

Наталья Дударева
Сергей Загайко

SolidWorks **2010**

Санкт-Петербург
«БХВ-Петербург»
2011

УДК 681.3.06
ББК 32.973.26-018.2
Д81

Дударева, Н. Ю.

Д81 Самоучитель SolidWorks 2010 / Н. Ю. Дударева, С. А. Загайко. —
СПб.: БХВ-Петербург, 2011. — 416 с.: ил. + CD-ROM

ISBN 978-5-9775-0612-0

Книга позволит начинающему пользователю получить практические навыки работы в пакете трехмерного твердотельного моделирования SolidWorks 2010. Подробно описаны все основные принципы проектирования объектов машиностроения: построение эскиза, моделирование трехмерных деталей, составление из них узлов и агрегатов, оформление чертежей. Рассматриваются примеры создания различных конфигураций деталей, а также деталей на основе поверхностей. Книга может использоваться в качестве учебного пособия для студентов машиностроительных вузов. Компакт-диск содержит цветные иллюстрации, примеры из книги, каталог деталей, шаблоны рамок и штампов основной надписи в соответствии с ЕСКД.

Для широкого круга пользователей

УДК 681.3.06
ББК 32.973.26-018.2

Группа подготовки издания:

Главный редактор	<i>Екатерина Кондукова</i>
Зав. редакцией	<i>Григорий Добин</i>
Редактор	<i>Игорь Цырульников</i>
Компьютерная верстка	<i>Ольги Сергиенко</i>
Корректор	<i>Зинаида Дмитриева</i>
Дизайн серии	<i>Инны Тачиной</i>
Оформление обложки	<i>Елены Беляевой</i>
Зав. производством	<i>Николай Тверских</i>

Лицензия ИД № 02429 от 24.07.00. Подписано в печать 03.12.10.
Формат 70×100^{1/16}. Печать офсетная. Усл. печ. л. 33,54.
Тираж 1500 экз. Заказ №
"БХВ-Петербург", 190005, Санкт-Петербург, Измайловский пр., 29.

Санитарно-эпидемиологическое заключение на продукцию
№ 77.99.60.953.Д.005770.05.09 от 26.05.2009 г. выдано Федеральной службой
по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека.

Отпечатано с готовых диапозитивов
в ГУП "Типография "Наука"
199034, Санкт-Петербург, 9 линия, 12

ISBN 978-5-9775-0612-0

© Дударева Н. Ю., Загайко С. А., 2010
© Оформление, издательство "БХВ-Петербург", 2010

Оглавление

Введение.....	9
Что такое САПР?	10
Легковесные САПР	11
САПР среднего уровня.....	11
Тяжеловесные САПР.....	12
Немного о SolidWorks	13
Основные принципы и этапы твердотельного проектирования в SolidWorks 2010	15
Построение эскиза.....	15
Создание объемной модели	16
Создание сборок	17
Генерация чертежей	18
Инженерные расчеты	19
От авторов	19
Занятие 1. Создание эскизов	21
1.1. Простые эскизы.....	21
1.1.1. Интерфейс программы	21
1.1.2. Создание эскиза детали.....	27
1.2. Дополнительные возможности построения эскизов	42
1.2.1. Использование зеркального отражения объектов	43
1.2.2. Использование команд отрисовки массивов	45
1.3. Задания для самостоятельной работы	50
Занятие 2. От эскиза к трехмерной модели	55
2.1. Детали типа призмы.....	55
2.1.1. Переход в 3D-пространство.....	55
2.1.2. Завершение работы с эскизом	56
2.1.3. Создание объемного элемента.....	56
2.1.4. Зуммирование, панорамирование и поворот.....	58
2.1.5. Задание цвета модели	59
2.1.6. Выбор грани для создания прорези.....	60
2.1.7. Построение эскиза прорези	61
2.1.8. Выполнение выреза	63
2.1.9. Добавление искривленного выреза	63

2.1.10. Построение сопряжений и фасок	67
2.1.11. Построение эскиза стяжного отверстия.....	70
2.1.12. Создание отверстия	71
2.1.13. Сохранение детали	74
2.2. Детали типа тел вращения.....	74
2.2.1. Построение контура тела вращения.....	74
2.2.2. Построение тела вращения	75
2.2.3. Вырезание вращением.....	76
2.2.4. Добавление элементов простым вытягиванием	77
2.2.5. Удаление материала простым вырезанием	79
2.2.6. Редактирование определения	81
2.3. Дополнительные возможности	83
2.3.1. Круговой массив	83
2.3.2. Линейный массив	87
2.3.3. Зеркальное отражение объектов.....	91
2.3.4. Смещение граней твердотельных элементов	95
2.4. Задания для самостоятельной работы	96

Занятие 3. Построение твердых тел сложной конфигурации 98

3.1. Построение твердых тел по сечениям.....	98
3.1.1. Способы создания дополнительных плоскостей	98
3.1.2. Построение элементов по сечениям без направляющей кривой	113
3.1.3. Построение элементов по сечениям с направляющей кривой.....	119
3.1.4. Построение элементов по сечениям с осевой линией	122
3.1.5. Построение элементов по сечениям с неплоским профилем.....	124
3.2. Построение твердых тел по траектории.....	126
3.2.1. Способы построения простых элементов по траектории.....	127
3.2.2. Построение элементов по траектории с использованием направляющих кривых	132
3.3. Элементы на основе трехмерных направляющих	135
3.3.1. Построение трехмерного эскиза.....	135
3.3.2. Создание объекта по сечениям с трехмерной направляющей	137
3.3.3. Создание трехмерного объекта по траектории	140
3.4. Задания для самостоятельной работы	143

Занятие 4. Формирование чертежа..... 146

4.1. Основные правила создания чертежей.....	146
4.1.1. Установка шрифтов и шаблонов SolidWorks	146
4.1.2. Создание нового чертежа.....	149
4.1.3. Создание трех стандартных видов	150
4.1.4. Перемещение видов на чертеже	151
4.1.5. Изменение масштаба вида	152
4.1.6. Использование <i>Дерева Конструирования</i>	153
4.1.7. Удаление вида	154
4.1.8. Создание вспомогательного вида.....	155
4.1.9. Создание проекционного вида из полученных видов	156
4.1.10. Создание нового листа	157
4.1.11. Копирование и вставка видов	158
4.1.12. Сохранение чертежа	158

4.2. Возможности SolidWorks 2010 в оформлении чертежей	158
4.2.1. Создание разреза	159
4.2.2. Создание местного вида.....	163
4.2.3. Скрытие видов	164
4.2.4. Использование обрезанного вида.....	165
4.2.5. Нанесение размеров	166
4.2.6. Нанесение дополнительных размеров	166
4.2.7. Добавление вынутого разреза.....	168
4.2.8. Дополнительные элементы оформления	168
4.2.9. Текстовые пояснения	172
4.2.10. Сохранение и закрытие чертежа	172
4.3. Задания для самостоятельной работы.....	173

Занятие 5. Создание деталей из листового материала 175

5.1. Проектирование деталей непосредственно из листового материала	175
5.1.1. Проектирование детали на основе развертки.....	176
5.1.2. Проектирование деталей из листового металла в согнутом состоянии	183
5.2. Конструирование детали из твердого тела и преобразование ее в деталь из листового металла	191
5.2.1. Первый способ преобразования твердотельной детали в деталь из листового металла.....	191
5.2.2. Второй способ преобразования твердотельной детали в деталь из листового металла.....	198
5.3. Многодельные детали из листового металла.....	202
5.3.1. Построение детали из листового металла посредством объединения нескольких деталей.....	202
5.3.2. Разделение сложной детали из листового металла на несколько простых деталей.....	211
5.4. Оформление чертежей деталей из листового материала.....	215
5.5. Задания для самостоятельной работы.....	220

Занятие 6. Создание сборок..... 223

6.1. Сборка "снизу вверх"	223
6.2. Сборка "сверху вниз"	232
6.3. Массивы в сборке	239
6.4. Оформление сборочного чертежа	243
6.5. Спецификация	248
6.5.1. Создание спецификации при помощи таблицы SolidWorks	249
6.5.2. Создание спецификации при помощи таблицы Excel	253
6.6. Задания для самостоятельной работы.....	254

Занятие 7. Работа с литейными формами 257

7.1. Простая литейная форма	258
7.1.1. Создание исходных деталей	258
7.1.2. Создание промежуточной сборки	258
7.1.3. Редактирование детали и вставка в нее полости.....	260
7.1.4. Создание детали производного компонента	261
7.1.5. Создание линии разъема	262
7.1.6. Создание разреза детали	262
7.1.7. Создание полости в многодельной детали	264

7.2. Оформление литейной формы со сложным разъемом	268
7.2.1. Построение тела полости	269
7.2.2. Извлечение сердцевины	269
7.2.3. Разделение деталей	271
7.2.4. Анализ уклона	272
7.2.5. Задание уклона	274
7.2.6. Определение выточки	275
7.2.7. Создание основания	277
7.2.8. Создание промежуточной сборки	278
7.2.9. Создание полости	279
7.2.10. Оформление первой половины литейной формы	280
7.2.11. Оформление второй половины литейной формы	282
7.3. Задания для самостоятельной работы	284
Занятие 8. Создание поверхностей и деталей на их основе	287
8.1. Поверхности	287
8.1.1. Основные способы построения поверхностей	287
8.1.2. Преобразование поверхностей	296
8.2. Детали на основе поверхностей	303
8.2.1. Построение детали вытягиванием до поверхности	303
8.2.2. Построение детали утолщением поверхности	306
8.3. Задания для самостоятельной работы	308
Занятие 9. Расчеты в приложениях SimulationXpress, Simulation и FloXpress	311
9.1. Основные сведения о приложениях SimulationXpress и Simulation	311
9.2. Расчет детали на прочность в SimulationXpress	315
9.2.1. Загрузка детали и запуск SimulationXpress	315
9.2.2. Установка крепления	318
9.2.3. Задание нагрузки	320
9.2.4. Выбор материала	321
9.2.5. Проведение прочностного расчета детали	322
9.2.6. Анализ результатов	323
9.3. Расчет детали на прочность в Simulation	330
9.3.1. Начало работы	331
9.3.2. Задание материала	334
9.3.3. Задание крепления	334
9.3.4. Задание нагрузки	335
9.3.5. Выполнение расчета	337
9.3.6. Анализ результатов расчета	338
9.4. Расчет гидрогазодинамики в FloXpress	342
9.4.1. Построение геометрии для анализа	342
9.4.2. Подготовка модели для анализа	344
9.4.3. Запуск FloXpress и проверка геометрии	345
9.5. Задания для самостоятельной работы	350
Занятие 10. Создание различных конфигураций деталей	353
10.1. Конфигурации: основные сведения	353
10.2. Создание конфигураций вручную	354

10.3. Создание конфигураций с помощью таблицы параметров	359
10.4. Создание конфигураций при помощи <i>Configuration Publisher</i>	365
10.5. Задания для самостоятельной работы	373
Занятие 11. Дополнительные возможности SolidWorks 2010.....	379
11.1. Импорт/Экспорт	379
11.1.1. Импорт файла DWG	379
11.1.2. Редактирование эскиза	383
11.1.3. Изменение масштаба эскиза	383
11.1.4. Вытягивание импортированного эскиза	384
11.1.5. Экспорт геометрии детали в другие форматы	385
11.2. Анимация	385
11.2.1. Анимация вращения детали или сборки	386
11.2.2. Анимация разнесения и составления сборок	387
11.2.3. Анимация физического моделирования	392
11.2.4. Анимация с помощью захвата изображения	395
11.3. Библиотека стандартных деталей	396
11.4. Фотореалистичные изображения	402
11.4.1. Использование PhotoWorks	402
11.4.2. Использование PhotoView 360	406
11.5. Задания для самостоятельной работы	411
Приложение. Содержание компакт-диска	412
Предметный указатель	414

Введение

Книга, которую вы держите в руках, предназначена для того, чтобы как можно большее число пользователей ПЭВМ на практике убедились в простоте работы с системами автоматизированного проектирования (САПР) в области машиностроения.

В ваших руках все богатство средств конструирования объемных (3D) моделей. Причем начать работать с простыми моделями можно практически сразу, не тратя время и силы на длительное и кропотливое обучение.

Система SolidWorks 2010 позволяет сконцентрироваться на творческом процессе. Вам не нужно задумываться о том, где находится та или иная функция. Вы всегда найдете ее в меню, палитре или панелях. Интерфейс программы прост и интуитивен: на каждой стадии проектирования моделей пользователю предлагаются именно те команды, которые применимы в данный момент. SolidWorks 2010 не стесняет пользователя жесткими рамками — попробуйте поработать с ним, и вы сами в этом убедитесь.

SolidWorks 2010 охватывает все этапы конструирования — от построения начального эскиза до выпуска конструкторской документации. Имея его в своем арсенале, вы будете более эффективно выполнять компоновки ваших разработок.

Данное издание поможет вам сделать первые шаги в SolidWorks 2010, поскольку оно снабжено большим количеством примеров. Простота изложения делает пособие понятным даже новичкам в автоматизированном проектировании. Однако для изучения курса SolidWorks 2010 необходим опыт работы с Windows-приложениями.

В процессе ознакомления с SolidWorks 2010 вы убедитесь в следующих утверждениях:

- ◆ SolidWorks 2010 достаточно прост в использовании;
- ◆ делает трехмерное (3D) проектирование простым и наглядным;
- ◆ охватывает весь процесс проектирования — от создания эскизов до выпуска конструкторской документации.

Однако в небольшом объеме книги невозможно рассказать обо всем. SolidWorks 2010 — серьезная программа с широким набором средств. Кроме того, для этого

пакета разработан ряд приложений, расширяющий его в направлении инженерного анализа, автоматизации производства и управления технологическими процессами. К таким приложениям, например, относятся SolidWorks Simulation — прочностной расчет деталей методом конечных элементов, SolidWorks Motion — расчет кинематики и динамики механизма, SolidWorks FloXpress — расчет течений газа или жидкости в деталях и сборках, SolidWorks PhotoWorks — создание реалистичных изображений моделей SolidWorks 2010 с исключительным фотографическим качеством и др. Применяя SolidWorks 2010 в комплексе с этими и другими приложениями, вы получите контроль над всей производственной цепочкой — от общих набросков до изготовления реальных изделий.

Что такое САПР?

Термин "САПР для машиностроения" в нашей стране обычно используют в тех случаях, когда речь идет о пакетах программ, которые в англоязычной терминологии называются CAD/CAM/CAE. Другими словами, это программное обеспечение для автоматизированного проектирования и конструирования (CAD — computer aided design), подготовки производства (CAM — computer aided manufacturing) и инженерного анализа (CAE — computer aided engineering). Существуют САПР и для других областей — разработки электронных приборов, строительного проектирования и т. п.

Широкий спектр CAD-программ (а именно к этому классу САПР относится SolidWorks 2010), предлагаемых различными разработчиками, как правило, вызывает у пользователя некоторое замешательство при выборе того или иного программного продукта. В самом деле, чтобы сделать правильный выбор, необходимо знать возможности всех предлагаемых программ. А это практически невыполнимое условие. Но если вы имеете точное представление о том, какие перед вами стоят задачи в настоящее время и какие задачи вам предстоит решить в ближайшем будущем, то выбор программного обеспечения значительно упрощается. Чтобы помочь пользователю сделать выбор, рассмотрим классификацию существующих САПР.

По традиционной классификации все САПР подразделяют на три уровня:

- ◆ *нижний или легкий уровень.* Представителями этого уровня являются такие САПР, как AutoCAD, CADdy, CADMECH Desktop, MasterCAM, T-FlexCAD, OmniCAD, Компас. Ценовой диапазон этих САПР составляет 500—2000 долларов за рабочее место;
- ◆ *средний уровень.* Представителями этого уровня являются такие САПР, как Solid Edge, SolidWorks, Autodesk Inventor, Cimatron, Form-Z, CAD SolidMaster, и все еще продолжающий развиваться, Mechanical Desktop, DesignSpace. Ценовой диапазон этих САПР составляет 2000—20 000 долларов за рабочее место;
- ◆ *верхний или тяжелый уровень.* Представителями этого уровня являются такие САПР, как ADAMS, ANSYS, CATIA, EUCLID3, Pro/ENGINEER, UniGraphics. Цена этих САПР составляет более 20 000 долларов за рабочее место.

Легковесные САПР

Программы данной категории служат для двумерного черчения, поэтому их обычно называют электронной чертежной доской. К настоящему времени они пополнились некоторыми трехмерными возможностями, но не имеют средств параметрического моделирования, которыми обладают тяжелые и средние САПР. Эти программы позволяют сократить время проектирования и улучшить качество документации только за счет устранения ручного труда. При этом они не защищают вас от ошибок, характерных для ручного проектирования — при помощи кульмана, карандаша и ластика. Относительно невысока и стоимость таких программ, поэтому они пользуются спросом, несмотря на нынешний экономический кризис. Именно из-за их простоты и дешевизны "легкие" системы стали самым распространенным продуктом автоматизации проектирования, своего рода "рабочей лошадкой" мира САПР. И если вы не выполняете сложных проектов и вас не "поджимают" сроки, то ваш выбор можно ограничить такими программами.

САПР среднего уровня

Программы данной категории позволяют не только исключить ошибки, возможные при проектировании с помощью программ "нижнего" уровня, но и выполнить различные проверочные расчеты деталей и сборок вашего изделия, посчитать их массогабаритные характеристики и пр., что характерно для программ "тяжелого" уровня. Все это становится возможным благодаря переходу от двумерного проектирования к трехмерному, "объемному" моделированию. Применение таких программ при разработке изделий средней сложности позволяет значительно сократить время разработки и уменьшить количество ошибок в конструкторской документации.

Такие пакеты появились в мире САПР совсем недавно — в середине 90-х годов прошлого века. До этого существовало только два полюса — на одном мощные (читай, "тяжелые") системы, работающие на UNIX-станциях (впрочем, тогда их было гораздо больше, чем сейчас), а на другом — простые (читай, "легкие") программы двумерного черчения для персонального компьютера. Но как только персональный компьютер обрел достаточную мощность, а Windows стала многозадачной и более устойчивой операционной системой, разработчики смогли создать системы автоматизированного проектирования, которые заняли промежуточное положение между "тяжелыми" и "легкими" продуктами. От первых они унаследовали возможности трехмерного твердотельного и поверхностного моделирования, а от вторых — невысокую цену, удобный графический интерфейс и ориентацию на платформу Windows. Новинки произвели настоящий переворот в мире САПР, позволив многим конструкторским и проектным организациям перейти с двумерного на трехмерное моделирование.

Важную роль в становлении среднего класса сыграли два ядра твердотельного параметрического моделирования — ACIS и Parasolid, которые появились в начале 90-х годов и сейчас используются во многих ведущих САПР. Геометрическое ядро служит для точного математического представления трехмерной формы изделия и

управления этой моделью. Полученные с его помощью геометрические данные используются системами CAD, CAM и CAE для разработки конструктивных элементов, сборок и изделий. В настоящее время Parasolid принадлежит фирме EDS, а ACIS — компании Dassault, которые продают лицензии на их использование всем желающим. Таких желающих немало — эти ядра составляют основу более сотни САПР, а число проданных лицензий перевалило за миллион. Успех понятен — ведь использование готового ядра избавляет разработчиков системы от решения трудоемких задач твердотельного моделирования и позволяет сосредоточиться на пользовательском интерфейсе и других функциях. Впрочем, это не значит, что все САПР среднего класса построены на базе этих механизмов. Многие компании ценят независимость и предпочитают разрабатывать собственные "движки".

В числе лидеров "среднего" сегмента — система SolidWorks одноименной компании (в настоящее время — подразделение Dassault Systemes), пакет Solid Edge (разработан фирмой Intergraph, теперь принадлежит EDS), а также программа Inventor от Autodesk. Кроме них в данном сегменте работает множество компаний, в том числе и российских (например, КОМПАС 3D). Их популярность среди пользователей постоянно растет, и благодаря этому данная область динамично развивается. В результате по функциональным возможностям средний класс постепенно догоняет своих более дорогостоящих конкурентов. Например, будучи изначально средствами твердотельного моделирования, эти системы в ходе эволюции обрели функции поверхностного моделирования, подготовки производства, инженерного анализа и даже управления инженерными данными. Однако далеко не всем пользователям требуется такое разнообразие возможностей. Видимо, именно этим объясняется то, что переход с двумерных систем на трехмерные еще не завершился, и многие пользователи до сих пор предпочитают программы легкого класса.

Тяжеловесные САПР

Программы данной категории позволяют реализовать проект сложного технического устройства, выполнить необходимые расчеты и проверки и получить на выходе конструкторскую, технологическую документацию и программы для станков с числовым программным управлением для изготовления деталей. Такие программы являются тяжеловесными и в ценовой категории.

В настоящее время на рынке осталось лишь три САПР верхнего ценового класса — Unigraphics NX компании EDS, CATIA французской фирмы Dassault Systemes (которая продвигает ее вместе с IBM) и Pro/Engineer от PTC (Parametric Technology Corp.). Раньше мощных систем было больше, но после череды слияний и поглощений компаний число пакетов сократилось. Главная особенность "тяжелых" САПР — обширные функциональные возможности, высокая производительность и стабильность работы — все это результат длительного развития. Все названные программы включают средства трехмерного твердотельного и поверхностного моделирования, а также модули структурного анализа и подготовки к производству, т. е. являются интегрированными пакетами CAD/CAM/CAE. Кроме того, все три поставщика предлагают для своих САПР системы управления инженерными данными (PDM — project data manager), позволяющие управлять всей конструкторско-

технологической документацией и предоставлять дополнительные данные, экспортированные из других корпоративных систем, из справочников и нормативных источников. Несмотря на то, что тяжелые системы стоят значительно дороже своих более "легких" собратьев, затраты на их приобретение окупаются, особенно когда речь идет о сложном производстве, например машиностроении, двигателестроении, авиационной и аэрокосмической промышленности.

Немного о SolidWorks

К середине 90-х годов прошлого века многие конструкторы и технологи во всем мире практически одновременно пришли к одному выводу — для того, чтобы повысить эффективность своего труда и качество разрабатываемой продукции, необходимо срочно переходить от работы в смешанной среде двухмерной графики и трехмерного моделирования к использованию объемных моделей в качестве основных объектов проектирования. В поисках максимально подходящей для решения поставленной задачи системы пользователи определили требования к ней: возможность эффективного твердотельного моделирования на промышленном уровне, стандартный и интуитивно понятный пользовательский интерфейс и, конечно, наиболее привлекательная цена при высокой эффективности пакета.

Впервые пакеты твердотельного параметрического моделирования с промышленными возможностями стали доступны пользователям персональных компьютеров лишь в 1995 году, который стал переломным для мирового рынка систем CAD/CAM массового применения. Одно из лучших решений такого уровня смогла предложить американская компания SolidWorks Corporation. Созданная в 1993 году, эта фирма уже через два года, в ноябре 1995-го, выпустила на базе геометрического ядра Parasolid свой первый программный продукт. Пакет твердотельного параметрического моделирования SolidWorks 95 сразу занял ведущие позиции среди продуктов этого класса, буквально ворвавшись в мировую "табель о рангах" систем CAD/CAE. С появлением новых версий операционной системы Windows появились и новые версии SolidWorks, использующие возможности операционных систем, повышая быстродействие пакетов SolidWorks. Если SolidWorks 2000-2003 мог работать под управлением операционной системы Windows 98, SolidWorks 2004—2006 — под управлением Windows 2000, то SolidWorks 2007—2010 работают под управлением операционных систем Windows XP, Windows Vista и Windows 7.

В настоящее время SolidWorks 2010 завоевывает прочные позиции на промышленных машиностроительных предприятиях России, и широта области его использования продолжает увеличиваться. Чтобы убедиться в этом, достаточно посетить веб-сайт www.solidworks.com или веб-сайт российского представительства SolidWorks Russia www.solidworks.ru.

Продукт американской фирмы SolidWorks Inc. представляет собой систему трехмерного твердотельного параметрического проектирования механических узлов и конструкций, разработанную специально для Windows XP, Windows Vista и Windows 7. Локализация от самой фирмы SolidWorks и ориентация на использование Windows делает систему легко осваиваемой и быстро работающей. Система

реализует классический процесс трехмерного параметрического проектирования — от идеи к объемной модели, от модели к чертежу. Несмотря на легкость освоения, в SolidWorks 2010 реализуются сложные геометрические построения благодаря использованию объемного ядра Parasolid. При этом возможности твердотельного моделирования, реализованные в системе, вполне сопоставимы с возможностями систем "тяжелого" класса, работающих на платформе UNIX.

SolidWorks 2010 "играет" точно по принятым в Windows правилам, к числу которых можно отнести многооконный режим работы, поддержку метода "drag-and-drop", настраиваемый пользователем интерфейс, использование буфера обмена и полную поддержку технологии OLE Automation. Являясь стандартным приложением Windows, SolidWorks 2010 прост в использовании и, что особенно важно, легок в изучении. И разработчики системы совершенно оправданно заявляют, что "если вы уже знаете Windows, то можете смело начинать проектирование с помощью SolidWorks 2010".

Так вы хотите научиться проектированию в SolidWorks 2010? Тогда начнем!

Сначала проверим, соответствует ли ваш компьютер требованиям к аппаратному и программному обеспечению для работы с SolidWorks 2010.

К системным требованиям по аппаратной части для корректной работы пакета относятся следующие:

- ◆ *оперативная память* — минимум составляет 1 Гбайт RAM. При этом количество элементов в детали не должно превышать 200, а количество компонентов в сборке — не более 1000. Для более эффективной работы рекомендуется 4 Гбайт RAM и более, при этом количество элементов в детали может превышать 200, а количество компонентов в сборке — более 1000. Кроме того, рекомендуется сделать настройки в операционной системе такими, чтобы виртуальная память в 2 и более раз превышала оперативную. Для Windows 7 (64-bit) рекомендуется 6 Гбайт RAM и более;
- ◆ *процессор* — Intel® или AMD®. SolidWorks 2010 не поддерживает процессоры на базе Apple Macintosh, Intel® Pentium® 3, AMD Athlon™ и Athlon XP;
- ◆ *видеокарта* — SolidWorks 2010 поддерживает протестированные графические карты с памятью не менее 256 Мбайт для рабочих станций с поддержкой OpenGL и протестированные драйверы к ним. Список протестированных и сертифицированных комбинаций графических карт и драйверов к ним можно найти на веб-сайте www.solidworks.com. Для более эффективной работы рекомендуются карты с памятью 512 Мбайт и более;
- ◆ *DVD-ROM* — устройство требуется для установки пакета на персональный компьютер, т. к. SolidWorks 2010 поставляется на DVD-дисках;
- ◆ *свободное место на жестком диске* — не менее 10 Гбайт;
- ◆ *устройство типа "мышь"* или аналогичное устройство указания. Рекомендуется мышь с колесиком, которое может не только вращаться, но еще и нажиматься;
- ◆ *сеть* — SolidWorks 2010 тестируется только с сетями Microsoft Windows Networking и сетевым окружением Active Directory. Сети Novell и любые не-Windows сетевые устройства не тестировались и не рекомендуются. Сеть требу-

ется при использовании "плавающих" лицензий. Если вы используете локальную лицензию, то требования по наличию сети снимаются;

- ◆ *сервер SNL (SolidWorks Networks License)*. Данный сервер требуется, если вы обладаете сетевой версией лицензии SolidWorks 2010, которая устанавливается на данный сервер. При этом все остальные персональные компьютеры обращаются к серверу как клиенты. В качестве операционных систем могут использоваться Windows XP Professional или Windows Server 2008® или Windows Server 2003® (рекомендуется). Кроме того, для работы сервера потребуются USB-порт или параллельный порт, а также CD-ROM или DVD-ROM.
- ◆ К программному обеспечению предъявляются следующие требования:
- ◆ *операционная система* — Windows XP Professional (32-bit или 64-bit), Windows Vista (32-bit или 64-bit) или Windows 7 (32-bit или 64-bit). Если у вас 32-разрядная операционная система, то необходимо устанавливать 32-разрядную версию SolidWorks 2010, если 64-разрядная операционная система, то можно устанавливать любую версию SolidWorks 2010, но 64-разрядная версия пакета будет работать быстрее;
- ◆ если вы предполагаете использовать таблицы конфигураций, созданных в предыдущих версиях SolidWorks, то вам потребуется Microsoft Excel из пакета Microsoft Office 2002, 2003 или 2007;
- ◆ если вы предполагаете использовать справочную систему SolidWorks 2010, мастер установки SolidWorks 2010 или открывать файлы SolidWorks 2010 из проводника Internet Explorer, то вам потребуется Internet Explorer версии 6.0 или более поздней;
- ◆ если вы предполагаете просматривать руководство "Новые возможности" SolidWorks 2010, то рекомендуется установить Adobe Acrobat Reader версии 7.0.7 или более поздней.

Таким образом, если ваш компьютер удовлетворяет вышеперечисленным требованиям по аппаратному и программному обеспечению, то вы можете смело устанавливать SolidWorks 2010 и начинать изучение основных принципов твердотельного проектирования.

Основные принципы и этапы твердотельного проектирования в SolidWorks 2010

Каждое изделие перед непосредственным процессом его изготовления проходит ряд этапов, которые кратко охарактеризуем.

Построение эскиза

Процесс моделирования начинается с построения эскиза, а построение эскиза — с выбора конструктивной плоскости, в которой будет строиться этот двухмерный

эскиз. Впоследствии его можно тем или иным способом легко преобразовать в твердое тело. При создании эскиза доступен полный набор геометрических построений и операций редактирования. Нет никакой необходимости сразу точно выдерживать требуемые размеры, достаточно примерно соблюдать конфигурацию эскиза. Позже, если потребуется, конструктор может изменить значение любого размера и наложить связи, ограничивающие взаимное расположение отрезков, дуг, окружностей и т. п. Эскиз конструктивного элемента может быть легко отредактирован в любой момент работы над моделью. Кроме того, в процессе построения эскиза конструктор может воспользоваться инструментарием, позволяющим проводить диагностику эскиза и быстро находить ошибки построения (например, *SketchXpert*).

Создание объемной модели

Пользователю предоставляется несколько различных средств создания объемных моделей. Основными формообразующими операциями в SolidWorks 2010 являются команды добавления и снятия материала. Система позволяет выдавливать контур с различными конечными условиями, в том числе на заданную длину или до указанной поверхности, а также вращать контур вокруг заданной оси. Возможно создание тела по заданным контурам с использованием нескольких образующих кривых (так называемая операция *лофтинга*) и выдавливанием контура вдоль заданной траектории. Кроме того, в SolidWorks 2010 необычайно легко строятся литейные уклоны на выбранных гранях модели, полости в твердых телах с заданием различной толщины для разных граней, скругления постоянного и переменного радиуса, фаски и отверстия сложной формы. Так же как и в построении эскизов, здесь есть свой инструментарий для оформления элементов деталей (например, *FilletXpert*, *DraftXpert* и т. д.).

При этом система позволяет в любой момент отредактировать однажды построенный элемент твердотельной модели.

Значительно упрощают работу многочисленные сервисные возможности, такие как копирование выбранных конструктивных элементов по линии или по кругу (создание массивов), зеркальное отображение указанных примитивов или модели.

При редактировании конструктор может вернуть модель в состояние, предшествовавшее созданию выбранного элемента. Это может потребоваться для выполнения каких-либо действий, невозможных в текущий момент.

Кроме проектирования твердотельных моделей SolidWorks 2010 поддерживает и возможность поверхностного представления объектов. При работе с поверхностями используются те же основные способы, что и при работе с твердыми телами. Возможно построение поверхностей, эквидистантных к выбранным, а также импорт поверхностей из других систем с использованием формата IGES, ACIS и др.

При проектировании деталей, изготавливаемых литьем, очень полезной оказывается возможность создания разъемных литейных форм.

Если для работы необходимо использовать какие-либо часто повторяющиеся конструктивные элементы, на помощь приходит способность системы сохранять примитивы в виде библиотек.

Важной характеристикой системы является возможность получения разверток для спроектированных деталей из листового материала. При необходимости в модель, находящуюся в развернутом состоянии, могут быть добавлены новые места сгиба и различные конструктивные элементы, которые по каким-либо причинам нельзя было создать раньше.

Для упрощения работы с трехмерной моделью на любом этапе проектирования и повышения ее наглядности в SolidWorks 2010 используется **Дерево Конструирования** (Feature Manager) в стиле Проводника Windows. Оно представляет собой своеобразную графическую карту модели, последовательно отражающую все геометрические примитивы, которые были использованы при создании детали, а также конструктивные оси и вспомогательные плоскости, на которых создавались двухмерные эскизы. При работе же в режиме сборки **Дерево Конструирования** показывает список деталей, входящих в сборку. Обычно **Дерево Конструирования** отображается в левой части окна SolidWorks 2010, хотя его положение можно в любой момент изменить. **Дерево Конструирования** предоставляет мощные средства редактирования структуры модели или узла. Оно позволяет переопределять порядок следования отдельных конструктивных элементов либо целых деталей, создавать в пределах детали или сборки несколько вариантов конфигурации какого-либо элемента и т. д.

При выполнении команд чаще всего параметры задаются через **Менеджер свойств** (Property Manager), которое появляется на месте **Дерева Конструирования** при вызове той или иной команды, при этом само **Дерево Конструирования** перемещается в графическую область построений и становится прозрачным.

При проектировании деталей конструктору доступна единая библиотека физических свойств материалов, текстур и штриховок, возможно управление историей построения модели. Кроме того, возможно ручное и автоматическое образмеривание, а также динамичное внесение изменений в режиме реального времени.

Создание сборок

SolidWorks 2010 предлагает конструктору довольно гибкие возможности создания узлов и сборок. Система поддерживает как создание сборки способом "снизу вверх", т. е. на основе уже имеющихся деталей, число которых может достигать сотен и тысяч, так и проектирование "сверху вниз" — от сборки к детали. В этом случае сборка основывается на так называемом "компоновочном эскизе", который является основополагающим при создании сборки. В результате создания такого эскиза возникают детали в составе сборки. Характерной особенностью такой сборки является то, что если конструктор будет изменять компоновочный эскиз, то автоматически будут изменяться размеры зависимых деталей.

Проектирование сборки начинается с задания взаимного расположения деталей друг относительно друга, причем обеспечивается предварительный просмотр накладываемой пространственной связи. Для цилиндрических поверхностей могут быть заданы связи концентричности, для плоскостей — их совпадение, параллельность, перпендикулярность или угол взаимного расположения. Работая со сборкой,

можно по мере необходимости создавать новые детали, определяя их размеры и расположение в пространстве относительно других элементов сборки. Наложённые связи позволяют автоматически перестраивать всю сборку при изменении параметров любой из деталей, входящих в узел. Каждая деталь обладает материальными свойствами, поэтому существует возможность контроля "собираемости" сборки. Для проектирования изделий, получаемых с помощью сварки, система позволяет выполнить объединение нескольких свариваемых деталей в одну, а также возможно проектирование рамных или ферменных конструкций по набору 2D- или 3D-эскизов.

В процессе работы со сборками возможно контекстное редактирование деталей в составе сборки, назначение автосопряжения, а также возможен режим работы с большими сборками. Кроме того, можно создавать массивы компонентов сборки, осуществлять вырезы и отверстия в контексте сборки, объединять и разделять детали.

SolidWorks 2010 позволяет проектировать изделия с учетом специфики изготовления. Например, при изготовлении изделия из листового материала SolidWorks 2010 позволяет проводить построение разверток, осуществлять моделирование "от детали к развертке" и "от развертки к детали", а также делать вырезы для снятия напряжений. При проектировании пресс-форм и штампов программа позволяет проводить анализ уклонов, строить линии и поверхности разреза и т. д.

Генерация чертежей

После того как будет создана твердотельная модель детали или сборки, конструктор может автоматически получить рабочие чертежи с изображениями всех основных видов, проекций, сечений и разрезов, а также с проставленными размерами. SolidWorks 2010 поддерживает двунаправленную ассоциативную связь между чертежами и твердотельными моделями, так что при изменении управляющего размера на чертеже автоматически перестраиваются все связанные с этим размером конструктивные элементы в трехмерной модели. И наоборот, любое изменение, внесенное в твердотельную модель, повлечет за собой автоматическую модификацию соответствующих двухмерных чертежей.

В SolidWorks 2010 поддерживается выпуск чертежей в соответствии со стандартами GOST, ANSI, ISO, JIS и рядом других. При оформлении чертежно-конструкторской документации в полном соответствии с ЕСКД SolidWorks 2010 является самодостаточным, т. е. в SolidWorks 2010 есть все средства для оформления чертежей по российским стандартам. Но для повышения эффективности создания чертежей рекомендуется использование SolidWorks 2010 совместно с различными мощными чертежно-графическими редакторами, которые могут выступать в роли электронного "нормоконтролера". К таким редакторам относятся, например, КОМПАС 3D, MechaniCS и др. Здесь надо отметить то, что при использовании этих редакторов теряется ассоциативная связь модели с размерами на чертеже, т. е. применять такие редакторы надо на заключительном этапе создания чертежей, когда изменение модели более не предполагается. В противном случае процесс переноса чертежа в графический редактор придется повторить.

Когда чертеж готов, вывести его на бумажный носитель можно любыми имеющимися "под рукой" принтерами либо плоттерами.

Инженерные расчеты

И наконец, в SolidWorks 2010 по готовой объемной модели детали или сборки можно проводить различные инженерные расчеты:

- ◆ подсчитывать массы деталей или сборок, определять моменты инерции относительно различных осей и т. п.;
- ◆ имитировать работу механизмов и узлов;
- ◆ проводить анализ интерференции и анализировать контактные взаимодействия;
- ◆ проводить расчет пружин и кулачков;
- ◆ рассчитывать отдельные детали или детали, находящиеся в сборке, на прочность методом конечных элементов с определением напряжений, деформаций и расчетом коэффициента запаса прочности;
- ◆ проводить анимацию собранного узла;
- ◆ рассчитывать кинематику и динамику звеньев механизма с расчетом нагрузок на элементы сборки;
- ◆ моделирование течений жидкостей и газов при решении задач различных гидродинамических и пневматических систем и т. д.

От авторов

Данная книга ни в коей мере не заменяет и не дополняет справку SolidWorks 2010. Как правило, справкой удобно пользоваться тогда, когда пользователь уже имеет определенный опыт работы с программой, но забыл некоторые команды или приемы создания объектов. В этом случае справка оперативно поможет восстановить память и подсказать забытые команды. Назначение данной книги иное. Она позволит пользователю Windows, практически ничего не знающему о программе SolidWorks 2010, сразу начать работать в ней и получать готовые проекты и чертежи проектируемых деталей и изделий (гораздо быстрее, чем в знаменитом AutoCAD). На примере простых деталей мы попытались показать читателю, как можно быстро проектировать эти детали и изделия. Являясь неким "путеводителем", данная книга позволит вам пройти по основным "контрольным точкам" проектирования объектов машиностроения. Надо сказать, что с помощью SolidWorks 2010 можно проектировать объекты не только из области машиностроения, но и из области архитектуры, мебельного производства и т. п. Мы постарались как можно более доходчиво объяснить основные принципы работы с SolidWorks 2010. Надеемся, что вы, быстро освоив предлагаемый материал книги, также быстро перейдете к самостоятельному дальнейшему освоению SolidWorks 2010 в своей работе. Не бойтесь экспериментировать и искать оптимальные варианты решения задач с помощью SolidWorks 2010. Каждый, в конце концов, найдет свое. Поверьте, SolidWorks 2010 так же неисчерпаем, как и атом.

Желаем удачи в вашем нелегком труде.

ЗАНЯТИЕ 1




Создание эскизов




Создание любой детали начинается с построения эскиза, поэтому рассмотрение способов создания эскизов в SolidWorks 2010 начнем с построения простых эскизов, двигаясь от простого к сложному. Простые эскизы, как правило, состоят из примитивов: отрезок, прямоугольник, ромб, окружность, овал, дуга и т. п., соединенных в замкнутый контур. Более сложные эскизы предусматривают использование дополнительных возможностей при построении, которые при правильном применении ускоряют процесс проектирования. Но целесообразное применение тех или иных возможностей эскизного инструментария, в конечном счете, будет определяться опытом работы в SolidWorks 2010.

Таким образом, рассмотрение простых и сложных эскизов начнем на примере такой простой детали, как хомут.

1.1. Простые эскизы

1.1.1. Интерфейс программы

Для начала запустите программу SolidWorks 2010. Запуск программы осуществляется щелчком мыши по значку  на рабочем столе или выбором команды **Пуск | Программы | SolidWorks 2010 | SolidWorks 2010**.

После запуска программы будут доступны три значка в левом верхнем углу экрана:  — открытие существующих файлов деталей, сборок или чертежей,  — создание новых файлов и  — изменение настроек для **SolidWorks**. Воспользуйтесь вторым значком для создания нового файла, щелкнув по нему левой кнопкой мыши. Если у вас уже есть какие-либо файлы, воспользуйтесь первым значком.

В появившемся окне шаблонов, показанном на рис. 1.1, выберите шаблон **Деталь**, выделив соответствующий значок, и нажмите кнопку **ОК**.

Теперь вы видите перед собой пользовательский интерфейс SolidWorks 2010, находящийся в режиме **Эскиз** (рис. 1.2). Программа написана в соответствии со стандартами Windows, поэтому все элементы интерфейса расположены на привыч-

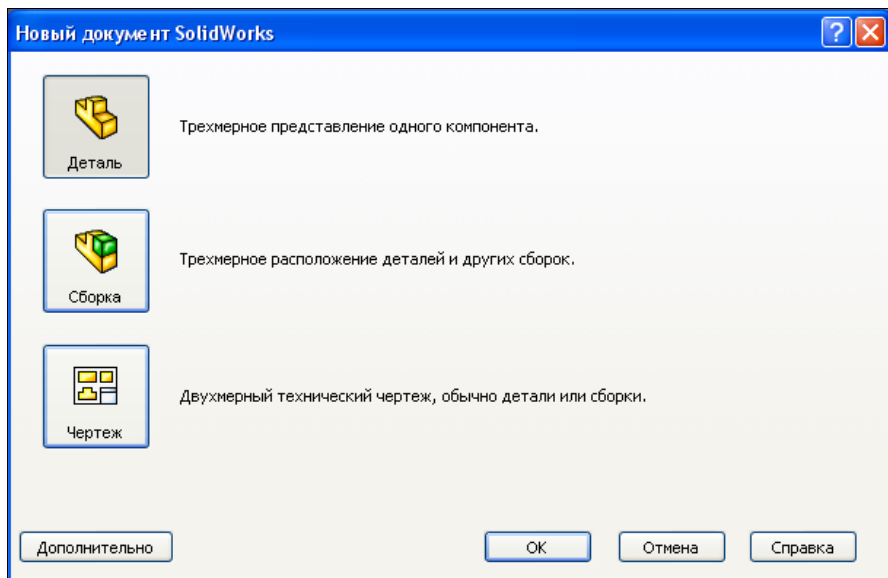


Рис. 1.1

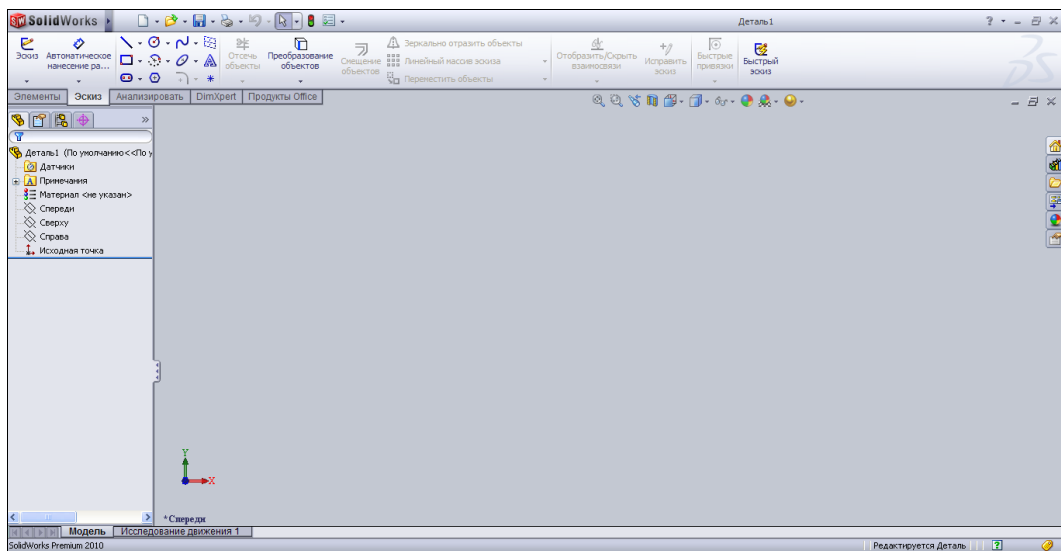



Рис. 1.2

ных местах. В верхней части находится строка меню, из которого вызываются команды программы. Чтобы вызвать меню, необходимо навести курсор мыши на надпись **SolidWorks**. Например, в меню **Файл** сгруппированы такие команды, как **Создать**, **Открыть**, **Закрывать**, **Сохранить** и др., т. е. работающие с файлами. Меню **Правка** позволяет вырезать, копировать, вставлять и удалять элементы построения, а также отменять введенные команды. Меню **Вид** объединяет команды, задающие ориентацию модели и вида проектируемой детали или сборки. Меню

Вставка предназначено для добавления различных элементов построения. Когда меню неактивно, его замещает меню часто употребляемых команд. Через меню  (**Помощь**) можно получить доступ к обширной электронной локальной справочной системе, с помощью которой опытный пользователь SolidWorks 2010 может быстро освежить в памяти позабывшиеся команды.

Чуть ниже строки меню располагаются значки, которые предназначены для быстрого вызова команд, т. е. они дублируют команды, расположенные в меню.

Все значки собраны в инструментальные панели, которые, в свою очередь, также можно настраивать — отключать, перемещать на экране и т. д.

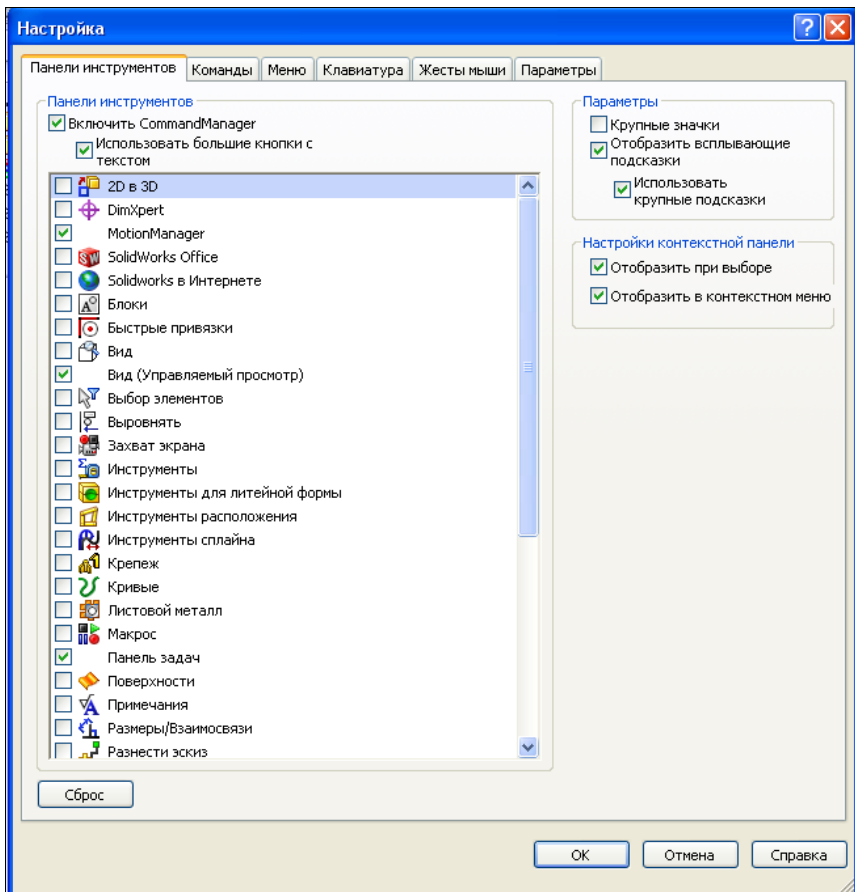


Рис. 1.3

Для того чтобы изменить настройки панели инструментов, необходимо выбрать команду **Инструменты | Настройка** и на вкладке **Панели инструментов** установить или убрать соответствующие флажки (рис. 1.3). Кроме того, в этом окне можно включить или отключить **CommandManager**, в котором располагаются панели инструментов. Отключение **CommandManager** приводит к увеличению графической области построений. Кроме того, **CommandManager** можно захватить мышью

и перетащить в любое место экрана. В этом же окне можно снять флажок с параметра **Использовать большие кнопки с текстом**, что также приведет к увеличению области построений.

Если перейти на вкладку **Команды**, можно добавить или убрать отдельные значки на панель инструментов. Все значки разбиты по категориям для удобства их систематизации и выбора (рис. 1.4).

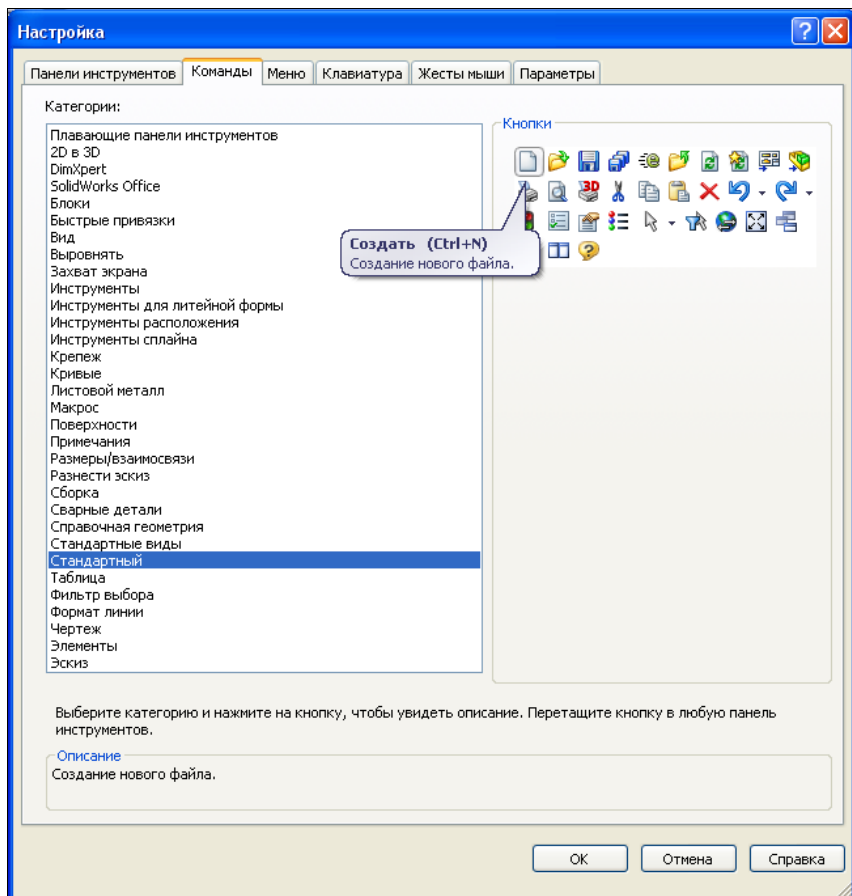



Рис. 1.4


Чтобы добавить значок на панель инструментов, необходимо найти его в соответствующей категории (для новичков внизу есть краткое описание команды в разделе **Описание**), а затем, наведя указатель мыши, нажать левую кнопку и, удерживая ее, перетащить значок в удобное для работы место на панели и отпустить кнопку. Добавленный значок отобразится на экране.

Чтобы удалить значок, необходимо "схватить" значок мышью в окне программы и перетащить его в окно настроек. После того как кнопка мыши будет отпущена, значок исчезнет с экрана.

После всех манипуляций со значками в окне **Настройка** нажмите кнопку **ОК**.

По умолчанию в левой части экрана расположено **Дерево Конструирования**  (рис. 1.5), в котором будут отображаться все наши построения. Мы только начали создавать модель, поэтому **Дерево Конструирования** пусто и имеются только исходные плоскости **Спереди**, **Сверху** и **Справа**, на которых можно начинать построение эскизов, и элемент **Исходная точка**.

Инструментальная панель **Элементы** (см. рис. 1.5), служащая для создания твердотельной модели, находится в верхней части экрана. В данный момент она недоступна, т. к. мы находимся в режиме рисования эскизов.

Для того чтобы начать рисование эскиза, щелкните левой кнопкой мыши на плоскости **Спереди** в **Дерево Конструирования** и на кнопке  — **Эскиз**. Тут же инструментальная панель **Эскиз** становится активной. Эта панель включает в себя основные кнопки команд, требующихся для создания эскизов, которые описаны в табл. 1.1.

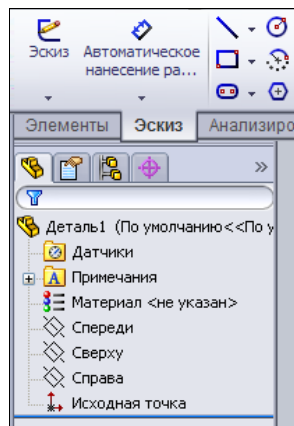


Рис. 1.5

Таблица 1.1. Основные команды эскизов



















Значок	Назначение	Значок	Назначение
	Установка базовой точки		Рисование линий и отрезков
	Рисование прямоугольников		Рисование параллелограммов
	Рисование окружностей		Рисование дуги по трем точкам
	Рисование дуги по центру и двум точкам		Построение дуги, касательной к линии
	Рисование окружностей по периметру		Зеркальное отражение выбранных объектов относительно осевой линии
	Скругление угла на пересечении двух линий		Добавление фаски в месте пересечения двух объектов эскиза
	Удлинение объекта эскиза до другого		Проведение осевой линии
	Добавление объектов эскиза, смещенного относительно другого объекта эскиза		Отсечение или удаление объекта эскиза

Таблица 1.1 (окончание)

Значок	Назначение	Значок	Назначение
 Круговой массив	Добавление кругового массива	 Линейный массив	Добавление прямоугольного массива
 Эллипс	Рисование эскиза полного эллипса	 Эллипс с указанием	Рисование эскиза неполного эллипса
 Сплайн	Рисование сплайна	 Многоуголь...	Рисование многоугольников

ПРИМЕЧАНИЕ

Если экран монитора имеет небольшое разрешение, то часть значков, имеющих в инструментальной панели, может оказаться за кадром. В этом случае, чтобы добраться до значка, оказавшегося вне поля видимости, нажмите кнопку , расположенную справа или снизу в инструментальной панели. Откроется дополнительное меню с отсутствующими значками.

В таблице 1.1 приведены не все значки. Некоторые из этих значков могут быть сгруппированы. О том, что это группа показывает маленький треугольник справа от значка — . Нажав на этот треугольник, можно открыть всю группу.

В каждый момент времени на экране появляются только те инструменты, которые необходимы в том или ином режиме работы. Такой способ организации позволяет избежать чрезмерной перегруженности интерфейса: значков в панели инструментов не так много, и каждая панель инструментов появляется только тогда, когда она действительно нужна. Кроме того, панели инструментов можно перетаскивать мышью в любое место экрана так же, как вы это проделываете в Windows. Разработчики SolidWorks 2010 сделали все для того, чтобы максимизировать графическую область построений.

Если инструментальная панель не вмещается на экране, то появляется двойная стрелка, нажав на которую можно раскрыть оставшиеся в панели инструментов значки (рис. 1.6).

В нижней части экрана располагается статусная строка, в которой указываются текущие координаты курсора и режимные параметры модели.

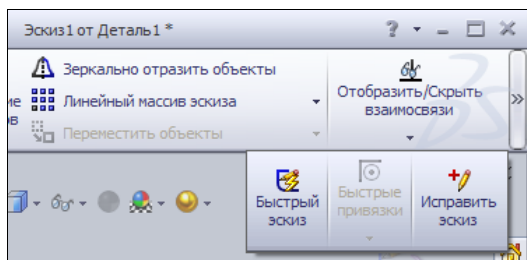

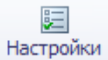


Рис. 1.6

1.1.2. Создание эскиза детали

Начнем с простого. Как уже было сказано ранее, сразу после создания нового файла детали можно включить режим построения эскизов, нажав кнопку  — **Эскиз**, и выбрать одну из плоскостей построения: **Спереди**, **Сверху** или **Справа**. Окно, в котором производятся построения, по умолчанию не имеет сетки. Для того чтобы ее отобразить, выберите команду **Инструменты | Параметры** (или просто

нажмите кнопку  в меню) и на вкладке **Свойства документа** в разделе **Масштабная сетка/Привязать** установите флажок **Отобразить масштабную сетку**. Можно также,

нажав на значок  — **Масштабная сетка/Привязать** в панели инструментов **Эскиз**, перейти в открывшееся окно, показанное на рис. 1.7, и установить флажок **Отобразить масштабную сетку**. Попутно можно задать желаемые параметры сетки и установить привязку элементов эскиза к масштабной сетке. После установки всех параметров нажмите кнопку **ОК** и вернитесь в режим рисования эскиза. Параметры масштабной сетки можно вызывать в любой момент редактирования эскиза. Масштаб сетки изменяется вращением колесика мыши.

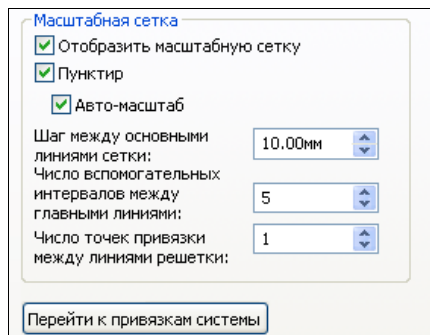




Рис. 1.7

Сетка дает пользователю визуальное представление о размерах и углах, облегчая тем самым его действия. Базовая точка эскиза  — **Исходная точка** располагается в центре окна, где находится начало координат.

Построение линии основания

Щелкнув мышью значок, выберите команду рисования линии  из инструментальной панели **Эскиз**. Затем переместите курсор в область рисования. При этом он приобретает вид карандаша с линией. Подведите курсор к тому месту, где планируется расположить начальную точку линии, и нажмите левую кнопку мыши. Удерживая кнопку мыши, начинайте перемещать курсор к конечной точке линии. Обратите внимание на динамическую линию, которую программа проводит к курсору от указанной ранее точки. Как только курсор достигнет конечной точки отрезка, отпустите кнопку мыши. Не старайтесь выдерживать линии строго вертикально или горизонтально — далее мы увидим, как этого добиться без каких-либо затруднений.

Итак, нарисуйте примерно горизонтальный отрезок длиной около 40 мм. При проведении отрезка текущая длина отображается рядом с курсором (рис. 1.8).

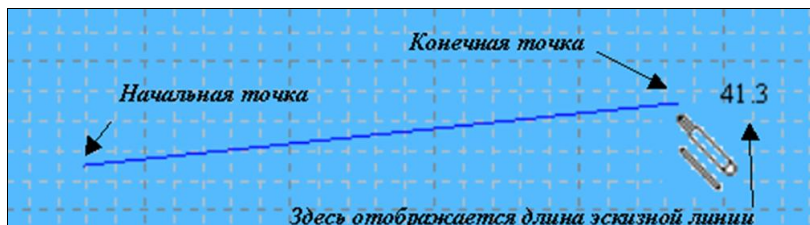





Рис. 1.8

При рисовании эскизов особой точности соблюдать не нужно: длина может несколько отличаться от 40 мм, а линия быть не строго горизонтальной (как, например, показано на рис. 1.8). Однако если нарисовать отрезок слишком длинным или слишком коротким, то, скорее всего, эскиз может принять неправильную форму при простановке размеров, и тогда потребуются дополнительная корректировка его элементов. Надо сказать, что корректировка размеров в SolidWorks 2010 не составляет особого труда. После выполнения команды рисования линии нажмите кнопку  в Менеджере свойств.

Если при построении допущена ошибка, то следует нажать кнопку  — **Отменить ввод** на инструментальной панели **Стандартная**, а затем повторно вызвать команду  из панели **Эскиз**. Отметить ввод можно также, выбрав команду **Правка | Отменить ввод** — **Линия** или просто нажав комбинацию клавиш $\langle \text{Ctrl} \rangle + \langle \text{Z} \rangle$.

Использование жестов мыши

В SolidWorks 2010 появилась новая возможность быстрого вызова команд — с помощью жестов мыши. Для этого нажмите правую кнопку мыши в области построений и слегка двиньте ею в любом направлении. При этом появится сегментированное кольцо, показанное на рис. 1.9.

Каждый сегмент кольца (а их может быть 4 или 8) отвечает за выполнение определенной команды. Например, за вызов команды отрисовки линий отвечает левый сегмент. Не отпуская правую кнопку мыши, переведите курсор на этот сегмент, и после прохождения курсора мыши над сегментом произойдет вызов соответствующей команды.

Для настройки жестов мыши пройдите путь **Инструменты | Настройка**. В диалоговом окне **Настройка** перейдите на вкладку **Жесты мыши** (рис. 1.10). В этом окне можно выключить использование жестов, сняв флажок **Включить жесты мыши**, а также выбрать количество сегментов в кольце, установив переключатель в положение **4 жеста** или **8 жестов**.

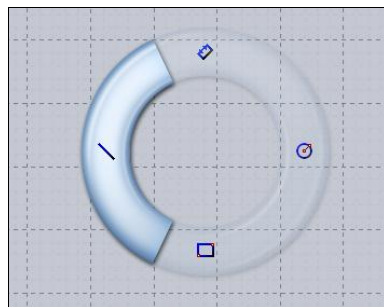


Рис. 1.9

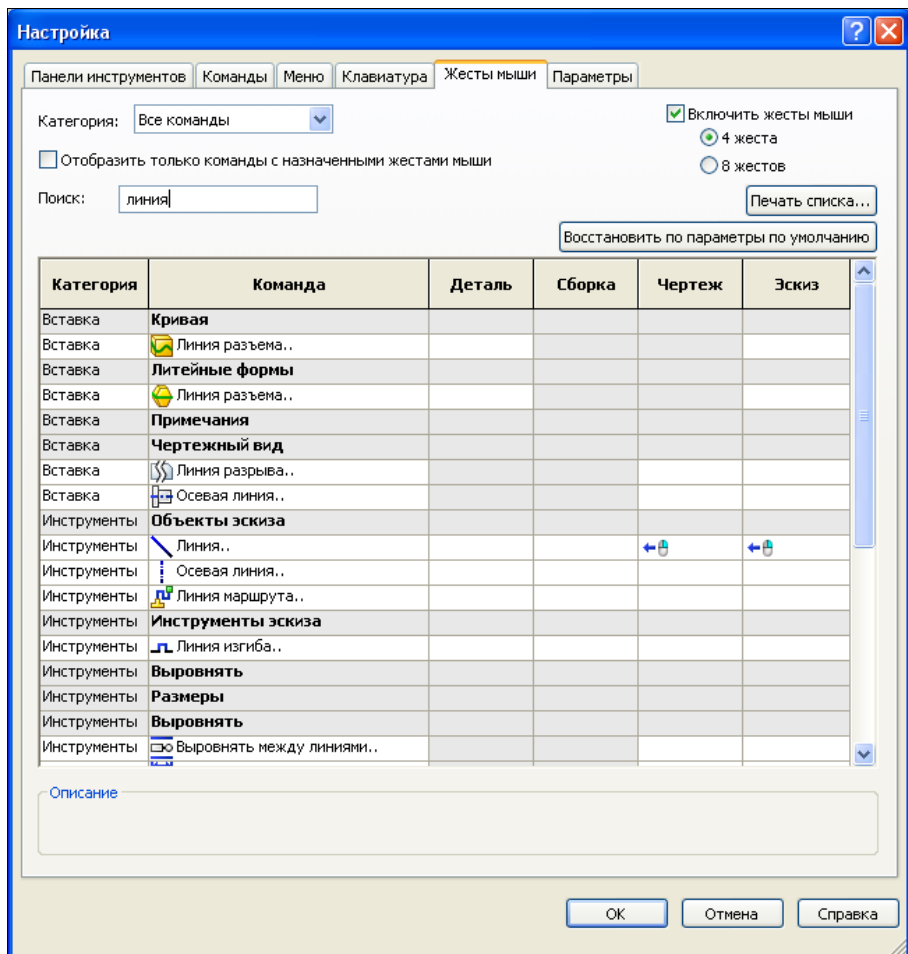



Рис. 1.10

Категория	Команда	Деталь	Сборка	Чертеж	Эскиз
Вставка	Линия разъема..				
Вставка	Литейные формы				
Вставка	Линия разъема..				
Вставка	Примечания				
Вставка	Чертежный вид				
Вставка	Линия разрыва..				
Вставка	Осевая линия..				
Инструменты	Объекты эскиза				
Инструменты	Линия..			←→	←→
Инструменты	Осевая линия..				Нет
Инструменты	Линия маршрута..			←→	←→
Инструменты	Инструменты эскиза				
Инструменты	Линия изгиба..			←→	←→
Инструменты	Выворачивать			←→	←→

Рис. 1.11

Для настройки жеста выберите настраиваемую команду, найдя ее в столбце **Команда**. Если известно имя команды, то можно воспользоваться полем **Поиск**. После выбора команды щелкните поле того столбца (**Деталь**, **Сборка**, **Чертеж** или **Эскиз**), для которого происходит настраивание жеста мыши. Далее щелкните по значку  и откроется меню, в котором можно выбрать направление движения мыши (рис. 1.11). После настройки всех жестов нажмите кнопку **ОК** в диалоговом окне **Настройка**.

Построение вертикальной линии

Если команда построения линий все еще активна, можно сразу же добавить в эскиз второй отрезок. Подведите курсор к концу отрезка, от которого вы хотите продолжить эскиз. Появление двух концентрических окружностей на желтом фоне рядом с курсором свидетельствует о захвате конца отрезка, в результате чего линии будут соединены. Постройте вертикальный отрезок длиной 50 мм, также не заботясь о точности. В результате построения могут появляться динамические пунктирные линии, обозначающие ортогональные направления отрезка (рис. 1.12).

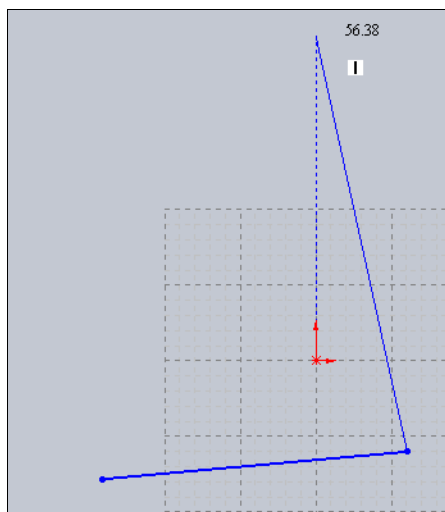


Рис. 1.12

ПРИМЕЧАНИЕ

Для быстрого рисования эскизов после вызова команды построения отрезков



замкнутые отрезки можно строить путем последовательного позиционирования курсора в требуемом месте и однократным нажатием левой кнопки мыши. Для завершения цепочки необходимо дважды нажать левую кнопку мыши либо, нажав правую кнопку мыши во всплывающем меню, выбрать пункт **Завершить цепочку (двойное нажатие)**.

Построение полуокружности

Для того чтобы создать дуговой сегмент эскиза, не нужно прерывать команду построения отрезков. Поместите курсор точно в конце второго отрезка. Теперь нажмите левую кнопку мыши и ведите курсор, как бы продолжая отрезок вверх и немного влево. Программа динамически будет формировать дугу. Причем дуга будет расположена тангенциально к отрезку, от которого она начала строиться. При этом