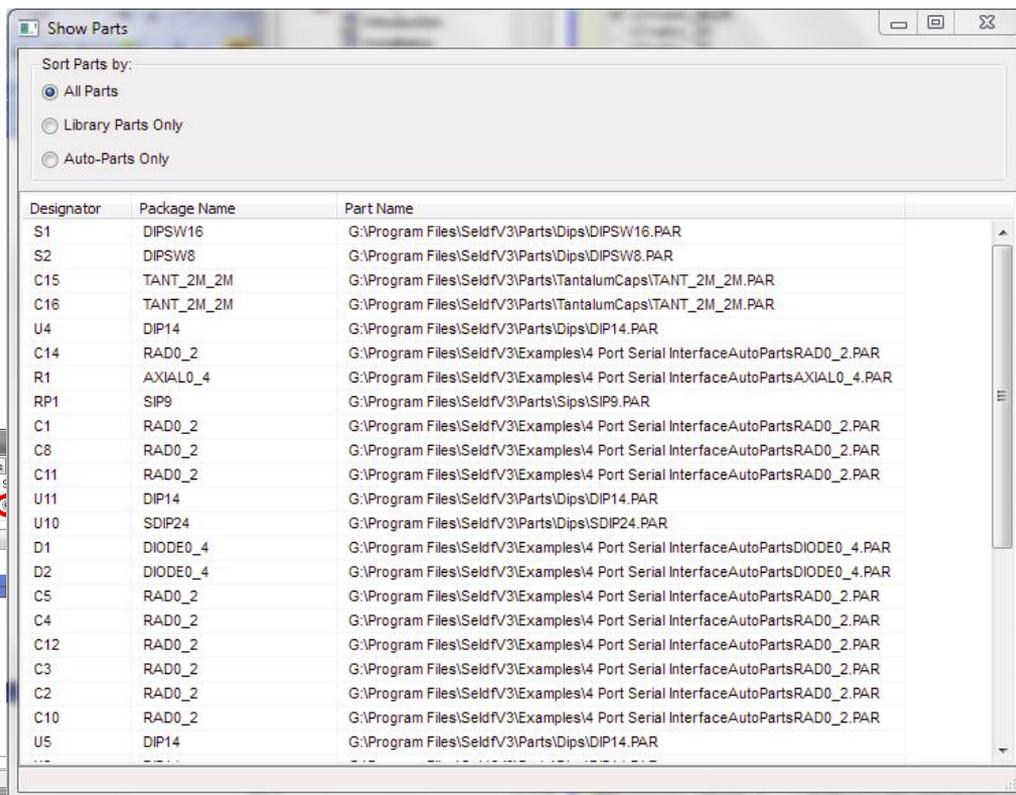
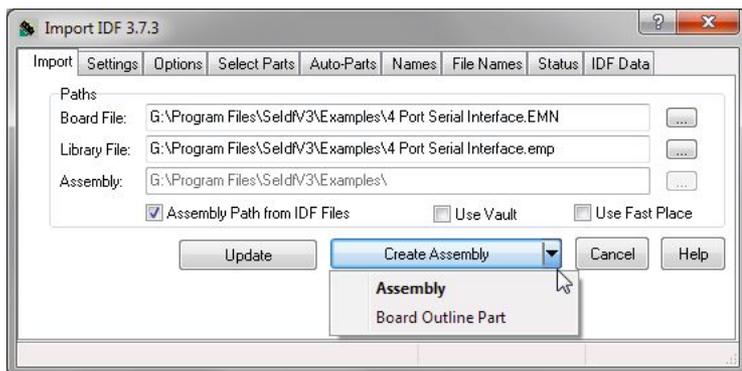
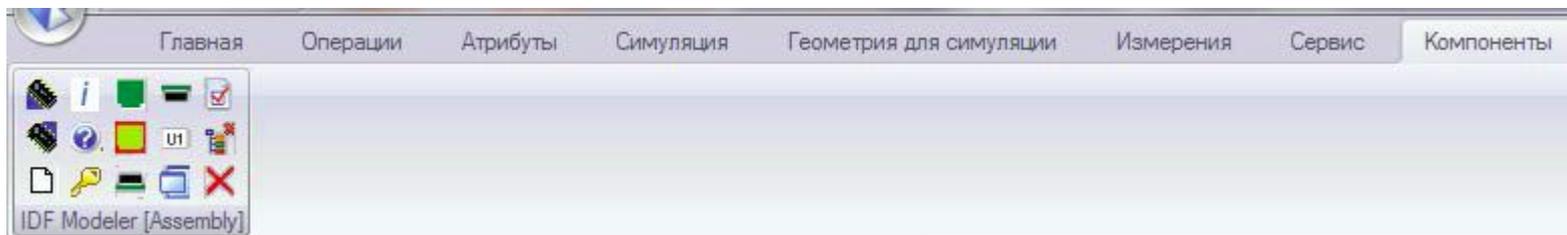
IDF (Intermediate Data Format), версии 2.0, 3.0 и 4.0

Наглядное представление возможностей описания сборки на печатной плате у различных версий формата IDF

IDF 2.0	IDF 3.0	IDF 4.0		
				
				
-	Надпись			
-	-			
		Шелкография	Паяльная маска	Реперные знаки
-	-			
		Проводники	Контактные площадки	Полигоны
-	POWER_OPR POWER_MAX THERM_COND THETA_JB THETA_JC	Полная тепловая модель и данные по материалу 		

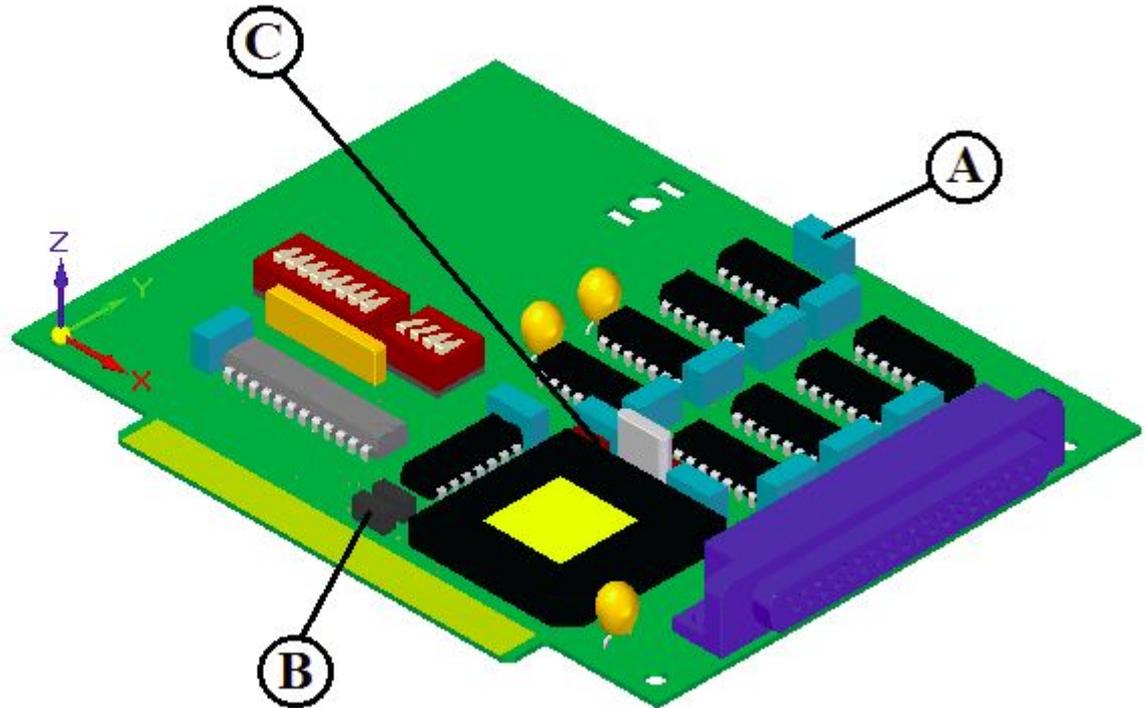
Примеры обмена данными: Solid Edge

Сторонний модуль IDF Modeler (продукция компании DesktopEDA)



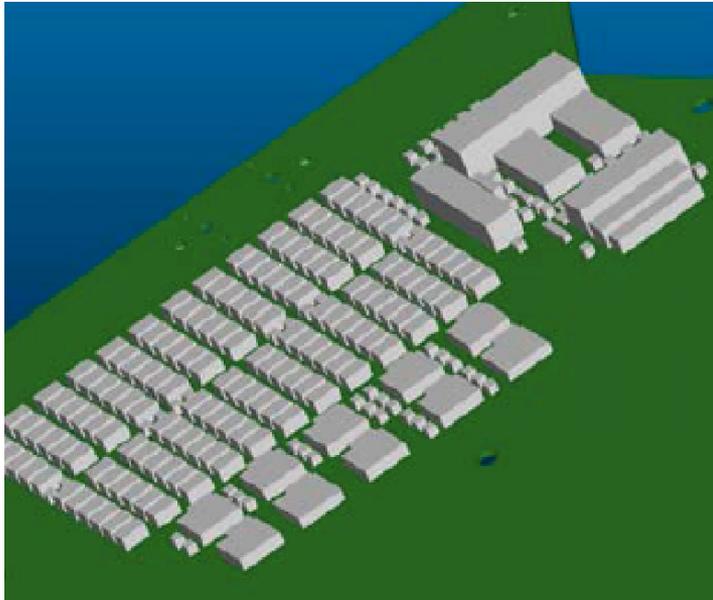
Примеры обмена данными: Solid Edge

Сторонний модуль IDF Modeler (импорт сборки)



Примеры обмена данными: Solid Edge

Различные варианты импорта компонентов



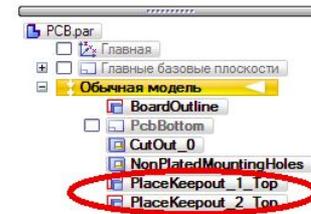
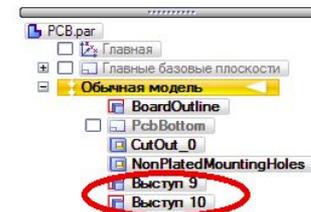
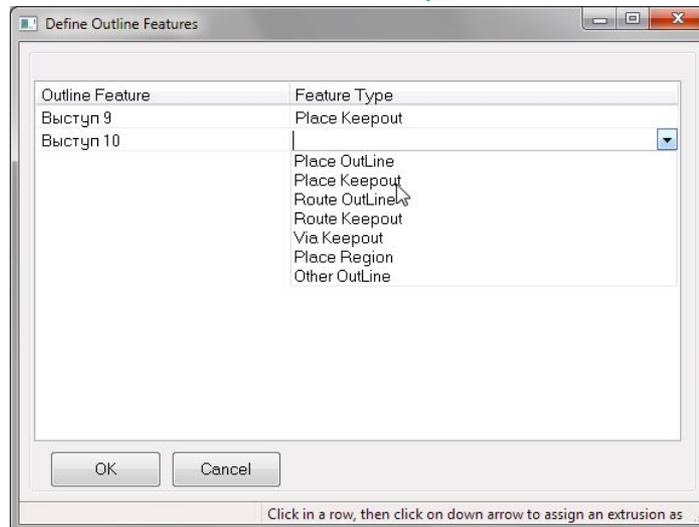
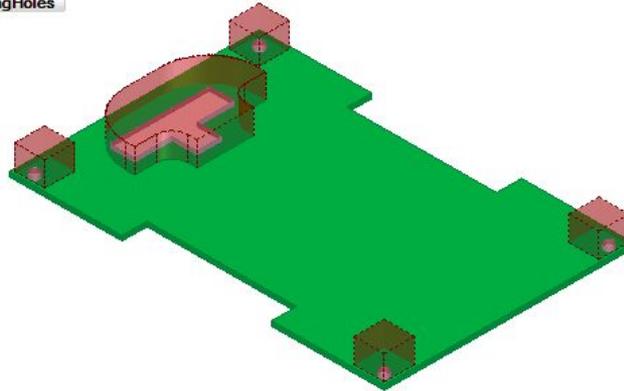
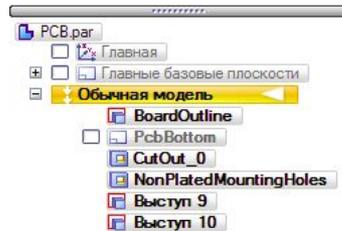
Импортированная плата без применения библиотек ECAD



Импортированная плата с использованием библиотек ECAD

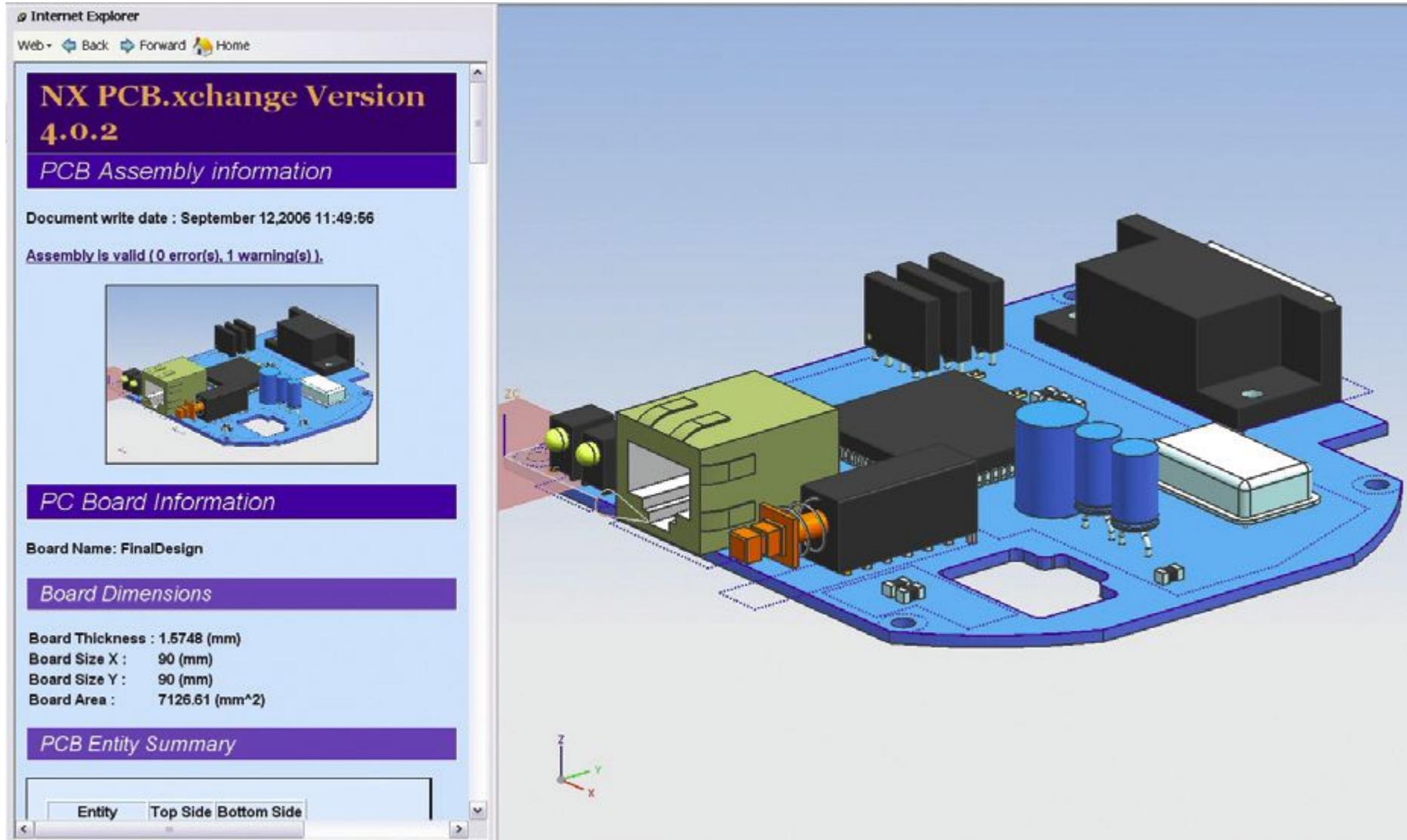
Примеры обмена данными: Solid Edge

Сторонний модуль IDF Modeler (экспорт печатной платы)



Примеры обмена данными: NX

Встроенный интерфейсный модуль NX PCB.xchange



The image displays the NX PCB.xchange software interface, which is a web-based tool for managing PCB data. The interface is shown within an Internet Explorer browser window. The main content area features a 3D isometric view of a blue PCB assembly with various components, including a green connector, black components, blue capacitors, and a white component. A coordinate system (X, Y, Z) is visible at the bottom left of the 3D view.

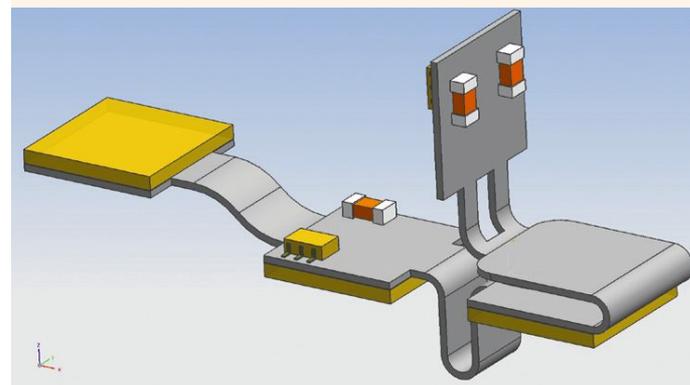
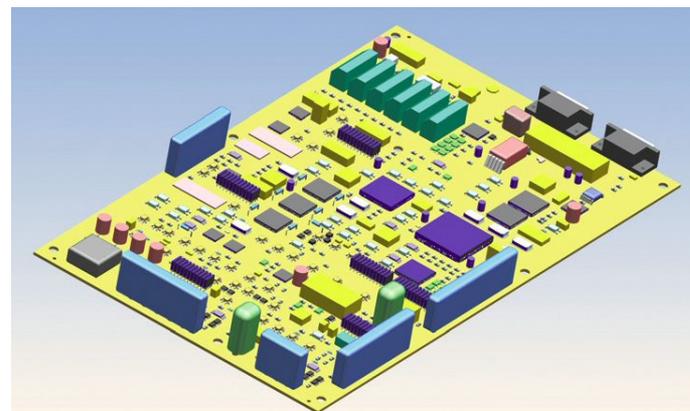
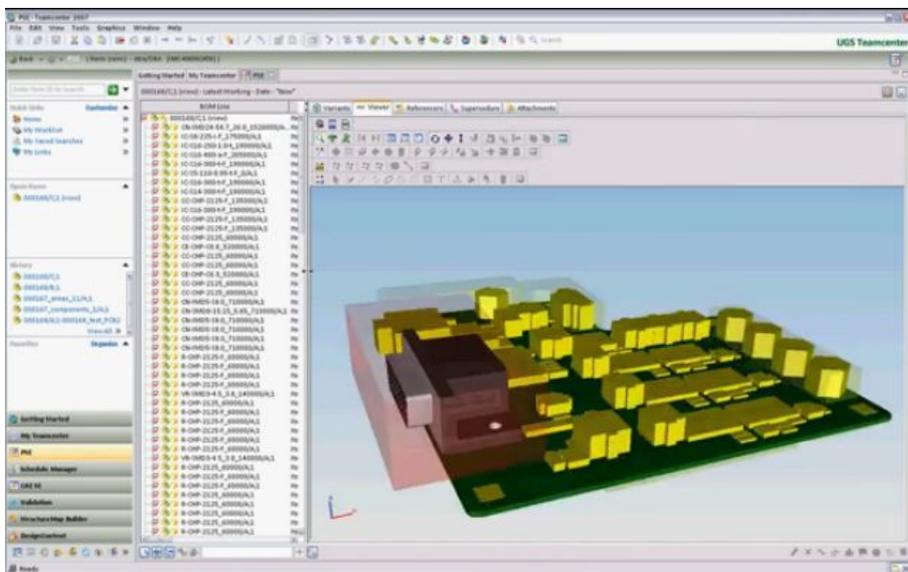
The left sidebar contains the following information:

- NX PCB.xchange Version 4.0.2**
- PCB Assembly information**
- Document write date : September 12,2006 11:49:56
- Assembly is valid (0 error(s), 1 warning(s)).
- PC Board Information**
- Board Name: FinalDesign
- Board Dimensions**
- Board Thickness : 1.5748 (mm)
- Board Size X : 90 (mm)
- Board Size Y : 90 (mm)
- Board Area : 7126.61 (mm^2)
- PCB Entity Summary**
- Entity Top Side Bottom Side

Примеры обмена данными: NX

Встроенный интерфейсный модуль NX PCB.xchange

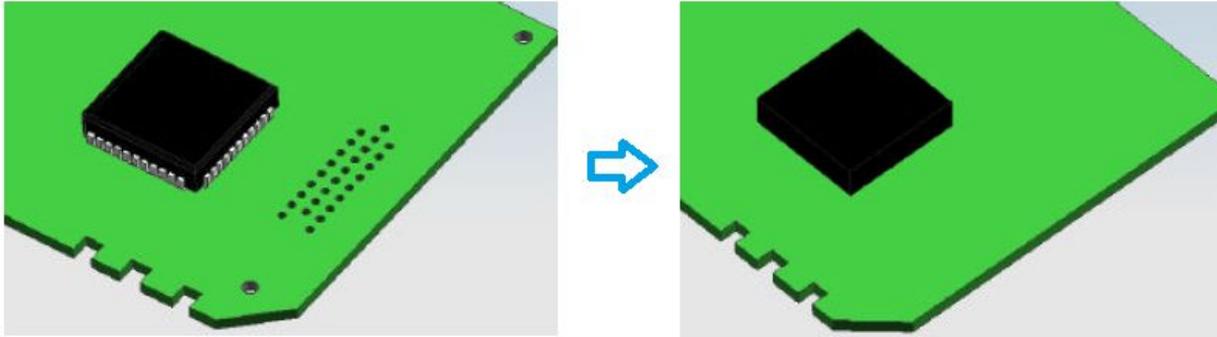
- ✓ реализует двунаправленный ассоциативный обмен данными между ECAD/MCAD-системами;
- ✓ требует наличия транслятора IDF-данных, поставляемого разработчиком конкретной ECAD-системы (Mentor Graphics, Cadence, Zuken-Redac, OrCAD, PADS, Accel-PCAD, Incases);
- ✓ работает как с жесткими, так и гибкими печатными платами;
- ✓ интегрирован с системой PLM Teamcenter.



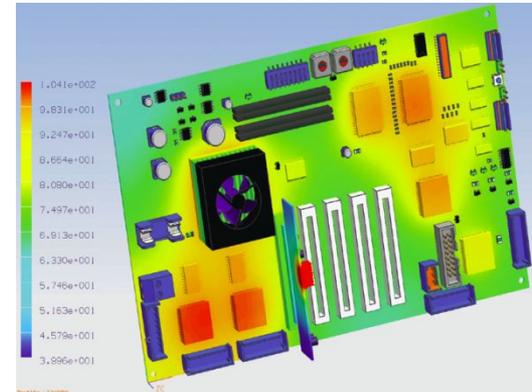
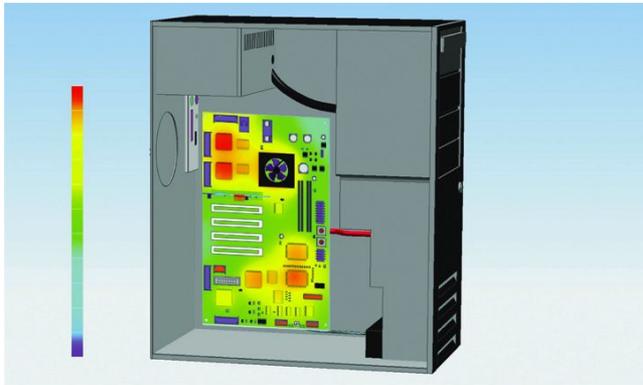
Примеры обмена данными: NX

Встроенный интерфейсный модуль NX PCB.xchange

- ✓ идеализация модели для инженерного анализа: функция фильтрации элементов платы и компонентов на основе правил.



- ✓ содержит средства автоматизированного построения сетки для платы и компонентов, задания условий теплового нагружения компонентов, а также генерации расчетной модели с последующим переходом в модуль инженерного анализа NX Advanced Simulation для проведения расчета тепловых режимов.



Примеры обмена данными: NX

Встроенный интерфейсный модуль NX PCB.xchange

- ✓ функции сравнения и обновления позволяют поддерживать актуальность модели сборки в соответствии с вносимыми в IDF-файлы изменениями;
- ✓ производится интерактивное сравнение IDF- и NX-моделей с последующим выборочным обновлением NX-модели;
- ✓ работа модуля документируется в HTML-отчетах, которые доступны для просмотра в любом веб-браузере.