



CST STUDIO SUITE

Начало работы



Инсталляция
Построение структур
Обработка результатов

© CST 1998-2015
CST – Computer Simulation Technology AG
Все права защищены.

Информация, приведенная в данном документе, может быть изменена без дополнительного уведомления. Условия использования описанного в данном документе программного обеспечения оговорены в лицензионном соглашении (LA) и соглашении о неразглашении (NDA).

Ни одна из частей данного документа не может быть воспроизведена или использована в целях, отличных оговоренных в лицензионном соглашении, без письменного разрешения компании CST.

Торговые марки

CST, CST STUDIO SUITE, CST MICROWAVE STUDIO, CST EM STUDIO, CST PARTICLE STUDIO, CST CABLE STUDIO, CST PCB STUDIO, CST MPHYSICS STUDIO, CST MICROSTRIPES, CST DESIGN STUDIO, CST BOARDCHECK, PERFECT BOUNDARY APPROXIMATION (PBA) и логотип CST являются зарегистрированными торговыми марками компании CST. Другие упомянутые имена компаний и продуктов являются зарегистрированными торговыми марками их владельцев.

CST – Computer Simulation Technology AG
www.cst.com

Перевод выполнен ООО "Евроинтех"
www.euointech.ru

Оглавление

Глава 1 — Введение	5
Как быстро научиться работе с пакетом программ	6
Несколько слов о данном документе	6
Условные обозначения	6
Обратная связь	7
Связь с компанией CST (Computer Simulation Technology)	7
Главный офис компании CST	7
Региональные дистрибуторы	7
Техническая поддержка	7
Глава 2 — Установка	9
Системные требования	9
Опции лицензирования	9
Инструкция по установке	9
Сервер лицензий	11
Установка сервера лицензий	12
Конфигурация сервера лицензий	12
Начало работы в CST STUDIO SUITE	13
Локальная лицензия	14
Плавающая лицензия	14
Глава 3 — Пользовательский интерфейс	15
Управление лицензиями	16
Система автоматического обновления	16
Информация о версии программы	18
Открыть проект	18
Новый проект	19
Обзор пользовательского интерфейса	21
Дальнейшие шаги	25
Глава 4 — Моделирование трехмерных структур	26
Построение и просмотр простейших объектов	26
Создание параллелепипеда	26
Обзор основных геометрических фигур	28
Выбор объектов	29
Группировка фигур в компоненты и настройка свойств материалов	30
Управление отображением структуры	33
Применение геометрических преобразований	35
Комбинирование объектов с использованием Булевых операции	38
Инструменты выбора точек, ребер или граней фигур	41
Фаски и закругления граней	43
Экструзия, поворот и сопряжение граней	44
Локальные системы координат	49
История модификаций проекта	52
Дерево истории	54
Построение кривых	56
Создание плоских проводников	59
Создание проволочных перемычек	60
Функции локального редактирования	62
Дальнейшие шаги	65
Глава 5 — Постобработка результатов моделирования	66
Хранение результатов варьирования параметров	66

Шаблоны постобработки	68
Среда управления шаблонами обработки результатов	69
Готовые шаблоны постобработки	70
Пример использования шаблонов постобработки	71
Глава 6 — Получение дополнительной информации	78
Интерактивная справочная система	78
Страница технической поддержки сайта www.cst.com	79
Пошаговые инструкции Tutorials.....	79
Примеры.....	79
Описание языка макрокоманд.....	80
История вносимых изменений в программное обеспечение	80
Приложение — список доступных в системе горячих клавиш.....	81
Горячие клавиши общего назначения	81
Горячие клавиши, доступные при создании структуры.....	81
Горячие клавиши, доступные при редактировании текстовых полей	83
Горячие клавиши при работе в схемном редакторе Schematic	83
Горячие клавиши, доступные в редакторе кода VBA	84

Глава 1 — Введение

Мы рады приветствовать вас в рядах пользователей программного продукта CST STUDIO SUITE, мощной платформы для моделирования всех типов задач электродинамики. Многофункциональный интерфейс программы позволяет пользователям одновременно работать с несколькими проектами, каждый из которых может быть запущен в своем модуле численного моделирования.

Одной из важнейших особенностей среды проектирования CST STUDIO SUITE является тесная интеграция нескольких методов моделирования и мощных возможностей управления.

Продукт CST STUDIO SUITE включает в себя следующие модули:



CST MICROWAVE STUDIO (CST MWS) — инструмент для быстрого и точного трехмерного численного моделирования высокочастотных устройств (антенн, фильтров, ответвителей мощности, планарных и многослойных структур), а также анализа проблем целостности сигналов и электромагнитной совместимости. Модуль включает набор различных вычислителей, работающих во временной и частотной области.



CST EM STUDIO (CST EMS) — набор программ для моделирования статических и низкочастотных электромагнитных задач в таких устройствах, как датчики, актуаторы, трансформаторы, электромеханические измерительные головки, экранирующие конструкции. Данный модуль предназначен для анализа электро- и магнитостатических полей, вихревых и поверхностных токов.



CST PARTICLE STUDIO (CST PS) — специализированный пакет для анализа поведения заряженных частиц в электромагнитных полях и моделирования электронных пушек, катодных лучевых трубок, магнетронов и т.п.



CST DESIGN STUDIO — инструмент, позволяющий разбить сложное устройство на отдельные части, рассчитать их по отдельности и затем проинтегрировать полученные данные в единое целое. Модулем поддерживается возможность проведения совместного трехмерного ЭМ и схемного моделирования, а также набор различных линейных и нелинейных вычислителей.



CST PCB STUDIO (CST PCBS) — специализированный пакет, позволяющий выполнять анализ целостности сигналов и перекрестных искажений на высокоскоростных цифровых, смешанных аналого-цифровых платах, а также в источниках питания.



CST CABLE STUDIO (CST CS) — специализированный пакет для моделирования электромагнитной совместимости, помехообразования и анализа целостности сигнала внутри систем, содержащих одиночные провода, витые пары, а также сложные жгуты с неограниченным числом проводников. Программа позволяет оценивать напряжения в разных точках кабелей, токи через определенные проводники, S-параметры, импедансы, а также взаимные наводки проводников друг на друга.



CST MPHYSICS STUDIO (CST MPS) — специализированный пакет для анализа тепловых и механических нагрузок. Данный модуль, как правило, используется в комбинации с другими высокочастотными вычислителями.

В зависимости от поставленной задачи, представленные выше модули (поодиночке или в комбинации) позволят выстроить необходимую стратегию для эффективного решения вашей проблемы.

Как быстро научиться работе с пакетом программ

Рекомендуется использовать следующую последовательность действий

1. Внимательно ознакомьтесь с данным документом. Он содержит всю основную информацию, необходимую для понимания работы пакета и дальнейшего изучения документации.
2. Для каждого из упомянутых выше модулей, входящих в состав пакета, существует собственное руководство пользователя. Поэтому, определившись с выбором программы, с помощью которой вы будете решать стоящую перед вами задачу, обратитесь к документации, прилагаемой к ней. В этой документации содержится масса ценной информации, которая научит вас быстрому и эффективному использованию продукта.
3. Мы также рекомендуем вам обратиться к интерактивной справочной системе (Help contents) и внимательно ознакомиться с ее содержимым. В качестве отправной точки вы можете использовать ссылки, размещенные на стартовой странице системы поддержки.
4. Без колебаний обращайтесь в службу технической поддержки, которая поможет вам решить возникшую проблему и ответит на любые вопросы. Так как существует множество различных приложений, документация не в силах в равной степени охватить все возможные вопросы. Служба технической поддержки будет рада помочь вам разрешить все возникшие трудности при решении электромагнитных задач.

Несколько слов о данном документе

Эта инструкция главным образом предназначена для быстрого начала работы с пакетом CST STUDIO SUITE. Она не призвана быть подробным справочником, содержащим описание всех доступных возможностей пакета, в ней приведен лишь обзор его ключевых функций. Понимание этих функций позволит пользователю научиться эффективной работе с данным программным обеспечением, руководствуясь при этом лишь материалами интерактивной справочной системы.

Условные обозначения

- Кнопки диалоговых окон, которые пользователь должен нажимать, в тексте написаны латинскими буквами (например, ОК).
- Комбинации горячих клавиш всегда описаны с использованием знака +. Например, запись CTRL+S означает, что пользователь должен сначала нажать клавишу CTRL, и затем, не отпуская ее нажать клавишу S.
- Доступ ко всем возможностям продукта осуществляется через команды ленты инструментов, расположенной в верхней части главного окна. Путь к командам ленты в тексте обозначен следующим образом: Вкладка ленты | Группы команд | Кнопка ленты | Команда. Такая запись означает, что сначала пользователь должен открыть необходимую вкладку ленты, а затем выбрать нужную кнопку Команды, относящуюся к указанной Группе команд.

Обратная связь

Компания CST постоянно стремится улучшать качество документации, прилагаемой к ее программному обеспечению. Если у пользователя появились какие-то замечания по поводу документации, компания рекомендует незамедлительно отправить их в ближайший центр технической поддержки. Если вы не знаете, как связаться с этим подразделением, просто пошлите электронное письмо по адресу info@cst.com.

Связь с компанией CST (Computer Simulation Technology)

Компания CST (Computer Simulation Technology) приветствует любую обратную связь от пользователей ее программного обеспечения. По вопросам приобретения рекомендуется связываться с ближайшим офисом продаж или региональным дистрибутором. В случае, если у пользователя возникают проблемы с использованием программного обеспечения CST, рекомендуется без колебаний обращаться в техническую поддержку, как описывалось выше.

Главный офис компании CST

CST – Computer Simulation Technology
Bad Nauheimer Strasse 19
D-64289 Darmstadt
Germany
Телефон: +49 (0) 6151-7303-0
Факс: +49 (0) 6151-7303-10
Электронная почта: info@cst.com
Адрес в сети интернет: <http://www.cst.com>

Региональные дистрибуторы

Компания CST имеет развитую сеть региональных дистрибуторов. Распространением и поддержкой программных продуктов CST на территории России и стран СНГ занимается:

ООО "Евроинтех"
140011, Россия, Московская область, г. Люберцы, ул. Юбилейная, д. 26, помещение 016
Телефон мобильный: +7-(495)-749-45-78
Тел./факс: +7-(495)-228-72-04
Электронная почта: sales@eurointech.ru
Адрес в сети интернет: <http://www.eurointech.ru/cst>

Полный список существующих центров технической поддержки можно найти странице компании в сети интернет по адресу <http://www.cst.com>.



Техническая поддержка

Прежде чем обращаться в службу технической поддержки, пользователю следует попробовать решить возникшую проблему самостоятельно с использованием документации или интерактивной справочной системы. Если эта попытка не принесла результатов, пользователь может получить поддержку любым из перечисленных ниже способов.

Страница технической поддержки на сайте компании CST

На сайте компании CST к услугам пользователей имеется регулярно обновляемый список часто задаваемых вопросов, прикладных записок и видеороликов. Все эти материалы доступны для просмотра в режиме он-лайн или скачивания на компьютер пользователя.

Помимо полезной документации страница поддержки также позволяет скачивать архивы с последними обновлениями пакета программ.


Значительная часть информации, связанной с технической поддержкой программных продуктов располагается в закрытой части сайта, доступ к которой имеют только зарегистрированные пользователи. После регистрации, в ходе которой пользователь должен указать свои персональные данные и лицензионную информацию, он получает личный логин и пароль для доступа к своему персональному аккаунту и входа в закрытую часть сервера. Вы также можете создавать и управлять своим аккаунтом поддержки в самой программе, используя для этого окно персональных настроек File | Help | Support Account Settings . После ввода корректной регистрационной информации доступ к странице поддержки может осуществляться напрямую с помощью команды ленты File | Help | Online Support Area  (без необходимости ввода логина и пароля).


Чтобы всегда быть в курсе последней информации об улучшениях и обновлениях продукта, рекомендуется посещать эту страницу регулярно.

Мощная функция поиска интерактивной справочной системы включает в себя возможность поиска запрашиваемой информации на странице технической поддержки сайта компании CST.

Техническая поддержка с использованием электронной почты

В случае возникновения у пользователя проблем, разрешение которых с помощью советов на странице часто задаваемых вопросов невозможно, рекомендуется послать запрос по электронной почте в региональный центр технической поддержки или по адресу info@cst.com. Ответ будет получен вами с течением одного рабочего дня.

Рекомендуемый способ работы с командой технической поддержки – отправить запрос (support ticket) в службу технической поддержки. Вы можете создать новый запрос или управлять существующими на своем персональном аккаунте или с помощью команды ленты File | Help | Support Tickets .

В ряде случаев может потребоваться отправить проблемный проект в службу технической поддержки для более детального изучения. Для архивации всех необходимых данных следует воспользоваться командой меню File | Archive As .

Техническая поддержка по телефону и факса

В экстренных случаях пользователь может связаться со службой технической поддержки по телефону. Сначала рекомендуется связаться с региональным представителем. Если проблема не может быть решена незамедлительно, спустя некоторое время вам перезвонит специалист из центрального офиса.

Глава 2 — Установка

Установка пакета CST STUDIO SUITE не требует особых усилий. В этой главе содержится информация, необходимая пользователю для установки и активации данного программного продукта. Глава содержит следующие разделы:

- Системные требования
- Опции лицензирования
- Инструкция по установке
- Настройка сервера лицензий
- Начало работы в CST STUDIO SUITE.

Обратите внимание: в данном руководстве приведена инструкция по установке на платформы с операционной системой Microsoft Windows. Для установки программного обеспечения на системы под управлением Linux обратитесь к соответствующей документации, поставляемой для Linux систем.

Системные требования

- Программное обеспечение CST предназначено для работы под управлением операционных систем Windows 7, Windows 2008 Server R2, Windows 8, Windows 2012 Server, Windows 8.1 и Windows 2012 Server R2.
- Процессоры семейства Intel Pentium или выше, совместимые с платформой IBM PC (настоятельно рекомендуется использовать процессор Intel Xeon).
- Полная поддержка графической картой технологии OpenGL.
- Устройство чтения DVD дисков.
- Минимум 4 Гб оперативной памяти (рекомендуется 8 Гб).
- Минимум 30 Гб свободного пространства на жестком диске (рекомендуется 60 Гб).

Опции лицензирования

Программным обеспечением CST поддерживаются два типа лицензии: локальный (node locked) или сетевой (плавающий). Локальная лицензия позволяет одновременно запускать указанное в ней число копий программ на конкретном компьютере. Сетевая (плавающая) лицензия позволяет одновременно запускать указанное в ней число копий программ на нескольких компьютерах локальной сети, соединенных с сервером лицензий.

Большинство шагов процедуры установки одинаковы для обоих типов лицензий, упомянутых выше. Поэтому, сначала будут представлены общие этапы процедуры, а затем рассмотрена разница в установке двух типов лицензий.

Инструкция по установке

Обычно, для установки программного обеспечения CST требуется, чтобы пользователь обладал правами администратора. При отсутствии таких прав обратитесь за помощью к вашему системному администратору. По соображениям безопасности после того, как программное обеспечение будет успешно установлено и запущено, желательно не продолжать пользоваться полномочиями системного администратора, а выйти из системы и заново зайти под логином с правами стандартного пользователя.

Установка пакета CST STUDIO SUITE не требует особых усилий. Вставьте диск с программным обеспечением CST в устройство чтения DVD-ROM и ждите, пока программа установки не запустится автоматически. В случае, если на вашем компьютере отключена

функция автозапуска содержимого DVD диска, программу установки можно запустить вручную, просто зайдя в директорию DVD и выполнив двойной щелчок левой кнопкой мыши на программе Setup.exe. При этом на экране появится изображение, показанное на рисунке 2.1.

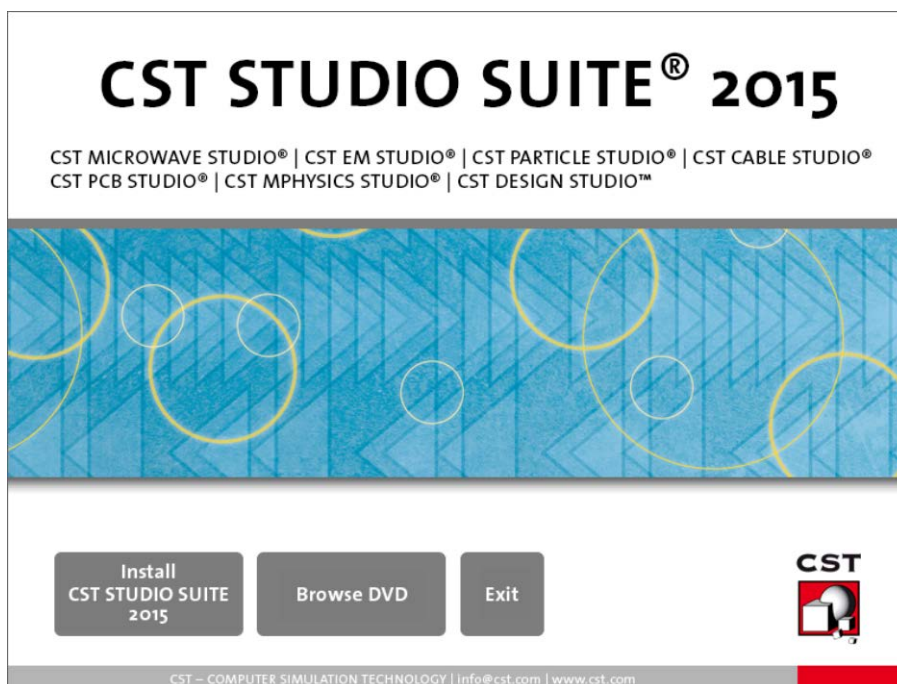


Рис. 2.1.

Для установки программного обеспечения нажмите кнопку Install CST STUDIO SUITE 2015, которая расположена в левом нижнем углу экрана. Для операционных систем Windows 8 может потребоваться предварительная установка программы .NET Framework 3.5. В случае появления запроса на установку следуйте инструкциям.

В зависимости от текущей конфигурации системы следующим шагом будет установка дополнительных модулей (см. рис.2.2.), необходимых для работы CST STUDIO SUITE. Если некоторые из них были установлены ранее, то инсталляция этих модулей или даже все диалоговое окно может быть пропущено.

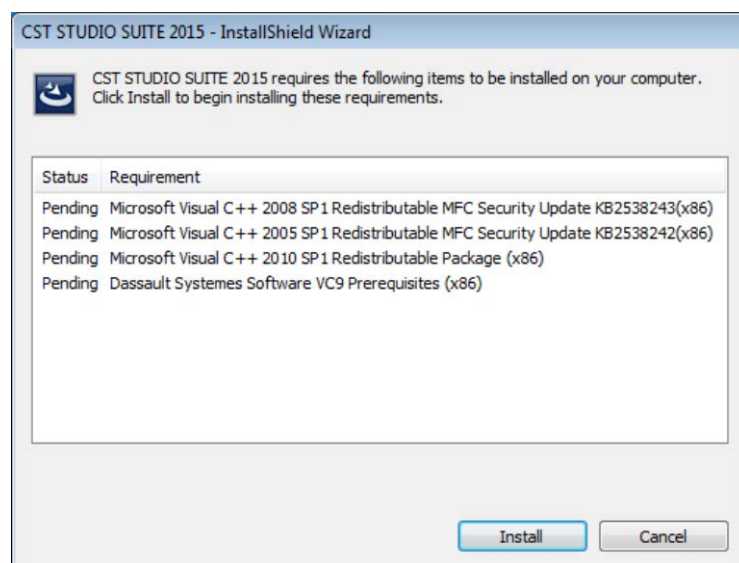


Рис.2.2.

Нажмите кнопку Install для установки дополнительного программного обеспечения, после завершения которой запустится мастер инсталляции, первое диалоговое окно которого показано на рисунке 2.3.

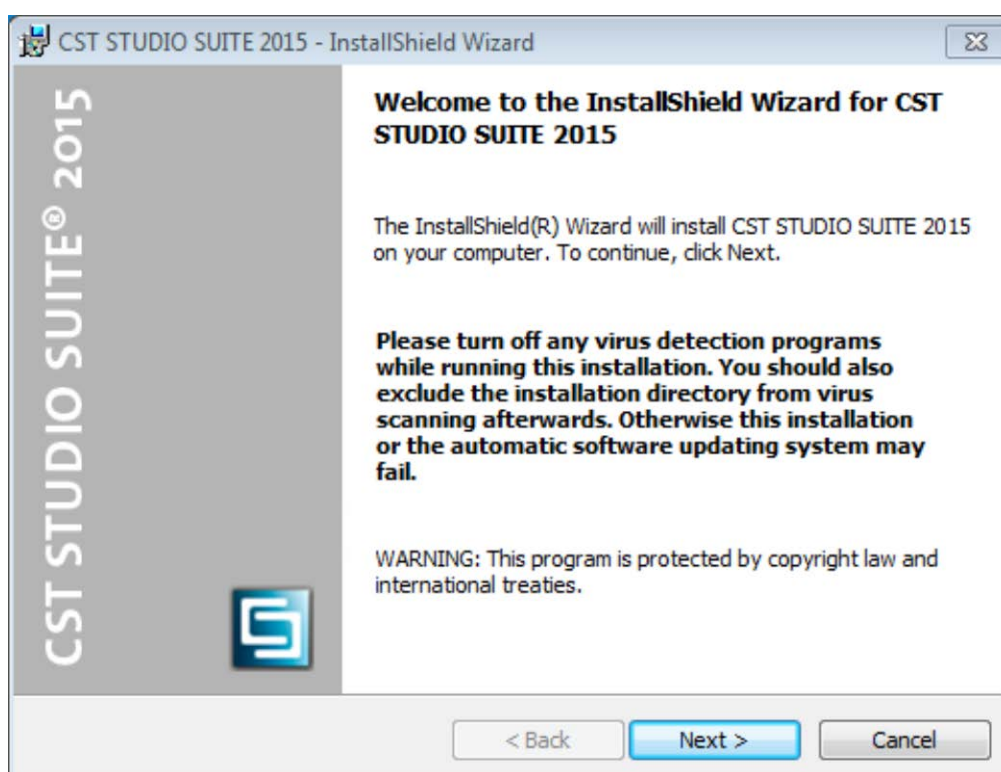


Рис. 2.3.

Далее, следует внимательно изучить все представленные на экране инструкции и действовать согласно их указаниям. Для получения всех примеров, входящих в состав стандартной поставки пакета, рекомендуется выбрать тип установки Typical (типовая).

Обратите внимание, что типовая установка также включает установку модулей, поддерживающих возможность распределенных вычислений на нескольких компьютерах (Distributed Computing), активацию которых можно выполнить позднее.

Если вы планируете использовать только локальную лицензию, то следующий раздел данной главы можно пропустить и сразу перейти к разделу "Начало работы в CST STUDIO SUITE".

Сервер лицензий

Использование сетевой (плавающей) лицензии требует, чтобы в рамках локальной сети на одном из компьютеров был установлен сервер лицензий, и этот компьютер был доступен по сети для всех остальных компьютеров, на которых предполагается использовать пакет CST STUDIO SUITE.

Связь между сервером лицензий и другими программами осуществляется посредством протокола TCP/IP. В случае использования программных или аппаратных сетевых экранов, следует убедиться, что соединение может быть установлено надлежащим образом.

Отдельная установка лицензионного сервера требуется только в том случае, если вы создаете сервер лицензии на компьютере, на котором не был установлен ни один из компонентов пакета CST STUDIO SUITE. Типовая установка пакета программ CST STUDIO SUITE всегда включает инсталляцию сервера лицензий. Если на компьютер, который вы собираетесь

использовать в качестве сервера лицензий, ранее уже был установлен пакет CST STUDIO SUITE, то можно пропустить шаг установки сервера лицензий и сразу приступить к его конфигурации.

Установка сервера лицензий

Установка сервера лицензий на конкретный компьютер не требует особых усилий. Следует просто запустить программу установки, как было описано выше, и при запросе типа инсталляции выбрать вариант License Server.

Конфигурация сервера лицензий

После завершения установки сервера лицензий, следует выполнить его настройку. В случае привязки лицензии к USB ключу защиты, необходимо подключить ключ защиты к USB порту до начала процесса конфигурации сервера лицензий.

Примечание: Если на данном компьютере установлены другие программные продукты с привязкой к аппаратным ключам защиты, то существует вероятность конфликтов между ними. В таких случаях рекомендуется отключить все другие ключи и повторно выполнить установку пакета CST STUDIO SUITE. При возникновении любых проблем, следует обратиться в службу технической поддержки.

Доступ ко всем программам пакета CST STUDIO SUITE осуществляется через раздел CST STUDIO SUITE 2015 в меню Пуск операционной системы Windows. В нем в частности расположен ярлык под названием CST License Manager. Выберем его и запустим сервер лицензий. На экране появится панель управления сервера лицензий (рис. 2.4).

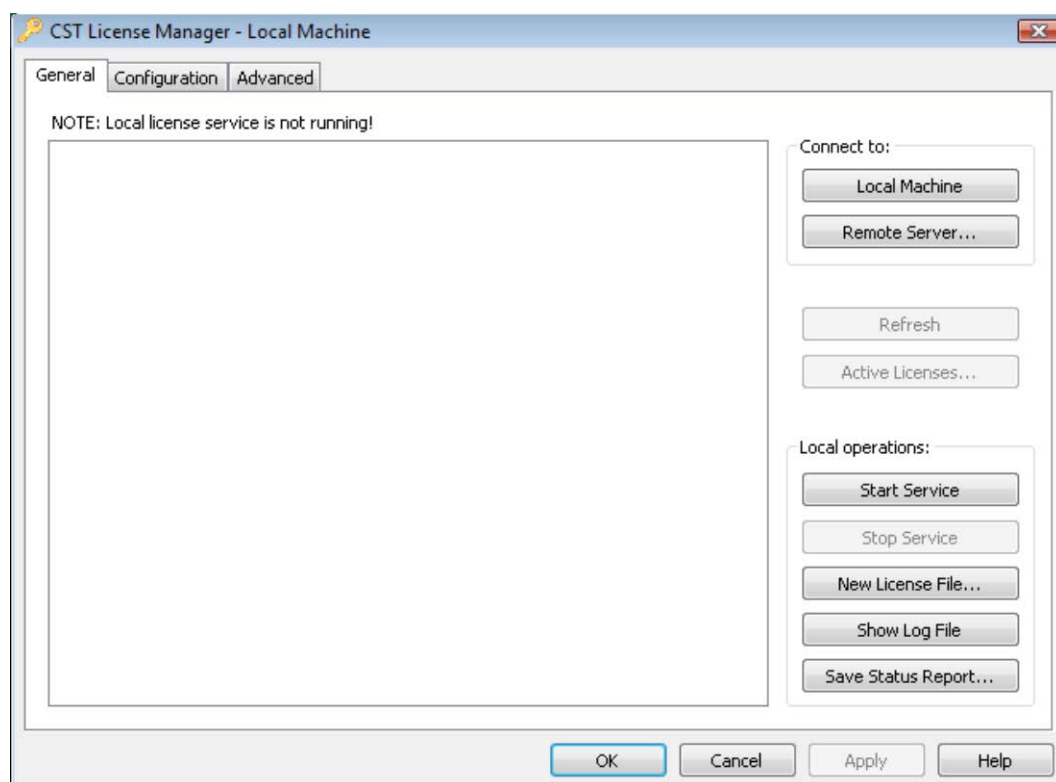


Рис. 2.4.

Нажмите кнопку New License File, расположенную на закладке General. Система предложит выбрать лицензионный файл, предварительно полученный по электронной почте от компании CST. После выбора лицензионного файла система автоматически скопирует его в

нужную директорию и запустит сервер лицензий. В разделе Licenses available on local server отобразится список функций, доступных в данной лицензии (рис. 2.5).

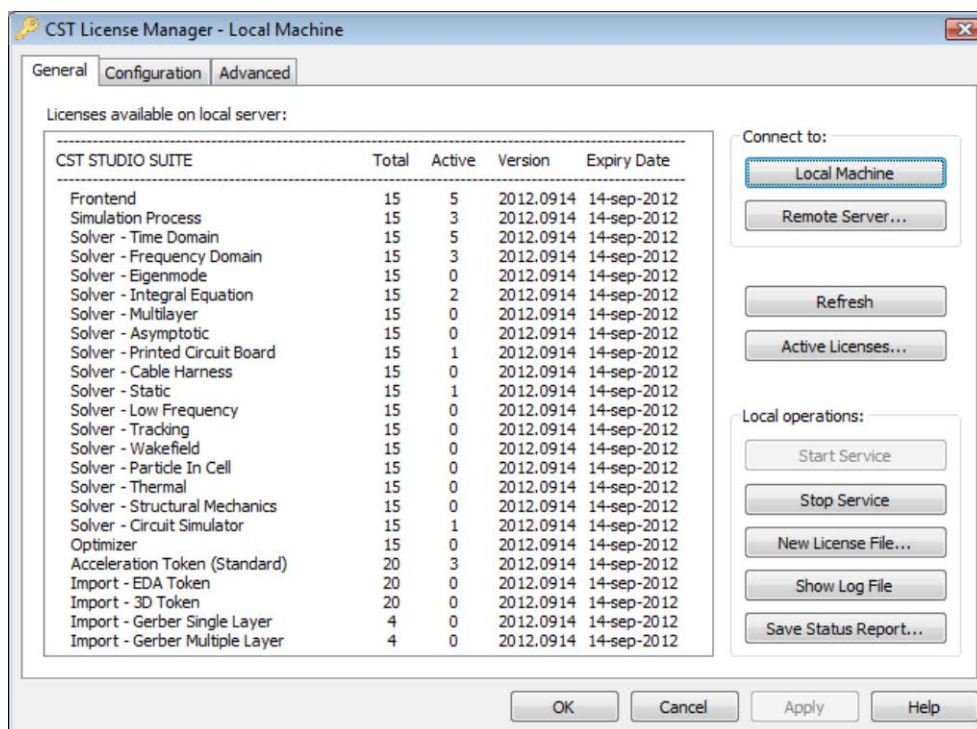


Рис. 2.5.

Примечание: Интерактивная информация по всем пользователям, использующим лицензии CST, доступна при нажатии кнопки Active Licenses.

Начало работы в CST STUDIO SUITE

При первом запуске среды проектирования CST STUDIO SUITE, а также каждый раз при истечении срока действия лицензии, на экране появляется диалоговое окно, изображенное на рисунке 2.6.

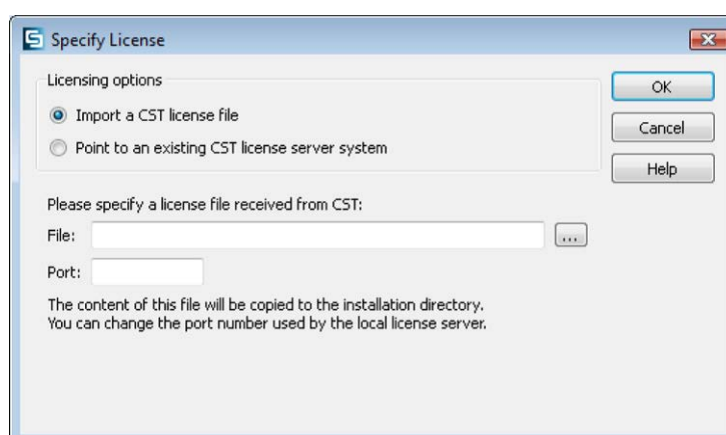


Рис. 2.6.

Последовательность следующих действий зависит от типа используемой лицензии: локальной или плавающей.

Локальная лицензия

Если лицензия привязывается к ключу защиты, то он должен быть подключен к USB порту.

Для установки локальной лицензии необходимо в диалоговом окне Specify License активировать окошко Import a CST license file (рис. 2.6). Далее следует нажать кнопку ... и указать путь к лицензионному файлу, полученному по электронной почте. После нажатия кнопки ОК, система скопирует лицензионный файл в нужную директорию и автоматически запустит программу CST STUDIO SUITE.

Плавающая лицензия

Как уже было отмечено, для использования сетевой (плавающей) лицензии, на одном из компьютеров локальной сети необходимо создать сервер лицензий. Предположим, что мы уже установили и настроили сервер лицензий, следуя инструкциям из раздела “Конфигурация сервера лицензий”.

Чтобы воспользоваться плавающей лицензией, необходимо в диалоговом окне Specify License указать опцию Point to an existing CST license server system. В результате окно Specify License будет выглядеть следующим образом (рисунок 2.7):

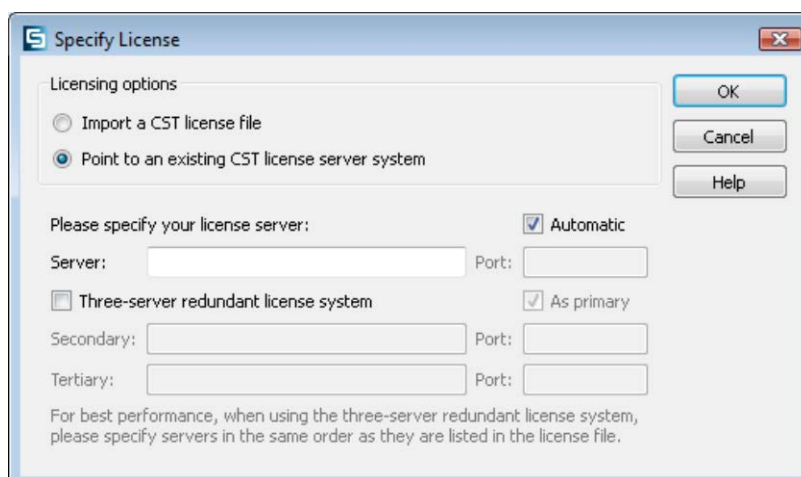


Рис. 2.7.

Единственным параметром, который необходимо задать в этом окне, является имя сервера лицензий, которое вводится в поле Server. Поле Port позволяет задавать порт лицензионного сервера TCP/IP. По умолчанию, порт определяется автоматически, так что можно оставить настройки без изменений. После нажатия кнопки ОК все параметры будут сохранены, и система автоматически запустит программу CST STUDIO SUITE.

Примечание: Для правильной работы пакета с любым типом лицензий необходимо, чтобы в именах компьютеров и пользователей на них использовались только буквы латинского алфавита или цифры. Использование кириллицы не допускается.

Глава 3 — Пользовательский интерфейс

После успешной установки программного обеспечения, которая выполнялась пользователем с правами администратора, по соображениям безопасности желательно выйти из системы и заново зайти под логином с правами стандартного пользователя.

Для запуска пакета CST STUDIO SUITE необходимо выполнить команду CST STUDIO SUITE из раздела меню Пуск | Программы | CST STUDIO SUITE 2015. На экране появится главное окно среды проектирования CST STUDIO SUITE, изображенное на рисунке 3.1.

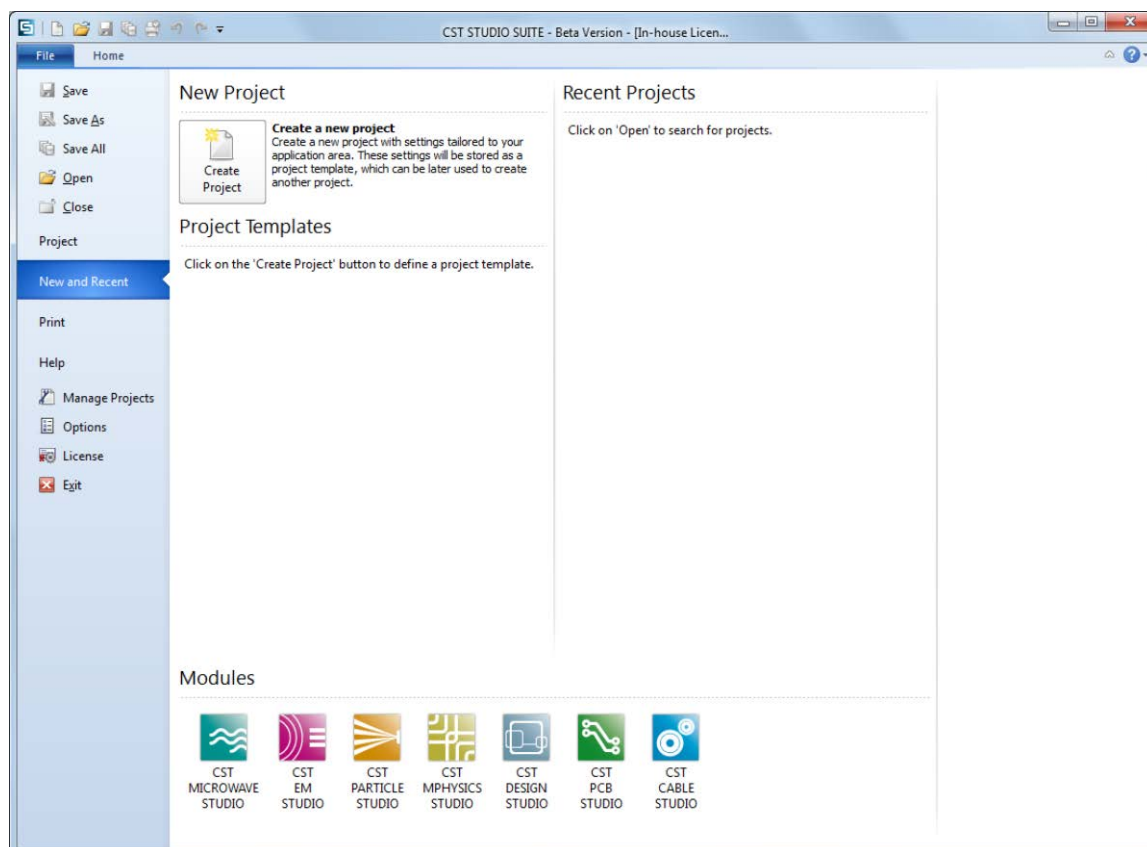


Рис. 3.1.

Данное окно запускается по умолчанию, если не был открыт проект CST. Вы можете в любое время активировать эту страницу, обращаясь во вкладку File ленты инструментов.

В левой части диалогового окна (рис. 3.1) содержатся классические команды для работы с файлами: Открыть (Open), Сохранить (Save) и Печать (Print). Также помимо стандартного набора операций доступны следующие три раздела:

- **Project:** содержит краткую информацию о запущенном проекте, открывает доступ к операциям по работе с ним (например, архивации) или дает прямую ссылку в адресной строке для быстрого доступа к каталогу проекта. Обратите внимание: данная страница доступна только при наличии открытого проекта.
- **New and Recent (новый или недавние):** стартовая точка для создания нового проекта или для быстрой загрузки недавно используемых проектов
- **Help (Поддержка):** на данной странице вы можете открыть интерактивную справочную систему, получить доступ к своему аккаунту поддержки на сайте CST, а также информацию о защите прав и сведения о версии.

Управление лицензиями

Управление лицензиями осуществляется в диалоговом окне License Management (рис. 3.2), вызываемом во вкладке File ленты инструментов с помощью команды License:

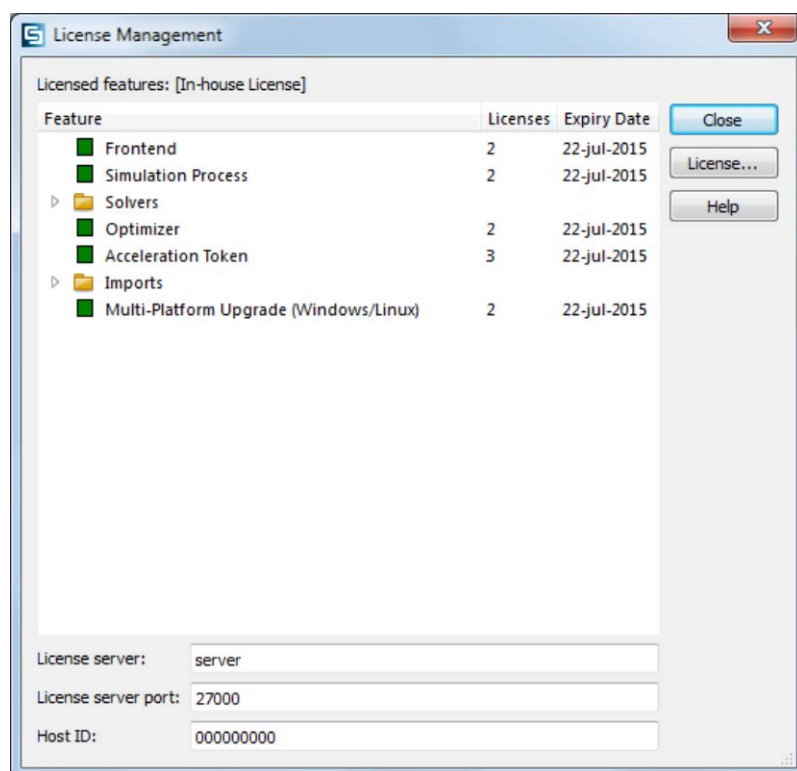


Рис. 3.2.

В этом окне в виде дерева показаны все доступные системе функции с количеством активных лицензий и датой окончания срока их действия. Наведите курсор мыши на любую из отображаемых в списке функций, в результате чего появится всплывающая подсказка, содержащая подробное описание.

В разделах, расположенных в нижней части окна, отображаются: имя сервера лицензий (License server), порт сервера лицензий (License server port) и идентификационный номер USB ключа (Host ID), если в настоящий момент он соединен с компьютером.

В случае использования локальной лицензии обновление лицензионного файла выполняется после нажатия кнопки License. При использовании сетевой (плавающей) лицензии рекомендуется обратиться к панели управления сервера лицензий, как описано в инструкции по установке в Главе 2.

Система автоматического обновления

Система автоматического обновления программного обеспечения помогает отслеживать и устанавливать обновления, необходимые для использования на компьютере самой последней версии пакета программ CST STUDIO SUITE.

По умолчанию система настроена таким образом, что она периодически обращается к сайту разработчика и проверяет на нем наличие последних обновлений. Изменить способ обновления можно в разделе Automatic Updates диалогового окна Options, вызываемого во вкладке File ленты инструментов (рис. 3.3).

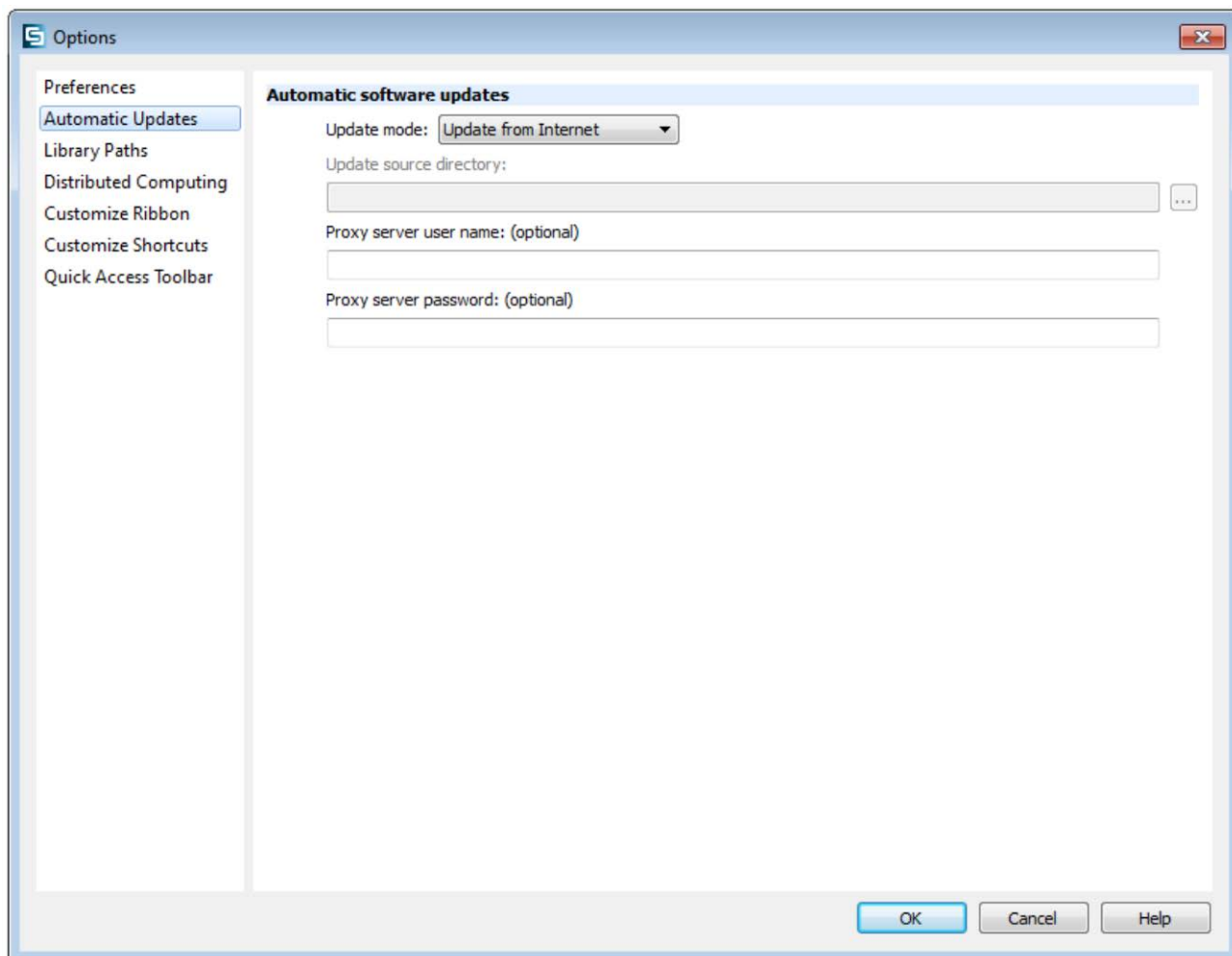


Рис. 3.3.

Здесь в поле Automatic Software Updates в выпадающем списке Update mode задается способ обновления: через интернет (Update from internet), из локальной папки (Update from local directory) и без автоматического обновления (No automatic updates); а также информация для прокси-сервера. Последняя может потребоваться пользователю для аутентификации при входе в сеть интернет.

Настоятельно рекомендуется использовать автоматическое обновление программного обеспечения, для установки последних улучшений программного обеспечения. Дополнительная информация о системе автоматического обновления и ее настройках приведена в интерактивной справочной системе.

Информация о версии программы

В ряде случаев при обращении в службу технической поддержки может потребоваться информация о версии используемого программного обеспечения. Получить эти данные можно в разделе Help во вкладке File ленты инструментов (рис. 3.4).

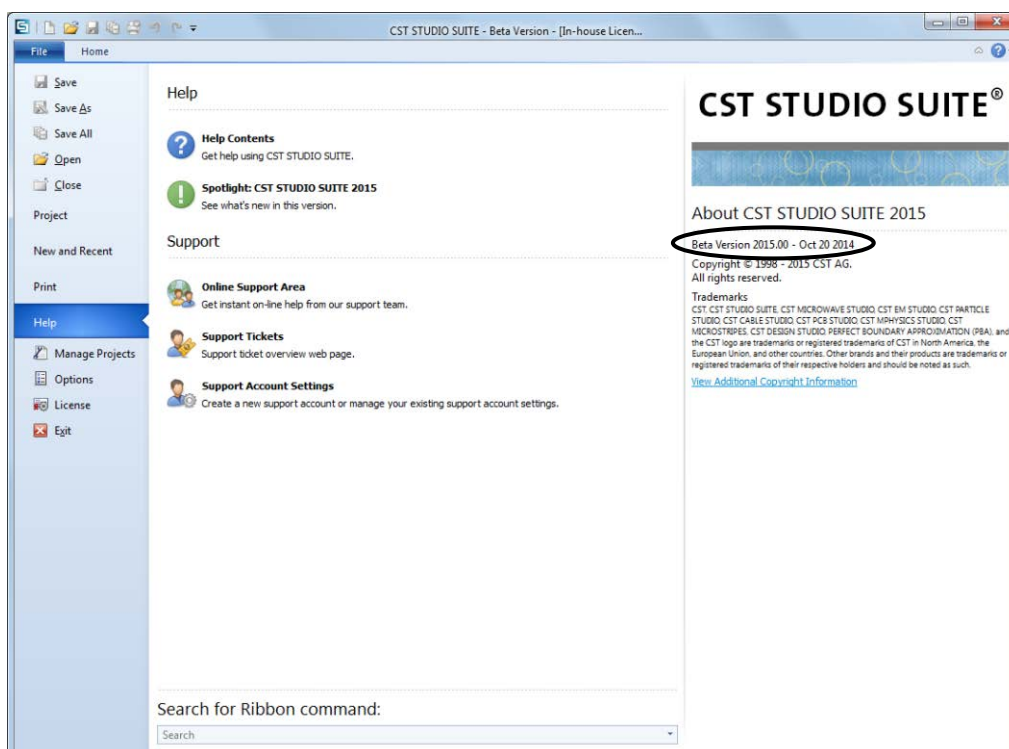


Рис. 3.4.

Открыть проект

Используйте команду Open вкладки File ленты инструментов для того, чтобы открыть существующий проект:

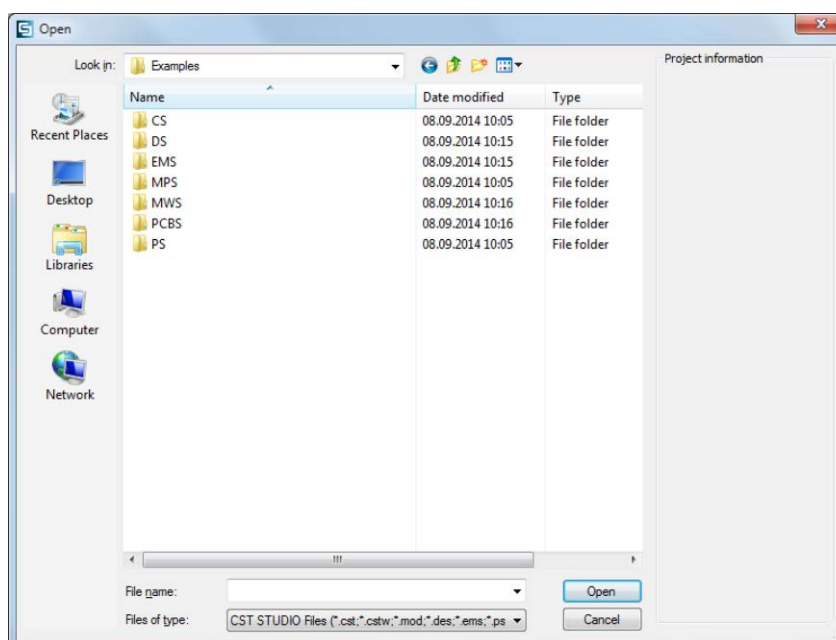


Рис.3.5.

В появившемся диалоговом окне вы можете выбрать файл проекта с разрешением .cst.

Обратите внимание: Предыдущие версии CST STUDIO SUITE использовали различные форматы файлов (.mod, .ems, .psf) для сохранения разных типов проектов. Для совместимости с предыдущими версиями программного обеспечения диалоговое окно выбора файла (рис. 3.5.) поддерживает данные расширения.

Если вы хотите открыть проект, используемый ранее, то рекомендуется обратиться к команде File | New and Recent, в окне которой выбрать необходимый файл из раздела Recent Projects.

Новый проект

Для создания нового проекта пользователь должен нажать кнопку Create Project раздела New and Recent во вкладке File ленты инструментов (рис.3.6.). При этом запустится мастер шаблона проекта, который с помощью нескольких наводящих вопросов поможет настроить новый проект под необходимую область моделирования.

Такой способ настройки гарантирует автоматический запуск необходимого модуля из всего пакета программ. Также будут корректно установлены все необходимые настройки проекта для анализируемого класса устройств.

Данные настройки также сохраняются в виде шаблонов проекта (Project Template) для дальнейшего повторного использования. Пользователю необходимо просто выбрать подходящий шаблон из списка Project Templates для создания другого проекта, но из того же типа устройств.

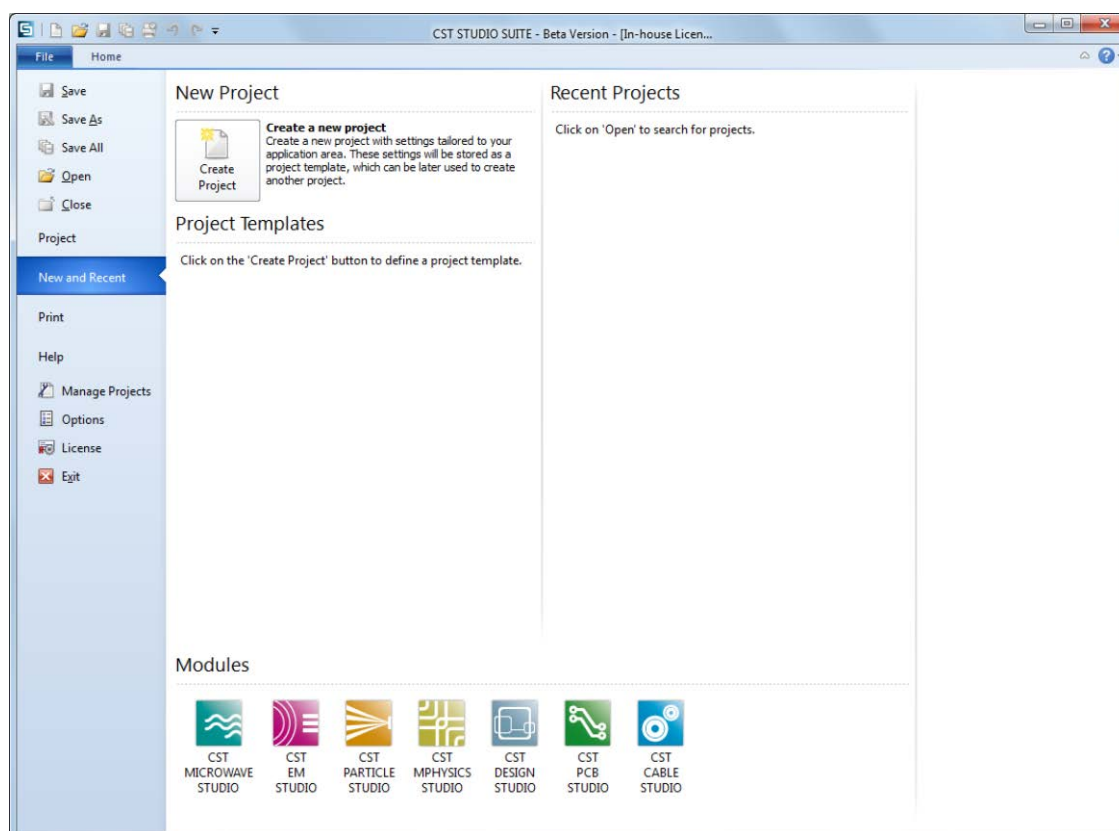


Рис. 3.6.

Давайте создадим новый проект. Для этого нажмите кнопку File | New and recent | Create Project для запуска мастера шаблона проекта (рис.3.7.).

В этом документе рассматриваются общие шаги по настройке шаблона проекта. Для получения детальной информации обратитесь к другим руководствам CST STUDIO SUITE.

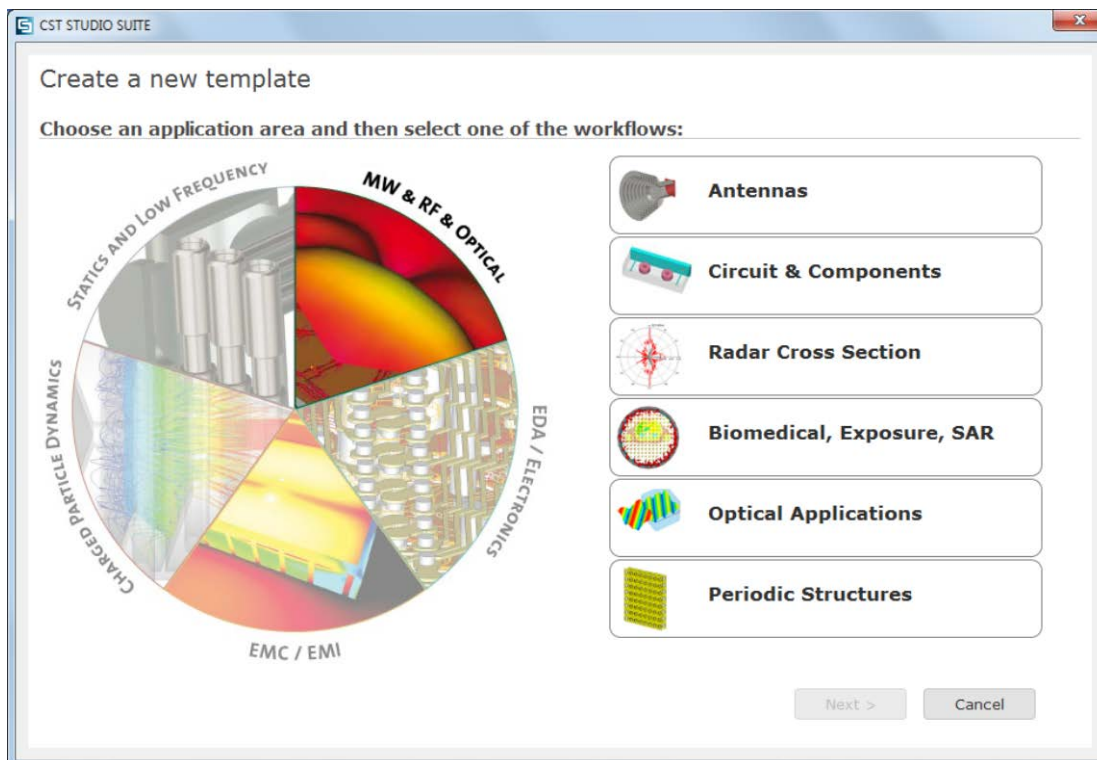


Рис.3.7.

В рамках примера мы не будем уделять особого внимания детальным настройкам шаблона, поэтому просто выберите раздел Microwaves & RF, затем Antennas, после чего нажмите кнопку Next несколько раз без внесения каких-либо изменений. В конце описания вы можете проверить настройки своего шаблона на финальной сводной странице (рис.3.8.). Также на ней при необходимости вы можете изменить имя проекта:

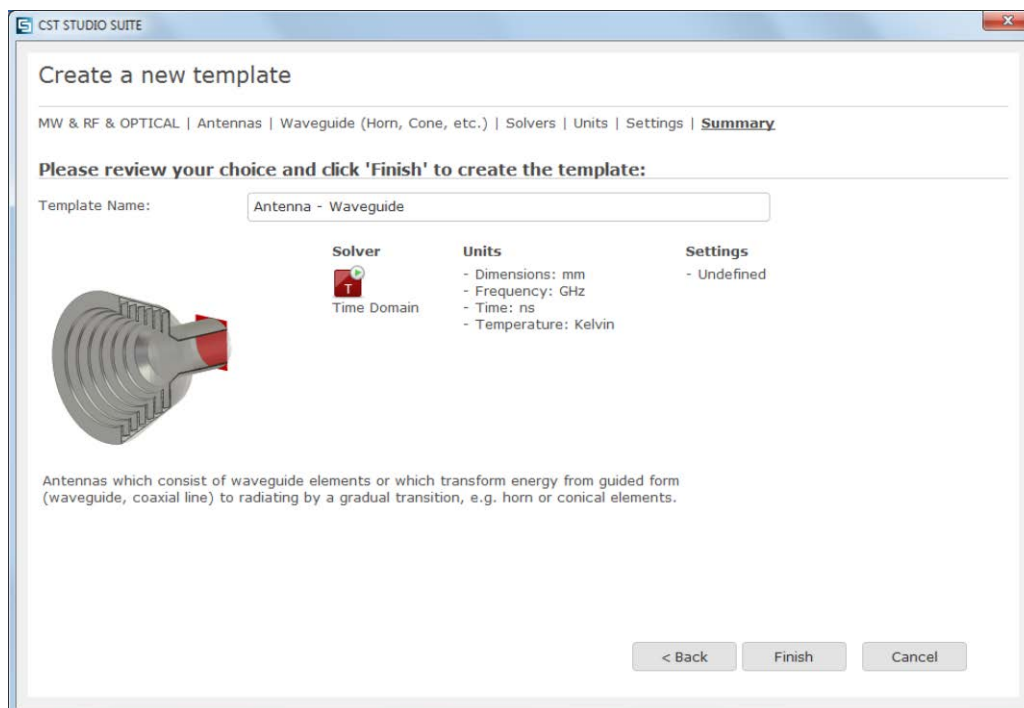


Рис.3.8.

В завершении нажмите кнопку Finish для запуска, модуля настроенного под вашу задачу. В данном случае это будет CST MICROWAVE STUDIO.

Обзор пользовательского интерфейса

В данном разделе будут рассмотрены инструменты управления и команды CST MICROWAVE STUDIO. Поскольку пользовательский интерфейс для программ CST EM STUDIO, CST PARTICLE STUDIO и CST MPHYSICS STUDIO абсолютно идентичен, вы сможете беспрепятственно использовать приведенную информацию для любого из этих модулей.

После запуска CST MICROWAVE STUDIO откроется окно программы, и появятся доступные элементы пользовательского интерфейса (рис.3.9.):

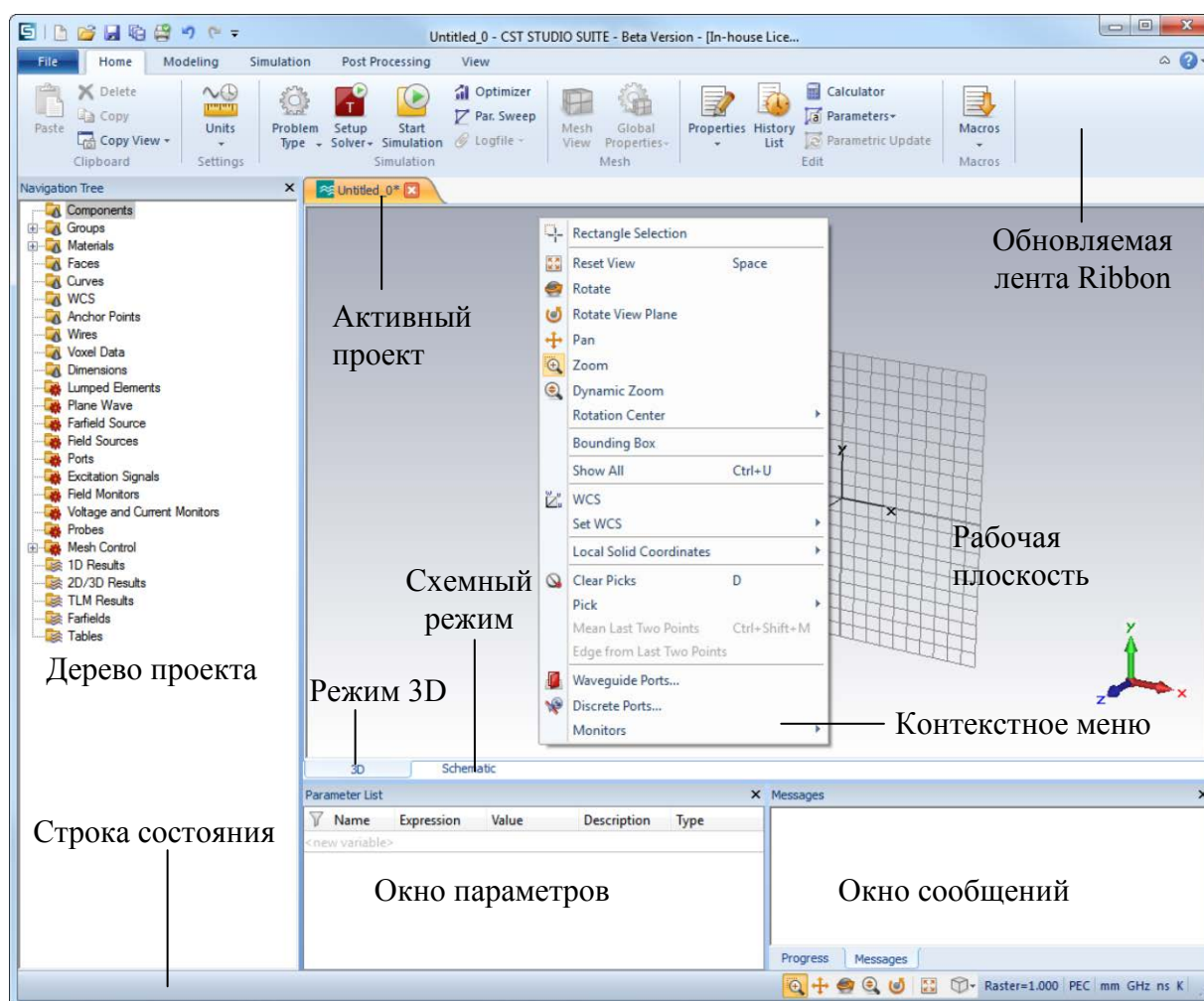


Рис.3.9.

Обновляемая лента Ribbon

Обновляемая лента Ribbon (рис.3.10) распределяет все доступные элементы управления пользовательским интерфейсом по вкладкам. Такой режим просмотра появился на замену классического меню и панели инструментов:

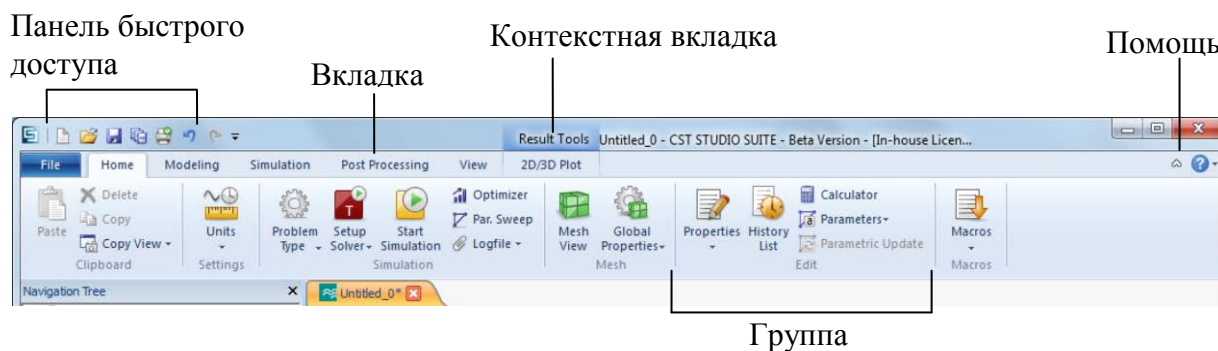




Рис.3.10.

Все команды из вкладки ленты разделены по группам. Помимо вкладок и групп лента Ribbon включает:

- Панель быстрого доступа – компактная, настраиваемая панель инструментов, содержащая наиболее часто используемые команды
- Основные вкладки всегда отображаются пользователю CST MWS. При переходе из 3D режима в схемный (Schematic) меняется конфигурация основных вкладок, поскольку каждый режим просмотра обладает своей конфигурацией индивидуальных инструментов управления.
- Контекстные вкладки отображаются в тех случаях, когда выбран определенный объект или активен специальный режим просмотра.
- Вкладка File содержит набор команд, относящихся к работе с файлами. Также здесь вы можете найти команды общего назначения и получить дополнительную справочную информацию
- Кнопка вызова справки Help  осуществляет доступ к интерактивной справочной системе и к личному аккаунту поддержки. Также с ее помощью активируется электронный помощник QuickStart Guide в проектах CST MWS или в аналогичных модулях.
- Свернуть ленту Ribbon (комбинация клавиш Ctrl+F1)  - команда убирает для просмотра ленту управления. Пользователю остаются видимыми только названия вкладок.

Для создания своей вкладки, а также для настройки инструментов и групп основных, уже настроенных вкладок, используйте команду ленты File | Options | Customize Ribbon (рис.3.11):

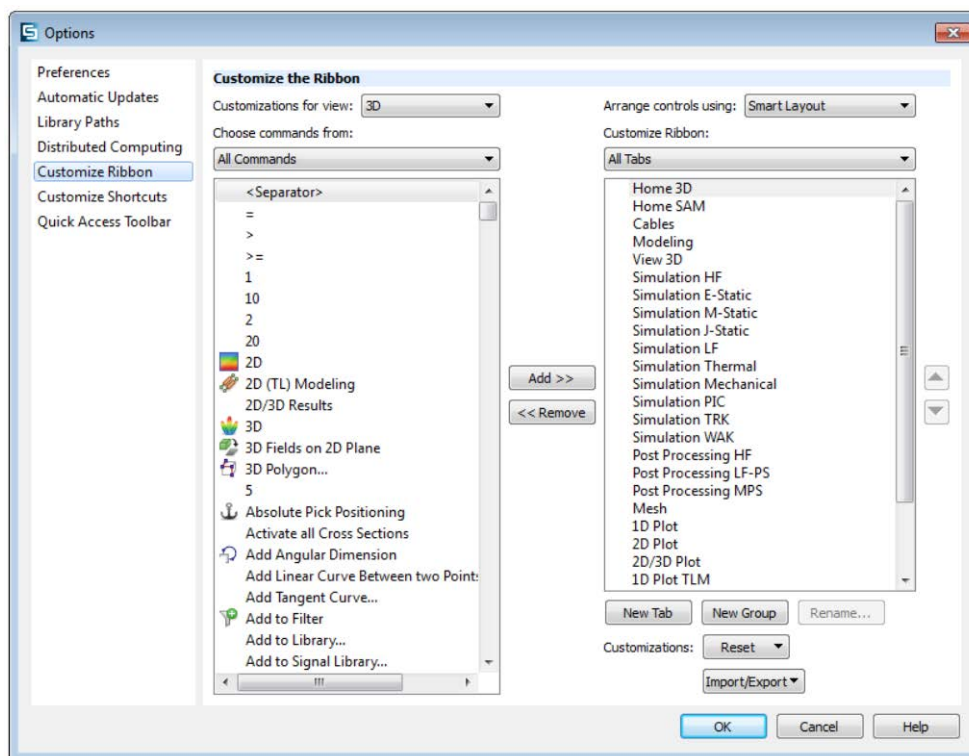
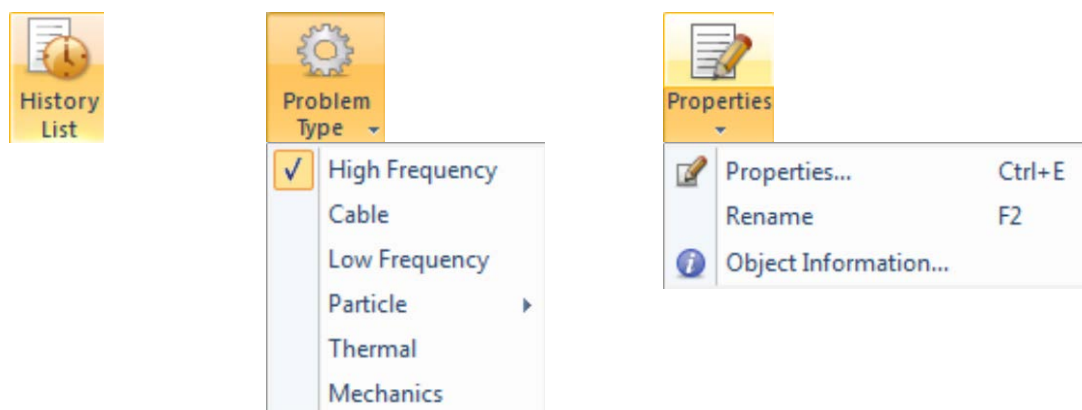


Рис.3.11.

Во вкладке ленты могут использоваться кнопки трех типов (рис.3.12.):



Экранная кнопка

Кнопка меню

Разворачивающаяся кнопка

Рис.3.12.

- Экранная кнопка выполняет определенное действие или активирует необходимый режим
- Кнопка меню предлагает набор возможных действий, но сама не активирует никакого действия
- Разворачивающаяся кнопка является комбинацией предыдущих двух. При нажатии на нижнюю часть иконки открывается доступное меню. В случае использования верхней области будет активировано установленное действие

Ниже рассмотрены оставшиеся элементы пользовательского интерфейса (см. рис.3.9.):

Активный проект

Вкладки активных проектов позволяют быстро переключаться между проектами, загруженными в CST.

Дерево проекта

Дерево проекта является неотъемлемой частью рабочего окна, оно обеспечивает доступ ко всем частям проекта, например, моделируемым структурам или результатам расчета.

Контекстное меню

Контекстное меню вызывается нажатием правой кнопки мыши и обеспечивает удобный доступ к часто используемым командам, доступным для данной части проекта. Содержание этого меню постоянно меняется в зависимости от объекта, с которым вы работаете.

Рабочая плоскость

Рабочая плоскость — плоскость, на которой выполняется построение графических примитивов. В силу того, что мышь работает только в двух направлениях даже при описании трехмерных объектов, необходимо, чтобы все координаты были спроектированы на плоскость рисования. Пользователь может беспрепятственно изменить самыми разными способами положение и ориентацию данной плоскости, что делает среду построения трехмерных моделей очень мощным инструментом.

Схемный и трехмерный режимы просмотра

С помощью вкладок, расположенных в нижней части главного окна, вы можете переключаться между 3D видом и схемным режимом просмотра. Помимо этих двух вкладок могут появляться дополнительные: например, для просмотра результатов. Обзор пользовательского интерфейса для режима Schematic представлен в документе CST DESIGN STUDIO – Workflow.

Окно параметров

Окно параметров содержит список используемых в проекте параметров с отображением их значений.

Строка состояния

В строке состояния (рис.3.13.) содержится полезная информация о текущих настройках проекта. Вы можете нажать левой кнопкой мыши по отображаемым параметрам для доступа к диалоговым окнам, позволяющим внести изменения в настройки проекта. Также в нем вы можете выбирать инструменты просмотра модели. Подробнее об инструментах просмотра будет сказано далее в этом документе.



Рис.3.13.

Окно сообщений и состояния

Окно сообщений выдает актуальную текстовую информацию, например, выходные данные вычислительного модуля. Окно состояния отображает шкалу прогресса для каждого выполняемого процесса моделирования.

Дальнейшие шаги

После знакомства с основами работы в продукте CST STUDIO SUITE вы можете приступить к изучению специализированных руководств, в зависимости от той программы, которую вы собираетесь использовать.

Если пользователь планирует в дальнейшем работать с модулями CST MICROWAVE STUDIO, CST EM STUDIO, CST PARTICLE STUDIO, CST CABLE STUDIO CST MPHYSICS STUDIO, то настоятельно рекомендуется изучить следующую главу данного руководства, посвященную моделированию трехмерных структур.

Глава 4 — Моделирование трехмерных структур


Программы CST MICROWAVE STUDIO, CST EM STUDIO, CST PARTICLE STUDIO и CST MPHYSICS STUDIO обладают одинаковой средой проектирования трехмерных моделей. В данной главе будут рассмотрены основные приемы построения объектов, применимые во всех указанных выше программах. Внимательно изучите приведенную ниже информацию, она позволит вам использовать программу максимально эффективно.

Примечание: большая часть приведенной ниже информации доступна в виде видеоролика Getting Started Video Part 1 из интерактивной справочной системы.

Построение и просмотр простейших объектов

Рассмотрим последовательность действий, необходимую для построения простейших трехмерных структур. Как правило, многие сложные объекты являются комбинацией нескольких простейших элементов, называемых далее примитивами. Ниже будет рассмотрено построение такого простейшего элемента на примере параллелепипеда.

Создание параллелепипеда

1. Переключитесь во вкладку Modelling, в которой выполните команду Shapes | Brick . Система попросит вас задать первую точку основания параллелепипеда, размещаемую на рабочей плоскости.
2. Установите первую точку, выполнив двойной щелчок левой кнопкой мыши на рабочей плоскости.
3. Двойным щелчком левой кнопкой мыши по рабочей плоскости установите вторую точку прямоугольника, являющегося основанием нашего параллелепипеда.
4. Далее, перемещая указатель мыши, зададим высоту бруска. Двойным щелчком левой кнопкой мыши зафиксируем третью точку.
5. После описания всех трех точек автоматически откроется диалоговое окно, в котором будут указаны числовые значения координат этих точек. Чтобы сохранить эти значения и завершить создание примитива, нажмите кнопку ОК.

На рис. 4.1 показаны все три упомянутые ранее точки, необходимые для трехмерного описания параллелепипеда:

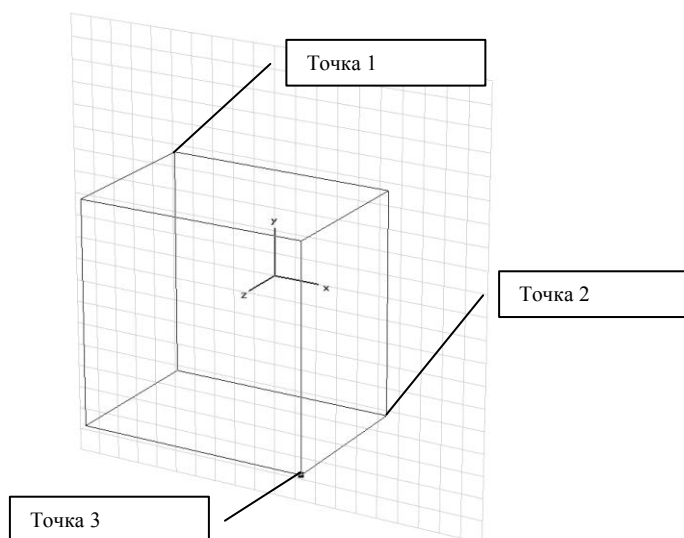


Рис. 4.1.

Перед тем как продолжить построение других графических примитивов, рассмотрим еще несколько способов задания точек.

Самый простой способ описания точки - это двойной щелчок левой кнопки мыши на плоскости рисования. Однако в большинстве случаев требуется высокая точность установки координаты. В таких случаях следует активировать режим snap-to-grid (привязка к сетке) с использованием команды ленты инструментов View | Visibility | Working Plane | Working Plane Properties (рис. 4.2).

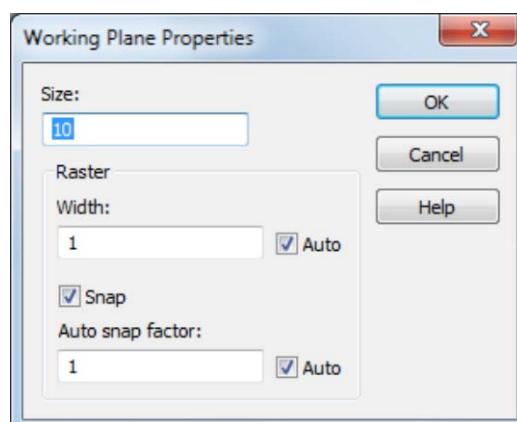


Рис. 4.2.

В данном диалоговом окне активируется и деактивируется (с помощью окошка Snap) привязка указателя мыши к узлам сетки растеризации. Кроме того, здесь можно задать шаг между соседними линиями сетки растеризации (Width). Этот параметр влияет только на отображение линий сетки на экране. Координатная сетка от него не зависит.

Обратите внимание, что дополнительную информацию по данному диалоговому окну и задаваемым в нем параметрах можно получить из интерактивной справочной системы, вызываемой нажатием кнопки Help.

Другой способ ввода координат задействует диалоговое окно Enter Point, вызываемое нажатием клавиши Tab в момент, когда система ожидает указания некоторой точки. В данном случае пользователь численно задает координаты с клавиатуры. На рисунке 4.3

приведен пример такого диалогового окна, которое появляется при вводе первой точки описываемого объекта:

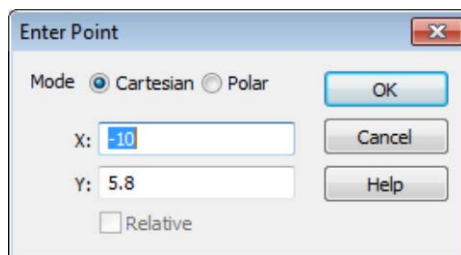


Рис. 4.3.

Координаты можно задавать как в декартовых, так и в полярных системах. В случае использования полярных координат параметр Angle определяет угол между осью X и прямой, проходящей через указанную точку и начало координат, параметр Radius — расстояние от точки до начала координат.

После ввода первой точки станет доступна опция Relative (относительные координаты). При активации этой опции координаты каждой последующей точки будут отсчитываться от предыдущей (т.е. предыдущая точка станет началом координат).

В диалоговом окне Enter Point в полях для ввода X и Y указывается текущее положение указателя мыши на момент нажатия клавиши Tab. В ряде случаев возникает необходимость поставить курсор в точку начала координат (0,0). Если нажать комбинацию клавиш Shift+Tab, то в полях ввода координат будут указаны нули.

Третьим возможным способом описания объекта является ввод приблизительных координат с помощью мыши, с последующей их корректировкой в финальном диалоговом окне настроек фигуры. Также пользователь может пропустить этап описания точек с помощью мыши. Если вместо установки точек нажать клавишу Esc, то немедленно откроется сводное диалоговое окно описания объекта.

Построение фигуры можно отменить, если дважды нажать клавишу Esc. Предварительно выбранную точку можно удалить нажатием клавиши Backspace. Если ни одна из точек не была установлена, то будет отменено построение фигуры целиком.

Обратите внимание, что существуют и другие способы описания параллелепипеда. Например, вторую вершину основания параллелепипеда можно установить таким образом, чтобы она с первой вершиной в текущей системе координат образовывала линию, а не прямоугольник. В таком случае на следующем шаге потребуется задать ширину основания параллелепипеда, а на последнем — его высоту. Такой подход очень удобен для построения ряда объектов, например, микрополосковых линий, расположенных по центру подложки.

Упростить процесс создания подобных структур, можно активировав ортогональный режим перемещения мыши. Если после описания первой точки перемещать мышь при зажатой клавише SHIFT, то ее перемещение будет ограничено прямыми углами.

Обзор основных геометрических фигур

На рисунке 4.4 изображены основные геометрические фигуры, построение которых выполняется способом, аналогичным описанному выше для параллелепипеда.

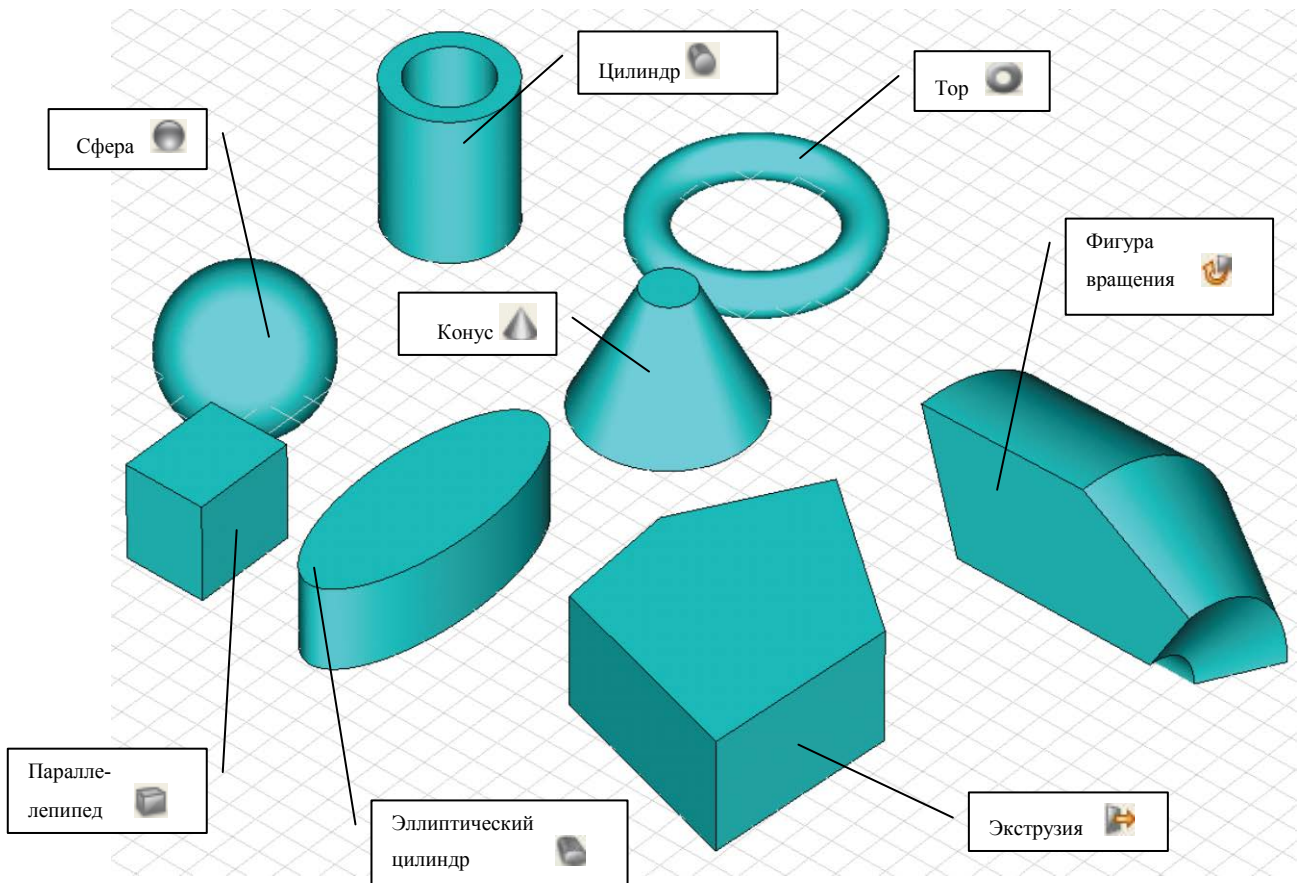


Рис. 4.4.

На этом этапе попробуйте свои силы в построении некоторых из фигур, представленных на рисунке, для того, чтобы постепенно привыкнуть к пользовательскому интерфейсу. Инструменты построения расположены в группе Shapes вкладки Modelling.

Выбор объектов

Как только пользователь построит фигуру, она будет автоматически занесена в каталог дерева проекта. Все созданные объекты содержатся в каталоге Components (компоненты), открыв который пользователь обнаружит вложенную папку Component1, в которую занесены все построенные фигуры. При создании геометрической фигуры ее имя указывается в последнем диалоговом окне описания. По умолчанию, присваиваемые имена фигур начинаются со слова solid, за которым следует порядковый номер фигуры: solid1, solid2 и т.д.

Выбрать ту или иную фигуру можно щелчком левой кнопкой мыши на ее имени в дереве проекта. Обратите внимание, что выбранная фигура остается на экране закрашенной, а все остальные становятся полупрозрачными, как показано на рисунке 4.5. Также пользователь может выбрать необходимый объект двойным щелчком левой кнопкой мыши по нему в главном окне. В этом случае будет выбран и соответствующий элемент в дереве проекта. Выделить несколько фигур одновременно можно последовательно выбирая их с помощью мыши при зажатой клавише CTRL, как в рабочем окне, так и в дереве проекта. Кроме того, при зажатой клавише SHIFT в дереве проекта можно выбрать диапазон объектов. В качестве самостоятельного упражнения попробуйте выделить в проекте различные комбинации фигур разными методами.

Другим мощным способом одновременного выбора нескольких объектов является инструмент Rectangle Selection. Активируйте его с помощью команды ленты View | Selection | Rectangle Selection, и затем зажатой левой клавишей мыши укажите

прямоугольную область выбора на главном окне. Все объекты, попадающие в указанную область, будут выбраны.

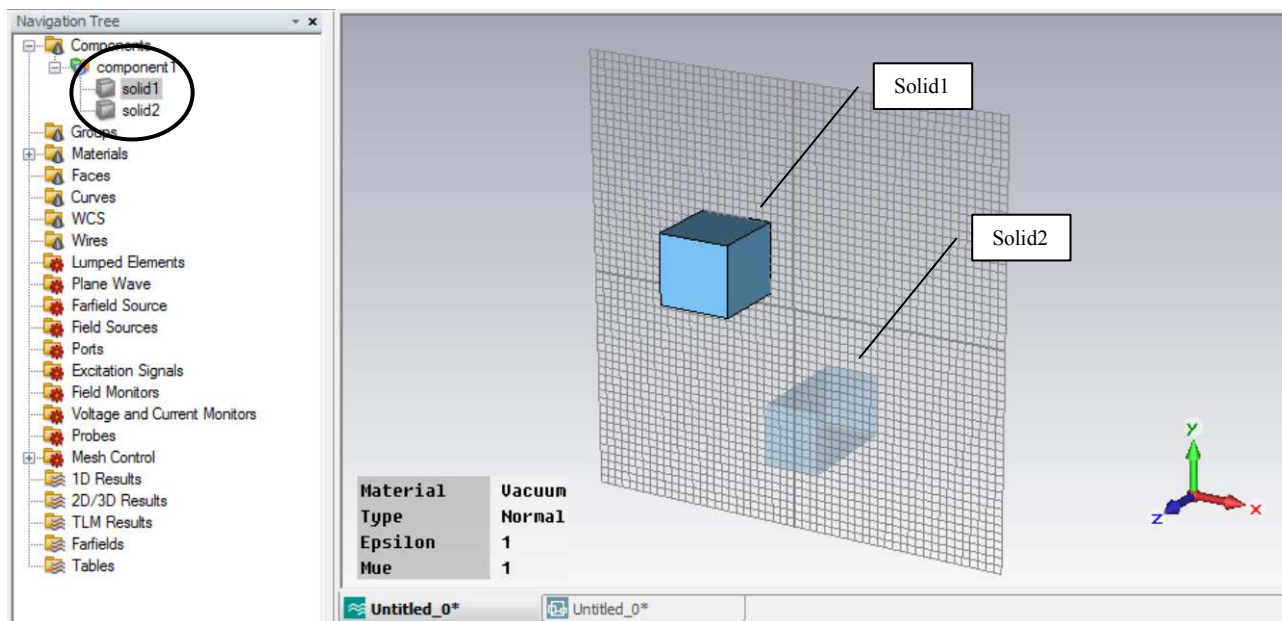


Рис. 4.5.

Для изменения имени фигуры необходимо выбрать ее любым удобным способом и выполнить команду ленты Modelling | Edit | Properties| Rename или нажать клавишу F2. После этого новое имя фигуры вводится в текстовом поле названия объекта в дереве проекта.

Группировка фигур в компоненты и настройка свойств материалов

Теперь, когда вы научились выбирать фигуры, рассмотрим группировку построенных объектов в компоненты. Каждому компоненту в дереве проекта в папке Components соответствует отдельная вложенная папка, в которой может содержаться произвольное количество объектов. Группировка фигур в компоненты (например, антенны, соединители и т.д.) призвано упростить построение анализируемых конструкций, а также их модификацию.

Для изменения компонента, к которому присвоен объект, необходимо выбрать данный объект и выполнить команду ленты Modelling | Edit Properties | Change Component (команда смены компонента Change Component также доступна в контекстном меню интересующего объекта). При этом появится следующее диалоговое окно (рис.4.6):

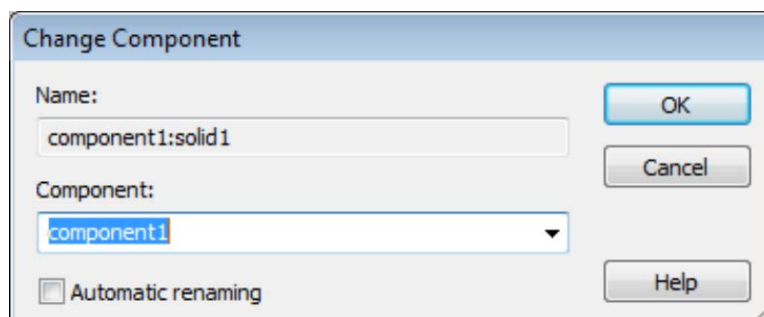


Рис. 4.6.

В этом диалоговом окне в выпадающем списке Component вы можете выбрать уже существующий компонент, указав его имя, или создать новый. Для этого необходимо выбрать строку [New Component] в выпадающем списке Component. При таком способе

описания новые компоненты будут автоматически получать имена, устанавливаемые по умолчанию: Component1, Component2 и т.д.

Принадлежность объекта к тому или иному компоненту не влияет на физические свойства материала объекта. Также цвет каждого объекта определяется материалом его изготовления. Другими словами, физические свойства материала и его цвет не назначаются непосредственно фигурам, эти свойства наследуются из библиотеки материалов. Это означает, что все фигуры со свойствами одного определенного материала будут обладать одинаковыми физическими свойствами, и будут изображаться одним цветом.

Единственный способ изменить физические свойства или цвет конкретного объекта— это задать для него другой материал. Для этого вам необходимо выбрать в дереве проекта интересующий объект и зажатой левой кнопкой мыши перетащить его на необходимый материал, см. рис.4.7. (или наоборот: перетащить материал на объект).

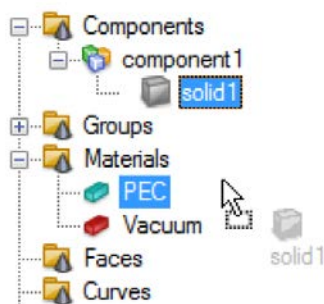


Рис. 4.7

Вы можете изменить материал объекта другим путем: для этого предварительно выделите фигуру и выполните команду ленты Modeling: Materials | New/Edit |Change Material (данная команда также доступна в контекстном меню, вызываемом нажатием правой кнопки мыши на выбранной фигуре):

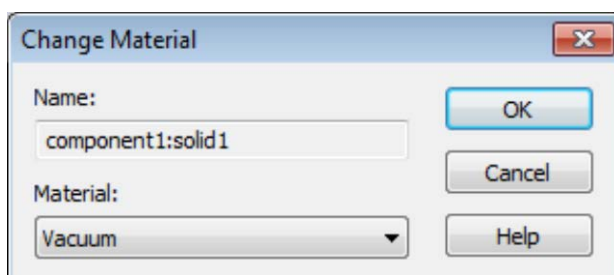


Рис. 4.8.

В появившемся диалоговом окне Change Material (рис. 4.8) в выпадающем списке Material следует выбрать любой существующий материал или создать новый, указав в списке строку [New Material...]. В последнем случае на экране откроется диалоговое окно New Material Parameters, изображенное на рисунке 4.9.

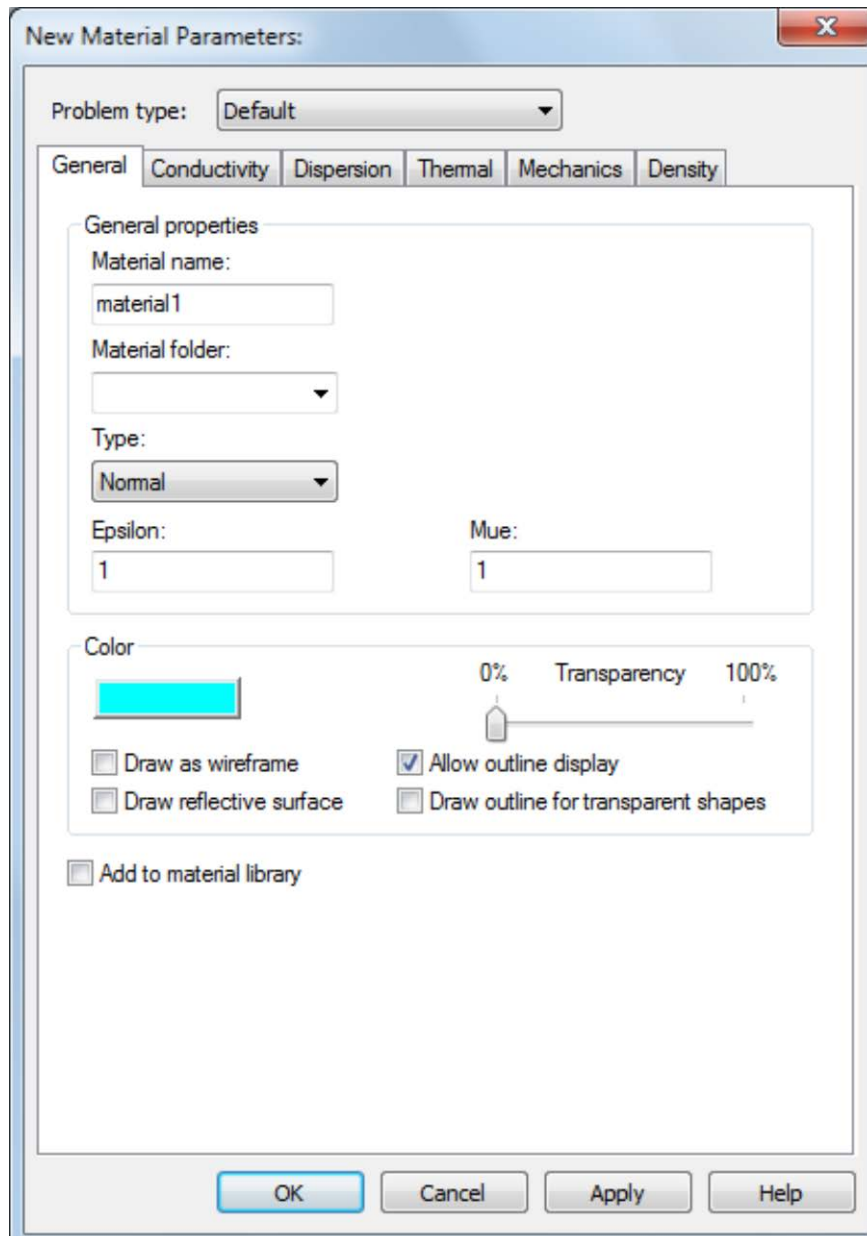


Рис. 4.9.

В этом диалоговом окне необходимо задать имя (Material name) и тип материала (Material type), например, идеальный проводник, обычный диэлектрик и т.д. Обратите внимание, что наличие доступных типов материалов и соответствующих им опции зависит от того, в каком модуле CST вы сейчас работаете. Кнопка Color изменяет цвет материала. После нажатия кнопки ОК новый материал будет сохранен в дереве проекта в папке Materials. Обратите внимание, что в этой папке также работает функция выбора. Это означает, что при выборе конкретного материала в дереве проекта система автоматически выделит все объекты, выполненные из этого материала. Все остальные фигуры будут прозрачными.

Для упрощения использования наиболее часто используемых материалов, в системе доступна библиотека материалов. Прежде чем использовать материал из данной библиотеки, его необходимо загрузить в проект, выполнив команду ленты Modeling | Materials | Material Library | Load from Library.

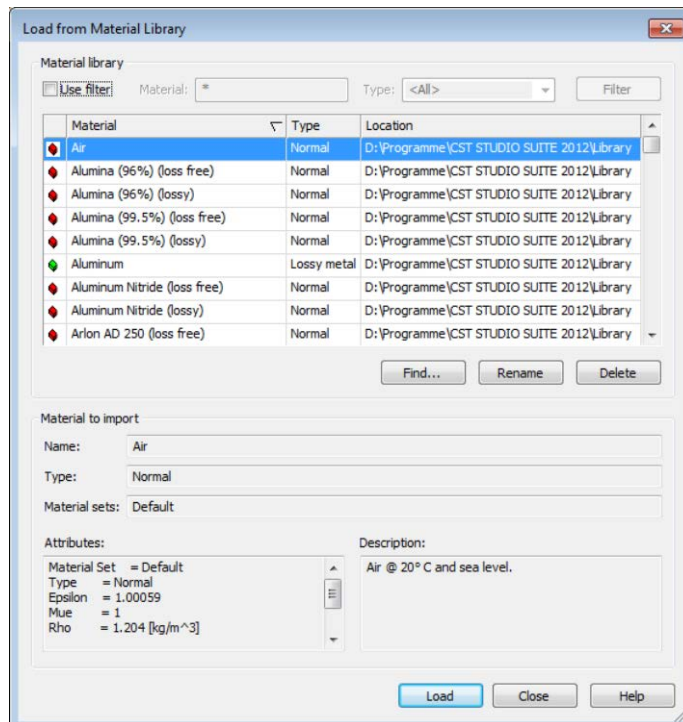


Рис. 4.10.

На экране откроется диалоговое окно Load from Material Library (рис. 4.10), отображающее список внесенных в библиотеку материалов. Если выбрать в этом списке один или несколько материалов и нажать кнопку Load, то они появятся в папке Materials в дереве проекта, после чего могут быть использованы в проекте. Допускается и обратная процедура. Чтобы добавить описанный в проекте материал в библиотеку, его следует выделить в дереве проекта и выполнить команду ленты Modeling | Materials | Material Library | Add to Library.

Управление отображением структуры

До сих пор создаваемые фигуры отображались на экране с позиции просмотра, установленной по умолчанию. Этот вид может быть изменен в любой момент работы над проектом, в том числе и во время построения фигуры.

Если, находясь в главном окне, нажать левую кнопку мыши и перемещать курсор, то вид просмотра будет меняться в соответствии с установленным режимом. Доступны следующие режимы управления просмотром, изображенные на рисунке 4.11: Zoom (изменить масштаб), Pan (сдвинуть), Rotate (поворот), Dynamic Zoom (динамическое масштабирование), Rotate in Plan (повернуть точку наблюдения). Выбор одного из представленных режимов осуществляется с помощью команды ленты View | Mouse Control или с помощью соответствующих кнопок в строке состояния



Рис. 4.11.

Краткое описание команд изменения вида:

— Zoom. Команда позволяет с помощью мыши выделять прямоугольную область изображения, которая после отпущения левой кнопки мыши будет увеличена на весь экран

— Pan. Команда позволяет поступательно перемещать изображение на экране, вслед за указателем мыши.

— Rotate. Команда выполняет поворот структуры вокруг вертикальной и горизонтальной осей. Центром вращения будет красный маркер, установленный с помощью мыши. Если маркер был поставлен вне структуры, то за центр будет принят центр граничной области (bounding box).

— Dynamic Zoom. Команда выполняет динамическое масштабирование: при движении курсора мыши вперед происходит приближение структуры, при движении назад — отдаление.

— Rotate View Plane. Команда выполняет вращение точки наблюдения вокруг центра экрана.

Действие представленных команд завершается после отпущения левой кнопки мыши. Наиболее популярной операцией изменения вида является процедура, вызываемая командой ленты View | Change View | Reset View или нажатием клавиши Space. Данная команда автоматически изменяет масштаб просмотра таким образом, чтобы в окне отображалась вся моделируемая структура. Нажатие комбинации клавиш SHIFT+Space или применение команды ленты View | Change View | Reset View to Selection автоматически изменяет масштаб для отображения не всей структуры, а только выделенного объекта.

Поскольку изменение режима просмотра относится к наиболее часто используемым операциям, а также может использоваться при построении объектов, существует несколько наборов горячих клавиш, ускоряющих их вызов. Если двигать указателем мыши при зажатой левой кнопке мыши, то при нажатии этих клавиш будут выполняться следующие действия.

— CTRL — работает аналогично команде Rotate.

— SHIFT — работает аналогично команде Rotate View Plane.

— SHIFT+CTRL — работает аналогично команде Pan.

Вращение колеса мыши работает аналогично команде Dynamic Zoom. По умолчанию центр такого динамического масштабирования расположен в точке курсора мыши. При нажатии клавиши Ctrl центр масштабирования будет располагаться в середине экрана. Для отключения масштабирования с центром в точке курсора мыши деактивируйте опцию Zoom to mouse cursor, вызываемую командой ленты File | Options | Preferences | Mouse settings.

Кроме описанных выше команд, существуют специальные опции, с помощью которых можно изменить способ отображения модели.

Команда Axes (оси) (нажатие CTRL+A или команда ленты View | Visibility | Axes), позволяет включить или выключить отображение на экране осей системы координат (рис. 4.12).

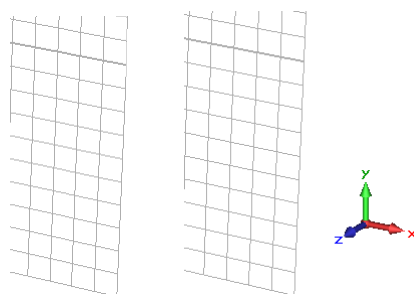


Рис. 4.12.

Команда Working plane (рабочая плоскость) (нажатие ALT+W или команда ленты View | Visibility | Working Plane), позволяет включить или выключить отображение на экране рабочей плоскости (рис. 4.13).

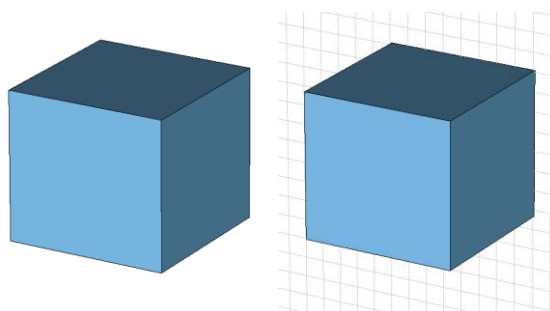



Рис. 4.13.

Команда Wireframe (каркасный режим просмотра) (нажатие CTRL+W или команда ленты View | Visibility | Wire Frame ) , позволяет активировать или деактивировать каркасный режим изображения геометрических объектов (рис. 4.14).

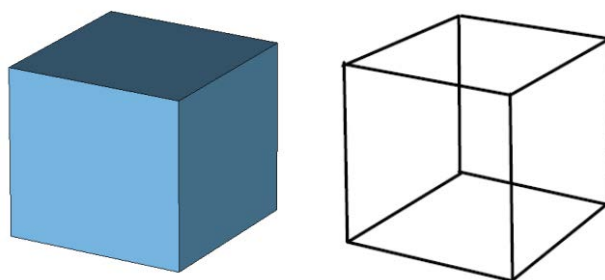




Рис. 4.14.

Для изменения цвета фона, а также для доступа к другим настройкам просмотра обратитесь к диалоговому окну, вызываемому командой ленты View | Options | View Options .

Применение геометрических преобразований

Итак, после обучения основным приемам построения простых геометрических объектов, а также знакомства с управлением отображения структуры на экране, обратимся к изучению более сложных операций трансформации.

Предположим, что была выбрана одна или несколько фигур, к которым будут применяться операции преобразования. Для вызова диалогового окна управления трансформацией

используйте команду ленты Modeling | Tools | Transform  или команду Transform из контекстного меню, вызываемого нажатием правой кнопки мыши (рис. 4.15).

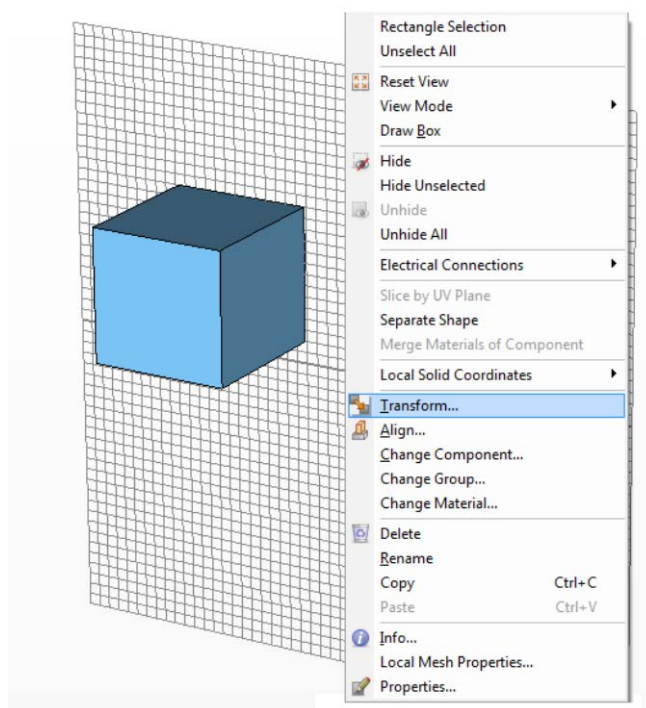


Рис. 4.15.

В появившемся диалоговом окне Transform Selected Object (рис. 4.16) вы можете выбрать одно из следующих преобразований:

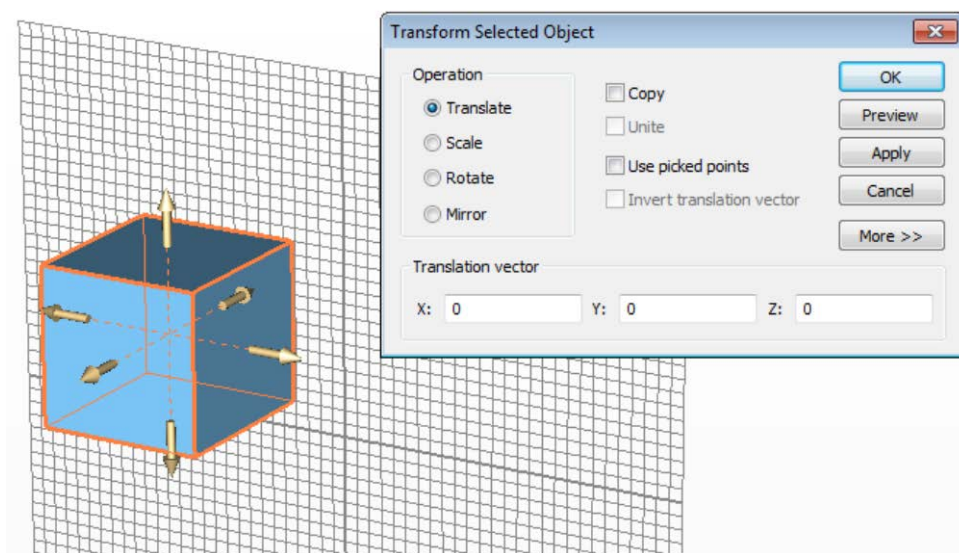


Рис. 4.16.

— Translate (перемещение). Это преобразование позволяет перемещать фигуры в заданном направлении.

— Scale (масштабирование). Это преобразование позволяет масштабировать фигуру вдоль осей координат. Допускается использование разных коэффициентов масштабирования для разных осей.

— Rotate (вращение). Данное преобразование позволяет поворачивать объекты вокруг осей координат на определенный угол. Также в специальном поле Origin вы можете установить центр вращения. Он может быть определен автоматически как геометрический центр фигуры или задан в виде точки с конкретными координатами. Угол поворота относительно необходимой оси вращения задается в соответствующем данной оси поле. Например, если задать угол поворота 45 градусов для оси Y и 0 градусов для осей X и Z, то система повернет фигуру на 45 градусов только вокруг оси Y.

— Mirror (зеркальное отображение). Это преобразование позволяет зеркально отображать фигуру относительно установленной плоскости. Точка на плоскости зеркального отображения задается в поле Origin, вектор нормали плоскости задается в поле Mirror plane normal.

Применяя любое из этих преобразований, вы можете сохранить исходный объект, для чего следует включить опцию Copy; в ином случае оригинал будет удален. Кроме того, в поле Repetition factor можно задать число повторений указанного преобразования (при включенной опции Copy каждый раз при повышении числа повторений будет создаваться дополнительная фигура). После выбора необходимого способа преобразования (Translate, Scale и т.д.) в диалоговом окне Transform Selected Object будут отображаться соответствующие команды управления трансформацией. Необходимые параметры преобразования могут быть введены как численно с клавиатуры, так и с помощью перемещения курсора мыши. Обратите внимание, что в некоторых случаях потребуется нажать кнопку More для доступа ко всем полям для заполнения.

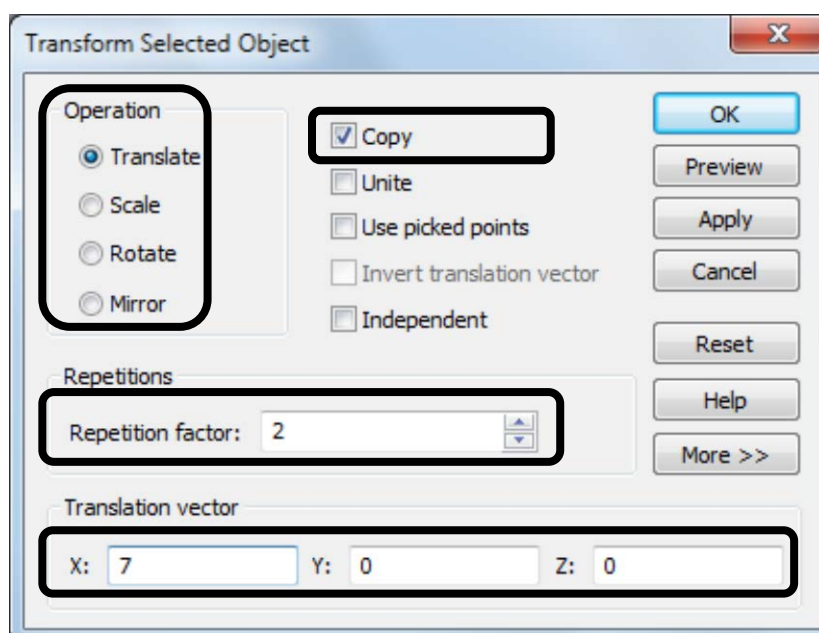


Рис. 4.17.

Выполним небольшое упражнение. Создадим параллелепипед, выберем его и вызовем окно трансформации Transform Selected Object с помощью контекстного меню (рис.4.15) или с помощью команды ленты Modeling | Tools | Transform. Зададим все настройки в этом окне, как показано на рисунке 4.17, а именно: включим опции Translate и Copy, зададим число повторений: 2, а также вектор сдвига (7, 0,0).

После нажатия кнопки ОК на экране появятся две новых фигуры (рис. 4.18).

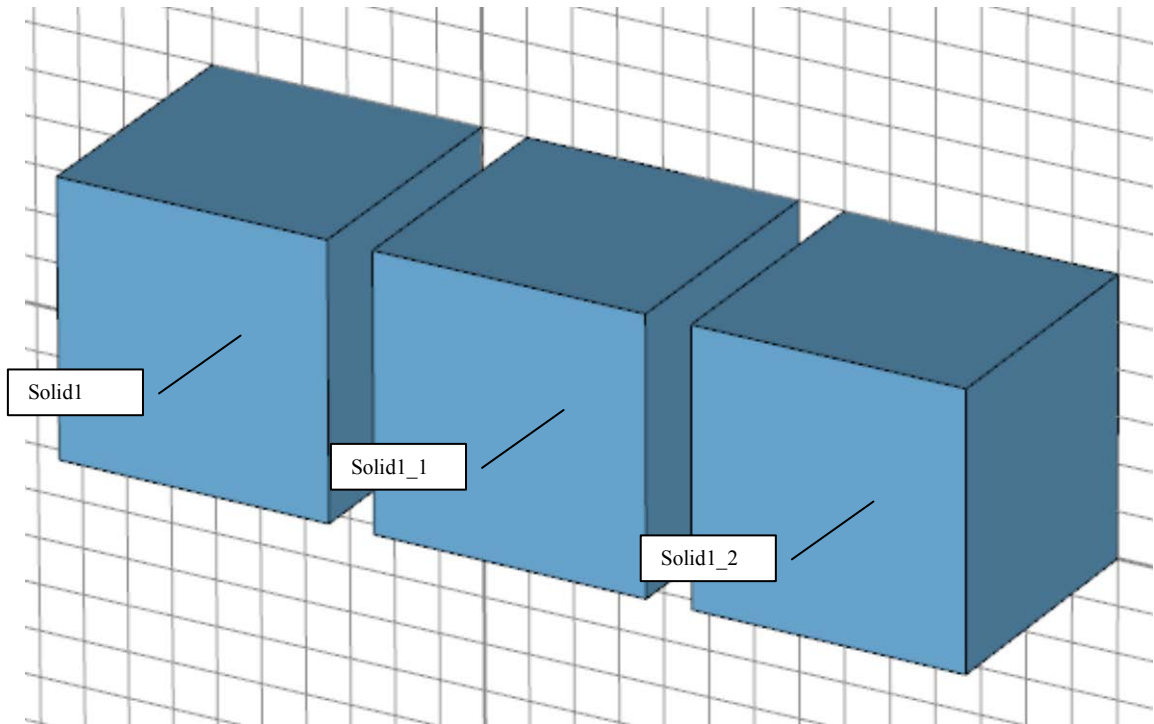


Рис. 4.18.

Обратите внимание, если в процессе преобразования исходные фигуры сохраняются, то имена новых фигур будут назначаться по имени исходной с добавлением суффикса `_1`, `_2` и т.д.

Комбинирование объектов с использованием Булевых операции

Одной из основных функций построения сложных трехмерных структур является возможность комбинирования простых фигур с помощью Булевых операций. Эти операции позволяют объединять фигуры, вырезать одну или несколько фигур из другой, вставлять их друг в друга или получать пересечения двух или более фигур.

Рассмотрим две фигуры: куб и шар, взаимное расположение которых показано на рисунке 4.19., и применим к ним различные Булевы операции.

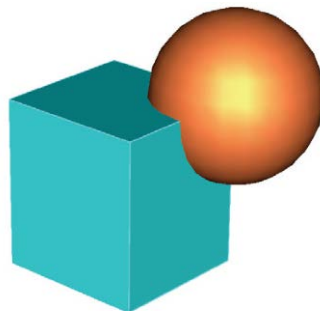


Рис. 4.19.

Ниже представлен перечень возможных Булевых операций и результат их выполнения.

Объединение куба и шара

Операция применяется для объединения двух фигур. Полученная фигура будет обладать свойствами материала первого объекта и будет добавлена к компоненту первого объекта (рис. 4.20).

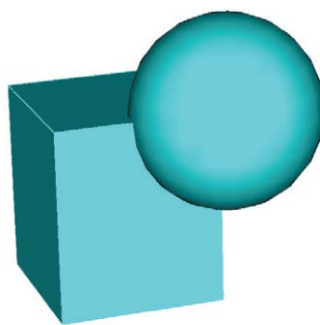


Рис. 4.20.

Вычитание шара из куба

Операция выполняет вырезание первой фигуры из второй. Полученная фигура будет обладать свойствами материала и принадлежать компоненту той фигуры, из которой выполнялось вырезание (рис. 4.21).

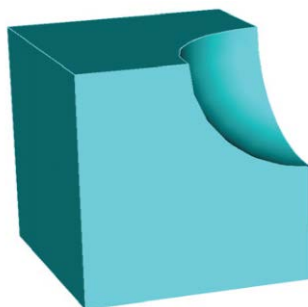


Рис. 4.21.

Пересечение куба и шара

Применяется для получения общей части куба и шара. Полученная фигура будет обладать свойствами материала первой фигуры (куба), и принадлежать ее компоненту (рис. 4.22).



Рис. 4.22.

Усечение сферы — вставка куба в сферу

При выполнении данной операции вторая фигура (куб) врезается в первую, сохраняя свои границы (рис. 4.23-1). Обе фигуры сохраняют свои оригинальные свойства. Обе конечных фигуры не будут иметь пересекающихся частей.

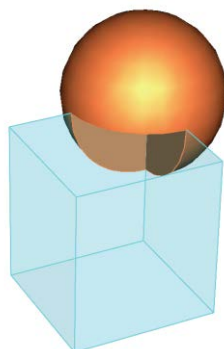


Рис. 4.23-1.

Усечение куба — вставка сферы в куб

При выполнении данной операции вторая фигура (сфера) врезается в первую, сохраняя свои границы (рис. 4.23-2). Обе фигуры сохраняют свои оригинальные свойства. Обе конечных фигуры не будут иметь пересекающихся частей.

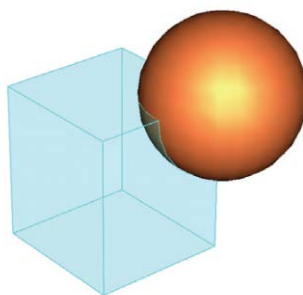


Рис. 4.23-2.

Обратите внимание, что не все представленные выше Булевы операции доступны напрямую. Кроме того, легко заметить, что некоторые из этих операций являются избыточными. Например, операции усечения можно заменить операциями вставки с измененной последовательностью фигур.

Доступ к Булевым операциям осуществляется в разделе команды ленты Modelling | Tools | Boolean. Сначала выбирается первая фигура, затем выбирается Булева операция, затем выбирается вторая фигура. После выбора второй фигуры выполнение операции запускается нажатием клавиши Enter. В зависимости от выбранной операции будут получены разные результаты.

— Add (объединение, клавиша “+”). Вторая фигура объединяется с первой, полученная фигура будет обладать свойствами материала первой фигуры и принадлежать ее компоненту.

— Subtract (вычитание, клавиша “-”). Вторая фигура вычитается из первой, полученная фигура будет обладать свойствами материала первой фигуры и принадлежать ее компоненту.

— Intersect (пересечение, клавиша “*”). Ищется пересечение второй и первой фигур, полученная фигура будет обладать свойствами материала первой фигуры и принадлежать ее компоненту.

— Insert (вставка, клавиша “/”). Вторая фигура вставляется в первую. Сохраняются оригинальные свойства обеих фигур (изменяются границы только первой фигуры).

Операции усечения доступны только в специальном диалоговом окне Shape intersection, которое появляется в тот момент, когда создаваемая фигура касается или пересекает другую фигуру. Позднее это окно будет рассмотрено более подробно.

Все упомянутые выше команды работают при выборе в качестве второй двух и более фигур.

Инструменты выбора точек, ребер или граней фигур

Очень часто в процессе построения структур требуется выбрать точку, ребро или грань геометрической фигуры. Выбор этих простейших элементов структуры осуществляется с помощью команд из раздела ленты Modelling | Picks | Picks (рис.4.24.):

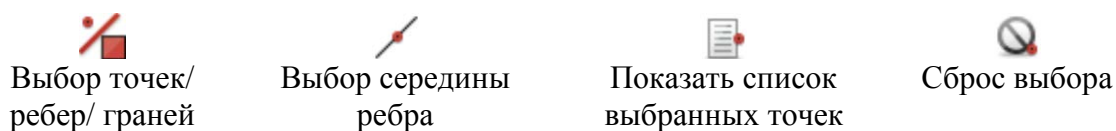



Рис. 4.24.

После активации любого инструмента выбора указатель мыши изменит свой вид. Кроме того, при наведении его на соответствующие элементы структуры, они будут подсвечиваться. Выбор нужного элемента осуществляется двойным щелчком левой кнопкой мыши на подсвеченном объекте. Для выхода из режима выделения нажмите клавишу ESC.


Примечание: Нельзя выбирать точки, ребра или грани одной фигуры, если в это время выделена другая фигура. В этом случае следует или снять выделение с фигур вообще, или к выделенным объектам добавить вторую фигуру (см. раздел Выбор объектов).


После выбора двойным щелчком левой кнопкой мыши необходимого элемента структуры режим выделения будет завершен и указанные точки, ребра и грани останутся подсвеченными. Следует помнить, что такая последовательность не будет работать при активной опции Objects | Pick | Keep Pick Mode, для которой выход из режима выделения осуществляется нажатием клавиши ESC. Данный способ рекомендуется использовать в случае выбора группы точек, ребер и граней, поскольку последовательный многократный вход в режим выбора будет крайне утомителен.


Теперь рассмотрим, какие простейшие элементы структуры могут быть выбраны и какой результат может быть получен после этого. Существует ряд комбинаций горячих клавиш, призванных наиболее эффективно использовать режимы выбора, причем они работают, только когда активно рабочее поле. Для его активации просто нажмите левой кнопкой мыши в окне построения. Ниже представлены команды выбора элементов и соответствующие им горячие клавиши.


— Pick Point, Edge, or Face (S)  — выбор точки, ребра или грани. После активации данного инструмента выбор необходимой точки, ребра или грани осуществляется двойным щелчком левой кнопки мыши вблизи необходимого элемента структуры.

— Pick edge end points (P) — выбор конца ребра. После активации данного инструмента выбор вершины ребра осуществляется двойным щелчком левой кнопки мыши вблизи него.


— Pick edge mid points (M)  — выбор середины ребра. После активации данного инструмента выбор середины ребра осуществляется двойным щелчком левой кнопки мыши на ребре.


— Pick circle centers (C)  — выбор центра окружности. После активации данного инструмента двойной щелчок левой кнопкой мыши на ребре фигуры, образованном окружностью или дугой, выбирает ее центр.

— Pick points on circles (R)  — выбрать точку на окружности. После активации данного инструмента с помощью двойного щелчка левой кнопкой мыши на ребре фигуры, образованном окружностью или дугой, можно указать произвольную точку на ней. Эта операция может быть полезна для привязки к радиусу в режиме интерактивного построения фигуры.

— Pick face centers (A)  — выбрать центр грани. После активации этой команды двойной щелчок левой кнопкой мыши на плоской грани фигуры выбирает ее центр.

— Pick point on face (o) — выбрать точку на поверхности. После выбора этой команды произвольная точка на поверхности выбирается двойным щелчком левой кнопкой мыши на ней.

— Pick edges (E)  — выбрать ребро. После активации этой команды ребро фигуры выбирается двойным щелчком левой кнопкой мыши на нем.

— Pick faces (F)  — выбрать грань. После активации этой команды необходимая грань фигуры выбирается двойным щелчком левой кнопкой мыши на ней.

— Pick edge chain (Shift+E) — выбрать цепочку связанных ребер. После активации этой команды выбор всей цепочки осуществляется двойным щелчком левой кнопкой мыши по одному из ребер. Если возможно построить одну единственную цепочку, то она будет выбрана целиком. Если ребро принадлежит двум граням, откроется диалоговое окно, которое предложит выбрать нужную цепочку. В обоих случаях цепочка будет завершена на ранее выбранных точках, если таковые имеются.

— Pick face chain (Shift+F) — выбрать несколько связанных граней. После активации этой команды выбор соприкасающихся поверхностей осуществляется двойным щелчком левой кнопкой мыши по одной из граней. Эта функция автоматически выбирает все соприкасающиеся поверхности. Область выбора ограничивается ранее выбранными ребрами, если таковые имеются.

— Pick Blend, Pick Protrusion and Pick Depression — выбрать грань закругления (Blend), выступ (Protrusion) и углубление (Depression) (см. рис.4.25.). После активации данного инструмента выбор необходимого отличительного элемента осуществляется двойным щелчком левой кнопки мыши на одной из образующих граней.

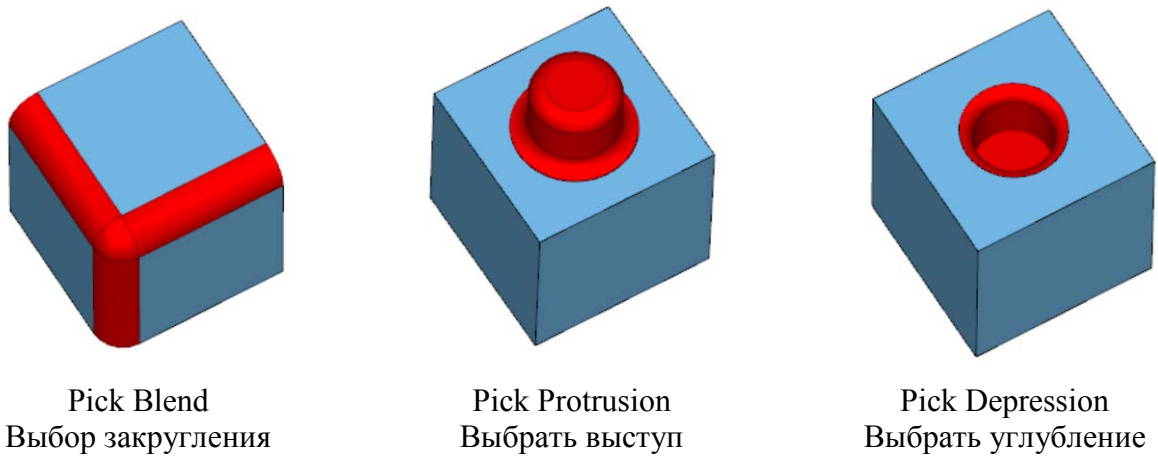



Рис.4.25.

Операции по выбору точек структуры также доступны в режиме интерактивного построения фигур. Всякий раз, когда при создании фигуры система просит нас задать очередную точку двойным щелчком левой кнопкой мыши, мы можем перейти в режим выделения. Затем после выбора подходящей точки и выхода из режима выделения, координаты указанной точки будут использоваться в описании фигуры.

Осуществленный ранее выбор точек, ребер и граней может быть снят с помощью команды ленты Modeling | Picks | Clear Picks  или горячей клавиши D.

Фаски и закругления граней

Наиболее частой операцией, при которой требуется выделение ребер, является добавление фасок или закруглений. Допустим, что в проекте был построен параллелепипед, и мы выбрали несколько его ребер любым описанным выше методом (рис. 4.26).

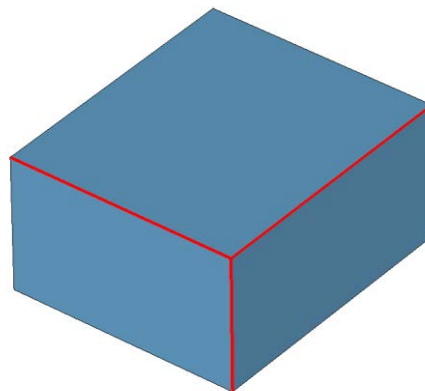



Рис. 4.26.

Теперь к выбранным ребрам можно добавить фаски, для чего необходимо выполнить команду ленты Modeling | Tools | Blend | Chamfer Edges . В появившемся диалоговом окне необходимо указать размеры фаски. По завершению операции результат будет выглядеть следующим образом (рисунке 4.27):

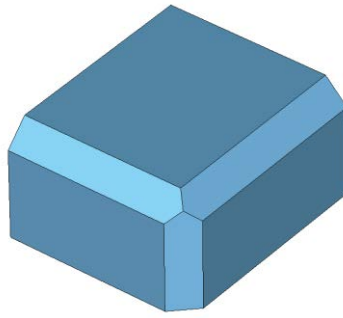



Рис. 4.27.

Закругления к ребрам добавляются с помощью команды ленты Modeling: Tools | Blend | Blend Edges . В появившемся диалоговом окне необходимо указать радиус закругления. По завершению операции результат должен быть аналогичным показанному на рисунке 4.28.

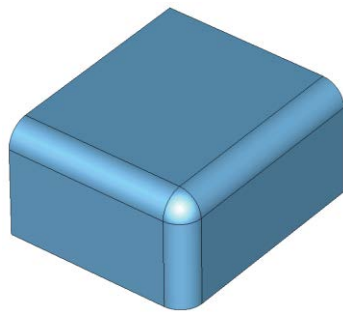


Рис. 4.28.

Экструзия, поворот и сопряжение граней

Если добавление фасок и закруглений работает только для ребер геометрических фигур, то для их граней применяются операции экструзии (вытягивания), поворота и сопряжения. Предположим, что в проекте был построен цилиндр, и выбрано одно из его оснований, как показано на рисунке 4.29.

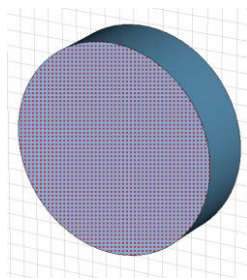



Рис. 4.29.

Применим операцию экструзии, для чего выполним команду ленты Modeling | Shapes | Extrusions | Extrude . Если перед активацией данного инструмента была выбрана плоская или цилиндрическая поверхность, то операция экструзии будет применена к указанным граням. На экране появится диалоговое окно Extrude Face, изображенное на рисунке 4.30.

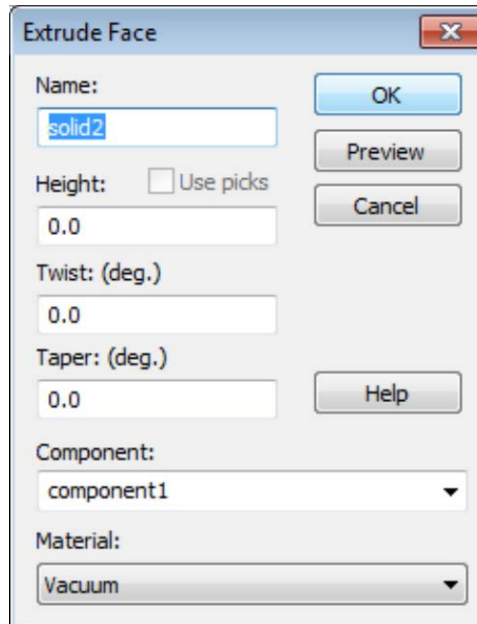


Рис. 4.30.

Если данную команду выполнить до того, как будет выбрана грань объекта, то система сначала перейдет в режим описания точек полигона, для которого будет выполнена экструзия. В рамках рассматриваемого примера введите в поле Height высоту создаваемой фигуры, например, равную высоте имеющегося цилиндра, и нажмите кнопку ОК. Получившаяся в итоге структура будет выглядеть следующим образом (рисунке 4.31).

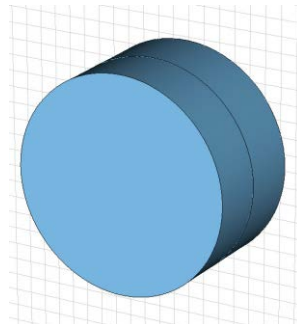


Рис. 4.31.

При выполнении данной операции система создала второй объект, вытягиванием выбранного основания.

Рассмотрим операцию вытягивания с поворотом. Для этого сначала необходимо вернуться к исходной модели (рис. 4.32).

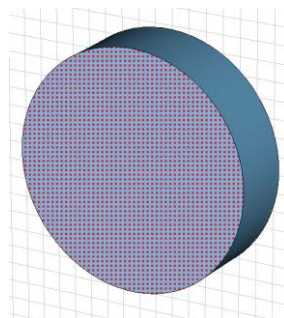



Рис. 4.32.

Далее для работы инструмента необходимо выбрать поворачиваемую грань (уже сделано) и указать ось поворота. В качестве оси поворота можно использовать выбранное ребро любой фигуры в проекте, или установить ось по координатам двух точек. Воспользуемся вторым методом, для чего выполним команду ленты Modeling | Picks | Pick Edge from Coordinates . На экране появится диалоговое окно Enter Edge Numerically (рис. 4.33), и система предложит задать две точки на рабочей плоскости. Укажите координаты, представленные на рисунке 4.33.

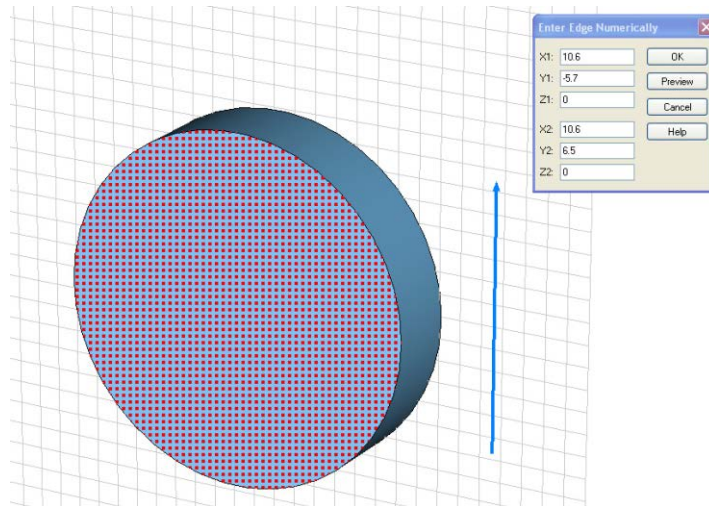



Рис. 4.33.

Для завершения операции выбора отрезка между двумя точками нажмите кнопку ОК. Теперь вы готовы к выполнению экструзии с поворотом, для чего выполните команду ленты Modeling | Shapes | Extrusions | Rotate . При этом ранее выбранная ось поворота будет автоматически спроектирована на плоскость поворачиваемой грани (синий вектор), и на экране откроется диалоговое окно Rotate Face (рис. 4.34).

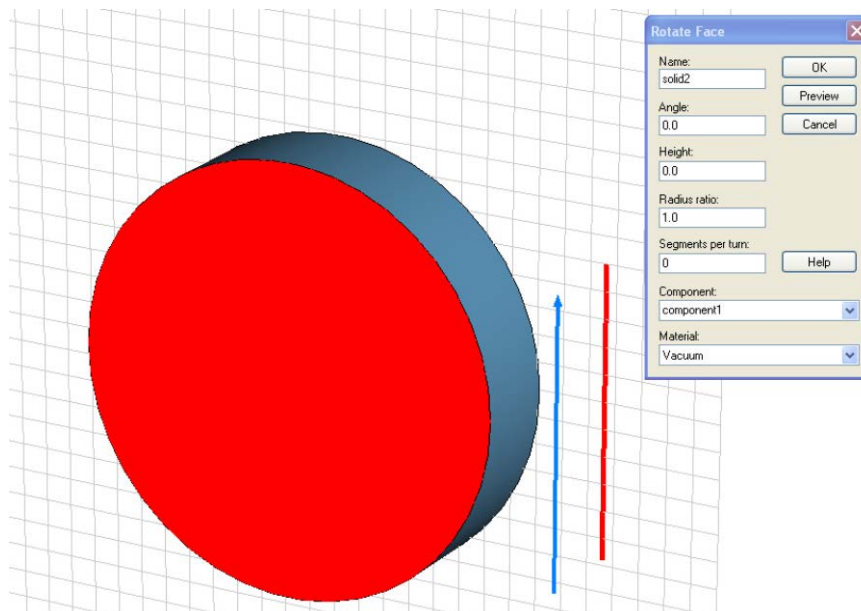


Рис. 4.34.

В этом окне в поле Angle укажите угол поворота 90 градусов и нажмите кнопку ОК. Получившаяся в итоге структура будет иметь вид, показанный на рисунке 4.35.

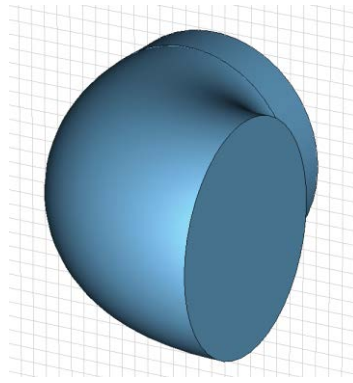


Рис. 4.35.

Как и в случае экструзии, если команду вытягивания с поворотом выполнить до того, как будет выбрана грань объекта, то система сначала перейдет в режим описания полигона вращения.

Одной из самых продвинутых операций является построение сопряжения двух граней. Для примера создадим следующую модель: цилиндр с радиусом основания 5 мм, высотой 3 мм и его копия, полученная с помощью операции перемещения (Translate) с сохранением исходного объекта (опция Copy) и параметрами (0,0,8). В итоге у нас должны получиться два одинаковых цилиндра, показанных на рисунке 4.36.

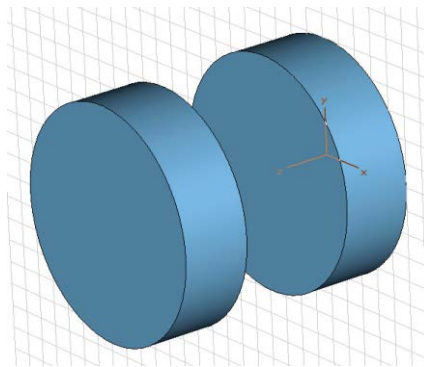


Рис. 4.36.

Далее выберите копию исходного цилиндра, и примените к нему операцию масштабирования, уменьшив вдвое его размеры по осям X и Y. То есть, коэффициент масштабирования по осям X и Y должен быть задан 0.5, а по оси Z равен 1. Вид структуры, полученной от описанных преобразований, показан на рисунке 4.37.

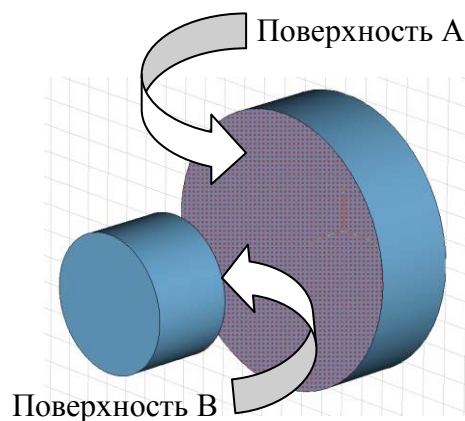



Рис. 4.37.

Теперь выделим расположенные друг против друга основания цилиндров и выполним команду ленты Modeling | Shapes | Extrusions | Loft . В появившемся диалоговом окне Loft (рис. 4.38) с помощью подвижного маркера Smoothness задается плавность перехода между сопрягаемыми объектами.

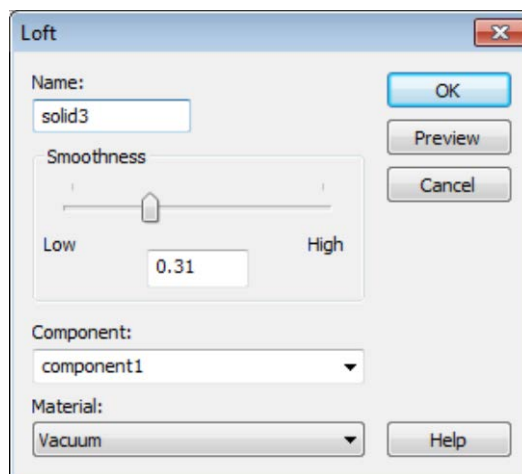


Рис. 4.38.

Перемещайте маркер, изменяя параметр Smoothness, нажимая при этом кнопку Preview для предварительного просмотра. Система покажет, как структура будет выглядеть при разных значениях параметра перехода. В итоге, установите значение этого параметра равным 0.31 и нажмите кнопку ОК. Теперь структура примет вид, показанный на рисунке 4.39.

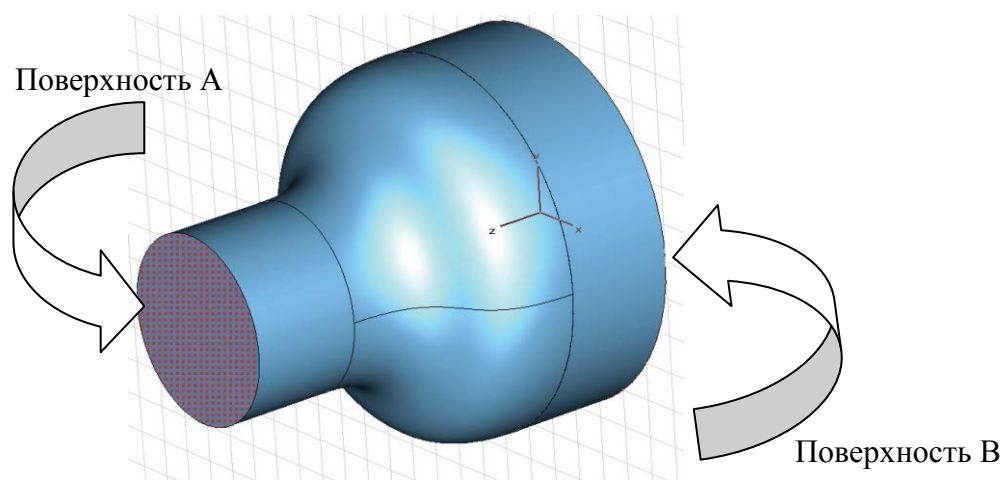




Рис. 4.39.

Примечание. Чтобы упростить выделение нужной точки, ребра или грани, рекомендуется предварительно выбрать соответствующую фигуру. В этом случае, все остальные фигуры будут прозрачными, и будет легко найти и выбрать нужный элемент структуры.

Наконец, с помощью мыши, удерживая нажатой клавишу CTRL, выберите все имеющиеся три фигуры и объедините их в единый объект, используя команду ленты Modeling | Tools | Boolean | Add (+) . Затем с помощью инструмента выделения (Pick) выберите верхнее и нижнее основания фигуры. После чего двойным щелчком левой кнопкой мыши выберите объект и выполните команду ленты Modeling: Tools | Shape Tools | Shell Solid or Thicken Sheet . Обратите внимание: эта команда будет доступна только после предварительного выбора самой фигуры.

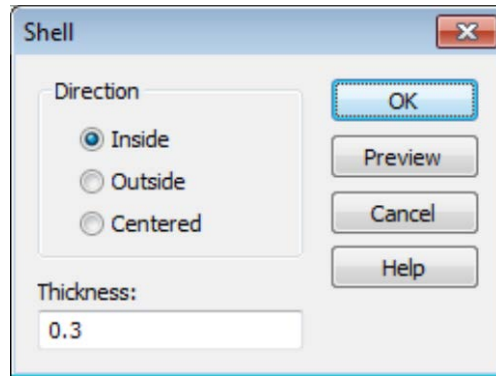


Рис. 4.40.

В открывшемся диалоговом окне Shell (рис. 4.40) в поле Thickness укажите толщину стенок 0.3 мм и нажмите кнопку ОК для подтверждения. В результате данной операции получится фигура, изображенная на рисунке 4.41.

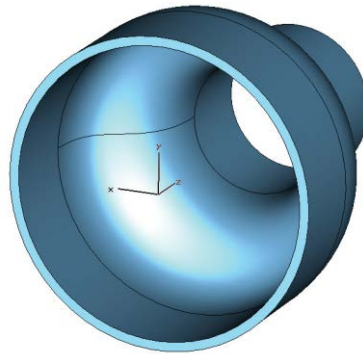



Рис. 4.41.

Обратите внимание: выбранные торцевые поверхности в результате работы операции Shell Solid or Thicken Sheet исчезли, а фигура приняла вид кожуха. Если бы наружные основания цилиндров не были заранее выбраны, то полученная фигура представляла бы собой замкнутую полу конструкцию с толщиной стенки 0.3 мм.

Локальные системы координат

Среда проектирования CST поддерживает использование локальных систем координат, значительно упрощающих процесс моделирования. В предыдущих примерах рассматривалось построение простых фигур относительно осей глобальной фиксированной системы координат.

Локальные координаты существенно расширяют возможности построения фигур, особенно в тех случаях, когда объекты не привязаны к глобальной сетке. Локальная система координат, также называемая рабочей (Working Coordinate System, WCS), состоит из трех координатных осей. В отличие от осей X, Y и Z глобальной системы, оси локальной системы координат обозначаются U, V и W.

Как локальную, так и глобальную систему координат можно активировать в любой момент работы над проектом. При этом ввод любых геометрических данных будет выполняться относительно активной на данный момент системы координат. Локальную систему координат можно активировать или деактивировать командой ленты Modeling | WCS | Local WCS  или командой WCS контекстного меню.

Большинство функций управления локальной системой координат доступно через кнопки во вкладке Modelling, изображенные на рисунке 4.42:



Рис. 4.42.

Наиболее распространенный способ управления локальной системой координат заключается в использовании команды ленты Modelling | WCS | Align WCS (W) .

После ее активации пользователю следует наводить курсор на подсвеченные в рабочем окне точки, ребра или грани структуры, к которым может быть привязана локальная система координат (рис.4.43). Двойным щелчком левой кнопкой мыши активируется необходимая позиция локальной системы:

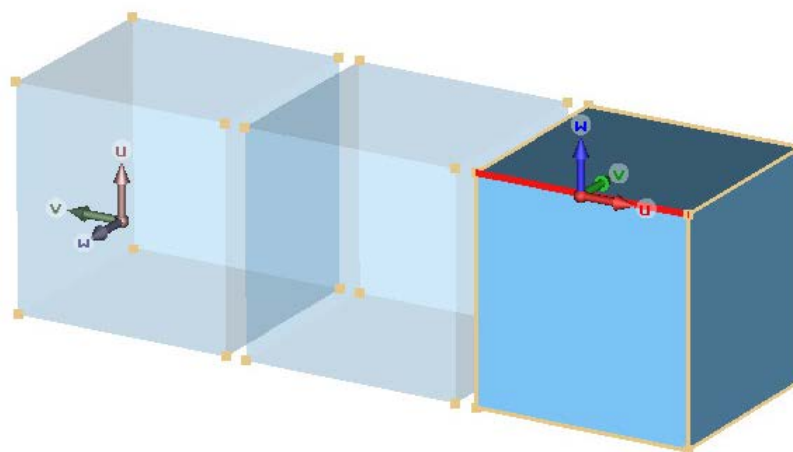



Рис. 4.43


Можно поступить другим образом: предварительно выбрать необходимые точки, ребра или грани, и затем привязать к ним локальную систему координат с помощью команды ленты Modeling | WCS | Align WCS (W) . При этом:

- Если выбрана одна точка, то центр локальной системы координат совместится с ней.
- Если выбраны три точки, то плоскость UV локальной системы WCS будет совмещена с ними. Кроме того, начало отсчета системы WCS будет привязано к первой из трех выбранных точек.
- Если выбрано ребро фигуры, то ось U системы WCS совмещается с ним.
- И, наконец, если выбрана плоская грань, то плоскость UV системы WCS будет совмещена с ней.

Представленные приемы в комбинации с горячими клавишами выбора элементов структуры станут наиболее эффективным методом изменения положения и ориентации рабочей системы координат WCS.

Помимо описанных выше способов привязки системы WCS к элементам структуры, существуют два других метода определения локальной системы координат:

— Непосредственное описание локальной системы координат. После выполнения команды ленты Modeling | WCS | Local WCS | Local Coordinate System Properties откроется диалоговое окно, в котором можно ввести положение начала отсчета рабочей системы координат и ориентацию осей W и U.


— Трансформация локальной системы координат. Выполните команду ленты Modeling | WCS | Transform WCS , после чего откроется диалоговое окно, в котором указываются параметры вектора, перемещающего точку начала системы координат. Также в этом диалоговом окне можно задать угол поворота локальной системы координат вокруг одной из ее осей.

Второй способ особенно эффективен в комбинации с описанными ранее функциями привязки рабочей системы WCS к выбранным элементам структуры.

Рассмотрим пример, демонстрирующий нам преимущества использования правильно ориентированной локальной системы координат.

– Сначала, работая в глобальной системе координат, постройте параллелепипед (рис. 4.44.1).

– Затем, с помощью операции преобразования поверните его на угол 30 градусов вокруг оси Z (рис. 4.44.2).

– Далее выберите верхнюю грань бруска (с помощью инструмента Modelling | Picks | Picks) и привяжите к ней локальную систему координат, используя команду ленты Modeling | WCS | Align WCS (W)  (рис. 4.44.3).

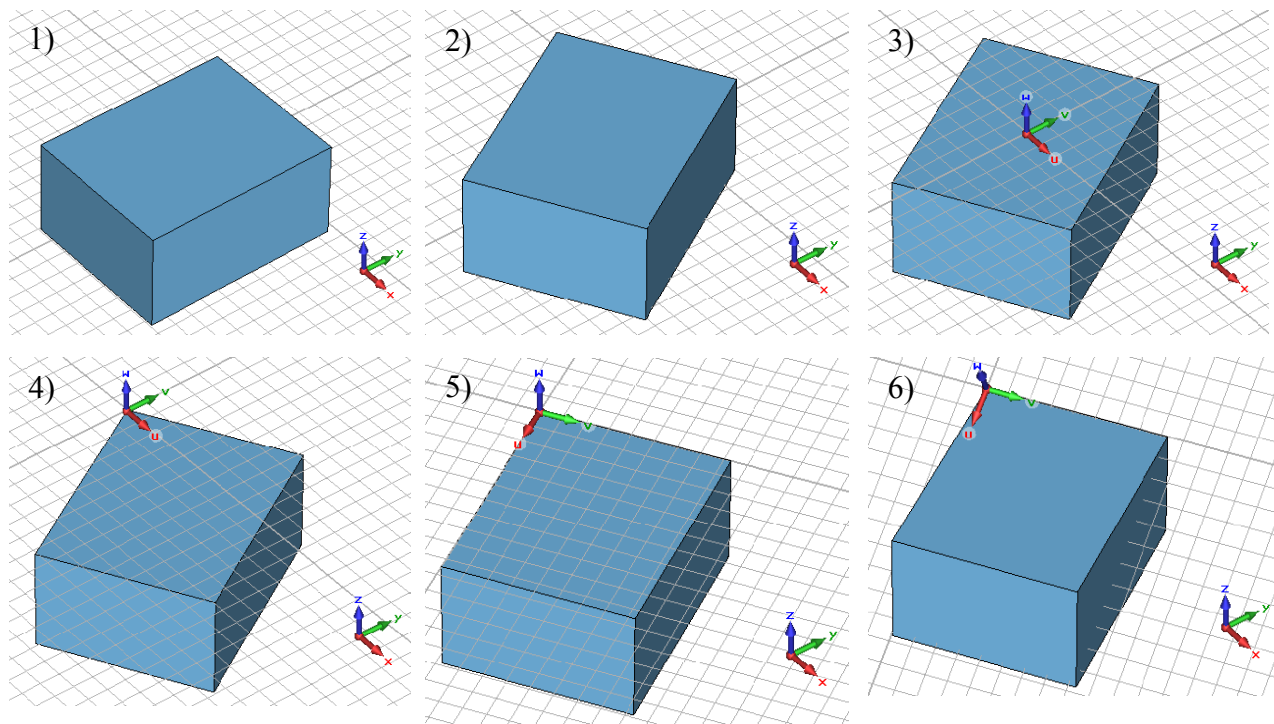




Рис. 4.44.

– Затем выберите одну из вершин верхней грани параллелепипеда, после чего установите в ней начало локальной системы координат WCS с помощью команды ленты Modeling | WCS | Align WCS (W)  (рис. 4.44.4).

– Совместите ось U с одним из ребер фигуры (рис. 4.44.5), для чего выберите данное ребро и привяжите к нему рабочую систему координат с помощью команды ленты Modeling | WCS | Align WCS (W) . При этом начало локальной системы координат может переместиться в центр ребра.

– С помощью команды меню WCS | Rotate Local Coordinates поверните рабочую систему WCS вокруг оси V на 30 градусов (рис. 4.44.6).

– Используя локальную систему координат, постройте цилиндр, вид которого представлен на рисунке 4.45.

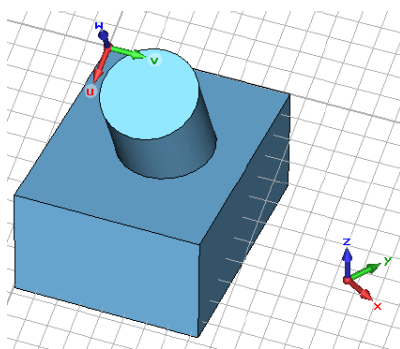




Рис. 4.45.

– Сразу же после построения цилиндра появится диалоговое окно, предупреждающее о пересечении двух объектов. Укажите в нем Add both для их объединения и нажмите кнопку ОК.

История модификаций проекта

Итак, в предыдущем задании было построено несколько простейших фигур, для которых был выполнен ряд несложных геометрических преобразований. Любые ошибки, сделанные в процессе разработки структуры, можно исправить, совершив откат на шаг или несколько шагов назад с помощью команды Undo  панели быстрого доступа.

Тем не менее, в ряде случаев возникает необходимость возврата к предыдущему этапу формирования структуры для изменения, удаления или вставки некоторых операций. Такая задача может быть решена с помощью специального инструмента History List, позволяющего просматривать и редактировать историю модификаций проекта. Выполните команду ленты Modeling | Edit | History List .

На экране появится диалоговое окно History List (рис. 4.46), в котором отображена последовательность всех выполненных нами операций по построению параллелепипеда и цилиндра.

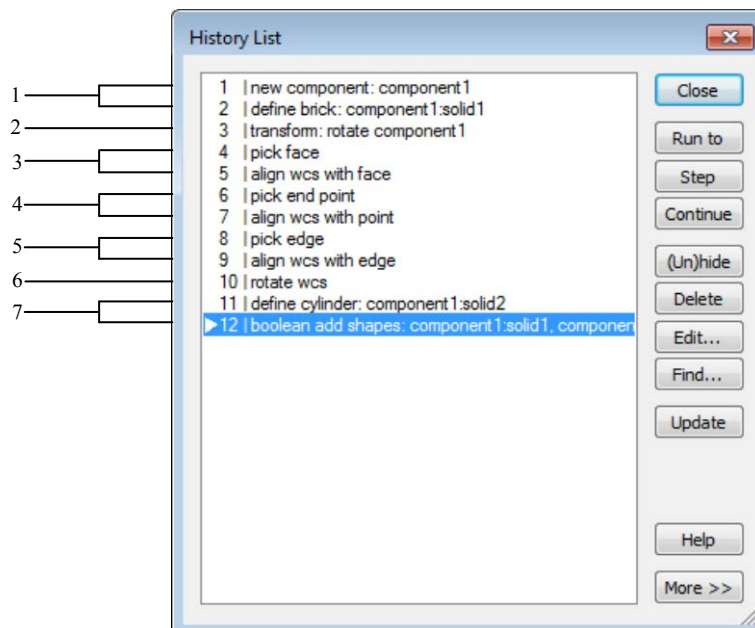


Рис. 4.46.

Этот список содержит все предшествующие операции в хронологическом порядке. В нем метка ► указывает на текущий этап разработки структуры. Для возврата к более раннему этапу выберите его в списке History List с помощью указателя мыши и нажмите кнопку Run to. Нажатие кнопки Step запустит выполнение следующего шага из истории проекта. При нажатии кнопки Continue будут обработаны все операции после текущего этапа.

Нажатие кнопки Update запускает выполнение всех присутствующих в списке операций, по окончании чего структура полностью регенерируется. Нажатие кнопки Edit вызывает диалоговое окно редактирования параметров операции. Например, выберем в списке строку “rotate WCS” и нажмем кнопку Edit. На экране откроется диалоговое окно Edit History List Item (рис. 4.47).

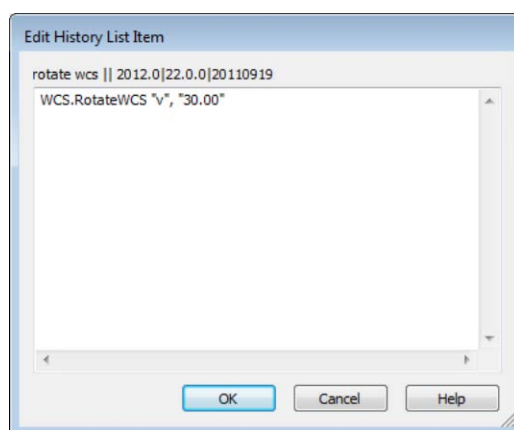


Рис. 4.47.

Текст, представленный в поле этого окна, по сути, представляет собой макрокоманду внутреннего языка системы со списком используемых параметров. Первый параметр "v" определяет ось, относительно которой будет выполнен поворот, второй параметр "30" задает угол поворота в градусах. Установите угол поворота равным 10 градусам, для чего значение второго параметра измените на 10 и нажмите кнопку ОК для подтверждения. При этом вы вернетесь в окно History List, в котором нажмите кнопку Update для обновления структуры.

После выполнения всех указанных операций структура должна принять вид, изображенный на рисунке 4.48.

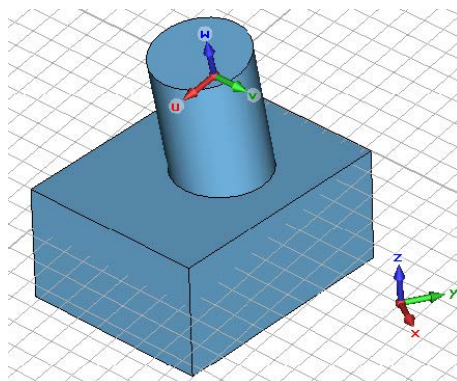



Рис. 4.48.

Таким образом, механизм записи истории модификации структуры позволяет быстро и просто внести изменения в проект без необходимости повторного построения структуры. Следует помнить, что в ряде случаев внесение изменений в список History List может привести к серьезным топологическим нарушениям модели. Данная ситуация часто возникает при удалении строк операций или добавлении новых в список истории. В подобных случаях выполнение последующей операции выбора, к примеру, может указать на неверные точки, ребра или грани фигуры, поскольку оригинального объекта выделения уже не существует.

Предположим, что в имеющемся у нас списке History List будет удалена первая операция построения параллелепипеда. Тогда при выполнении операции выбора грани для привязки локальной системы координат произойдет ошибка.

В случае возникновения подобных нарушений рекомендуется приступать к работе со списком History List с самого начала, корректно настраивая выполняемые операции. Но и в такой ситуации, работа, затрачиваемая на внесение изменений в структуру, потребует гораздо меньших усилий, чем на построение модели с нуля. Для получения подробной информации с описанием макрокоманд системы и настройки их параметров обратитесь к интерактивной справочной системе.

Дерево истории

History Tree – другой мощный инструмент редактирования построенных объектов. Предположим, что пользователю необходимо изменить радиус цилиндра из предыдущего примера. Для этого, как уже было описано ранее, можно открыть окно History List и внести соответствующие изменения в макрокоманду по построению цилиндра. Аналогичный результат может быть получен другим способом: необходимо двойным щелчком левой кнопкой мыши выделить нужную фигуру и затем выполнить команду ленты Modeling | Edit | Properties  или команду Properties из контекстного меню.

На экране откроется окно History Tree (рис. 4.49), содержащее этапы построения выбранной фигуры:

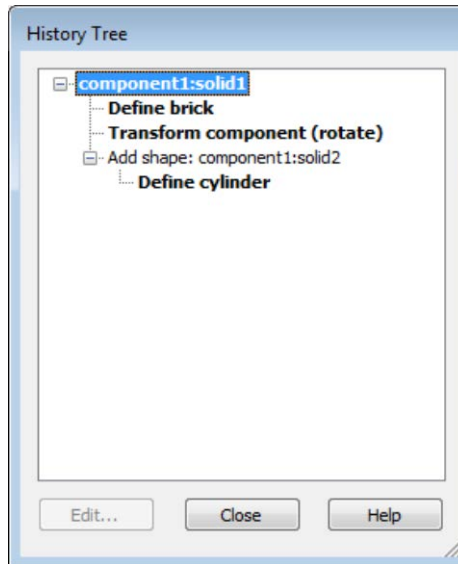


Рис. 4.49.

Щелкните левой кнопкой мыши на строке Define cylinder. Соответствующий объект будет подсвечен в рабочем окне, и станет активной кнопка Edit. Следует помнить, что последующие преобразования, совершенные над объектом, не отображаются на экране при его выборе в дереве истории.

Нажмите кнопку Edit. На экране откроется диалоговое окно построения цилиндра (рис. 4.50).

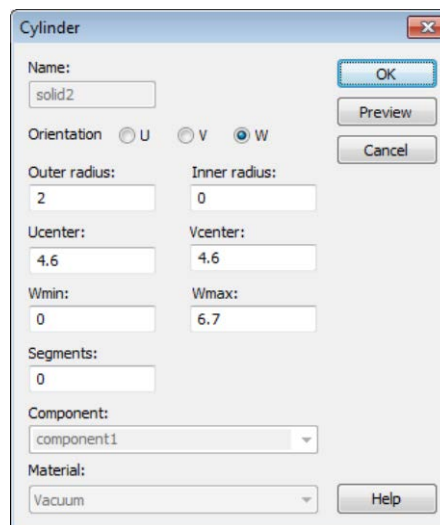


Рис. 4.50.

Теперь вы можете изменить радиус цилиндра, указывая новое значение в поле Outer radius. При нажатии на кнопку Preview система отобразит на экране предполагаемое изменение структуры. При успешном редактировании модели нажмите кнопку ОК для сохранения внесенных изменений.

Итоговая структура примет вид, показанный на рисунке 4.51.

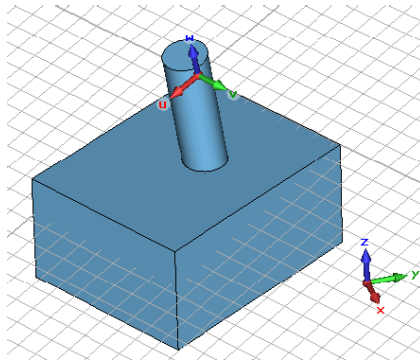


Рис. 4.51.

В качестве самостоятельного упражнения измените еще несколько параметров присутствующих в структуре объектов с помощью инструмента History Tree. Помните, что нажатие кнопки Preview отображает изменения только выделенного объекта. Все последующие совершенные преобразования будут показаны только после нажатия кнопки ОК.

Построение кривых


Ранее нами были рассмотрены различные способы построения структуры с использованием трехмерных примитивов и мощных операций объединения, сопряжения и формирования оболочки.

Другим возможным путем формирования фигур сложной формы может быть предварительное построение двумерного объекта – кривой, с последующим трехмерным преобразованием. Кривая линия — это линия сложной формы, построенная в рабочей плоскости.

Ниже будет рассмотрен пример, который даст нам общее представление о моделировании фигур, полученных с помощью кривых линий. Подробное описание всех функциональных возможностей этого метода выходит за рамки данного документа. Более подробная информация по рассматриваемому вопросу вы можете найти в интерактивной справочной системе.

Перед началом работы с кривыми, очистим рабочее поле и запустим новый, пустой проект с помощью команды ленты File | Project | Reset .

Все создаваемые двумерные объекты сохраняются в каталоге Curves, открыв который пользователь обнаружит вложенные папки (непосредственно кривые), каждая из которых будет содержать определяющие примитивы.

Для создания новой кривой и построения прямоугольника выполните команду ленты Modeling | Curves | Curves | Rectangle , после чего на рабочей плоскости укажите вершины фигуры (рис. 4.52). Процесс практически ничем не отличается от изученных ранее последовательностей действий построения трехмерной фигуры.

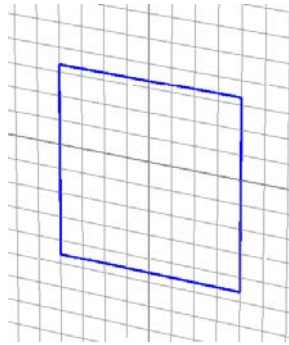


Рис. 4.52.

Далее, выполните команду ленты Modeling | Curves | Curves | Circle , и нарисуйте окружность, пересекающую одну из сторон прямоугольника, как показано на рисунке 4.53.

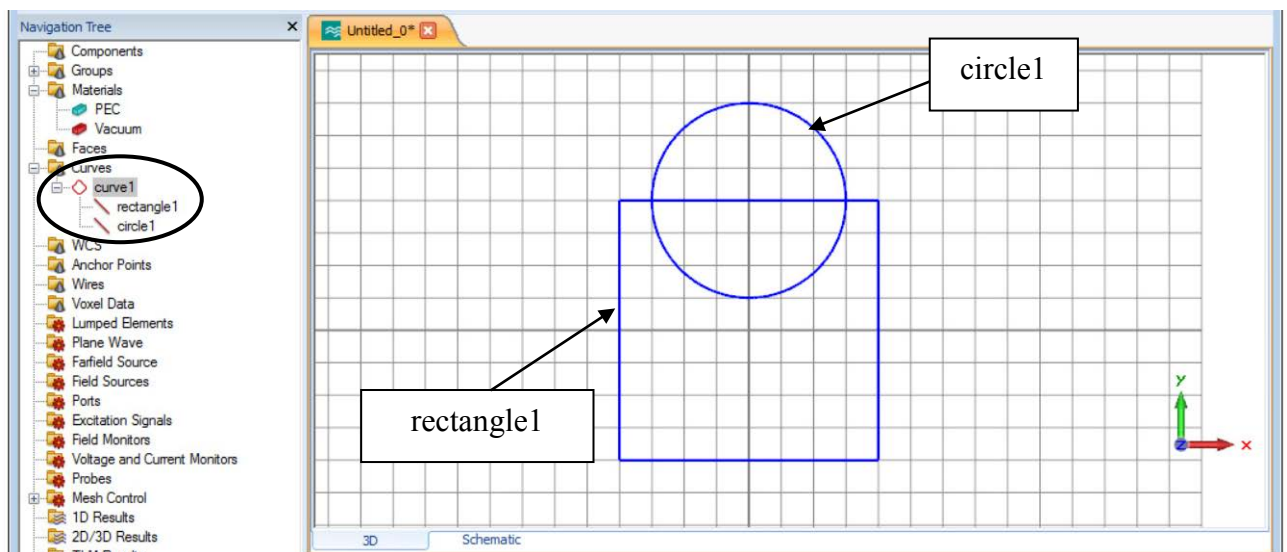



Рис. 4.53.

Легко заметить, что в результате сделанных манипуляций мы получили сложную кривую `curve1`, состоящую из двух плоских геометрических объектов `rectangle1` и `circle1`, о чем в дереве проекта появится соответствующая запись.

Теперь нам требуется объединить объекты таким образом, чтобы кривая имела только один контур. Для этого сначала с помощью мыши в дереве проекта или двойным щелчком левой кнопки мыши на объекте в рабочей плоскости выделите прямоугольник. Далее выполните команду ленты Modeling | Curves | Curve Tools | Trim Curves . Система попросит нас указать объекты, которые будут объединены с прямоугольником. С помощью мыши выберите окружность и подтвердите выбор нажатием клавиши Enter.

На следующем этапе система предложит нам указать, какие из сегментов кривой следует удалить при объединении объектов. По мере перемещения указателя мыши по экрану, система будет подсвечивать доступные для удаления сегменты. Укажите на два сегмента так, чтобы результирующая кривая имела вид контура, показанного на рисунке 4.54. Нажмите клавишу Enter для подтверждения.

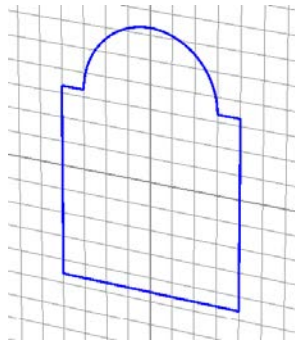


Рис. 4.54.

С помощью команды ленты Modelling | WCS | Local WCS активируйте локальную систему координат и поверните ее так, чтобы ее оси были направлены, как показано на рисунке 4.55. То есть, рабочая плоскость должна быть расположена горизонтально.

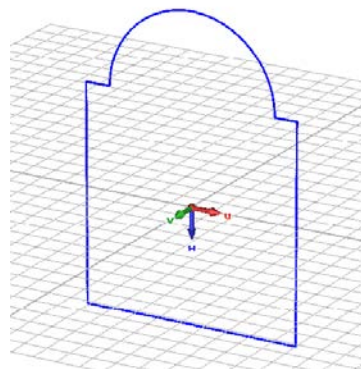


Рис. 4.55.

Выполните команду ленты Modeling | Curves | Curves | Polygon , после чего постройте в рабочей плоскости ломаную кривую, соединяющую три точки, как показано на рисунке 4.56.

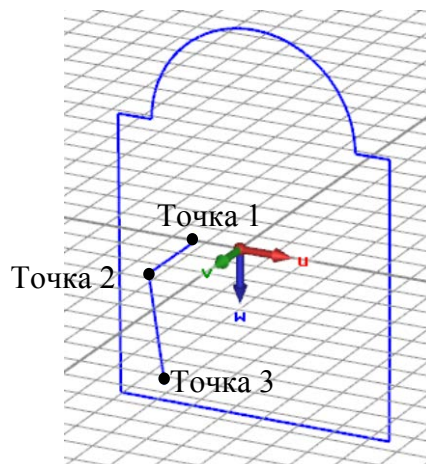



Рис. 4.56.

Теперь вы можете выполнить вытягивание нарисованного контура в направлении, заданном ломаной линией. Для этого выполните команду ленты Modeling | Curves | Curve Tools | Sweep Curve . Система попросит указать кривую, которая будет использоваться в качестве профиля. Двойным щелчком левой кнопкой мыши выделите ранее созданный контур, образованный прямоугольником и окружностью.

Далее система попросит указать путь, по которому следует выполнить вытягивание. Для этого двойным щелчком левой кнопкой мыши выберите ломаную кривую, образованную тремя точками в плоскости рисования. Затем появится финальное диалоговое окно настройки операции вытягивания Sweep Curve Along Path, которое необходимо оставить без изменения, нажав кнопку ОК. Полученная таким методом фигура будет иметь вид, показанный на рисунке 4.57.

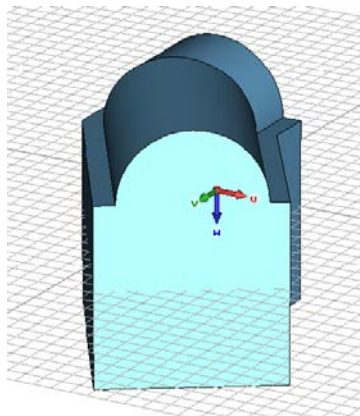


Рис. 4.57.

В данном примере рассмотрены лишь некоторые мощные возможности построения фигур с помощью кривых. Для самостоятельной работы создайте несколько разных кривых и выполните их дальнейшие преобразования. Дополнительную информацию по работе с кривыми вы можете найти в интерактивной справочной системе.

Создание плоских проводников

Далее будет рассмотрен один из самых трудоемких этапов создания структуры — прорисовка плоских проводников. Большинство планарных СВЧ устройств содержит в себе микрополосковые линии, представляющие собой не что иное, как плоские проводники конечной толщины. Некоторые проекты, например сложные печатные платы, могут содержать множество проводников, построение которых представляет собой весьма утомительную задачу, требующую огромных затрат времени.

Существенно упростить эту задачу позволяет инструмент, прорисовывающий проводник заданной ширины и толщины вдоль некоторой кривой.

Выполните следующее упражнение: с помощью команды ленты Modeling | Curves | Curves | Spline постройте непрерывную кривую, изображенную на рисунке 4.58.

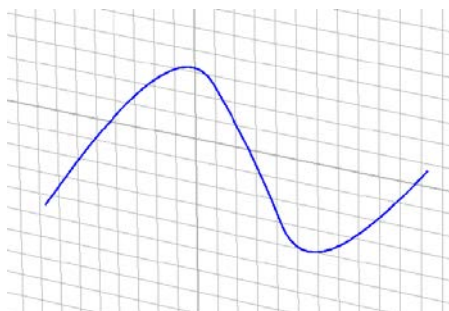



Рис. 4.58.

Теперь, на основе этой кривой вы можете построить проводник, используя команду ленты Modeling | Curves | Curve Tools | Trace from Curve . Система попросит указать кривую, которой будет следовать создаваемый проводник. После двойного щелчка левой кнопкой мыши на ранее созданной кривой на экране появится окно Create Trace From Curve (рис. 4.59).

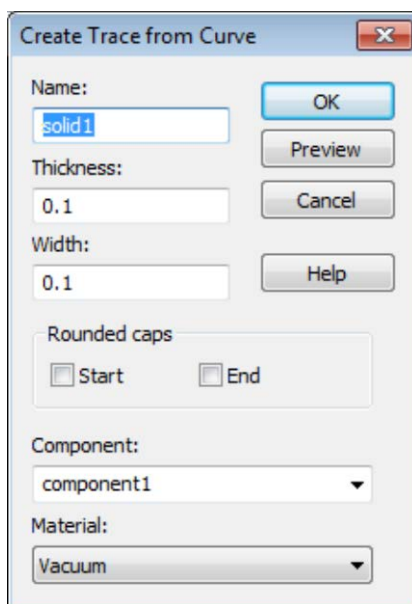


Рис. 4.59.

В этом диалоговом окне нужно задать толщину (Thickness) и ширину (Width) проводника, а также указать, будут ли его концы прямоугольными или закругленными (опция Rounded caps). После нажатия кнопки ОК система создаст проводник, вид которого изображен на рисунке 4.60 (закругленные концы установлены только для окончания (end) кривой).

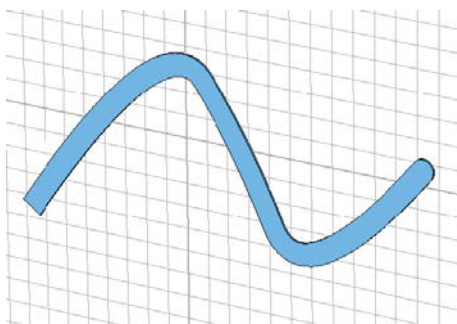


Рис. 4.60.

Создание проволочных перемычек

Другими важными элементами микрополосковых устройств, часто требующими трехмерного электродинамического анализа, являются проволочные перемычки. Для их построения в системе имеется специальный инструмент, работу которого мы рассмотрим на следующем примере.

Постройте плоскую диэлектрическую пластину (подложку СВЧ устройства) и разместите на ней два проводника с контактными площадками на концах, как показано на рисунке 4.61.

Предположим, что нам требуется соединить центры контактных площадок проволоочной перемычкой.

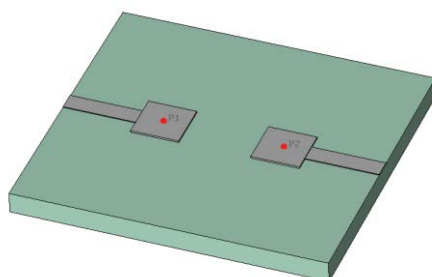




Рис. 4.61.

Выберите центры контактных площадок с помощью команды ленты Modelling | Picks | Pick Point | Pick Face Center  и затем выполните команду ленты Modeling | Shapes | Bondwire . На экране появится диалоговое окно Bond wire (рис. 4.62).

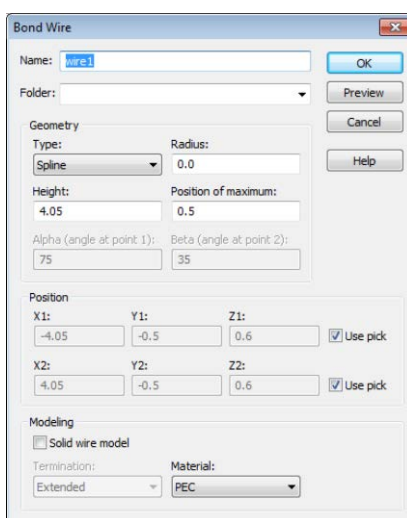


Рис. 4.62.

Вы можете заметить, что если точки на проводниках не были выбраны предварительно, то нам бы пришлось вводить их координаты вручную в этом диалоговом окне в разделе Position. Кроме того, в выпадающем списке Type раздела Geometry задается тип перемычки SPLINE, JEDEC4 или JEDEC5 (рис. 4.63). Форма перемычек JEDEC4 или JEDEC5 является стандартной, тогда как перемычка типа SPLINE требует ввода максимальной высоты. Более подробное описание параметров перемычек приведено в интерактивной справочной системе.

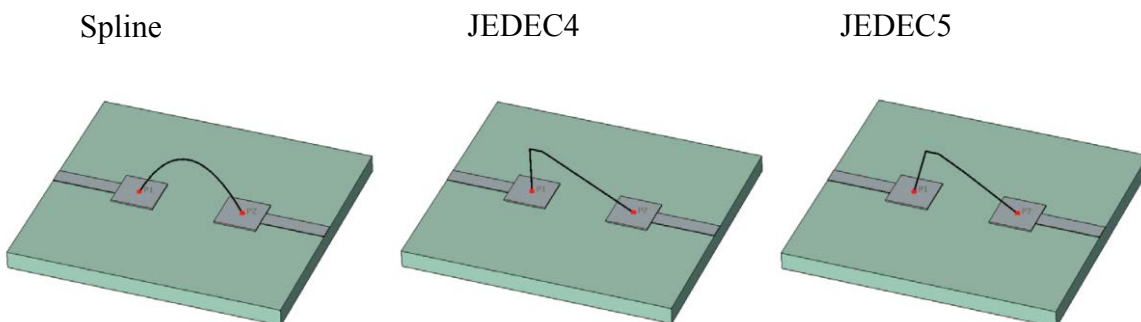


Рис. 4.63.

Здесь же в поле Radius задается отличный от нуля радиус проволочной перемычки. Несмотря на то, что на экране перемычка будет отображаться как бесконечно тонкая, вычислительные модули всегда используют внутреннюю модель, учитывающую конечный радиус проволоки. Обратите внимание, данная функция не поддерживается вычислительными модулями, использующими тетрагональную сетку разбиения.

В общем случае проволочную перемычку можно представить в виде трехмерного твердотельного объекта, для чего нужно включить опцию Solid wire model. В этом случае станут активными выпадающие списки, в которых задаются материал (Material) и вид исполнения концов перемычки (Termination).

Концы перемычки могут быть трех видов (рис. 4.64):

— Natural — проводник представляет собой провод с перпендикулярно отрезанными краями.

— Rounded — проводник представляет собой провод с закругленными краями.

— Extended — в этом случае проводник будет иметь плоский срез по плоскости контактной площадки.

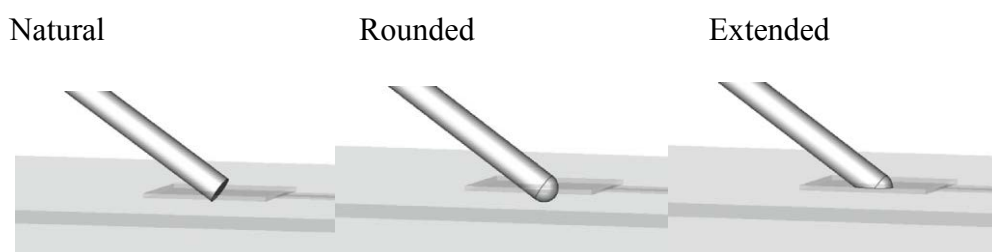


Рис. 4.64.

Функции локального редактирования

Ранее нами были рассмотрены различные способы изменения моделей, непосредственно построенных в данной системе. Однако на практике очень часто приходится работать с трехмерными объектами, история создания которых системой записана не была.

Приведенный ниже пример покажет возможность параметризации и изменения подобных структур с помощью функций локального редактирования (Local Modifications). Для этого сначала постройте модель, состоящую из прямоугольного параллелепипеда и цилиндра с фаской (рис. 4.65).

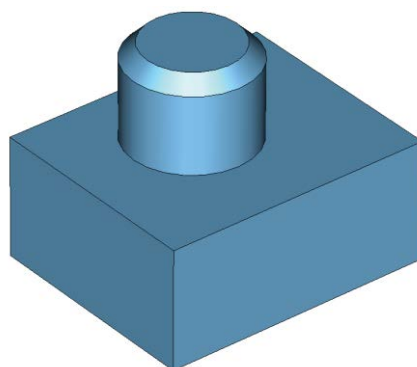



Рис. 4.65.

Выделите конусообразную поверхность фаски (используя Modeling | Picks | Picks ) и выполните команду ленты Modeling | Tools | Modify Locally | Remove Feature (Ctrl+R). Система удалит выбранный отличительный элемент (в данном случае фаску) и автоматически продлит боковую поверхность цилиндра до пересечения с его верхним основанием (рис. 4.66).

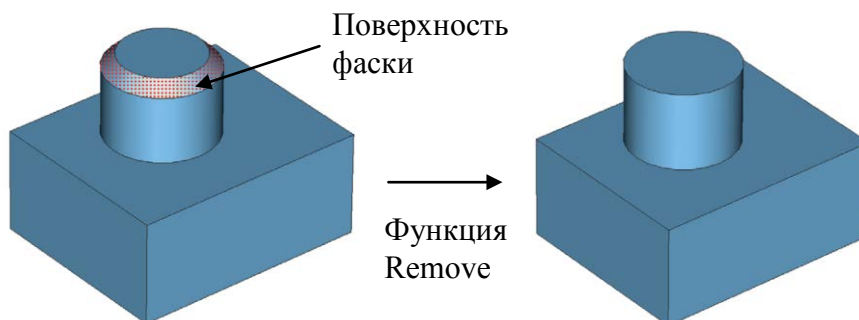




Рис. 4.66.

Теперь выберите боковую поверхность цилиндра (используя Modeling | Picks | Picks ) и выполните команду ленты Modeling | Tools | Modify Locally . Откроется диалоговое окно Face Modifications (рис. 4.67), в котором можно задать новый радиус цилиндра.

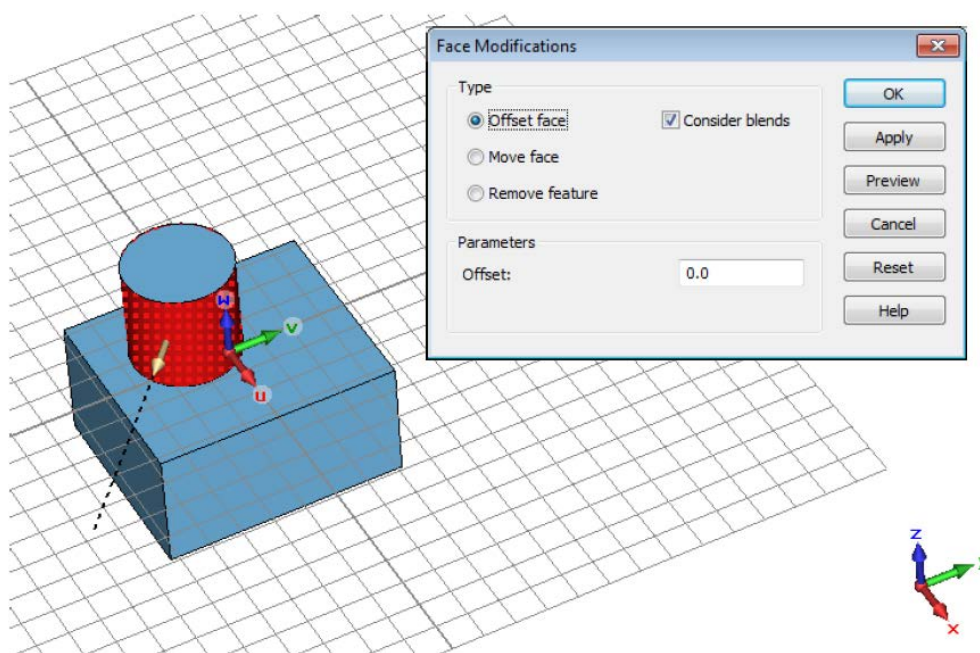


Рис. 4.67.

Новый радиус может быть задан с помощью перемещения желтой стрелки на модели или вводом с клавиатуры нужного значения в графе Offset (рис. 4.68).

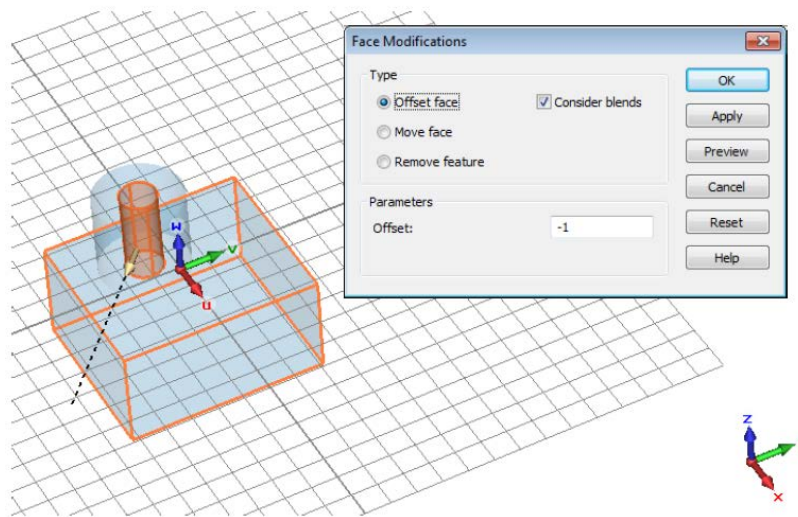


Рис. 4.68.

Для внесения изменений нажмите кнопку Apply. Теперь вы можете выделить верхнее основание цилиндра и с помощью перемещения желтой стрелки установить новую высоту цилиндра (рис. 4.69).

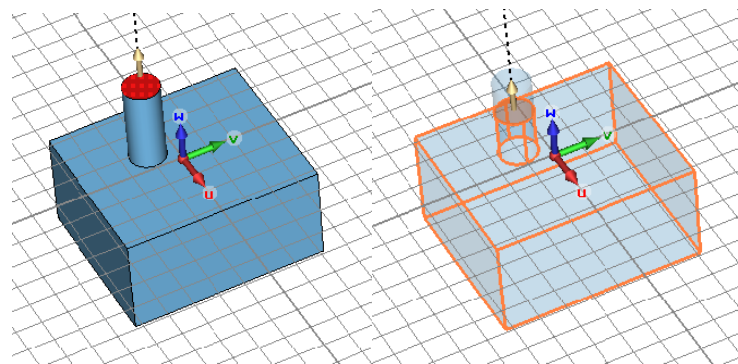


Рис. 4.69.

После нажатия кнопки Apply структура примет вид, показанный на рисунке (рис. 4.70).

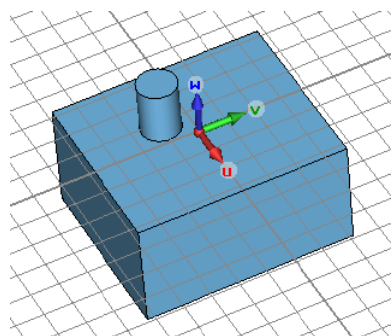


Рис. 4.70.

Функции локального редактирования, бесспорно, являются мощными операциями построения трехмерных структур. Однако следует помнить, что в ряде случаев их применение может вызвать ошибку, например, когда нет однозначного решения по сопряжению двух фигур и устранению зазора между ними. В качестве самостоятельного упражнения примените функции локального редактирования на других объектах и задачах, выявляя возможные области их применения.

Дальнейшие шаги

Теперь вы ознакомились с базовыми возможностями пользовательского интерфейса пакета программ CST STUDIO SUITE и основными приемами построения трехмерных объектов. Перед переходом к следующей главе об инструментах постобработки результатов рекомендуется прочесть руководство пользователя по вычислительным модулям, соответствующим решению ваших задач.

Глава 5 — Постобработка результатов моделирования

После завершения работы вычислителя в дереве проекта появятся блоки данных, содержащие результаты моделирования. Пакет CST STUDIO SUITE обладает мощными возможностями по постобработке этих данных, которые включают в себя различные опции по визуализации и расчету вторичных параметров. Более подробное описание функций постобработки приведено в файлах справочной системы для каждой конкретной программы.

Хранение результатов варьирования параметров

Типовые результаты моделирования, представленные в виде констант и одномерных графиков, по умолчанию сохраняются при варьировании параметров модели для удобства пользователя. В этом разделе содержится краткая информация по вопросу обработки таких результатов. Для получения дополнительной информации обратитесь к интерактивной справочной системе.

В примерах ниже полагается, что анализируемая модель содержит параметр “offset” и пользователем было выполнено несколько расчетов для различных значений этого параметра. Кроме того дальнейшие действия рассмотрены на примере S – параметров, полученных в CST MICROWAVE STUDIO, но сама идея обработки результатов идентична для всех других вычислителей и программ.

После завершения работы вычислительного модуля выберите в дереве проекта папку с интересующими результатами (рис. 5.1.), после чего на экране появятся соответствующие зависимости для текущего значения параметра:

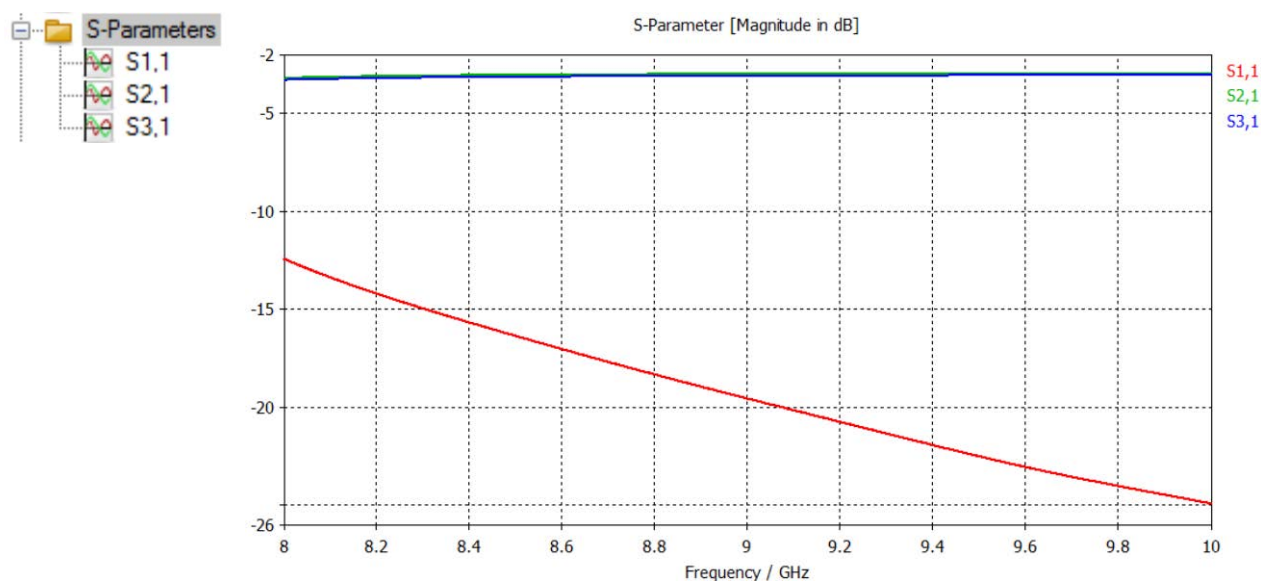


Рис.5.1.

С помощью команды ленты 1D Plot | Plot Mode | Parametric Plot  активируйте параметрический режим просмотра, изображенный на рисунке 5.2.:

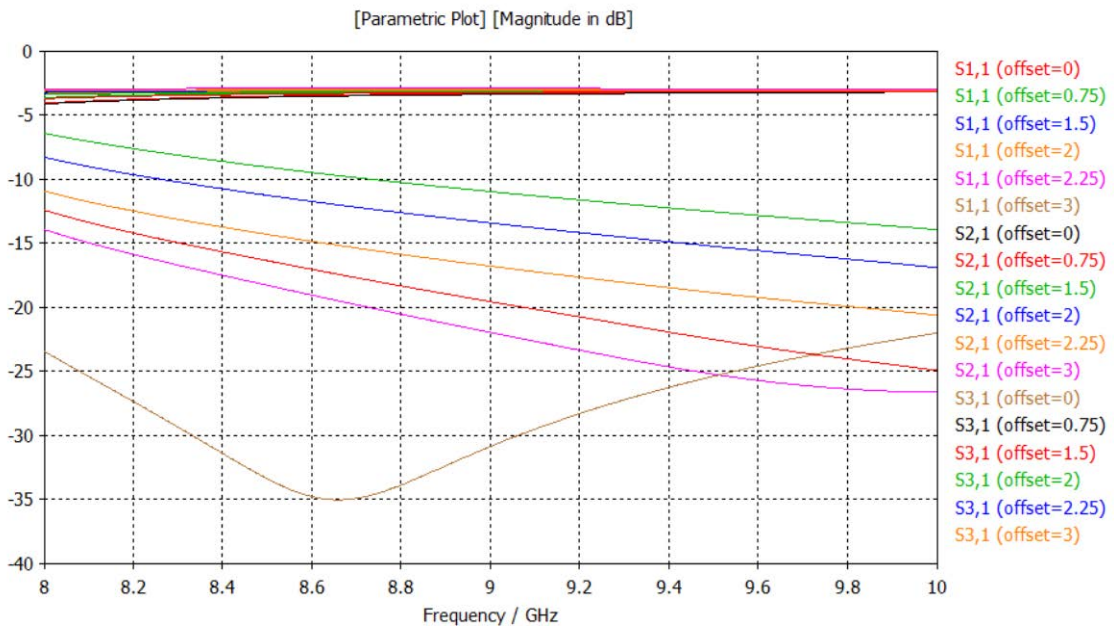


Рис.5.2.

В таком режиме просмотра отображены результаты моделирования, полученные для всех значений параметров, анализируемых ранее. С помощью команды ленты 1D Plot | Plot Mode | Parametric Plot | Tile Horizontally With Parameter View откройте сводную таблицу (рис.5.3.), содержащую все доступные результаты вычислений для каждого значения параметра.

Parameter View					
3D Run ID	Status	Parameters	1D Results\S-Parameters		
		offset	S1,1	S2,1	S3,1
1	Calculated	2	1DC	1DC	1DC
2	Calculated	0	1DC	1DC	1DC
3	Calculated	0.75	1DC	1DC	1DC
4	Calculated	1.5	1DC	1DC	1DC
5	Calculated	2.25	1DC	1DC	1DC
6	Calculated	3	1DC	1DC	1DC

Рис. 5.3.

Вы можете выбрать зависимости, которые следует отображать, указав левой кнопкой мыши на необходимые из них и выполнив впоследствии команду ленты Parameter View | Plot | Plot Selected (рис.5.4.):

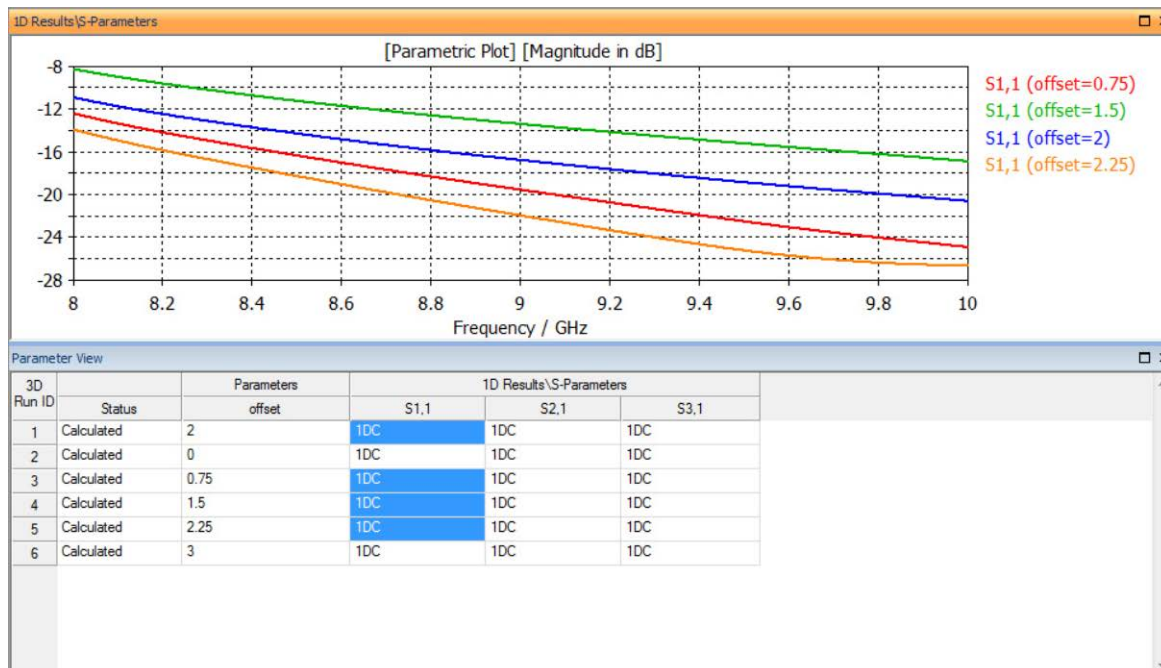


Рис. 5.4.

Для возврата из параметрического режима просмотра к отображению значений, соответствующих текущему значению параметра, выполните команду ленты 1D Plot | Plot Mode | Single Plot.

Параметрический режим просмотра позволяет быстро получить типичные результаты моделирования при варьировании параметра без необходимости использования дополнительных шаблонов постобработки. Автоматически сохраняемые результаты варьирования параметров могут также быть использованы оптимизаторами. Пожалуйста, обратитесь к интерактивной справочной системе для получения дополнительной информации.

Другой, общей для всех программ пакета CST STUDIO SUITE является мощная и полезная функция, использующая так называемые шаблоны постобработки (Postprocessing Templates).

Шаблоны постобработки

Шаблоны постобработки содержат гибкие возможности по обработке двух- и трехмерных зависимостей, 1D сигналов и отдельных скалярных значений (0D).

Значения шаблонов постобработки вычисляются после каждого вычислительного цикла при варьировании параметров и оптимизации. Все полученные значения сохраняются в каталоге Tables дерева проекта, что обеспечивает быстрый доступ к результатам для рассматриваемых значений параметров.

Ниже представлены классические 1D значения, вычисляемые шаблонами постобработки:

- Зависимости входного импеданса, проводимости и КСВН от частоты;
- 1D Диаграммы направленности для фиксированной частоты;
- Значения поля в дальней зоне в диапазоне частот;
- Зависимость группового времени запаздывания от частоты;
- Одномерные результаты обработки двух- и трехмерных характеристик (например, распределений полей, токов и пр.);


- Результаты быстрого преобразования Фурье для временных сигналов;
- Замена возбуждений и возможность рефлектометрии во временной области (TDR);
- Комбинации любых упомянутых выше данных с использованием аналитических формул;
- и многое другое...

В качестве скалярных результатов (0D) могут быть получены:

- Минимальное, максимальное, среднее, интегральное и т.д. значение одномерных зависимостей;
- Значения добротности, энергий, потерь, коэффициентов связи собственных мод;
- Результаты интегрирования 2D или 3D характеристик вдоль кривой, по плоскости или в объеме;
- Комбинации любых упомянутых выше скалярных значений с использованием аналитических формул;
- и многое другое...

Ниже мы рассмотрим принцип работы данной функции на ряде примеров.

Среда управления шаблонами обработки результатов

На рисунке 5.5 изображено диалоговое окно Template Based Postprocessing, вызываемое командой ленты Post Processing | Result Templates | Template Based Post Processing  или комбинацией горячих клавиш Shift+P.

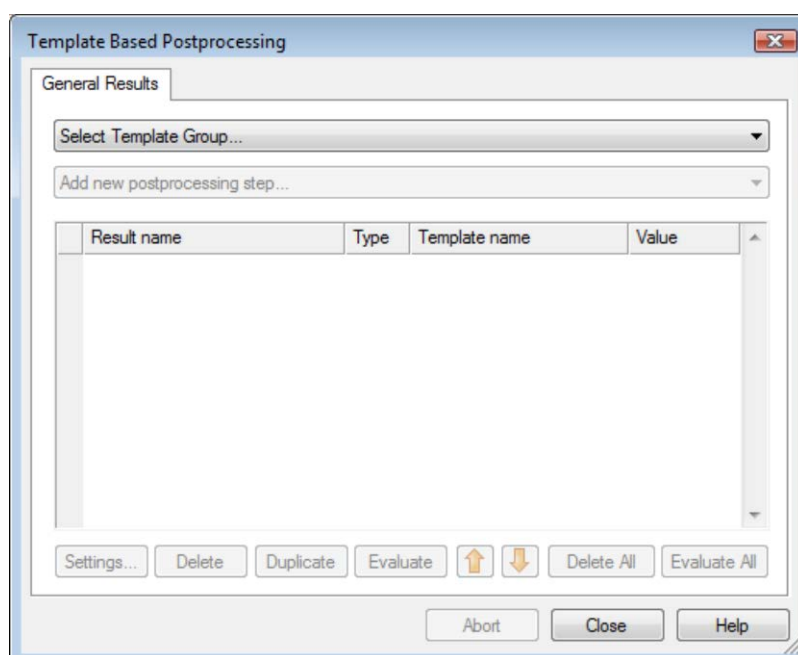


Рис. 5.5.

Это диалоговое окно содержит установленную на данный момент последовательность операций постобработки данных. Пользователь может добавлять в этот список новые задачи, сперва выбрав её из группы шаблонов (Select Template Group), и затем указывая конкретную операцию из появляющегося ниже списка (Add new postprocessing step). Колонка TYPE отображает тип получаемого результата: это может быть одномерный график (1D) или скалярная величина (0D).

Выполнив щелчок левой кнопкой мыши на строке, соответствующий конкретной задаче, можно войти в режим ее переименования и здесь же ввести ее новое название.

Кнопка Settings позволяет редактировать параметры выбранной задачи из списка. Следует помнить, что эта кнопка активна только тогда, когда для выбранной задачи доступно диалоговое окно с параметрами настройки.

Ряд операций постобработки требует настройки большого числа параметров для своего описания. В некоторых случаях перед пользователем стоит задача вычисления результатов постобработки с варьирующимися параметрами шаблонов, при сохранении без изменения большинства оставшихся настроек. В таких ситуациях, чтобы не задавать каждый раз заново описание новой задачи, достаточно один раз настроить шаблон и затем скопировать его с помощью кнопки Duplicate и внести необходимые изменения.

Нажатие кнопки Evaluate запускает выполнение выбранной задачи, в то время как нажатие кнопки Evaluate All запускает выполнение всех задач из списка, начиная с первой.

Значения всех шаблонов постобработки вычисляются автоматически после каждого вычислительного цикла, а также в процессе параметрического свипирования или оптимизации. Порядок выполнения заданий определяется их положением в списке. При необходимости пользователь может изменить положение в списке той или иной задачи с помощью кнопок со стрелками вниз и вверх. Обратите внимание, что регулировка последовательности шаблонов особенно важна в случае использования задач, зависящих от результатов предыдущих шаблонов.

Результаты шаблонов постобработки разделены следующим образом:

- Одномерные графики (1D) отображаются в дереве проекта в каталоге Tables | 1D Results
- Скалярные значения (0D) отображаются в дереве проекта в каталоге Tables | 0D Results. Дополнительно самое последнее рассчитанное значение отображается в столбике Value окна шаблонов постобработки.
- Шаблоны с символом " - " (минус) в начале имени не сохраняют результаты расчета в раздел Tables дерева проекта. Эти данные сохраняются в другом месте. Для получения дополнительной информации обратитесь к справочному описанию соответствующего шаблона.

Готовые шаблоны постобработки

В комплект стандартной поставки входит обширный перечень готовых шаблонов постобработки, который можно разбить на следующие категории:

1. Загрузка данных в цепочку постобработки.
2. Вычисление вторичных величин.
3. Извлечение данных из других результатов постобработки.

Помимо распространенных операций над S-параметрами, набор готовых шаблонов постобработки позволяет получать 1D и 0D данные из результатов расчета полей (включая поля в дальней зоне и др.).

Чтобы получить наиболее полное представление о доступных шаблонах обратитесь к интерактивной справочной системе. В каждом из диалоговых окон настройки параметров шаблона имеется кнопка Help, с помощью которой вызывается соответствующий раздел файла справки с подробным описанием.

Поскольку все шаблоны написаны на языке программирования VBA, пользователь может самостоятельно создавать свои собственные операции постобработки. Дополнительная информация о программировании приведена в интерактивной справочной системе, а также на официальном сайте в разделе технической поддержки.

Пример использования шаблонов постобработки

Ниже будет рассмотрен типичный пример использования шаблона постобработки в программе CST MICROWAVE STUDIO. Даже если в будущем вы не планируете работать в этой программе, данный пример будет для вас полезным, поскольку он содержит процедуры, идентичные для всех программ и модулей.

Допустим, что после моделирования некоего устройства необходимо получить графики зависимости KCB (VSWR) и прошедшей в порт средней мощности, рассчитанной по формуле $0,5 \cdot (1 - S_{11}^2)$, от частоты. В качестве примера можно взять любую задачу, в которой вычисляются S-параметры.

Обратите внимание: вы можете настроить автоматическое сохранение в дереве проекта результатов KCBH для чего необходимо активировать опцию Post Processing | Signal Post Processing | S-Parameter Calculations | Always Calculate VSWR. Также значение средней мощности, прошедшей через порт, может быть получено в папке дерева проекта 1D Results | Power | Excitation [1] | Power Accepted. Несмотря на то, что все анализируемые значения могут быть вычислены без использования шаблонов, данный пример лучшим образом показывает основные приемы работы с задачами постобработки.

Сперва в диалоговом окне постобработки выберите группу шаблонов S-parameter из выпадающего списка Select Template Group. После выбора конкретной группы появляется другой список, расположенный ниже и содержащий все доступные задачи постобработки для указанной группы шаблонов. Выберите первым действием получение значений VSWR, а вторым - расчет S-параметров (рис. 5.6).

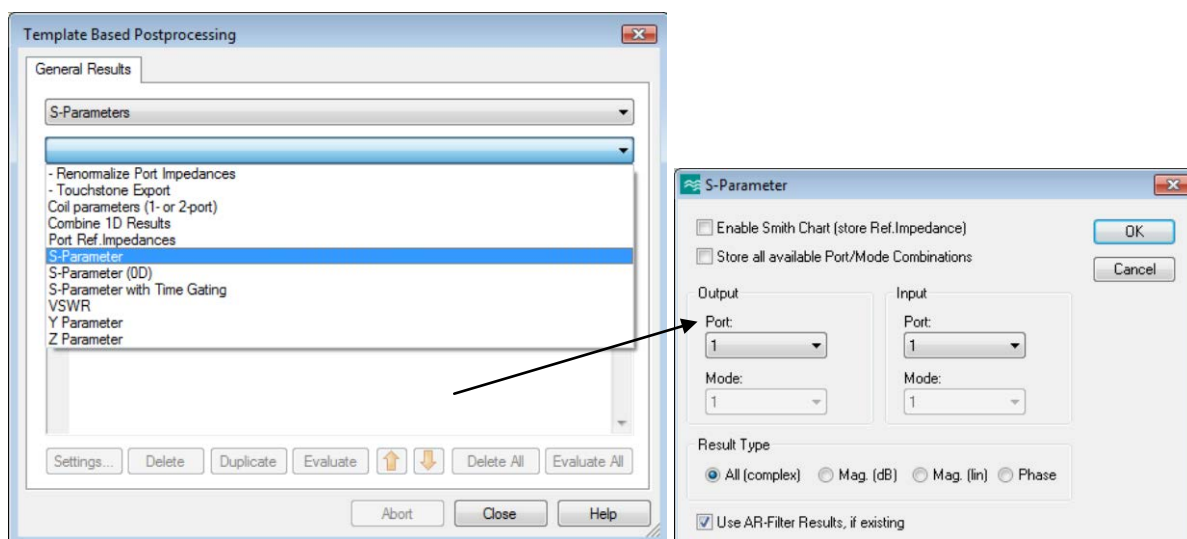


Рис. 5.6.

В общем случае результаты моделирования S_{11} можно получить в дереве проекта. Но так как эти значения в дальнейшем будут использоваться для расчета других характеристик, их надо загрузить в список шаблонов явно, как отдельную процедуру.

После подтверждения использования настроек по умолчанию (нас интересует получение комплексного значения S_{11}), в диалоговом окне Template Based Postprocessing мы увидим список из двух процедур, изображенных на рисунке 5.7.

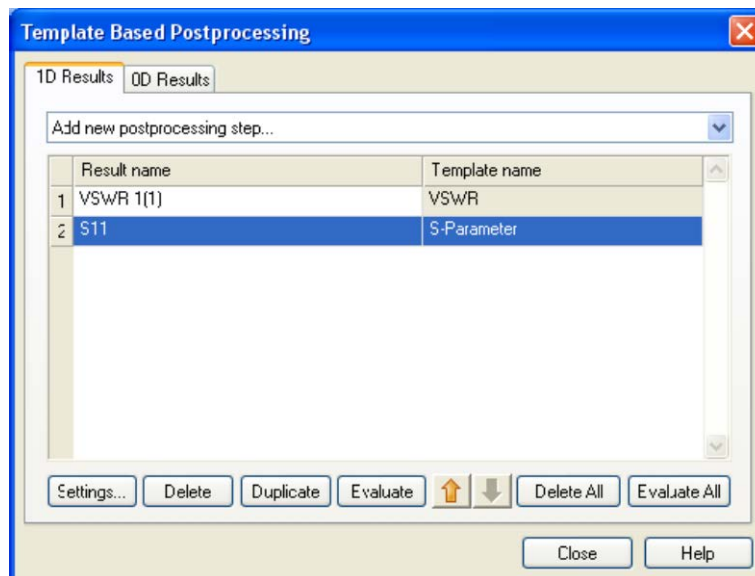


Рис. 5.7.

Если моделирование проекта было выполнено ранее и все необходимые результаты моделирования уже получены, то для запуска постобработки можно нажать кнопку Evaluate All. При этом в дереве проекта, в разделе Tables появится папка 1D Results, содержащая два новых блока данных, представленных в виде графиков (рис. 5.8). Вы можете поступить другим способом, заново запустив моделирование проекта с помощью вычислителя во временной области, по завершению которого, все данные постобработки будут получены автоматически в установленном порядке.

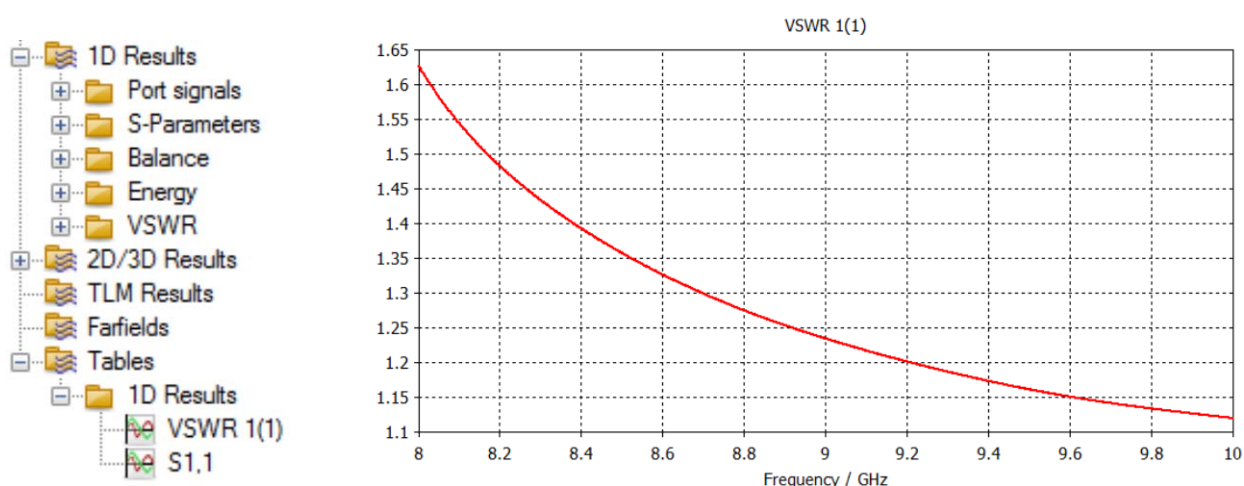


Рис. 5.8.

Теперь, используя значения S_{11} , мы можем получить частотную зависимость прошедшей мощности, которая рассчитывается по формуле $0,5*(1 - S_{11}^2)$. Расчет будет выполняться с

помощью шаблона постобработки Mix Template Results, относящегося к группе шаблонов General 1D (рис. 5.9).

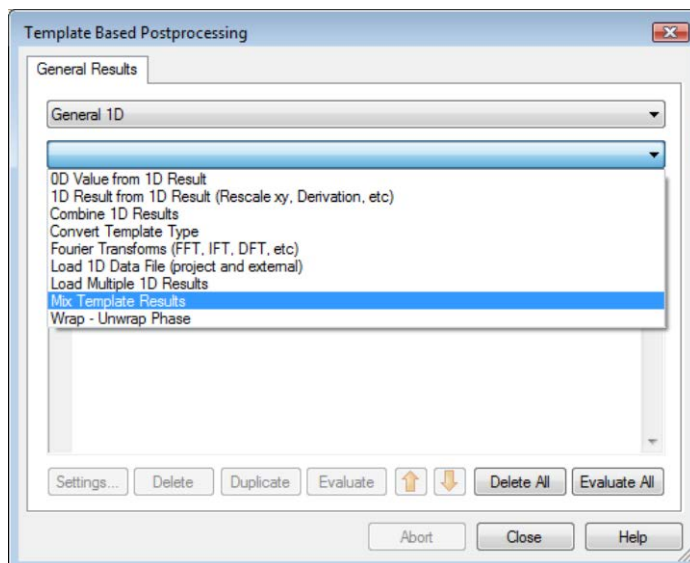


Рис. 5.9.

После выбора шаблона Mix Template Results откроется диалоговое окно настройки его параметров, представленное на рисунке 5.10. Здесь в верхнем текстовом поле следует ввести математическое выражение, используя VBA команды с применением указанных ниже переменных. Если вы выберем значения параметра S_{11} в качестве переменной A, то нужная нам формула будет записана в виде $0,5*(1-\text{abs}(A)^2)$ (рис. 5.10).

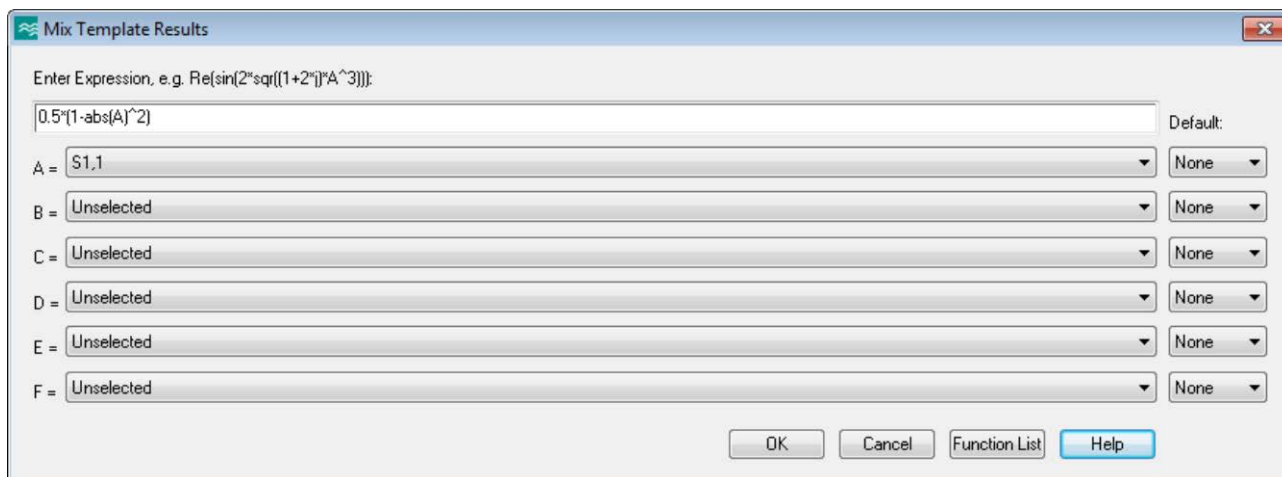
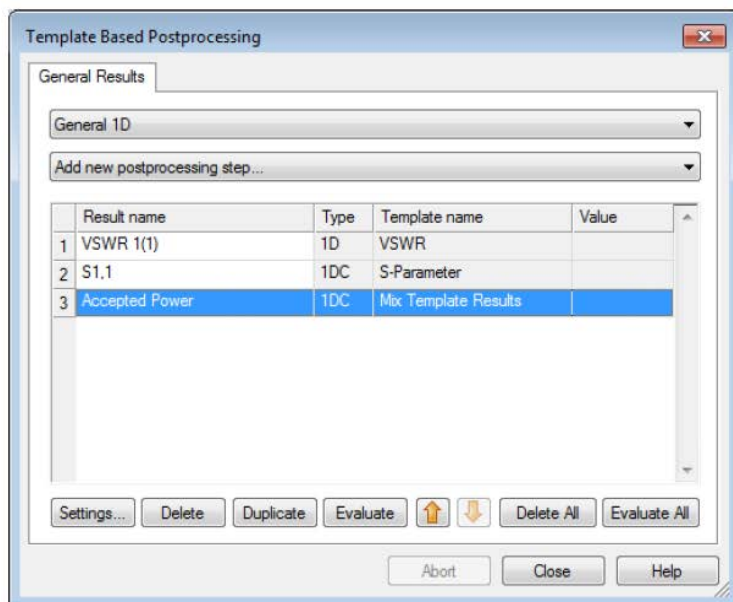


Рис. 5.10.

Обратите внимание, что данный шаблон вместе с рядом других поддерживает непосредственный выбор результатов моделирования без их предварительной загрузки в список задач постобработки. Таким образом, не было необходимости отдельно загружать результаты S_{11} , данная процедура была приведена в качестве примера описания нового шаблона.

Нажмите кнопку ОК и вернитесь в окно Template Based Postprocessing. Теперь созданный нами шаблон можно переименовать. Выполните щелчок левой кнопкой мыши на имени только что заданной процедуры и измените его на новое: Accepted Power. После нажатия кнопки Evaluate новый блок данных будет добавлен в раздел дерева проекта Tables | 1D Results (см. рис. 5.11).



Evaluate:

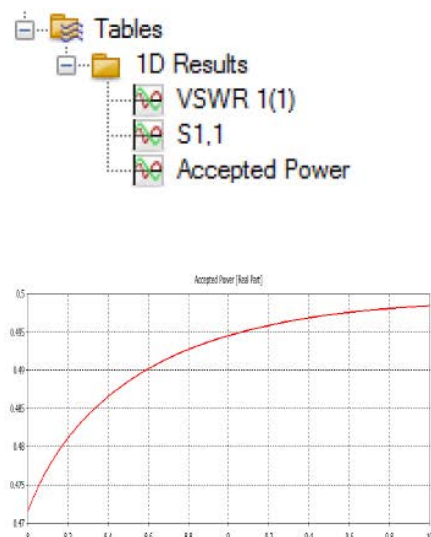


Рис. 5.11.

Для изменения настроек того или иного шаблона, его необходимо предварительно выбрать с помощью мыши в списке задач, а затем нажать кнопку Settings.

Итак, как вы могли заметить, шаблоны постобработки результатов расчета представляют собой очень гибкий и мощный инструментарий, позволяющий выполнить даже самые сложные процедуры обработки данных. Однако, весьма весомая часть важных результатов автоматически вычисляется и сохраняется вычислителем по умолчанию, поэтому проверьте доступные результаты моделирования перед настройкой нового шаблона.

Будучи однажды заданным, весь набор шаблонов будет обрабатывать полученные результаты сразу по завершению каждого отдельного сеанса моделирования. Такой подход обеспечивает эффективный метод автоматизации обработки данных, все преимущества которого становятся наиболее очевидными при выполнении параметрического анализа или оптимизации.

Предположим, что у нас имеется некая структура, один из размеров которой задан не явно, а посредством переменной offset. При этом подразумевается, что пользователем были заданы ранее шаблоны VSWR и Accepted Power описанным выше способом. Диалоговое окно управления каждым вычислительным модулем содержит кнопки Optimizer (для вызова диалогового окна настройки оптимизатора) и Par. Sweep (для вызова диалогового окна настройки автоматического варьирования параметра). Предположим, что был выполнен цикл параметрического свипирования (рис.5.12.), в результате которого полученные значения шаблонов VSWR и Accepted Power для всех исследуемых параметров отображены в виде семейства кривых, расположенных в разделе дерева проекта Tables | 1D Results (рис.5.12.).

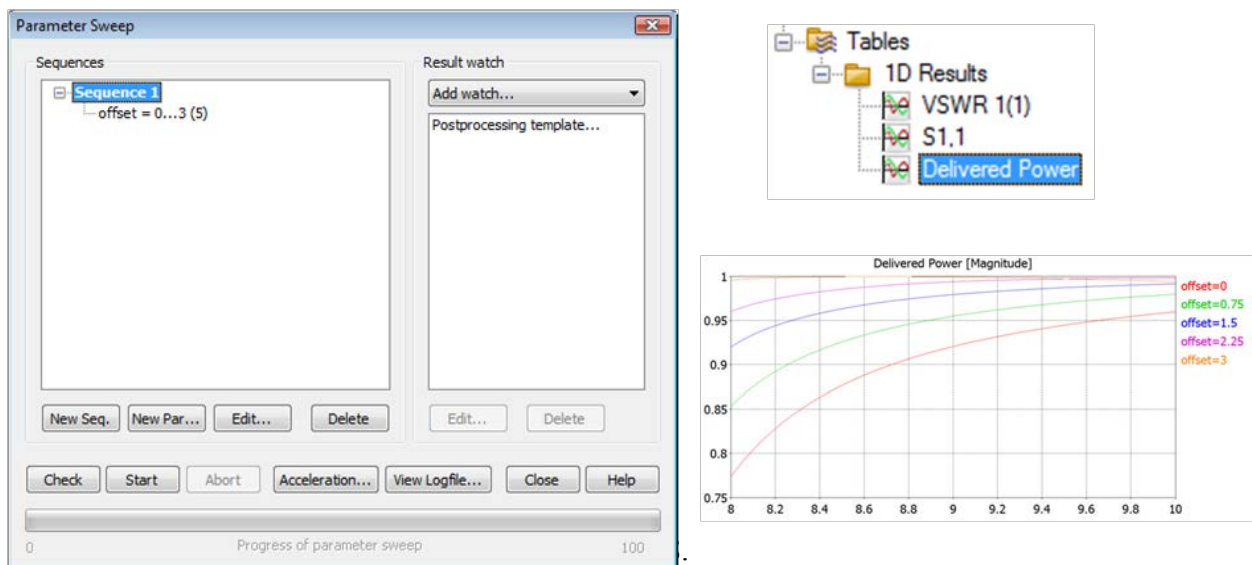


Рис.5.12.

Допустим, что нам необходимо оптимизировать прошедшую мощность, усредненную во всей полосе частот моделирования. Решение данной задачи может быть получено с помощью шаблона постобработки, рассчитывающего среднее значение блока данных Accepted Power. Для описания задачи усреднения необходимо в диалоговом окне Template Based Postprocessing указать группу General 1D и в выпадающем ниже списке готовых шаблонов выбрать строку 0D Value from 1D Result, изображенную на рисунке 5.13.

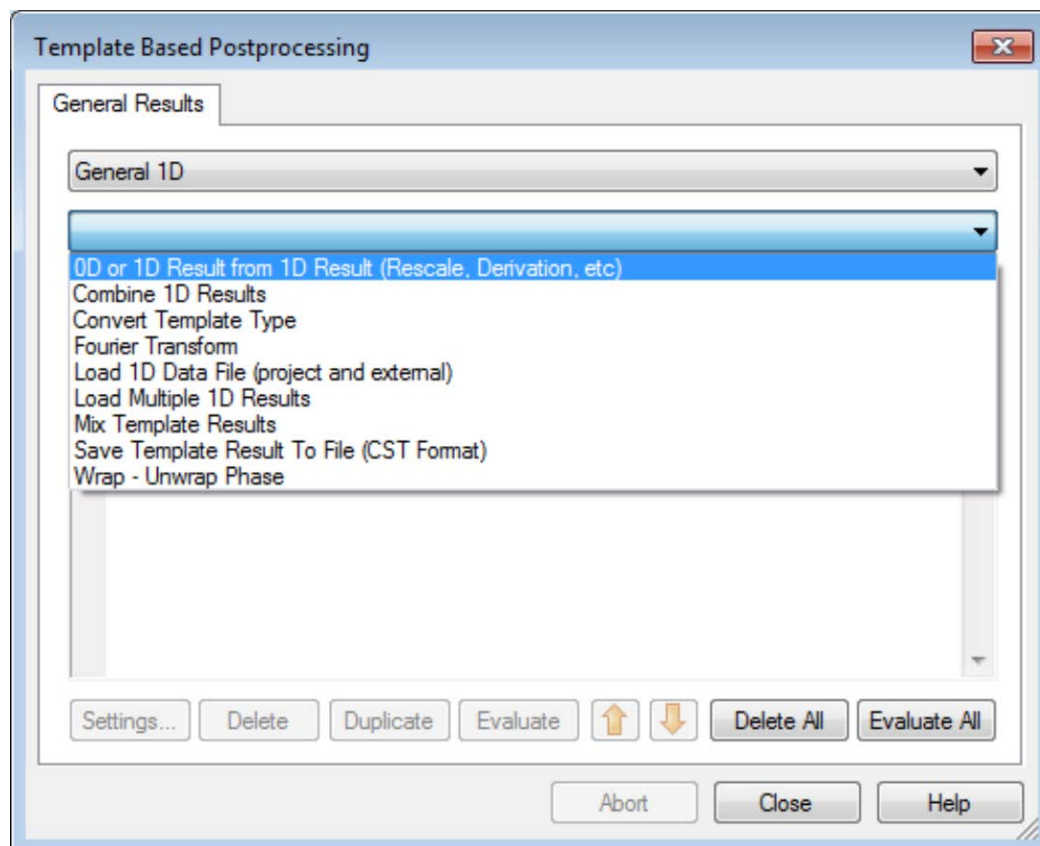


Рис.5.13.

Далее в появившемся окне настроек шаблона в выпадающем списке 1D Results укажите источник данных Accepted Power. В выпадающем списке Specify Action выберите действие

вычисления среднего значения Mean Value (y), которое необходимо выполнить над блоком данных. Необходимые настройки шаблона представлены на (рис. 5.14.).

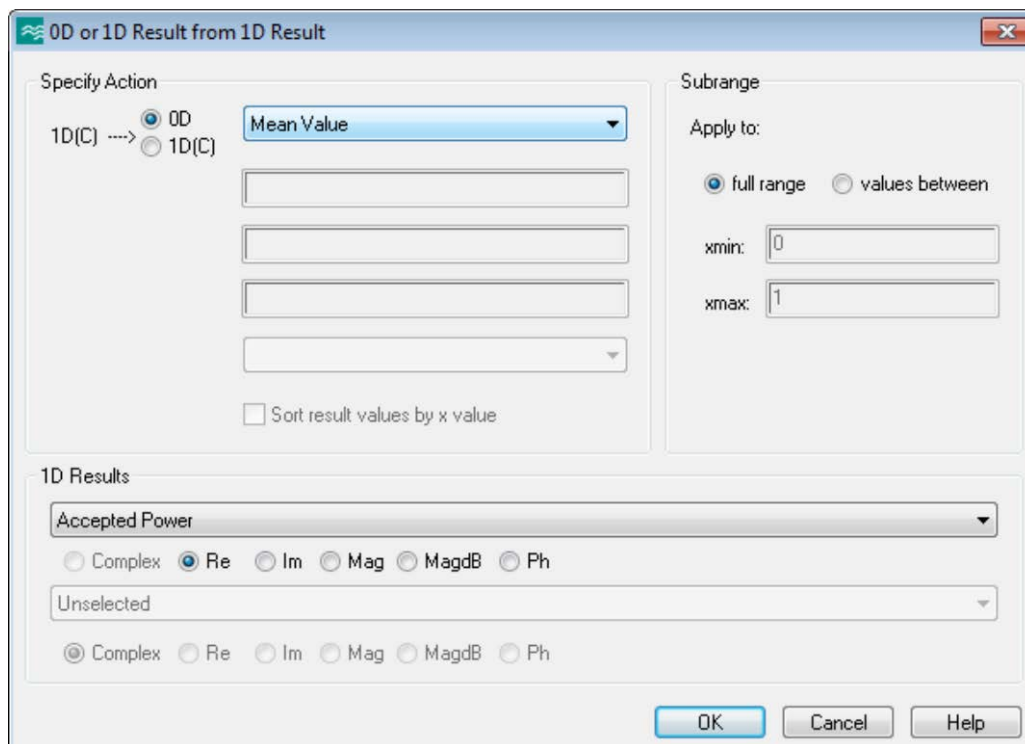


Рис. 5.14.

Результатом работы такой задачи постобработки будет скалярная величина, которая отобразится в разделе Tables | 0D Results дерева проекта после нажатия кнопки Evaluate. Также 0D результат вычисления для последнего значения параметра заносится в список Template Based Postprocessing в столбец Value (рис. 5.15):

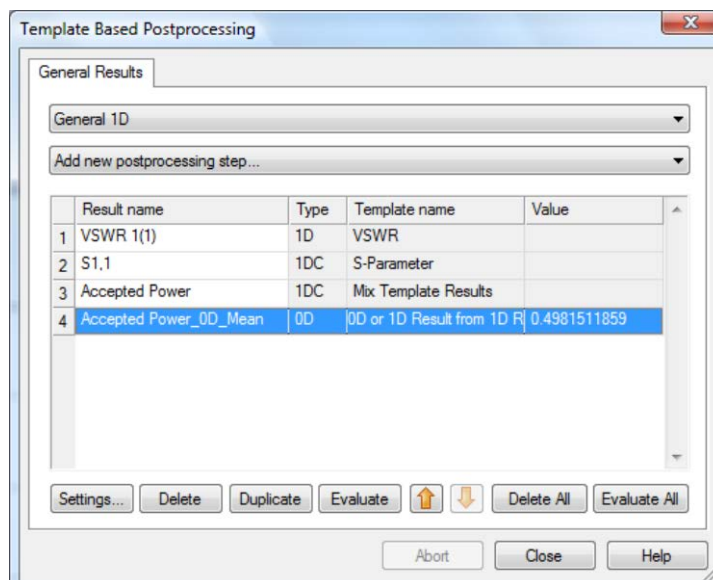


Рис. 5.15.

Аналогично случаю, рассмотренного на примере параметрического анализа, оптимизатор может использовать скалярные данные, полученные в процессе постобработки, в качестве целей оптимизации. Благодаря возможности комбинирования результатов, полученных с

помощью различных шаблонов постобработки, указанный механизм позволяет описывать и настраивать гибкие целевые функции.

На рисунке 5.16 показан пример описания целевой функции, где в качестве цели оптимизации используется скалярное значение шаблона из раздела 0D Result, а именно среднее в полосе частот значение прошедшей мощности.

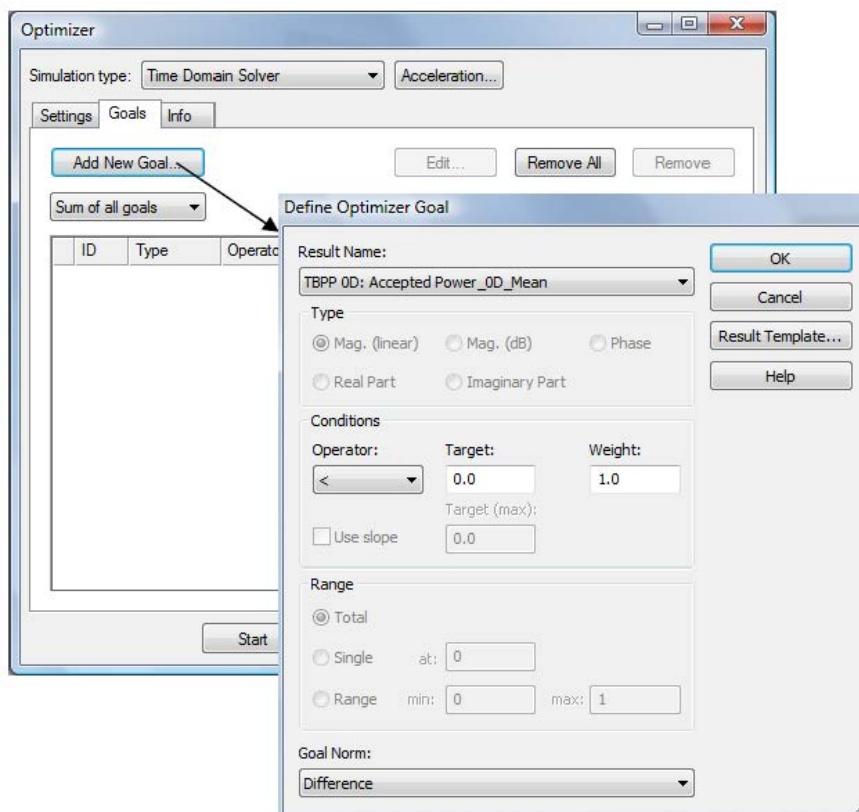



Рис. 5.16.

Глава 6 — Получение дополнительной информации

Теперь, после внимательного изучения данного документа, у вас появилось некоторое понимание того, как те или иные программы пакета CST STUDIO SUTE могут помочь вам в эффективном решении конкретных задач. Тем не менее, когда вы самостоятельно начнете создавать свой первый реальный проект, у вас наверняка возникнет множество вопросов. Ниже мы рассмотрим, как правильно искать ответы на интересующие нас вопросы с использованием документации, интерактивной справочной системы и он-лайн ресурсов технической поддержки.

Интерактивная справочная система

Интерактивная справочная система является для пользователя основным источником информации. Выполнение команды ленты File | Help | Help Contents или нажатие на иконку  в любой момент времени обеспечивает доступ к стартовой странице интерактивной справочной системы (рис. 6.1).

Обратите внимание: Настоятельно рекомендуется использовать браузер Microsoft Explorer или Mozilla Firefox для просмотра страниц поддержки.

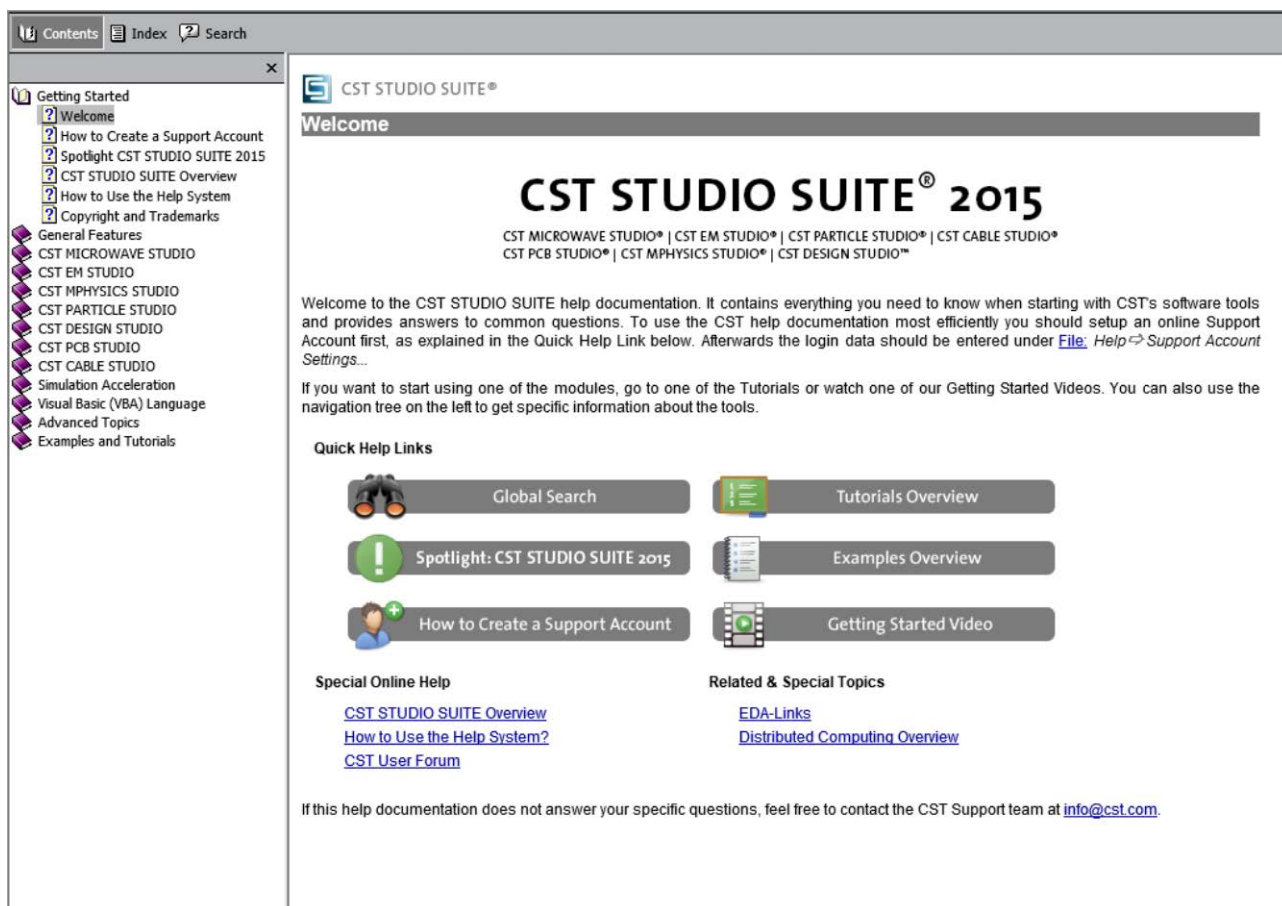


Рис. 6.1.

Стартовая страница содержит ряд полезных ссылок, которые значительно упрощают доступ к наиболее востребованной информации.

Справочная система обладает мощной функцией поиска текстовой информации, которая обеспечивает быстрый доступ к обширному содержанию системы.

Вся справочная информация имеет иерархическую структуру и организована в виде книг, разделов и страниц, доступ к которым легко получить с панели навигации.



В каждом диалоговом окне среды проектирования присутствует специальная кнопка Help, с помощью которой можно открыть связанную с ней страницу интерактивного справочника. Кроме того, нажатие клавиши F1 вызывает страницу справки, соответствующую выполняемой в данный момент функции. Например, если мы нажмем клавишу F1 в момент, когда активирована функция генерации простейших фигур, то справочная система выдаст общую информацию по созданию фигур и возможных действиях.

В случае, если какой-либо функции не сопоставлено нужного раздела контекстно-зависимой справки, то открывается стартовая страница системы, предлагающая найти нужную информацию стандартными средствами.

Страница технической поддержки сайта www.cst.com

Раздел технической поддержки официального сайта компании CST содержит огромное количество постоянно обновляемой полезной информации.

Чтобы получить доступ к содержимому страницы технической поддержки необходимо быть зарегистрированным пользователем любого программного продукта компании CST. Процедура создания собственной учетной записи достаточно проста и управляется пошаговым мастером, доступным по адресу <http://www.cst.com/support>.

Быстрый доступ к странице технической поддержки непосредственно из среды проектирования осуществляется с помощью команды ленты File | Help | Support Account Settings . После первого успешного ввода имени пользователя и пароля система запомнит ваши данные и будет автоматически открывать нужную страницу сайта при выполнении этой команды ленты File | Help | Online Support Area .

Обратите внимание, что функция поиска текстовой информации интерактивной справочной системы при наличии активной учетной записи пользователя может добавлять к результатам пользователя содержимое страницы технической поддержки.

Пошаговые инструкции Tutorials

Лучшим источником информации при решении какой-либо конкретной задачи станут учебные пособия из интерактивной справочной системы. Доступ к этим документам осуществляется по ссылке Tutorials Overview, расположенной на стартовой странице справочной системы. Перед началом работы мы рекомендуем внимательно ознакомиться со списком всех доступных учебных пособий и выбрать то из них, которое максимально соответствует вашему приложению.

Примеры

В комплект стандартной поставки пакета CST STUDIO SUITE входит набор проектов, представляющих собой примеры анализа типовых задач. Все примеры содержатся в папке Examples корневого каталога CST STUDIO SUITE. Быстрый доступ к примерам также можно получить по ссылке Examples Overview, размещенной на стартовой странице интерактивной справочной системы.

В каждом из этих примеров в дереве проекта содержится пункт Readme, двойной щелчок левой кнопкой мыши на котором вызывает краткое описание решаемой задачи.

Хотя для этих примеров нет столь подробного описания, как в случае пошаговых инструкций Tutorials, тем не менее, они могут содержать в себе полезную информацию, которая может быть использована при решении конкретных задач.

Описание языка макрокоманд

Дополнительная информация о встроенном языке макрокоманд для всех программ пакета доступна в разделе VBA интерактивной справочной системы. Документация языка макрокоманд состоит из четырех частей:

- Обзор и общее описание языка макрокоманд.
- Описание всех расширений языка макрокоманд.
- Справочник синтаксиса макрокоманд, совместимых с Visual Basic for Applications (VBA).
- Несколько примеров использования макрокоманд.

История вносимых изменений в программное обеспечение

Краткий обзор изменений, внесенных в последнюю версию программного обеспечения можно получить по ссылке Spotlight, расположенной на стартовой странице интерактивной справочной системы.

Так как в каждой новой версии программного обеспечения содержится множество новых функциональных возможностей, рекомендуется внимательно просмотреть приведенное описание изменений, для их должного использования в своих проектах.

Приложение — список доступных в системе горячих клавиш

Ниже представлен список всех доступных в системе комбинаций горячих клавиш, которые могут быть очень полезны, особенно для опытных пользователей.

Горячие клавиши общего назначения

Alt	Показать подсказки и доступ управления лентой инструментов с помощью клавиатуры
F1	Открыть контекстную справку
F2	Переименовать выбранную в дереве проекта фигуру
F5	Обновить 1D результаты моделирования (только в процессе работы вычислителя)
CTRL+F5	Запустить моделирование
F7	Обновить изменения параметров
CTRL+O	Открыть новый файл проекта в текущем окне программы
CTRL+N	Переключиться во вкладку File New and Recent
CTRL+S	Сохранить текущий файл проекта
DELETE	Удалить выбранный объект
SPACE	Отобразить оптимально всю структуру
SHIFT+SPACE	Отобразить во весь экран выделенные объекты

Горячие клавиши, доступные при создании структуры

Окно построения структуры активируется щелчком левой кнопкой мыши в нем.

ESC	Выход из текущего активного режима
-----	------------------------------------

ALT+V	Открыть диалоговое окно управления отображением структуры
CTRL+C	Копировать кривую данных в буфер обмена
CTRL+V	Вставить кривую данных из буфера обмена на график
ALT+O	Переключение цвета контура фигуры (без контура, цветной контур и черный)
ALT+W	Включить/выключить отображение рабочей плоскости
CTRL+A	Включить/выключить отображение координатных осей
CTRL+W	Включить/выключить каркасный режим
SHIFT+A	Включить/выключить анимацию полей
SHIFT+C	Активировать/деактивировать вид разреза
X	Если активен вид разреза, то сечение выполняется в плоскости X
Y	Если активен вид разреза, то сечение выполняется в плоскости Y
Z	Если активен вид разреза, то сечение выполняется в плоскости Z

TAB	Открыть окно ввода численных координат (также доступно на 1D графиках для ввода позиции маркера)
SHIFT+TAB	Открыть окно ввода численных координат с установленными нулевыми значениями

Numpad-(5)	Вид спереди
Numpad-(3)	Вид сзади
Numpad-(4)	Вид слева
Numpad-(6)	Вид справа
Numpad-(8)	Вид сверху

Numpad-(2)	Вид снизу
Numpad-(1)	Вид со стороны ближайшей оси
Numpad-(0)	Перспектива

Стрелка влево	Уменьшение фазы на 2D и 3D графиках, смещение маркера влево на 1D графиках
Стрелка вправо	Увеличение фазы на 2D и 3D графиках, смещение маркера вправо на 1D графиках
Стрелка вверх	Сдвиг плоскости сечения или плоскости отображения сетки в положительном направлении вектора нормали
Стрелка вниз	Сдвиг плоскости сечения или плоскости отображения сетки в отрицательном направлении вектора нормали
Page-Up	Увеличение частоты при отображении частотно-зависимых мод портов
Page-Down	Уменьшение частоты при отображении частотно-зависимых мод портов

CTRL+H	Скрыть выбранную фигуру или объект
CTRL+U	Отобразить все скрытые объекты
CTRL+SHIFT+H	Скрыть выбранную поверхность

W	Произвести выравнивание системы WCS по последней выделенной точке, ребру или грани
SHIFT+U	Повернуть локальную систему координат WCS относительно оси U
SHIFT+V	Повернуть локальную систему координат WCS относительно оси V
SHIFT+W	Повернуть локальную систему координат WCS относительно оси W
S	Выбрать точку, ребро или плоскость
P	Выбрать точку
M	Выбрать середину ребра
A	Выбрать центр поверхности
R	Выбрать точку на окружности
C	Выбрать центр окружности
E	Выбрать ребро
F	Выбрать грань
SHIFT+E	Выбрать цепочку ребер
SHIFT+F	Выбрать цепочку граней
D	Отменить выбор объектов

CTRL+E	Открыть дерево истории для выбранной фигуры
CTRL+T	Трансформировать выбранную фигуру
CTRL+SHIFT+A	Привязать выбранную фигуру к другому объекту

CTRL+R	Удалить выбранный отличительный элемент
CTRL+SHIFT+D	Выбрать углубление
CTRL+SHIFT+C	Замкнуть поверхность по границе выбранных ребер

Backspace	Удалить предыдущую точку, введенную при построении фигуры
+	Объединение двух выбранных фигур
—	Вычитание одной фигуры из другой
*	Поиск пересечения двух фигур, объединение кривых на плоскости
÷	Операция вставки к выбранной фигуре
%	Операция отпечатка к выбранной фигуре

#	Объединение кривых
Enter	Выполнить булеву операцию (если она активирована)
SHIFT+P Открыть диалоговое окно шаблонов постобработки	
Колесо мыши	Динамическое масштабирование. По умолчанию вращение колесом мыши увеличивает область, расположенную около курсора. Прижатой клавише Ctrl область увеличения будет расположена в центре экрана

Приведенные ниже горячие клавиши необходимо нажать, когда вы перемещаете мышью сжатой левой кнопкой.

Shift	Ограничение перемещения курсора мыши вдоль одной оси координат (при построении объектов) или вращение точки наблюдения вокруг центра экрана
Ctrl	Поворот вида структуры вокруг вертикальной и горизонтальной осей
Shift+Ctrl	Поступательное перемещение изображения на экране, вслед за указателем мыши.

Горячие клавиши, доступные при редактировании текстовых полей

Ctrl+C	Копировать выбранный текст в буфер обмена
Ctrl+V	Вставить содержимое буфера обмена в текущую позицию курсора
Ctrl+X	Вырезать выбранный текст
Ctrl+Z	Отменить последнюю операцию редактирования

Горячие клавиши при работе в схемном редакторе Schematic

Ctrl+X	Вырезать выбранный объект/текст
Ctrl+C	Копировать выбранный объект/текст в буфер обмена
Ctrl+V	Вставить содержимое буфера обмена в рабочее поле/ текущую позицию курсора
Ctrl+Z	Отменить предыдущую операцию редактирования
Ctrl+Y	Отменить отмену предыдущей операции
Ctrl+A	Выделить все
Ctrl+E	Открыть диалоговое окно настроек выбранного компонента
Esc	Отменить
Ctrl+Alt+Z	Активировать режим увеличения курсором выбранной области
Ctrl+Alt+P	Активировать режим перемещения изображения курсором мыши
Space	Отобразить во весь экран всю схему
Shift+Space	Отобразить во весь экран выделенные объекты
Ctrl+Alt+Колесо мыши	Приблизить/отдалить (без активации данного режима)
Ctrl+Shift	Поступательное перемещение курсором (без активации данного режима)
Ctrl+G	Включить/выключить сетку
A	Активировать режим вставки метки соединения
C	Активировать режим вставки коннектора

G	Активировать режим вставки элемента заземления
O	Активировать режим вставки зонда
P	Активировать режим вставки внешнего порта
Shift+R	Активировать режим вставки резистивного элемента
Shift+L	Активировать режим вставки индуктивного элемента
Shift+C	Активировать режим вставки емкостного элемента
D	Изменить направление выбранного зонда
Стрелка влево	Переместить влево режим просмотра, если ранее не были выбраны компоненты; в ином случае - переместить влево выбранные компоненты.
Стрелка вправо	Переместить вправо режим просмотра, если ранее не были выбраны компоненты; в ином случае - переместить вправо выбранные компоненты.
Стрелка вверх	Переместить выше режим просмотра, если ранее не были выбраны компоненты; в ином случае - переместить вверх выбранные компоненты.
Стрелка вниз	Переместить ниже режим просмотра, если ранее не были выбраны компоненты; в ином случае - переместить вниз выбранные компоненты.
Page Up	Прокрутка страницы вверх
Page Down	Прокрутка страницы вниз
L	Повернуть против часовой стрелки выбранные компоненты
R	Повернуть по часовой стрелке выбранные компоненты
Ctrl+Alt+H	Отобразить по горизонтали выбранные компоненты
Ctrl+Alt+V	Отобразить по вертикали выбранные компоненты
Ctrl+Стрелка влево	Выбрать компонент(ы) слева от выбранных компонент
Ctrl+Стрелка вправо	Выбрать компонент(ы) справа от выбранных компонент
Ctrl+Стрелка вверх	Выбрать компонент(ы) сверху от выбранных компонент
Ctrl+Стрелка вниз	Выбрать компонент(ы) снизу от выбранных компонент
Shift+P	Открыть диалоговое окно шаблонов постобработки

Горячие клавиши, доступные в редакторе кода VBA

Ctrl+N	Создать новый файл
Ctrl+O	Открыть файл
Ctrl+S	Сохранить файл
Ctrl+P	Печать файла
Ctrl+F	Поиск
F3	Повторный поиск
Ctrl+R	Заменить
Ctrl+Z	Отменить предыдущую операцию
Ctrl+Y	Отменить отмену предыдущей операции
Ctrl+X	Вырезать
Ctrl+C	Скопировать
Ctrl+V	Вставить
F1	Вызов контекстной справки
F5	Запустить макрос

ESC	Остановить макрос
F7	Шаг отладки
F9	Точка прерывания
Ctrl+F9	Добавить наблюдение за параметрами
Ctrl+Shift+F9	Удалить все точки прерывания
Shift+F9	Быстрое наблюдение за параметрами
Ctrl+F8	Шаг отладки из процедуры
Shift+F8	Шаг отладки поверх процедуры
F8	Шаг отладки в процедуру

Более подробная информация о VBA языке представлена в интерактивной справочной системе. В особенности вкладка Overview (рис. 6.2) содержит короткую, полезную информацию о наиболее важных элементах языка.

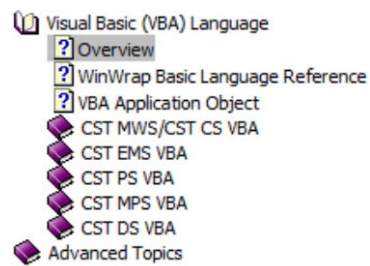
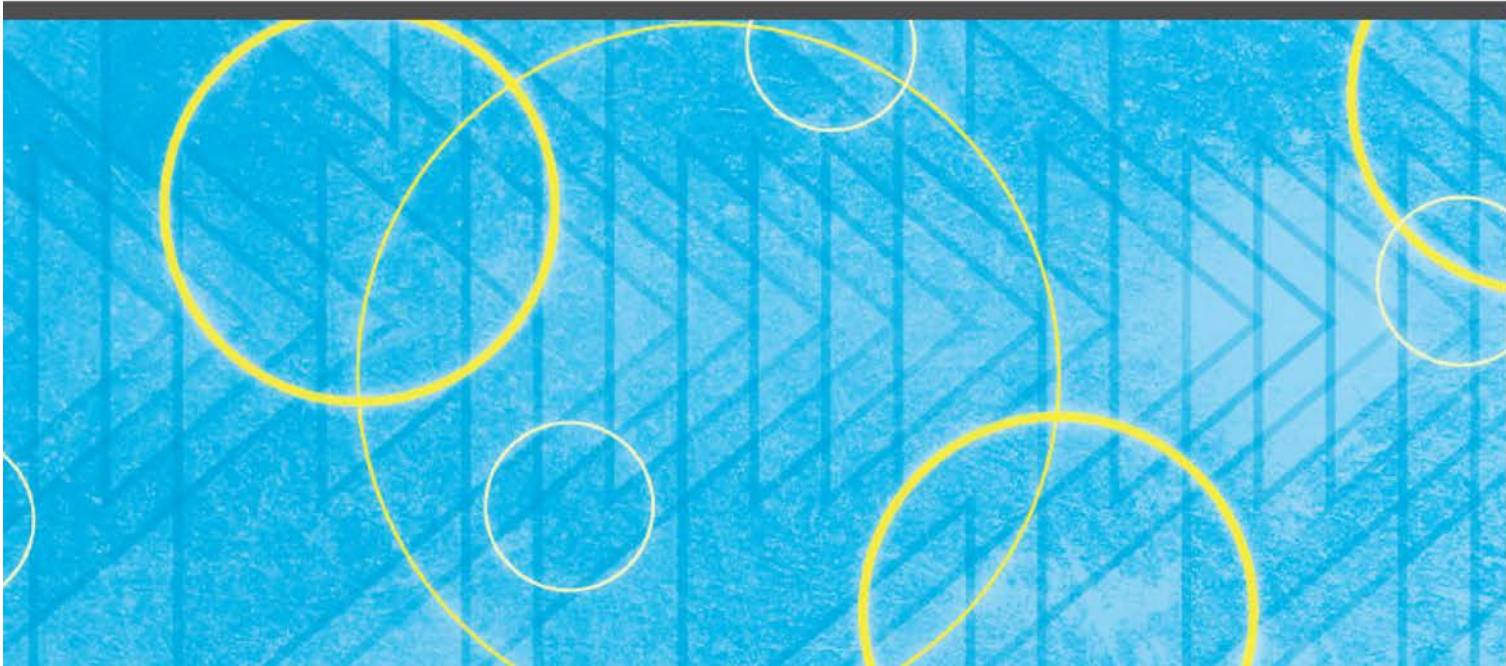


Рис. 6.2.



© CST 2015 | CST – Computer Simulation Technology AG | www.cst.com

Распространение и поддержка в России:

ООО "Евроинтех"
140011, Россия, Московская область, г. Люберцы,
ул. Юбилейная, д. 26, помещение 016
Телефон/факс: +7-(495)- 228-72-04
E-mail: sales@eurointech.ru
<http://www.eurointech.ru/cst>

