

Наталья Дударева  
Сергей Загайко



# SolidWorks 2007 + видеокурс

- Универсальное справочное пособие
- Пошаговое рассмотрение материала
- Подробная информация обо всех этапах проектирования
- Большое количество иллюстраций

**Наиболее  
полное  
руководство**

+  cd

**В ПОДЛИННИКЕ®**

**Наталья Дударева  
Сергей Загайко**

# **SolidWorks** **2007**

Санкт-Петербург  
«БХВ-Петербург»  
2007

УДК 681.3.06  
ББК 32.973.26-018.2  
Д81

**Дударева, Н. Ю.**

Д81 SolidWorks 2007 / Н. Ю. Дударева, С. А. Загайко. — СПб.: БХВ-Петербург, 2007. — 1328 с.: ил. + Видеокурс (на CD-ROM) — (В подлиннике)  
ISBN 978-5-9775-0048-7

Книга является универсальным справочным пособием по проектированию в программе трехмерного моделирования SolidWorks 2007. Подробно рассматриваются все основные принципы работы и функциональные возможности SolidWorks 2007 и приложений. Книга позволяет получить наиболее полную информацию обо всех этапах проектирования, начиная с построения эскиза и заканчивая созданием сложных сборок и чертежей. Описано, как проводить прочностные расчеты, создавать анимацию и фотореалистичные изображения. Компакт-диск содержит видеокурс по основам работы в SolidWorks 2007.

*Для широкого круга пользователей*

УДК 681.3.06  
ББК 32.973.26-018.2

**Группа подготовки издания:**

Главный редактор	<i>Екатерина Кондукова</i>
Зам. главного редактора	<i>Наталья Таркова</i>
Зав. редакцией	<i>Григорий Добин</i>
Редактор	<i>Игорь Цырульников</i>
Компьютерная верстка	<i>Натальи Смирновой</i>
Корректор	<i>Виктория Пиотровская</i>
Оформление обложки	<i>Елены Беляевой</i>
Зав. производством	<i>Николай Тверских</i>

Лицензия ИД № 02429 от 24.07.00. Подписано в печать 04.05.07.

Формат 60×90<sup>1/8</sup>. Печать офсетная. Усл. печ. л. 166.

Тираж 2500 экз. Заказ №

"БХВ-Петербург", 194354, Санкт-Петербург, ул. Есенина, 5Б.

Санитарно-эпидемиологическое заключение на продукцию № 77.99.02.953.Д.006421.11.04 от 11.11.2004 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

# Оглавление

<b>Введение</b> .....	<b>1</b>
Немного о SolidWorks .....	2
Требования к компьютеру .....	3
<b>Глава 1. Основные принципы работы в SolidWorks 2007</b> .....	<b>5</b>
1.1. Принципы создания деталей и сборок .....	5
1.1.1. Построение эскиза .....	5
1.1.2. Создание объемной модели .....	5
1.1.3. Создание сборок .....	6
1.1.4. Генерация чертежей .....	6
1.2. Основные понятия и структура ядра геометрического моделирования .....	7
1.2.1. Объекты ядра .....	7
1.2.2. Виртуальная сцена .....	8
1.2.3. Внешние библиотеки .....	8
1.2.4. Конфигурации .....	9
1.2.5. Визуализатор .....	9
1.2.6. Внешние интерфейсы и управление ядром .....	9
1.2.7. Способы создания параметризованной геометрической модели .....	10
1.2.8. Панель инструментов <i>SolidWorks Office</i> .....	12
1.3. Работа с файлами .....	13
1.3.1. Панель инструментов <i>Стандартная</i> .....	13
1.3.2. Создание нового документа .....	15
1.3.3. Шаблоны документов .....	16
1.3.4. Создание дополнительных вкладок для шаблонов .....	17
1.3.5. Параметры шаблонов по умолчанию .....	18
1.3.6. Открытие существующих документов .....	19
1.3.7. Конфигурирование документа .....	20
1.3.8. Открытие документов в окнах детали или сборки .....	21
1.3.9. Документы SolidWorks в <i>Проводнике Windows</i> .....	21
1.3.10. Перетаскивание файлов .....	22
1.3.11. Команды работы с буфером обмена Windows .....	23
1.3.12. Удалить .....	24
1.3.14. Отменить и повторить .....	24
1.3.15. Перестроить .....	25
1.3.16. Свойства .....	25
1.3.17. Сохранить .....	25
1.3.18. Закрывать .....	26
1.3.19. Печать .....	26
1.4. Осуществление выбора .....	27
1.4.1. Выделение .....	27
1.4.2. Выбор объектов .....	29
1.4.3. Выбор с помощью рамки .....	30
1.4.4. Поперечный выбор .....	30
1.4.5. Инвертировать выбор .....	31
1.4.6. Выбор петли .....	32
1.4.7. Выбрать цепочку .....	32
1.4.8. Выбрать другой .....	32
1.4.9. Инструментальная панель <i>Выбор элементов (Фильтр выбора)</i> .....	33
1.4.10. Выбор в Дереве конструирования .....	35
1.4.11. Выбор смежных элементов .....	35
1.4.12. Выбор через прозрачный элемент .....	35

1.5. Инструменты SolidWorks 2007 .....	36
1.5.1. Панель инструментов <i>Инструменты</i> .....	36
1.5.2. Добавления .....	37
1.5.3. Помощник для копирования настроек .....	38
1.5.4. Сеть для производства.....	40
1.5.5. Интерфейс программирования приложений SolidWorks .....	40
1.5.6. Пакеты обновлений .....	40
1.5.7. Web-узел компании SolidWorks .....	41
1.5.8. Web-папки .....	41
1.5.9. Многопользовательская среда .....	42
1.5.10. Перезагрузка .....	42
1.5.11. Проверить файлы "только для чтения".....	44
1.5.12. Помощник для преобразования объектов.....	44
1.6. Запись и выполнение макроса .....	46
1.6.1. Панель инструментов <i>Макрос</i> .....	46
1.6.2. Создать макрос .....	47
1.6.3. Запись макроса.....	47
1.6.4. Выполнить макрос .....	48
1.6.5. Редактировать макрос.....	48
1.6.6. Остановить запись макроса .....	48
1.6.7. Назначить макрос в меню или для горячей клавиши .....	48
1.6.8. Использование VBA.....	50
1.6.9. Файлы макроса.....	50
1.6.10. SolidWorks файл событий .....	51
1.7. Связь и внедрение объектов OLE .....	51
1.7.1. Объект OLE .....	51
1.7.2. Вставка данных SolidWorks в другие приложения .....	53
1.7.3. Свойства объекта OLE.....	53
1.8. Параметры SolidWorks 2007 .....	54
1.8.1. Структура диалогового окна <i>Параметры</i> .....	54
1.8.2. Общие системные параметры .....	55
1.8.3. Чертежи .....	57
1.8.4. Тип изображения .....	59
1.8.5. Штриховка/заливка .....	61
1.8.6. Параметры системных цветов .....	62
1.8.7. Параметры эскиза.....	64
1.8.8. Параметры взаимосвязи/привязки.....	65
1.8.9. Параметры для отображения и выбора .....	67
1.8.10. Параметры скорости отображения.....	70
1.8.11. Параметры сборок.....	73
1.8.12. Внешние ссылки .....	74
1.8.13. Параметры шаблонов по умолчанию.....	76
1.8.14. Параметры местоположения файлов .....	77
1.8.15. Дерево конструирования (FeatureManager).....	79
1.8.16. Параметры инкрементов счетчика .....	81
1.8.17. Параметры вращения вида.....	82
1.8.18. Параметры резервных копий .....	83
1.8.19. Параметры данных.....	85
1.8.20. Параметры проводника файлов.....	86
1.8.21. Поиск и параметры взаимодействия.....	87
1.8.22. Параметры оформления.....	89
1.8.23. Параметры размеров.....	92
1.8.24. Параметры заметок .....	95
1.8.25. Параметры позиций.....	96
1.8.26. Параметры стрелок .....	97
1.8.27. Параметры отображения виртуальной резкости.....	98
1.8.28. Параметры отображения примечаний .....	99
1.8.29. Параметры шрифта для примечаний.....	100

1.8.30. Параметры таблиц.....	101
1.8.31. Просмотр параметров меток.....	103
1.8.32. Параметры сетки и привязки.....	104
1.8.33. Единицы измерения.....	105
1.8.34. Параметры цветов документа.....	107
1.8.35. Параметры свойств материала.....	108
1.8.36. Параметры толщины линии.....	109
1.8.37. Стиль линии.....	111
1.8.38. Параметры качества изображения.....	112
1.8.39. Отображение плоскости.....	113
1.8.40. Параметры отображения для листового металла.....	114
1.8.41. Параметры маршрута.....	115
1.8.42. Параметры <i>DimXpert</i> .....	118
1.8.43. Панель инструментов <i>Solidworks в Интернете</i> .....	119
<b>Глава 2. Интерфейс пользователя.....</b>	<b>121</b>
2.1. Ключевые позиции пользовательского интерфейса SolidWorks 2007.....	121
2.1.1. Строка меню.....	122
2.1.2. Графическая область.....	122
2.1.3. Дерево конструирования (FeatureManager).....	122
2.1.4. Менеджер свойств (PropertyManager).....	123
2.1.5. Менеджер конфигурации (ConfigurationManager).....	124
2.1.6. Панели инструментов.....	124
2.1.7. Панель задач.....	124
2.1.8. Менеджер команд.....	125
2.1.9. Строка состояния.....	125
2.1.10. Панель дисплея.....	126
2.2. Графическая область.....	126
2.2.1. Шаблоны документов.....	128
2.2.2. Справочная система координат.....	133
2.2.3. Угол для выбора.....	133
2.2.4. Условные обозначения и маркеры.....	134
2.2.5. Предварительный просмотр построений.....	135
2.2.6. Параметры системных цветов.....	136
2.2.7. Разделение графической области и окна документов.....	137
2.3. Строка меню.....	143
2.3.1. Обзор меню SolidWorks.....	144
2.3.2. Горячие клавиши.....	166
2.3.3. Настройка меню.....	170
2.4. Панель дисплея.....	173
2.4.1. Общие сведения о панели дисплея.....	173
2.4.2. Изменение настроек отображения на панели дисплея.....	174
2.5. Панель задач.....	177
2.5.1. Настройка <i>Панели задач</i> .....	178
2.5.2. Ресурсы SolidWorks.....	180
2.5.3. Библиотека проектирования.....	182
2.5.4. Проводник файлов.....	185
2.5.5. Поиск.....	187
2.5.6. Отобразить палитру.....	188
2.5.7. Элементы PhotoWorks.....	189
2.6. Дерево конструирования.....	191
2.6.1. Описание <i>Дерева конструирования</i> .....	192
2.6.2. Отображение <i>Дерева конструирования</i> .....	196
2.6.3. Работа с <i>Деревом конструирования</i> .....	200
2.7. Менеджер свойств.....	211
2.8. Панели инструментов.....	212
2.8.1. Обзор панелей инструментов.....	212
2.8.2. Настройка панелей инструментов.....	222
2.9. Диспетчер команд.....	224

<b>Глава 3. Отображение объектов .....</b>	<b>225</b>
3.1. Панель инструментов <i>Вид</i> .....	225
3.2. Отображение объектов в SolidWorks.....	227
3.2.1. Каркасное представление.....	228
3.2.2. Невидимые линии отображаются.....	228
3.2.3. Удалить невидимые линии.....	228
3.2.4. Закрасить с кромками .....	229
3.2.5. Закрасить.....	229
3.2.6. Тени в режиме <i>Закрасить</i> .....	229
3.2.7. Перспектива.....	230
3.2.8. Разрез.....	230
3.2.9. Кривизна.....	233
3.2.10. Полосы .....	235
3.2.11. Графика RealView.....	239
3.2.12. Настройка параметров отображения.....	239
3.3. Виды модели .....	245
3.3.1. Ориентация.....	245
3.3.2. Увеличить элемент вида .....	247
3.3.3. Увеличить/уменьшить вид .....	247
3.3.4. Увеличить выбранный элемент .....	247
3.3.5. Вращать вид.....	249
3.3.6. Перемещать .....	250
3.3.7. Трехмерный чертежный вид .....	250
3.3.8. Функции колеса и средней кнопки мыши .....	252
3.3.9. Панель инструментов <i>Стандартные виды</i> .....	253
3.4. Оптические свойства моделей.....	255
3.4.1. Цвет модели.....	255
3.4.2. Оптические свойства модели.....	259
3.5. Освещение моделей.....	260
3.5.1. Типы источников света .....	260
3.5.2. Настройка параметров освещения .....	260
3.6. Просмотр объектов при помощи камеры .....	268
3.6.1. Добавление камеры в документ SolidWorks.....	268
3.6.2. Тип камеры.....	270
3.6.3. Базовая точка.....	270
3.6.4. Расположение камеры .....	270
3.6.5. Поворот камеры .....	273
3.6.6. Поле вида.....	274
3.6.7. Глубина резкости .....	274
3.7. Отображение примечаний .....	276
3.7.1. Типы примечаний .....	276
3.7.2. Вставка примечаний в документ детали и сборки .....	276
3.7.3. Отображение примечаний в деталях и сборках.....	277
3.7.4. Свойства примечаний.....	279
3.7.5. Параметры шрифта для примечаний.....	281
3.8. Надписи на трехмерных объектах.....	282
3.8.1. Добавление надписей .....	282
3.8.2. Свойства надписей.....	285
3.9. Качество изображения .....	290
3.9.1. Параметры качества изображения .....	291
3.9.2. Параметры скорости изображения .....	293
<b>Глава 4. Эскизы .....</b>	<b>297</b>
4.1. Основы построения эскизов.....	297
4.1.1. Инструментальные панели <i>Эскиз</i> и <i>Разнести эскиз</i> .....	297
4.1.2. Введение в эскиз.....	300
4.1.3. Настройки для эскиза .....	302

4.1.4. Простой и сложный эскизы .....	302
4.1.5. Как начать создание эскиза .....	303
4.1.6. Работа в эскизе .....	303
4.1.7. Элементы формирования .....	304
4.1.8. Режимы эскиза .....	304
4.1.9. Автопереход .....	305
4.1.10. Выход из эскиза .....	305
4.2. Объекты и инструменты эскиза .....	305
4.2.1. Линии .....	306
4.2.2. Прямоугольники .....	309
4.2.3. Параллелограммы .....	310
4.2.4. Многоугольники .....	310
4.2.5. Окружности .....	312
4.2.6. Дуги .....	314
4.2.7. Эллипсы .....	317
4.2.8. Неполные эллипсы .....	318
4.2.9. Параболы .....	319
4.2.10. Точки .....	321
4.2.11. Текст .....	322
4.2.12. Выбрать шрифт .....	324
4.2.13. Скругления эскиза .....	325
4.2.14. Фаски эскиза .....	326
4.2.15. Смещение объектов .....	327
4.2.16. Преобразование объектов .....	329
4.2.17. Кривые пересечения .....	329
4.2.18. Кривые грани .....	330
4.2.19. Отсечь объекты .....	332
4.2.20. Удлинить объекты .....	335
4.2.21. Разбить объекты .....	335
4.2.22. Линия изгиба .....	335
4.2.23. Осевые линии .....	336
4.2.24. Вспомогательная геометрия .....	336
4.2.25. Зеркальное отражение объектов эскиза .....	336
4.2.26. Динамическое зеркальное отражение объектов эскиза .....	337
4.2.27. Переместить, Повернуть, Масштаб или Копировать .....	338
4.2.28. Изменить эскиз .....	339
4.2.29. Эскиз на грани детали .....	341
4.2.30. Закрыть эскиз .....	342
4.2.31. Создать рисунок .....	342
4.2.32. Переместить без решения .....	345
4.2.33. Виртуальная резкость .....	345
4.2.34. Создание пути .....	345
4.3. Параметры эскиза .....	348
4.3.1. Выровнять масштабную сетку .....	348
4.3.2. Редактировать эскиз .....	348
4.3.3. Вырезание, копирование и вставка в эскизах .....	348
4.3.4. Проверить употребление элемента в эскизе .....	349
4.3.5. Справочная плоскость, перпендикулярная кромке .....	350
4.3.6. Производный эскиз .....	351
4.3.7. Силуэты .....	351
4.3.8. Автоматические вычисления .....	352
4.3.9. Отвязать сегмент при перетаскивании .....	352
4.4. Размеры и взаимосвязи .....	352
4.4.1. Панель инструментов <i>Размеры/взаимосвязи</i> .....	352
4.4.2. Размеры .....	354
4.4.3. Справочные размеры .....	355
4.4.4. Нанесение размеров в двумерном эскизе .....	355
4.4.5. Полностью определенный эскиз .....	357



4.4.6. Размеры на дугах и окружностях .....	359
4.4.7. Обзор взаимосвязей эскиза.....	360
4.4.8. Взаимосвязи эскиза .....	361
4.4.9. Условные обозначения взаимосвязей эскиза.....	363
4.4.10. Геометрические взаимосвязи .....	363
4.4.11. Автоматические взаимосвязи .....	364
4.4.12. Добавить взаимосвязи.....	364
4.4.13. Решить конфликты эскиза.....	365
4.4.14. Состояние геометрии эскиза .....	366
4.4.15. Условные обозначения состояния эскиза .....	367
4.4.16. Отобразить/удалить взаимосвязи .....	368
4.4.17. Корректировка размеров при перетаскивании/перемещении .....	370
4.4.18. Найти равные .....	371
4.4.19. Панель инструментов <i>Быстрые привязки</i> .....	371
4.4.20. Быстрые привязки.....	372
4.5. Массивы эскизов .....	373
4.5.1. Линейные массивы .....	373
4.5.2. Круговые массивы .....	375
4.6. Блоки.....	376
4.6.1. Панель инструментов <i>Блоки</i> .....	377
4.6.2. Свойства блока.....	377
4.6.3. Создать блок.....	379
4.6.4. Вставить блок .....	380
4.6.5. Добавить/удалить объекты блока.....	382
4.6.6. Редактировать блок.....	382
4.6.7. Перестроить блок.....	383
4.6.8. Разнести блок .....	383
4.6.9. Ремень/Цепочка .....	383
4.7. Сплаины.....	385
4.7.1. Инструментальная панель <i>Инструменты сплайна</i> .....	385
4.7.2. Создание сплайна .....	386
4.7.3. Окно <i>Сплайн</i> в Менеджере свойств .....	387
4.7.4. Редактирование сплайнов .....	389
4.7.5. Добавление в сплайны.....	390
4.7.6. Разместить сплайн .....	391
4.7.7. Упрощенное изображение сплайна.....	392
4.7.8. Вставить точку сплайна.....	393
4.7.9. Обозначения кривизны .....	393
4.7.10. Управляющие многоугольники .....	394
4.7.11. Нанесение размеров на маркеры сплайна.....	395
4.7.12. Сплайн на поверхности.....	396
4.7.13. Отображение точек изгиба.....	396
4.7.14. Отображение минимального радиуса.....	397
4.8. Трехмерные эскизы .....	397
4.8.1. Инструменты для трехмерных эскизов .....	397
4.8.2. Окно <i>Трехмерный эскиз</i> .....	399
4.8.3. Маркер координат .....	400
4.8.4. Окно <i>Плоскость трехмерного эскиза</i> .....	400
4.8.5. Трехмерные линии.....	401
4.8.6. Трехмерные точки.....	402
4.8.7. Трехмерные сплайны.....	403
4.8.8. Система координат в трехмерном эскизе.....	406
4.8.9. Взаимосвязи эскиза в трехмерных эскизах.....	406
4.8.10. Нанесение размеров в трехмерном эскизе.....	407
4.8.11. Привязка линии .....	408
4.8.12. Виртуальные резкости в трехмерных эскизах.....	408
4.8.13. Эскиз с линиями разнесения.....	408

4.9. Преобразование 2D в 3D .....	409
4.9.1. Панель инструментов 2D в 3D.....	410
4.9.2. Импортирование чертежей в документы деталей .....	411
4.9.3. Извлечение эскизов.....	411
4.9.4. Выравнивание эскизов.....	411
4.9.5. Вытяжки в преобразовании 2D в 3D.....	412
4.9.6. Выполнение выреза с помощью 2D в 3D .....	412
4.9.7. Выбрать цепочку .....	413
4.9.8. Исправить эскиз.....	413
4.9.9. Создать новый эскиз .....	413
4.9.10. Дополнительные инструменты трехмерного рисования.....	414
4.10. Инструмент <i>SketchXpert</i> .....	414
4.10.1. Диагностика.....	414
4.10.2. Исправление вручную.....	416
<b>Глава 5. Создание трехмерных объектов .....</b>	<b>419</b>
5.1. Основные принципы построения трехмерных объектов в SolidWorks.....	419
5.1.1. Принципы построения твердотельных элементов .....	419
5.1.2. Оформление вырезов и отверстий .....	420
5.1.3. Дополнительные возможности .....	420
5.2. Призматические объекты.....	421
5.2.1. Вытянутые призматические элементы.....	422
5.2.2. Вытянутые вырезы .....	428
5.3. Тела вращения.....	433
5.3.1. Твердотельные элементы, построенные методом вращения .....	433
5.3.2. Вырезы, построенные методом вращения .....	436
5.4. Объекты "по траектории".....	437
5.4.1. Построение эскизов профиля и траектории.....	437
5.4.2. Построение простых элементов "по траектории".....	437
5.4.3. Построение элементов "по траектории" с использованием направляющих кривых.....	441
5.5. Объекты по "сечениям" .....	443
5.5.1. Основные принципы построения элементов "по сечениям" .....	443
5.5.2. Построение элементов "по сечениям" .....	444
5.5.3. Вырез "по сечениям".....	452
5.6. Дополнительные элементы .....	453
5.6.1. Фаска.....	453
5.6.2. Скругление.....	456
5.6.3. Уклон.....	463
5.6.4. Купол.....	466
5.6.5. Ребро .....	469
5.6.6. Отступ.....	471
5.6.7. Придание толщины поверхности и вырез поверхностью .....	474
5.6.8. Перенос.....	477
5.7. Массивы и зеркальное отражение .....	478
5.7.1. Массивы .....	479
5.7.2. Зеркальное отражение .....	494
5.8. Оболочки .....	495
5.8.1. Создания оболочки однородной толщины .....	495
5.8.2. Оболочка с гранями разной толщины.....	496
5.8.3. Диагностика оболочки .....	497
5.9. Деформация элементов.....	497
5.9.1. Свободная форма.....	498
5.9.2. Деформация.....	502
5.9.3. Изгиб .....	509
5.9.4. Элемент-контур.....	513
5.9.5. Масштаб.....	514
5.9.6. Перемещение граней .....	515

5.10. Отверстия.....	517
5.10.1. Простое отверстие.....	517
5.10.2. Отверстия под крепеж.....	519
5.10.3. Группа отверстий.....	524
5.11. Крепеж.....	527
5.11.1. Монтажная бобышка.....	527
5.11.2. Карабин с фиксатором.....	530
5.11.3. Канавка для карабина с фиксатором.....	532
5.11.4. Входное отверстие.....	534
5.12. Инструменты для элементов.....	536
5.12.1. Анализ элементов.....	536
5.12.2. Управление элементами.....	537
5.13. Инструменты <i>Xpert</i> для элементов, скруглений и уклонов.....	539
5.13.2. Инструмент <i>FilletXpert</i> .....	539
5.13.2. Инструмент <i>DraftXpert</i> .....	541
5.13.3. Инструмент <i>FeatureXpert</i> .....	543
<b>Глава 6. Вспомогательная геометрия.....</b>	<b>545</b>
6.1. Панель инструментов <i>Справочная геометрия</i> .....	545
6.1.1. Плоскости.....	545
6.1.2. Оси.....	550
6.1.3. Точка.....	551
6.1.4. Система координат.....	553
6.2. Кривые.....	553
6.2.1. Спроецировать кривую.....	554
6.2.2. Объединенная кривая.....	556
6.2.3. Кривая через точки XYZ.....	557
6.2.4. Кривая через справочные точки.....	558
6.2.5. Геликоид и спираль.....	558
6.2.6. Линия разъема.....	561
6.3. Поверхности.....	564
6.3.1. Построение поверхностей.....	564
6.3.2. Преобразование поверхностей.....	578
<b>Глава 7. Детали.....</b>	<b>589</b>
7.1. Детали и их структура.....	589
7.1.1. Структура детали.....	589
7.1.2. Панель инструментов <i>Элементы</i> .....	590
7.1.3. Свойства элементов, граней, кромок и тел.....	592
7.2. Управление внешним видом детали.....	595
7.2.1. Цвет детали.....	595
7.2.2. Применение, создание и редактирование материала детали.....	597
7.2.3. Текстура.....	603
7.3. Редактирование деталей.....	606
7.3.1. Редактирование эскизов.....	606
7.3.2. Редактирование определений элементов.....	607
7.3.3. Динамическое редактирование элементов.....	608
7.3.4. Копирование элементов.....	609
7.3.5. Родительско-дочерние взаимосвязи.....	610
7.4. Многотельные детали.....	610
7.4.1. Создание многотельных деталей.....	611
7.4.2. Управление многотельными деталями.....	619
7.5. Производные детали.....	626
7.5.1. Зеркальные детали.....	627
7.5.2. Детали производного компонента.....	628
7.6. Управление деталями.....	629
7.6.1. Использование уравнений в деталях.....	629
7.6.2. Измерение размеров и расстояний.....	636

7.6.3. Статистика элементов.....	638
7.6.4. Проверка геометрии детали .....	639
7.7. Отображение сведений о деталях.....	640
7.7.1. Панель дисплея .....	640
7.7.2. Суммарная информация.....	640
7.7.3. Массовые характеристики .....	642
7.7.4. Кривизна.....	645
7.7.5. Полосы .....	645
<b>Глава 8. Детали из листового металла .....</b>	<b>647</b>
8.1. Основные принципы построения деталей из листового металла .....	647
8.1.1. Конструирование деталей непосредственно из листового металла .....	647
8.1.2. Конструирование детали из твердого тела и преобразование ее в деталь из листового металла .....	649
8.2. Панель инструментов <i>Листовой металл</i> .....	650
8.2.1. Стибы .....	651
8.2.2. Базовая кромка/выступ .....	654
8.2.3. Ребро-кромка.....	657
8.2.4. Угол .....	659
8.2.5. Каемка.....	660
8.2.6. Кромка под углом .....	662
8.2.7. Изгиб .....	665
8.2.8. Затупленный угол/Обработка углов.....	667
8.2.9. Отсечь угол .....	668
8.2.10. Разрыв .....	671
8.2.11. Элемент по сечениям сгиба .....	672
8.2.12. Инструмент формы .....	673
8.2.13. Нарисованный сгиб .....	676
8.2.14. Разогнуть.....	677
8.2.15. Согнуть .....	678
8.2.16. Без сгибов .....	678
8.2.17. Плоский .....	679
8.3. Создание деталей непосредственно из листового металла .....	679
8.3.1. Создание деталей из плоского состояния на основе развертки .....	679
8.3.2. Проектирование деталей из листового металла в согнутом состоянии .....	682
8.4. Конструирование детали из твердого тела и преобразование ее в деталь из листового металла.....	683
<b>Глава 9. Сварные детали .....</b>	<b>687</b>
9.1. Основные принципы создания сварных конструкций.....	687
9.1.1. Панель инструментов <i>Сварная деталь</i> .....	687
9.1.2. Элемент сварной детали .....	688
9.1.3. Конфигурации по умолчанию .....	688
9.1.4. Элементы конструкции .....	689
9.1.5. Точки пронзания.....	691
9.2. Создание профилей .....	692
9.2.1. Расположение файлов собственных профилей .....	692
9.2.2. Создание собственных профилей .....	693
9.2.3. Отсечение и удлинение .....	694
9.2.4. Добавление угловых соединений .....	696
9.2.5. Скругленные сварные швы .....	698
9.3. Элементы сварных конструкций.....	700
9.3.1. Свойства пользователя в сварных деталях .....	700
9.3.2. Торцевые пробки .....	702
9.3.3. Списки вырезов сварного изделия.....	703
9.3.4. Чертежи сварных деталей.....	706
<b>Глава 10. Библиотечные элементы.....</b>	<b>707</b>
10.1. Понятие библиотечного элемента .....	707
10.1.1. Основные возможности.....	707

10.1.2. Создание библиотечного элемента .....	708
10.1.3. Добавление библиотечного элемента в деталь.....	710
10.1.4. Окно <i>Библиотечные элементы</i> Менеджера свойств.....	712
10.1.5. Добавление детали в сборку .....	714
10.1.6. Добавление элемента в <i>Библиотеку проектирования</i> .....	714
10.2. Редактирование библиотечных элементов.....	715
10.2.1. Добавление цвета в библиотечный элемент.....	716
10.2.2. Разбиение библиотечного элемента.....	717
10.2.3. Использование ссылок и размеров.....	717
10.2.4. Предварительный просмотр библиотечного элемента.....	719
10.2.5. Вставка библиотечного элемента на плоскость.....	719
<b>Глава 11. Сборки.....</b>	<b>721</b>
11.1. Основные принципы создания сборок .....	721
11.1.1. Панель инструментов <i>Сборка</i> .....	722
11.1.2. Построение сборки "снизу-вверх".....	724
11.1.3. Построение сборки "сверху-вниз".....	726
11.2. Расположение компонентов в сборке .....	727
11.2.1. Размещение компонентов в сборке .....	728
11.2.2. Ориентация компонентов в сборке.....	732
11.3. Сопряжения в сборке .....	736
11.3.1. Создание сопряжений .....	736
11.3.2. Автосопряжения.....	740
11.3.3. Редактирование сопряжений .....	741
11.3.4. Удаление сопряжений.....	742
11.3.5. Ошибки сопряжений .....	742
11.4. Детали в сборке.....	745
11.4.1. Редактирование деталей в контексте сборки .....	745
11.4.2. Создание новых деталей в контексте сборки .....	746
11.4.3. Массивы компонентов .....	746
11.4.4. Зеркальное отражение компонентов сборки .....	752
11.4.5. Объединение деталей в сборках .....	755
11.4.6. Переупорядочение и откат в сборках .....	757
11.5. Узлы в сборке.....	757
11.5.1. Создание узла сборки .....	757
11.5.2. Редактирование узла сборки .....	763
11.5.3. Свободные узлы сборки .....	764
11.6. Упрощение сборок.....	765
11.6.1. Переключение видимости компонентов сборки .....	765
11.6.2. Изменение состояния погашения .....	765
11.6.3. Режим большой сборки.....	769
11.7. Отображение сборок.....	771
11.7.1. Скрытие и отображение компонентов.....	771
11.7.2. Настройка цвета и внешнего вида .....	772
11.7.3. Вид сборки с разнесенными частями .....	776
11.8. Интерференция и конфликты между компонентами сборки.....	781
11.8.1. Проверка интерференции в сборке.....	781
11.8.2. Обнаружение конфликтов между компонентами сборки при их перемещении и вращении .....	783
11.9. Автокомпоненты .....	786
11.9.1. Создание автокомпонентов.....	787
11.9.2. Проверка определения автокомпонентов.....	789
11.9.3. Вставка автокомпонентов в сборки .....	790
11.9.4. Редактирование определения автокомпонентов.....	791
11.10. Автокрепёжи.....	792
11.10.1. Добавление автокрепёжей в сборку .....	793
11.10.2. Редактирование автокрепёжей.....	794
11.10.3. Добавление крепёжных деталей .....	796
11.10.4. Настройка параметров автокрепёжей .....	797

11.11. Физическое моделирование.....	798
11.11.1. Линейный двигатель.....	799
11.11.2. Вращающийся двигатель.....	800
11.11.3. Спиральная пружина.....	800
11.11.4. Притяжение.....	801
11.11.5. Запись и воспроизведение моделирования.....	802
11.12. Дополнительные возможности при создании сборок.....	803
11.12.1. Замена компонентов в сборке.....	803
11.12.2. Замена сопряженных объектов в сборке.....	805
11.12.3. Ремень/цепочка.....	805
<b>Глава 12. Литейные формы.....</b>	<b>809</b>
12.1. Основные принципы создания литейных форм.....	809
12.1.1. Понятие проектирования литейной формы.....	809
12.1.2. Обзор инструментов проектирования литейных форм.....	810
12.1.3. Панель инструментов <i>Инструменты для литейной формы</i> .....	815
12.1.4. Папки литейной формы.....	817
12.2. Работа с инструментами литейной формы.....	817
12.2.1. Определение выточки.....	817
12.2.2. Линии разъема.....	819
12.2.3. Отсекающие поверхности.....	821
12.2.4. Инструменты выбора кромок.....	822
12.2.5. Типы заполнения отсекающей поверхности.....	823
12.2.6. Создание отсекающих поверхностей вручную.....	824
12.2.7. Поверхности разъема.....	824
12.2.8. Линейчатые поверхности.....	827
12.2.9. Разделение инструментов.....	828
12.2.10. Извлечение сердцевины.....	829
12.2.11. Вставка полости.....	830
12.2.12. Анализ уклона.....	832
12.2.13. Коэффициент масштаба и уклон в проектировании литейной формы.....	835
<b>Глава 13. Конфигурации.....</b>	<b>837</b>
13.1. Менеджер конфигураций.....	837
13.1.1. Основные принципы работы с Менеджером конфигураций.....	837
13.1.2. Порядок создания конфигураций.....	840
13.2. Конфигурации, созданные вручную.....	840
13.2.1. Создание конфигурации детали вручную.....	840
13.2.2. Производные конфигурации.....	842
13.2.3. Редактирование конфигураций.....	843
13.2.4. Работа с конфигурациями в сборке.....	845
13.3. Конфигурации, созданные с помощью таблицы параметров.....	848
13.3.1. Создание таблицы параметров.....	848
13.3.2. Редактирование конфигураций в таблице параметров.....	852
13.3.3. Таблицы параметров в чертежах.....	853
13.4. Параметры конфигурации.....	855
13.4.1. Параметры конфигурации.....	855
13.4.2. Параметры спецификации.....	862
13.4.3. Дополнительные параметры.....	862
<b>Глава 14. Создание чертежей.....</b>	<b>865</b>
14.1. Основные приемы создания чертежей.....	865
14.1.1. Панель инструментов <i>Чертеж</i> .....	865
14.1.2. Настройка параметров документов чертежа.....	866
14.1.3. Создание чертежа.....	867
14.1.4. Основная надпись/Размер.....	869
14.1.5. Окно чертежа.....	869

14.1.6. Основные надписи, листы и виды .....	870
14.1.7. Настройка основных надписей.....	870
14.1.8. Точки привязки таблицы .....	872
14.1.9. Сохранение основных надписей .....	873
14.1.10. Свойства листа.....	873
14.1.11. Несколько листов чертежа .....	875
14.1.12. Связывание заметок со свойствами документа .....	875
14.1.13. Связать со свойством.....	876
14.1.14. Виды деталей и сборок.....	877
14.1.15. Границы вида.....	878
14.1.16. Масштабирование в чертежах.....	878
14.1.17. Двумерное рисование в чертежах .....	879
14.1.18. Сохранение чертежа.....	880
14.2. Типы документов чертежей .....	880
14.2.1. Документы чертежей.....	880
14.2.2. Отсоединенные чертежи.....	881
14.2.3. Работа с отсоединенными чертежами.....	882
14.2.4. Сокращенные чертежи .....	883
14.2.5. Качество в чертежах.....	884
14.3. Стандартные чертежные виды .....	884
14.3.1. 3 стандартных вида .....	884
14.3.2. Вид модели.....	886
14.3.3. Вид по модели (Относительный вид) .....	887
14.3.4. Режимы отображения чертежного вида.....	890
14.3.5. Предварительно определенные виды.....	891
14.3.6. Пустые виды .....	894
14.3.7. Обновление чертежного вида .....	895
14.4. Производные чертежные виды.....	895
14.4.1. Проекционный вид.....	896
14.4.2. Вспомогательный вид.....	898
14.4.3. Местный вид.....	900
14.4.4. Обрезанный вид .....	901
14.4.5. Вырыв детали.....	902
14.4.6. Индикатор сечения в окне <i>Разрез</i> .....	904
14.4.7. Разъединенный вид.....	905
14.4.8. Разрезы в чертежах .....	907
14.4.9. Выбрать шрифт.....	911
14.4.10. Выровненный разрез.....	911
14.4.11. Наложенный вид .....	913
14.4.12. Схематическое положение .....	914
14.5. Управление видами.....	915
14.5.1. Свойства чертежного вида .....	915
14.5.2. Обновление видов.....	916
14.5.3. Перемещение чертежей .....	917
14.5.4. Перемещение чертежных видов .....	917
14.5.5. Выравнивание видов.....	918
14.5.6. Режим трехмерного чертежного вида .....	918
14.5.7. Вращение видов .....	919
14.5.8. Копирование и вставка видов.....	920
14.5.9. Удаление видов.....	921
14.6. Скрытие и отображение элементов .....	921
14.6.1. Панель инструментов <i>Формат линии</i> .....	921
14.6.2. Скрытие и отображение видов .....	922
14.6.3. Скрытие и отображение кромок .....	922
14.6.4. Скрытие и отображение эскизов.....	923
14.6.5. Отобразить скрытые кромки .....	923
14.6.6. Скрыть/Отобразить компоненты .....	924
14.6.7. Скрыть за плоскостью .....	924

14.6.8. Формат линии.....	925
14.6.9. Толщина линии компонента.....	926
14.6.10. Отображение кромок в чертежах.....	926
14.6.11. Отображение линий перехода.....	927
14.6.12. Панель инструментов <i>Слой</i> .....	927
14.6.13. Слои.....	928
14.7. Инструменты чертежа.....	929
14.7.1. Сравнение чертежей.....	929
14.7.2. Статистика чертежа.....	930
14.7.3. Распечатка чертежей.....	931
14.7.4. Отправить сообщение.....	933
<b>Глава 15. Оформление чертежей.....</b>	<b>935</b>
15.1. Параметры оформления.....	935
15.1.1. Настройка параметров оформления.....	935
15.1.2. Трехмерные примечания.....	936
15.1.3. Создание видов примечаний.....	937
15.1.4. Перемещение в вид примечания.....	938
15.1.5. Отображение видов примечаний.....	939
15.1.6. Вставка элементов модели.....	939
15.1.7. Часто используемые.....	942
15.2. Размеры на чертежах.....	944
15.2.1. Окно <i>Размер</i> Менеджера свойств.....	945
15.2.2. Свойства размера.....	949
15.2.3. Тип размера.....	954
15.2.4. Настройка параметров размеров.....	954
15.2.5. Точность размера.....	955
15.2.6. Отобразить размер.....	956
15.2.7. Изменить текст размера.....	957
15.2.8. Автонанесение размеров в чертеже.....	958
15.2.9. Параллельные размеры.....	960
15.2.10. Справочные размеры.....	961
15.2.11. Размеры базовой линии.....	962
15.2.12. Горизонтальный размер.....	962
15.2.13. Вертикальный размер.....	963
15.2.14. Горизонтальные ординатные размеры.....	964
15.2.15. Вертикальные ординатные размеры.....	964
15.2.16. Ординатные размеры.....	965
15.2.17. Размеры фаски.....	967
15.2.18. Выноски/текст для размеров.....	968
15.2.19. Допуск размера.....	969
15.2.20. Посадка с допусками.....	971
15.2.21. Перемещение и копирование размеров.....	972
15.2.22. Изменение размеров.....	972
15.2.23. Выравнивание размеров.....	973
15.2.24. Выводить по параллели/концентрично.....	974
15.2.25. Расставить размеры коллинеарно/радиально.....	975
15.2.26. Размер линий удлинения.....	975
15.2.27. Отобразить/Скрыть размер или примечание.....	976
15.2.28. Инструмент <i>DimXpert</i> .....	977
15.3. Примечания.....	978
15.3.1. Панель инструментов <i>Примечание</i> .....	979
15.3.2. Панель инструментов <i>Выводить</i> .....	980
15.3.3. Панель инструментов <i>Форматирование</i> .....	981
15.3.4. Параметры примечаний.....	982
15.3.5. Несколько примечаний.....	983
15.3.6. Группировка примечаний.....	984
15.3.7. Вставка трехмерных примечаний.....	985



15.3.8. Проверка орфографии .....	985
15.3.9. Выноски с изогнутыми указателями.....	988
15.3.10. Заметки.....	989
15.3.11. Группа заметок .....	997
15.3.12. Маркеры и нумерация.....	998
15.3.13. Гиперссылки в заметках .....	999
15.3.14. Позиции .....	1000
15.3.15. Группа позиций .....	1002
15.3.16. Автопозиции .....	1004
15.3.17. Указатели центра.....	1006
15.3.18. Примечания осевых линий .....	1010
15.3.19. Обозначение отверстия.....	1011
15.3.20. Переменные для условного обозначения отверстия .....	1012
15.3.21. Условные изображения резьбы.....	1012
15.3.22. Обозначения шероховатости поверхности .....	1015
15.3.23. Обозначения базовой поверхности .....	1018
15.3.24. Места, определяющие базу .....	1020
15.3.25. Обозначение отклонения формы .....	1021
15.3.26. Обозначения штифта .....	1025
15.3.27. Обозначение сварного шва .....	1026
15.3.28. Штриховка/заливка.....	1029
15.3.29. Блоки в чертежах.....	1031
15.3.30. Гусеничные .....	1038
15.3.31. Обработка торцов .....	1040
15.4. Таблицы .....	1041
15.4.1. Панель инструментов <i>Таблица</i> .....	1042
15.4.2. Таблицы с примечаниями .....	1043
15.4.3. Спецификация.....	1043
15.4.4. Общие таблицы .....	1047
15.4.5. Шаблоны таблиц .....	1055
15.4.6. Уравнения в таблицах.....	1055
15.4.7. Таблицы отверстий .....	1057
15.4.8. Таблицы изменений .....	1063
15.5. Спецификация в файле Excel.....	1065
15.5.1. Шаблоны спецификаций .....	1066
15.5.2. Вставка спецификации .....	1066
15.5.3. Редактирование текста.....	1066
15.5.4. Сохранение файла спецификации .....	1067

## **Глава 16. Импорт/экспорт .....** **1069**

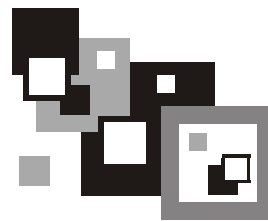
16.1. Импорт/экспорт документов.....	1069
16.1.1. Импортирование документов .....	1070
16.1.2. Импортирование геометрии.....	1072
16.1.3. Редактирование импортированных элементов .....	1072
16.1.4. Обзор диагностики импортирования.....	1073
16.1.5. Экспорт документов и настройка параметров.....	1074
16.1.6. Исходный формат DXF/DWG.....	1075
16.1.7. DWGeditor.....	1079
16.1.8. Print3D.....	1080
16.2. Типы файлов импорта/экспорта .....	1080
16.2.1. Файлы ACIS (sat).....	1081
16.2.2. Файлы Adobe Illustrator (ai).....	1082
16.2.3. Файлы Autodesk Inventor (ipt).....	1082
16.2.4. Файлы CADKEY (prt, ckd).....	1082
16.2.5. Графические файлы CATIA (cgr) .....	1083
16.2.6. Файлы DXF 3D (dxf) .....	1083
16.2.7. Файлы DXF/DWG (dxf, dwg).....	1083
16.2.8. Файлы eDrawings (eprt, easm или edrw).....	1086

16.2.9. Упакованные графические файлы (hcg) .....	1087
16.2.10. Файлы HOOPS (hsf) .....	1087
16.2.11. Файлы IDF (emn, brd, bdf, idb).....	1087
16.2.12. Файлы IGES (igs, iges) .....	1088
16.2.13. Файлы JPEG (jpg).....	1090
16.2.14. Файлы Mechanical Desktop (dwg, dxf) .....	1090
16.2.15. Файлы Parasolid (x_t, x_b) .....	1090
16.2.16. Файлы PDF (pdf).....	1091
16.2.17. Файлы Pro/ENGINEER (prt, xpr, asm, xas).....	1092
16.2.18. Файлы Solid Edge (par, psm, asm).....	1093
16.2.19. Файлы STEP (step, stp) .....	1093
16.2.20. Файлы STL (stl) .....	1094
16.2.21. Файлы TIFF (tif).....	1096
16.2.22. Файлы Unigraphics II (prt).....	1097
16.2.23. Файлы VDAFS (vda).....	1098
16.2.24. Файлы Viewpoint (mts).....	1098
16.2.25. Файлы VRML (wrl).....	1098
16.2.26. Файлы ZGL (zgl) .....	1099
<b>Глава 17. Прочностные расчеты деталей в COSMOSXpress.....</b>	<b>1101</b>
17.1. Основные сведения о приложении COSMOSXpress.....	1101
17.1.1. Анализ напряжений .....	1102
17.1.2. Допущения линейного статического анализа .....	1103
17.2. Применение COSMOSXpress.....	1104
17.2.1. Интерфейс пользователя .....	1104
17.2.2. Использование COSMOSXpress.....	1106
17.2.3. Установка параметров.....	1106
17.2.4. Назначение материала .....	1107
17.2.5. Применение ограничений .....	1108
17.2.6. Применение нагрузок.....	1109
17.2.7. Анализ детали .....	1112
17.2.8. Просмотр результатов.....	1114
17.2.9. Оптимизация размеров детали.....	1119
<b>Глава 18. Анализ литья в MoldflowXpress.....</b>	<b>1121</b>
18.1. Основные принципы литьевого формования.....	1121
18.1.1. Влияние толщины детали.....	1121
18.1.2. Правила выбора точек литья .....	1122
18.2. Применение MoldflowXpress.....	1123
18.2.1. Интерфейс пользователя .....	1123
18.2.2. Использование MoldflowXpress.....	1124
18.2.3. Создание точки литья.....	1124
18.2.4. Выбор материала .....	1125
18.2.5. Указание условий обработки .....	1126
18.2.6. Выполнение анализа.....	1127
18.2.7. Получение результатов анализа литья .....	1127
<b>Глава 19. Детали и расчеты в Toolbox.....</b>	<b>1129</b>
19.1. Назначение и принципы работы с Toolbox.....	1129
19.1.1. Назначение Toolbox.....	1129
19.1.2. Активизация приложения Toolbox в SolidWorks .....	1130
19.1.3. Добавление детали в сборку .....	1131
19.1.4. Создание детали .....	1134
19.1.5. Добавление деталей в библиотеку Toolbox .....	1135
19.1.6. Настройка параметров Toolbox .....	1135
19.2. Компоненты и элементы Toolbox.....	1141
19.2.1. Конструкционная сталь.....	1141

19.2.2. Канавки .....	1143
19.2.3. Кулачки .....	1145
19.3. Расчеты в <i>Toolbox</i> .....	1152
19.3.1. Расчет балки .....	1152
19.3.2. Расчет подшипника .....	1154
<b>Глава 20. Распознавание в <i>FeatureWorks</i> .....</b>	<b>1157</b>
20.1. Назначение <i>FeatureWorks</i> .....	1157
20.1.1. Основные возможности .....	1157
20.1.2. Способы распознавания .....	1157
20.1.3. Панель инструментов <i>FeatureWorks</i> .....	1158
20.1.4. Параметры <i>FeatureWorks</i> .....	1158
20.2. Применение <i>FeatureWorks</i> .....	1159
20.2.1. Добавление и удаление <i>FeatureWorks</i> .....	1159
20.2.2. Автоматическое распознавание .....	1160
20.2.3. Интерактивное распознавание .....	1161
20.2.4. <i>FeatureWorks</i> - <i>FeatureManager</i> .....	1163
20.2.5. Менеджер распознанных элементов .....	1164
<b>Глава 21. Реалистичные изображения в <i>PhotoWorks</i> .....</b>	<b>1165</b>
21.1 Основные принципы работы с приложением <i>PhotoWorks</i> .....	1165
21.1.1. Активизация приложения <i>PhotoWorks</i> .....	1165
21.1.2. Панель инструментов <i>PhotoWorks</i> .....	1168
21.1.3. Меню <i>PhotoWorks</i> .....	1168
21.1.4. Элементы <i>PhotoWorks</i> .....	1169
21.2. Способы создания фотореалистичных изображений в <i>PhotoWorks</i> .....	1170
21.2.1. Создание картинка в <i>PhotoWorks</i> .....	1170
21.2.2. Помощник для создания изображения .....	1172
21.2.3. Изображение части картинка .....	1174
21.2.4. Изображение выбранного объекта .....	1175
21.2.5. <i>PhotoWorks Studio</i> .....	1175
21.3. Параметры изображения .....	1178
21.3.1. Настройки пользователя .....	1179
21.3.2. Настройки документа .....	1180
21.3.3. Дополнительные .....	1181
21.3.4. Освещение .....	1183
21.3.5. Месторасположение файлов .....	1184
21.4. Материалы .....	1186
21.4.1. Папки материалов .....	1186
21.4.2. Выбор материалов .....	1186
21.4.3. Настройка материалов пользователями .....	1194
21.5. Сцена .....	1194
21.5.1. Менеджер сцен .....	1195
21.5.2. Комната .....	1196
21.5.3. Задний план/передний план .....	1197
21.5.4. Среда .....	1198
21.5.5. Освещение .....	1199
<b>Глава 22. Моделирование в <i>SolidWorks Animator</i> .....</b>	<b>1201</b>
22.1. Основные принципы работы с <i>SolidWorks Animator</i> .....	1201
22.1.1. Активизация приложения <i>Animator</i> в <i>SolidWorks</i> .....	1201
22.1.2. Основные принципы создания анимаций .....	1203
22.1.3. Интерфейс <i>SolidWorks Animator</i> .....	1203
22.1.4. Параметры <i>SolidWorks Animator</i> .....	1210
22.2. Создание базовых анимаций .....	1212
22.2.1. Создание базовых анимаций перемещения компонентов и изменения свойств видимости .....	1212
22.2.2. Синхронизация последовательности в анимации .....	1214

22.3. Помощник для создания анимации.....	1215
22.3.1. Вращение детали или сборки .....	1215
22.3.2. Разнесение и составление сборки .....	1217
22.3.3. Физическое моделирование сборки.....	1218
22.4. Анимации на основе камеры.....	1219
22.4.1. Анимация на основе камеры с использованием ключевых точек.....	1220
22.4.2. Создание анимаций на основе платформ камеры.....	1222
22.5. Анимации при помощи захвата экрана и сохранение анимаций.....	1225
22.5.1. Запись анимаций с использованием захвата экрана.....	1225
22.5.2. Сохранение анимации .....	1227
<b>Глава 23. SolidWorks Проверка проекта.....</b>	<b>1229</b>
23.1. Назначение программы .....	1229
23.1.1. Добавление и удаление программы .....	1229
23.1.2. Панель инструментов <i>Проверка документа</i> .....	1230
23.1.3. Создание проверки .....	1230
23.1.4. Проверка активного документа .....	1232
23.2. Проверка документа .....	1233
23.3. Проверка примечания .....	1235
23.4. Проверка размера .....	1236
23.5. Проверка чертежного документа .....	1237
23.6. Проверка документа детали и сборки .....	1238
23.7. Проверка элемента .....	1238
23.8. Мастер обучающихся проверок.....	1239
<b>Глава 24. Утилиты SolidWorks.....</b>	<b>1241</b>
24.1. Панель инструментов <i>Utilities</i> .....	1242
24.2. Сравнение документов .....	1242
24.2.1. Запуск утилиты сравнения документов.....	1243
24.2.2. Параметры утилиты сравнения документов.....	1243
24.2.3. Общие параметры утилиты сравнения документов .....	1244
24.2.4. Параметры допуска утилиты сравнения документов.....	1245
24.2.5. Параметры цвета утилиты сравнения документов .....	1245
24.2.6. Результаты работы утилиты сравнения документов.....	1246
24.2.7. Сравнить грани утилиты сравнения документов.....	1247
24.2.8. Сравнить элементы утилиты сравнения документов.....	1248
24.2.9. Сравнить объемы утилиты сравнения документов.....	1248
24.3. Сравнение элементов .....	1249
24.3.1. Запуск утилиты сравнения элементов .....	1249
24.3.2. Параметры сравнения элементов .....	1250
24.3.3. Общие параметры утилиты сравнения элементов.....	1251
24.3.4. Параметры цвета утилиты сравнения элементов .....	1251
24.3.5. Результаты сравнения элементов .....	1252
24.4. Сравнение геометрии .....	1253
24.4.1. Запуск сравнения геометрии .....	1254
24.4.2. Параметры сравнения геометрии .....	1255
24.4.3. Общие параметры утилиты сравнения геометрии.....	1256
24.4.4. Настройки допуска утилиты сравнения геометрии.....	1257
24.4.5. Параметры цвета утилиты сравнения геометрии .....	1257
24.4.6. Результаты сравнения геометрии .....	1257
24.4.7. Сохранение результатов сравнения объемов .....	1259
24.5. Проверка геометрии .....	1259
24.5.1. Запуск проверки геометрии .....	1259
24.5.2. Параметры проверки геометрии.....	1260
24.5.3. Результаты проверки геометрии.....	1261
24.6. Анализ толщины .....	1261
24.6.1. Запуск анализа толщины.....	1262
24.6.2. Отчет анализа толщины .....	1263

24.7. Утилиты работы с элементами .....	1264
24.7.1. Поиск элементов.....	1264
24.7.2. Изменение элементов.....	1265
24.7.3. Погашение элементов.....	1266
24.7.4. Упрощение деталей .....	1266
24.7.5. Расширенный выбор.....	1267
24.7.6. Перенести свойства.....	1268
24.7.7. Копировать формат.....	1269
24.8. Менеджер отчетов.....	1269
24.8.1. Сохранение отчетов .....	1269
24.8.2. Отчет о видах .....	1270
24.8.3. Использование администратора отчетов .....	1270
24.9. eDrawings.....	1272
24.9.1. Панель инструментов <i>eDrawings</i> .....	1272
24.9.2. Анимирование с eDrawings .....	1273
24.9.3. Создание сессии eDrawings .....	1273
<b>Глава 25. Устранение неполадок.....</b>	<b>1275</b>
25.1. Возможные ошибки.....	1275
25.1.1. Подвешенная геометрия.....	1275
25.1.2. Ошибки сопряжений .....	1276
25.1.3. Ошибки при решении сопряжений .....	1278
25.1.4. Сопряжения для подвешенной геометрии .....	1279
25.1.5. Конфликтующие сопряжения.....	1279
25.1.6. Заменить сопряженные объекты .....	1280
25.1.7. Ошибки проектирования и сопряжения .....	1280
25.1.8. Конфликты сопряжения в контексте .....	1281
25.1.9. Конфликты сопряжений с взаимосвязями эскиза .....	1282
25.1.10. Переопределенный эскиз .....	1283
25.1.11. Ошибки оболочки .....	1284
25.1.12. Неразрешимый эскиз.....	1285
25.1.13. Геометрия с нулевой толщиной .....	1286
25.2. Рекомендации по производительности системы.....	1287
25.2.1. Предупредительное управление файлами .....	1288
25.2.2. Проблемы аппаратного обеспечения и рекомендации .....	1288
25.2.3. Распределение памяти .....	1289
25.2.4. Проблемы при отображении.....	1290
25.2.5. Графические адаптеры и драйверы .....	1294
25.2.6. Проблемы печати .....	1295
<b>Глава 26. Справка в SolidWorks.....</b>	<b>1297</b>
26.1. Справка в меню и интерфейсе пользователя.....	1297
26.1.1. Меню ? (Справка) .....	1297
26.1.2. Справка в интерфейсе пользователя.....	1299
26.1.3. Справка на <i>Панели задач</i> .....	1300
26.2. Учебное пособие или функциональные инструкции.....	1301
26.3. Быстрые советы.....	1302
<b>Предметный указатель .....</b>	<b>1304</b>



# Основные принципы работы в SolidWorks 2007

В главе рассматриваются основные принципы работы программы и этапы проектирования изделия.

## 1.1. Принципы создания деталей и сборок

Проектирование любого изделия состоит из ряда этапов. Кратко охарактеризуем те этапы проектирования, которые обеспечиваются программой SolidWorks 2007.

### 1.1.1. Построение эскиза

Процесс моделирования начинается с построения эскиза, а построение эскиза начинается с выбора конструктивной плоскости, в которой будет строиться этот двумерный эскиз. Впоследствии этот эскиз 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.

### 1.1.2. Создание объемной модели

Пользователю предоставляются несколько различных средств создания объемных моделей. Основными формообразующими операциями в SolidWorks 2007 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 2007 необычайно легко строятся литейные уклоны на выбранных гранях модели, полости в твердых телах с заданием различных толщин для различных граней, скругления постоянного и переменного радиуса, фаски и отверстия сложной формы.

При этом система позволяет отредактировать в любой момент времени 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 2007 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 различных форматов.

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

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

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 2007 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 двумерные эскизы. При работе же в режиме сборки **Дерево конструирования** показывает список деталей, входящих в сборку. Обычно **Дерево конструирования** отображается в левой части окна SolidWorks 2007, 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.

Процесс построения 3D-модели основывается на создании объемных геометрических элементов и выполнении различных операций между ними. Подобно конструктору "LEGO" модель набирается из стандартных элементов (блоков) и может быть отредактирована путем добавления (удаления) этих элементов, либо — путем изменения характерных параметров блоков. 3D-модель несет в себе наиболее полное описание физических свойств объекта (объем, масса, моменты инерции) и дает проектанту возможность работы в виртуальном 3D-пространстве, что позволяет на самом высоком уровне приблизить компьютерную модель к облику будущего изделия, исключая этап макетирования.

### 1.1.3. Создание сборок

SolidWorks 2007 предлагает конструктору довольно гибкие возможности создания узлов и сборок. Система поддерживает как создание сборки способом "снизу вверх", то есть на основе уже имеющихся деталей, число которых может доходить до сотен и тысяч, так и проектирование "сверху вниз" (от сборки к детали).

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.

Разработчики SolidWorks 2007 большое внимание уделяют работе с комплексными сборками, количество компонентов которых может составлять десятки и сотни тысяч единиц. Безусловно, для работы с такими моделями требуется использовать специальные методики управления отдельными деталями и узлами сборки, рационально распоряжаться ресурсами процессора и оперативной памяти. Для этого в SolidWorks 2007 существует специальный режим, который так и называется "Режим работы с большими сборками". Этот режим позволяет оптимально распределить программные и аппаратные ресурсы, экономно, таким образом, время загрузки и перестроения сборки. Лучшим доказательством работоспособности "Режима работы с большими сборками" являются работы клиентов SolidWorks, которые в течение последних двух лет создают крупные проекты, состоящие из 10—100 тысяч компонентов.

### 1.1.4. Генерация чертежей

Процесс конструирования в SolidWorks 2007 не заканчивается на разработке объемных деталей и сборок. Программа позволяет автоматизированно создавать чертежи по заданной 3D-модели, исключая ошибки проектанта, неизбежно возникающие при начертании проекций изделия вручную. SolidWorks 2007 поддерживает чертежные стандарты GOST, ANSI, ISO, DIN, JIS, GB и BSI. В SolidWorks 2007 имеется модуль

eDrawings, с помощью которого можно создавать, просматривать и выводить на печать электронные чертежи SolidWorks 2007. Благодаря встроенной программе просмотра чертежи eDrawings можно сразу же открыть для просмотра без использования каких-либо заранее установленных на компьютере САД-систем или других средств просмотра. Очень удобным и наглядным средством, позволяющим понять конструкцию изделия, изображенного на чертеже, является возможность анимировать чертеж и посмотреть, как соотносятся между собой чертежные виды.

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 представленными размерами. SolidWorks 2007 поддерживает двунаправленную ассоциативную связь между чертежами и твердотельными моделями, так что при изменении 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 двумерных чертежей.

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

## 1.2. Основные понятия и структура ядра геометрического моделирования

### 1.2.1. Объекты ядра

Рассмотрим объекты, которые определяют возможности ядра геометрического моделирования.

#### Геометрические объекты

Геометрические объекты — основополагающее звено во всем ядре. Без них невозможно говорить о графической системе или ядре. Существуют различные возможности представления геометрических объектов, однако при этом необходимо учитывать тот факт, что не все форматы данных позволяют создавать графические системы с необходимыми возможностями. Например, существует возможность задания объектов в виде полигональной модели, так называемой поверхностной сетки. Этот формат очень прост в плане задания модели и алгоритмов, применяемых к ней. Однако он является трудоемким при обработке объектов, и к тому же сильно ограничивает возможности ядра в плане дальнейшего применения этих объектов в САД-системах (например, построение чертежной проекции по готовой трехмерной модели, получение фасок и выполнения булевых операций). При рассмотрении некоторых САД-систем, таких как разработки компании Autodesk, можно было заметить, что наиболее удачным средством при работе с дву- и трехмерными объектами, является аналитическое описание объектов в виде сплайнов, а именно NURBS. Это мощное средство, без которого не обходится сегодня ни одна более или менее известная графическая система. Поэтому в качестве базовой модели задания объектов выбирается задание в виде NURBS-поверхностей и кривых. Это формат объектов является достаточно сложным и базируется на сложном математическом аппарате. Однако применение именно этого формата оптимизирует ядро во время работы системы трехмерного моделирования.

Еще важным преимуществом использования параметрических поверхностей в виде NURBS является то, что они являются стандартным представлением в форматах САД-систем, таких как ACIS-стандарт. Однако эти форматы абсолютно не поддерживают представление объектов в виде полигональной сетки.

В то же время при моделировании крупных механических узлов возможно использование полигональных моделей объектов. В связи с этим предусмотрена поддержка полигонального задания объектов, с ограниченными возможностями их использования.

#### Вспомогательные объекты

Кроме геометрических объектов для полноты возможностей ядра необходимы также вспомогательные объекты. Для моделирования механических узлов предусмотрено наличие так называемых коннекторов, вспомогательных объектов, которые служат для быстрого построения сложных механических систем. При построении отдельного элемента узла с ним ассоциируется отдельный коннектор или группа коннекторов, а также устанавливаются поля взаимодействия отдельных коннекторов, для того чтобы ограничить взаимодействие еди-



ничных элементов. Использование такого рода объектов позволяет оптимизировать работу пользователя с системами моделирования. В разрабатываемой структуре предполагается наличие нескольких различных форм коннекторов. Все коннекторы разделяются на два класса: точечные и линейные коннекторы. Точечные коннекторы определяют отдельную точку, которой прикрепляется один объект к другому. Линейные коннекторы определяют отрезок прямой, который определяет места возможного прикрепления объектов. Дополнительная информация о каждом коннекторе определяет степени свободы объекта.

## Камеры и источники света

Эти элементы используются исключительно для визуализации, с целью получения настраиваемого пользовательского интерфейса. Однако в отличие от геометрических объектов, которые могут находиться в иерархии по отношению друг к другу, камеры и источники света могут быть использованы только как объекты сцены.

### 1.2.2. Виртуальная сцена

В этом блоке содержится информация обо всех используемых объектах. Кроме этого в этом блоке происходит управление объектами и самой сценой. Например, перемещение, вращение объектов и т. п. Сама сцена подразделяется на стандартную и проекционную. В проекционной сцене происходит так называемое построение только лишь проекций, в то время как в стандартной сцене участвуют уже готовые трехмерные объекты. То есть какой-либо отрезок или дуга окружности будут считаться двумерными, если они принадлежат проекционной сцене и трехмерными объектами — если они находятся в стандартной сцене. При этом операции над проекционной сценой, а точнее, камерой, ассоциированной с этой сценой, будут весьма ограничены. Разделение сцены на стандартную и проекционную необходимо для двух целей: первая — по двумерным проекциям создавать трехмерное изображение. При этом понимается полуавтоматизированное создание простейших объектов: точка, прямая линия (отрезок), участок плоскости. Задача автоматического распознавания двумерных проекций и создания по ним трехмерных изображений по-прежнему является достаточно сложной. Вторая — создание двумерной проекции по трехмерному изображению. Под проекцией в данном случае понимается не просто двумерное изображение объекта на плоскости, а изображение по правилам инженерной графики и начертательной геометрии. Эта задача также не является простой, однако решение ее все же существует. Для этого также необходимо использование параметрического задания поверхности в виде NURBS. Весь математический аппарат, который базируется на матричных операциях, реализуется именно в этом блоке. Для этого каждый объект сцены представляет собой фактически узел сцены, с которым ассоциирована матрица, задающая положение и ориентацию объекта в сцене или относительно родительского элемента. Ниже перечислены базовые операции над узлами сцены:

- перемещение;
- вращение;
- масштабирование;
- добавление в иерархию;
- удаление из иерархии.

### 1.2.3. Внешние библиотеки

Библиотеки подразделяются на следующие виды:

- библиотека стандартных примитивов;
- библиотека расширенных примитивов;
- библиотека динамических примитивов;
- библиотека составных объектов;
- библиотека внешних форматов файлов;
- библиотека пользовательских примитивов.

Библиотека стандартных примитивов включает простейшие базовые объекты, такие как сфера, параллелепипед, конус, призма, пирамида, цилиндр. В библиотеку расширенных примитивов попадают объекты, которые в общем случае можно было бы отнести к стандартным примитивам, однако из-за того, что они являются бо-

лее сложными, их относят в отдельную библиотеку. К таким объектам относятся: труба (полый цилиндр), тор, усеченный конус, капсула и др. В библиотеке динамических примитивов создаются объекты методом кинематического вращения кривой вокруг некоторой оси и методом протягивания кривой вдоль некоторой направляющей. Библиотека создания составных объектов включает создание булевских объектов при поддержке стандартных операций: объединение, пересечение, вычитание и т. д. Взаимодействие библиотек с ядром основывается на внутреннем интерфейсе, разработанном специально для этих целей.

## 1.2.4. Конфигурации

Этот блок является подготовительным для визуализации и содержит в себе информацию об окнах, различных настройках, специальных эффектах (например, туман) и др. В блоке конфигурации происходит подготовительный сбор и обработка всех геометрических объектов с целью последующей их подачи на визуализацию. Все объекты в зависимости от наличия в них прозрачных элементов, расположения их в окне отображения распределяются на несколько слоев. Затем все слои последовательно один за другим подаются на визуализатор. Разделение объектов на слои производится с целью оптимизации процесса визуализации. В противном случае необходимо было бы осуществлять отображение в несколько проходов.

## 1.2.5. Визуализатор

Блок визуализатора является конечным звеном в работе ядра. Он является необязательным в том смысле, что фактически работа ядра могла бы проходить и без него, например, при выполнении булевой операции над цилиндром и сферой можно было с помощью двух функций создать два объекта (цилиндр и сферу) и с помощью третьей функции выполнить операцию вычитания или пересечения, сохранив результат в файл, и при этом не пользоваться услугами визуализатора. Однако удобнее, когда имеется встроенное средство для отображения и снижается трудоемкость создания среды геометрического моделирования. Блок визуализатора может в зависимости от возможностей операционной системы, на которой реализуется данное ядро и сама система, настраиваться на определенные средства визуализации, например, OpenGL или DirectX.

Для того чтобы ускорить воспроизведение объектов на экран, необходимо предварительно произвести оптимизацию. Оптимизация может заключаться в адаптивном аппроксимировании объектов полигонами в зависимости от расстояния до камеры.

## 1.2.6. Внешние интерфейсы и управление ядром

Для функционирования приложения необходим интерфейс между ядром и системой геометрического моделирования, использующей это ядро.

Можно выделить три основных интерфейса в ядре:

- между ядром и внешней системой;
- между ядром и внешними библиотеками;
- между внешней системой и библиотеками.

В последнем случае связь осуществляется посредством того же ядра, однако необходимы другие средства, которые позволяли бы внешней среде вызывать функции, заложенные внутри внешних библиотек. Так как внешняя библиотека предоставляет неизвестные ядру функции, то использовать стандартный механизм вызова функций ядром попросту нельзя. Здесь используется так называемый скрипт-язык. Это в свою очередь требует наличие в ядре интерпретатора функций и скрипт-языка.

Интерфейс между внешними библиотеками также заслуживает особого внимания. Для создания гибкого ядра необходимо, чтобы ядро и библиотеки имели между собой минимальную привязку, то есть удаление какой-либо из библиотек из набора не сказывалось никаким образом на работу самого ядра. Для этого необходим такой базовый интерфейс, который бы понимали все библиотеки. С другой стороны, во всех библиотеках есть свои функции, которые не известны ядру. Для этого в ядре предусмотрено получение количества, имен и параметров всех функций, которые присутствуют во внешней библиотеке. При вызове из внешней среды какой-либо функции внешней библиотеки по имени, всегда можно найти эту функцию, имея в своем распоряжении список этих функций.

Интерфейс между ядром и внешней средой, в свою очередь, также можно подразделить на следующие группы функций:

- инициализация ядра и визуализатора;
- управление конфигурацией;
- управление сценой и объектами.

Под инициализацией ядра понимается загрузка необходимых библиотек, инициализация сцены и конфигурации ядра. При управлении конфигурацией ядра происходит настройка пользовательских окон визуализации, управление специальными эффектами сцены (таких как туман), вывод специальных вспомогательных средств на экран (сетка, оси координат и др.). Управление объектами включает в себя перемещение, вращение, добавление в иерархию, удаление из иерархии, а также те функции, которые предоставляют внешние библиотеки.

## 1.2.7. Способы создания параметризованной геометрической модели

Существует три подхода к созданию параметризованной геометрической модели изделия:

- параметрическое конструирование (parametric/variational — associative design);
- ассоциативная геометрия (associative geometry);
- объектно-ориентированное конструирование с использованием базовых операций добавления/удаления материала (feature-based modeling).

### Параметрическое конструирование

Определить цель конструирования достаточно просто, однако процесс поиска рационального решения сложен и требует гармоничного сочетания различных методов автоматизированного конструирования изделий. Параметрическое конструирование как методология автоматизированной разработки является основой для параллельного ведения проектно-конструкторских работ и позволяет уточнить конечную цель конструирования уже на ранних стадиях реализации проекта, что и определяет эффективность совмещения процессов конструирования, инженерного анализа и производства на едином временном интервале и их взаимной интеграции. Параметризация подразумевает использование различных видов взаимосвязей между компонентами модели и приложениями, которые используют данную модель.

Использование технологии параметрического конструирования позволяет при необходимости легко изменять форму модели, в результате чего пользователь имеет возможность быстро и эффективно получать альтернативные конструкции или пересмотреть концепцию изделия в целом. При отсутствии средств обеспечения параметрического конструирования модель определена однозначно только своей геометрией, поэтому внесение даже малейших изменений требует значительных трудовых затрат. Изменения же параметрической модели выполняются также легко, как и изменения значения размеров на чертежах.

Параметризация — концепция, которая охватывает все методы для решения задач конструирования. Важной особенностью современной концепции параметрического конструирования является, прежде всего, возможность создания геометрической модели с использованием связей и правил, которые могут переопределяться и дополняться на любом этапе ее создания. Связи представляются в виде размерных, геометрических и алгебраических соотношений. Правила же определяются как условия выполнения базовой операции (например, сквозное или "глухое" отверстие).

### Параметрическое конструирование с полным набором связей или "жесткая" параметризация (Parametric Design)

Параметрическое конструирование с полным набором связей или "жесткая" параметризация — интеллектуальное моделирование, где геометрия и конструкторские намерения заложены в самом определении модели. "Жесткая" параметризация — режим параметрического конструирования, при котором конструктор полностью задает все необходимые связи, однозначно определяя тем самым форму геометрической модели изделия. В этом случае изменение значения какого-либо параметра или переопределение связей влечет за собой автоматическое изменение геометрии модели и не требует от конструктора выполнения каких-либо действий по модификации геометрической модели.

Для режима "жесткой" параметризации характерно наличие случаев, когда при изменении параметров геометрической модели решение вообще не может быть найдено, так как часть параметров и установленные связи вступают в противоречие друг с другом. Другими словами, такая технология позволяет, при необходимости, управлять изменением формы конструкции в некоторых пределах, которые определяются интервалом взаимной непротиворечивости всей совокупности параметров и наложенных связей.

Существует много способов задания параметров и связей для одной и той же конструкции, поэтому при использовании этой технологии очень важным является порядок определения и характер наложенных связей, которые будут управлять изменением формы конструкции, так как для каждого способа наложения связей интервалы их взаимной непротиворечивости будут разными.

### **Параметрическое конструирование с неполным набором связей или "мягкая" параметризация (Variational Design)**

"Мягкая" параметризация (работа с недоопределенной системой связей) — режим параметрического конструирования, который позволяет конструктору работать, не задумываясь о порядке, в котором определены или учтены связи, а также об их достаточности для полного описания геометрии конструкции. Такой подход позволяет пользователю решать проблему, следуя по интуитивному, наиболее естественному пути.

Ключевое преимущество использования технологии "мягкой" параметризации при конструировании — возможность решения геометрически недоопределенных задач путем предоставления пользователю возможности выявления неизвестных факторов в виде связей и нахождения нужного решения.

С точки зрения практической реализации, "мягкая" параметризация — это метод для нахождения необходимых размеров и уточнения ориентации геометрических элементов, определяющих форму конструкции. В основе метода лежит принцип решения системы нелинейных уравнений, которые описывают систему связей, управляющую формой.

### **Ассоциативная геометрия (Associative Geometry)**

Ассоциативное конструирование — это обобщающее название технологии параметрического конструирования, обеспечивающей единую, в том числе и двустороннюю, информационную взаимосвязь между геометрической моделью, расчетными моделями, программами для изготовления изделия на станках с числовым программным управлением (ЧПУ), конструкторской документацией, базой данных проекта.

Технология ассоциативной геометрии, иногда именуемая как направленная ассоциативность (directed associativity), — это технология ассоциативного конструирования, которая базируется на непосредственных взаимосвязях между объектами. Простейший пример — определение параллельности двух отрезков. Отрезок А может быть определен как параллельный отрезку В. В результате при перемещении отрезка В отрезок А также изменит свое положение с сохранением ориентации по отношению к отрезку В. Собственное же положение отрезка А не может быть непосредственно изменено. Можно определить отрезки А и В как параллельные и другим способом, так что можно будет изменять положение любого из этих отрезков, удовлетворяя условиям других наложенных связей — это случай так называемой "мягкой" ассоциативности. Преимущество использования ассоциативной геометрии — скорость. Недостаток же заключается в том, что пользователь должен полностью определить размеры и ориентацию элемента, прежде чем приступить к созданию следующего элемента.

### **Объектно-ориентированное конструирование (Feature-Based Modeling)**

Объектно-ориентированное конструирование на основе базовых операций является одним из подходов ассоциативного конструирования, с помощью которого определяется поведение геометрической формы при дальнейших изменениях. Этот подход реализован на основе определенного набора правил и атрибутов, задаваемых при выполнении базовой операции, в дополнение к уже заданным связям и ассоциативной геометрии. Базовые операции являются высокоэффективным инструментом для создания геометрической модели конструкции, инженерного анализа или изготовления.

Объектно-ориентированное моделирование предоставляет в распоряжение пользователя макрофункции, ранее определенные как последовательность действий, использующих булевы операции. Например, сквозное отверстие может быть представлено как булева операция вычитания и цилиндр достаточной длины. Сразу можно возразить, что если модель станет несколько толще, то цилиндр уже не будет обладать достаточной длиной и отверстие превратится в "глухое". Однако под сквозным отверстием понимается правило, которое определяет сквозной проход в указанном месте через тело модели, независимо от того, изменилась форма модели или

нет. Базовые операции также могут иметь и дополнительные атрибуты, которые используются в других приложениях, таких как анализ и изготовление.

Обязательные требования к базовым операциям при объектно-ориентированном моделировании:

- используемая базовая операция должна быть полностью определена. После выполнения базовой операции ее топология должна сохраняться и распознаваться как базовая операция (отверстие, паз и т. д.), а также предоставлять возможность изменения определяющих ее геометрических параметров (диаметр, глубина и т. д.);
- определение базовой операции должно включать в себя правила, определяющие поведение геометрической формы, а также средства контроля за соблюдением этих правил после выполнения базовой операции. Например, сквозное отверстие должно оставаться таковым, в то время как форма модели подвергается изменению.

Для повышения эффективности процесса параллельной разработки приложения для инженерного анализа (CAE) должны иметь доступ к описанию объекта, не требуя при этом от пользователя информации об объекте, использованной ранее при выполнении базовой операции.

## 1.2.8. Панель инструментов *SolidWorks Office*

Используя панель инструментов **SolidWorks Office**, можно активизировать любое дополнительное приложение (см. *Введение*), включенное в пакет **SolidWorks Office**.

### ПРИМЕЧАНИЕ

Панель инструментов **SolidWorks Office** будет недоступна, если программа **SolidWorks Office Professional** или **SolidWorks Office Premium** была установлена без соответствующего регистрационного кода.

На рис. 1.1 показано окно **Настройка** с кнопками инструментальной панели **SolidWorks Office**.

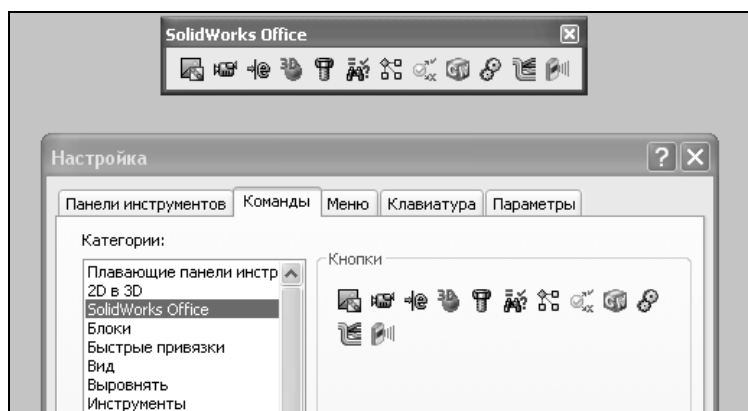














Рис. 1.1

В инструментальной панели **SolidWorks Office** расположены кнопки запуска и удаления следующих приложений:

-  — **PhotoWorks** — загрузка и выгрузка добавления **PhotoWorks**, предназначенного для создания реалистичного изображения моделей **SolidWorks 2007** с исключительным фотографическим качеством (см. гл. 21);
-  — **SolidWorks Animator** — загрузка и выгрузка добавления **SolidWorks Animator**, предназначенного для создания анимации деталей и сборок и которое выполняет расчет последовательных положений элементов модели (см. гл. 22);
-  — **eDrawings** — загрузка и выгрузка добавления **eDrawings**, предназначенного для просмотра моделей и чертежей, не загружая **SolidWorks 2007**, и в котором можно анимировать модели, а также создавать документы, удобные для пересылки (см. разд. 24.6);

-  — **3D Instant Website** — загрузка и выгрузка добавления **3D Instant Website**, предназначенного для быстрого соединения с Интернет и установления связи с сайтом компании SolidWorks. Приложение позволяет также создать web-узел из приложения SolidWorks 2007;
-  — **Программа SolidWorks Toolbox** загрузка и выгрузка добавления **SolidWorks Toolbox**, предназначенного для работы с библиотекой стандартных деталей. Приложение включает библиотеку стандартных деталей, полностью интегрированных в SolidWorks 2007 (см. гл. 19);
-  — **Утилиты SolidWorks** — загрузка и выгрузка добавления **Утилиты SolidWorks**, предназначенного для подробного изучения геометрии твердотельной модели и выполнения сравнения с другими моделями (см. гл. 24);
-  — **FeatureWorks** — загрузка и выгрузка добавления **FeatureWorks**, предназначенного для распознавания элементов на импортируемом твердотельном элементе (см. гл. 20);
-  — **Design Checker** — загрузка и выгрузка добавления **Проверка проекта**, предназначенного для проверки чертежного стандарта, шрифтов, материалов, а также эскизов заданному критерию дизайна (см. гл. 23);
-  — **COSMOSWorks Designer** — загрузка и выгрузка добавления **COSMOSWorks Designer**, предназначенного для выполнения прочностных расчетов и определения напряжений в материале, деформаций и запасов прочности. Это добавление является более мощным средством по сравнению с **COSMOSXpress**;
-  — **CosmosMotion** — загрузка и выгрузка добавления **CosmosMotion**, предназначенного для моделирования кинематики и динамики сборки в SolidWorks;
-  — **SolidWorks — Маршрут** — загрузка и выгрузка добавления **SolidWorks — Маршрут**, предназначенного для создания пути маршрута трубопровода, труб или электрических кабелей между компонентами;
-  — **Scan To 3D** — загрузка и выгрузка добавления **Scan To 3D**, предназначенного для использования данных сканирования (файлы сетки или облака точек) с целью подготовки их для преобразования в поверхность или в твердотельную модель.








## 1.3. Работа с файлами

В разделе рассматриваются команды работы с файлами для открытия новых и существующих документов SolidWorks 2007.

### 1.3.1. Панель инструментов *Стандартная*

На рис. 1.2 показано окно **Настройка** с кнопками инструментальной панели **Стандартная**.

Панель инструментов **Стандартная** управляет файлами и регенерацией модели. С помощью этой панели можно вызвать следующие команды:

-  — **Создать** — создание нового файла (см. разд. 1.3.2);
-  — **Открыть** — открытие и поиск файла (см. разд. 1.3.6);
-  — **Сохранить** — сохранение текущего файла (см. разд. 1.3.17);
-  — **Сохранить все** — сохранение всех открытых документов (см. разд. 1.3.17);
-  — **Закреть** — закрытие текущего файла (см. разд. 1.3.18);
-  — **Перезагрузка** — загружает текущий документ (см. разд. 1.5.10);
-  — **Проверить файлы "только для чтения"** — проверяет дату файлов и возможность записи (см. разд. 1.5.11);

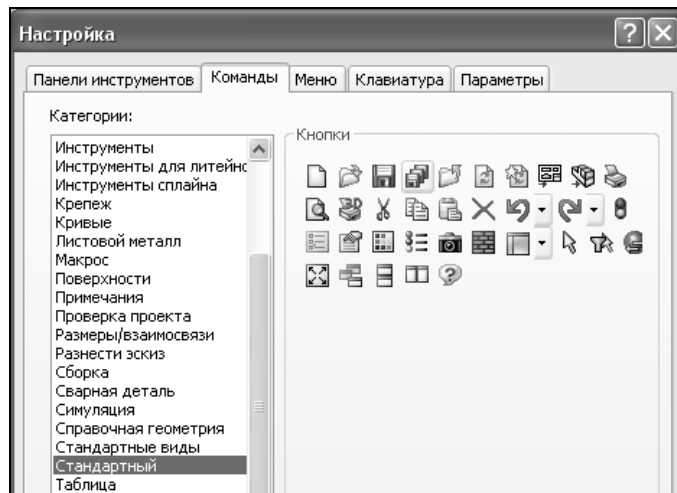













Рис. 1.2

- **Создать чертеж из детали/сборки** — создает новый чертеж текущей детали или сборки (см. разд. 14.1.3);
- **Создать сборку из детали/сборки** — создает новую сборку текущей детали или сборки (см. гл. 11);
- **Печать** — печать текущего файла (см. разд. 1.3.19);
- **Предварительный просмотр** — предварительный просмотр файла в том виде, в котором он будет напечатан (см. разд. 2.2.5);
- **Print3D** — интерактивный заказ прототипа детали (см. разд. 16.1.8);
- **Вырезать** — удаление выбранного фрагмента и помещение его в буфер обмена (см. разд. 1.3.11);
- **Копировать** — копирование выбранного элемента в буфер обмена (см. разд. 1.3.11);
- **Вставить** — вставка содержимого из буфера обмена (см. разд. 1.3.11);
- **Удалить** — удаление выбранных элементов (см. разд. 1.3.12);
- **Отменить** — отмена последней выполненной команды или удаление последнего введенного фрагмента (см. разд. 1.3.14);
- **Повторить** — выполнение последнего отмененного действия (см. разд. 1.3.14);
- **Перестроить** — перестраивание детали, сборки или чертежа (см. разд. 1.3.15);
- **Параметры** — изменение настройки для SolidWorks 2007 (см. разд. 1.8.1);
- **Свойства** — отобразить или редактировать свойства текущего выбранного элемента (см. разд. 1.3.16);
- **Редактировать цвет** — применение цвета для объектов в модели (см. разд. 3.4.1);
- **Редактировать материал** — применение материала и его физических свойств для детали (см. разд. 7.2.2);
- **Захват экрана** — Захват графической области активного окна или графического окна и помещение ее в буфер обмена (см. разд. 1.3.11);
- **Изменить текстуру** — применение текстуры для объектов модели (см. гл. 21);
- **Выбрать схему цветов** — перебирает или выбирает определенную схему цветов;

-  — **Выбрать** — выбор объектов эскиза, кромок, вершин, компонентов и т. д. (см. разд. 1.4.2);
-  — **Отобразить или скрыть панель инструментов Выбор элементов** — включение и выключение отображения панели инструментов **Выбор элементов (Фильтр выбора)** (см. разд. 1.4.9);
-  — **SolidWorks в Интернете** — включение и выключение отображения панели инструментов **SolidWorks в Интернете** (см. разд. 1.8.42);
-  — **Режим полного экрана** — включает и выключает режим полного экрана;
-  — **Новое окно** — создание нового окна текущего файла;
-  — **Сверху вниз** — расположить окна сверху вниз (см. разд. 2.2.7);
-  — **Слева направо** — расположить окна слева направо (см. разд. 2.2.7);
-  — ? (Справка) — просмотр предметного указателя для SolidWorks 2007 (см. гл. 26).

### 1.3.2. Создание нового документа

Создать новый документ в SolidWorks 2007 можно несколькими способами.

- Нажать кнопку  — **Создать** на панели инструментов **Стандартная**.
  - Выбрать в меню пункты **Файл | Новый** .
  - В **Панели задач** на вкладке **Ресурсы SolidWorks** в разделе **Введение** выбрать **Новый документ** .
- Откроется окно **Новый документ SolidWorks** (см. рис. 1.3).

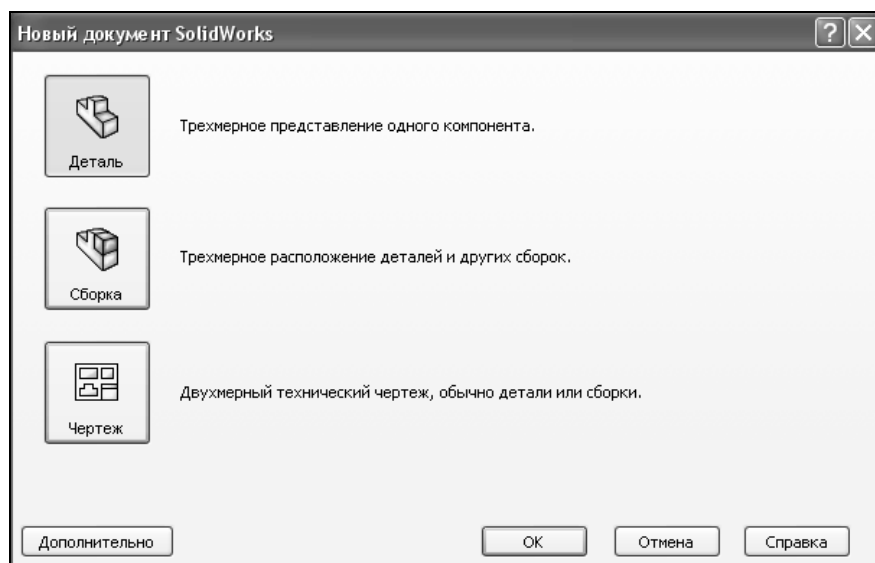


Рис. 1.3

Диалоговое окно **Новый документ SolidWorks** может быть двух видов.

- Новичок**. Используется более простая версия диалогового окна с описанием документов детали, сборки и чертежа. Если открыты **Функциональные инструкции** (см. разд. 2.5.2), то при открытии нового документа откроется шаблон учебного пособия. В шаблоне учебного пособия используются соответствующие единицы измерения, ориентация видов и другие параметры для проведения упражнений по учебному пособию.



- Дополнительный.** Используется измененная версия диалогового окна, в которой отображаются значки шаблонов на различных вкладках. При выборе типа документа его предварительный вид отобразится в окне **Предварительный просмотр**.

Выберите тип документа, который требуется открыть, и нажмите кнопку **ОК**.

#### **ПРИМЕЧАНИЕ**

Новые документы используют шаблоны в качестве основы для формата и свойств. Шаблоны содержат параметры пользователя, такие как единицы измерения или стандарты по оформлению чертежей. Шаблоны позволяют создавать столько различных видов документов для деталей, чертежей или сборок, сколько необходимо. **Шаблон документа** (см. разд. 1.3.3) может быть деталью, чертежом или сборкой, сохраненными как шаблоны.

### 1.3.3. Шаблоны документов

Шаблоны являются документами для деталей, чертежей и сборок, которые содержат определенные пользователем параметры. При открытии нового окна документа детали, чертежа или сборки можно выбрать требуемый шаблон для документа.

Шаблоны позволяют создавать любое необходимое количество документов для деталей, чертежей или сборок. Шаблон может быть деталью, чертежом или сборкой, сохраненными как шаблоны. Например, можно создать следующие варианты шаблонов:

- шаблон документов, использующий миллиметры, и другой шаблон, использующий дюймы;
- шаблон документа, использующий чертежный стандарт ANSI, и другой шаблон, использующий чертежный стандарт ISO.

Можно организовать шаблоны документов и для них в диалоговом окне **Новый документ SolidWorks** указать **разные вкладки** (см. разд. 1.3.4).



#### **ПРИМЕЧАНИЕ**

При использовании малых единиц измерения, таких как ангстремы, нанометры, микроны, милы или микродюймы, можно при желании создать специальные шаблоны в качестве основы для документов, использующих эти единицы измерения.

Шаблоны могут содержать настройки и такие параметры **Свойств документа**, как:

- шаг между линиями масштабной сетки;
- зазор между выносными линиями и линиями разрыва;
- расстояние для смещения размера и зазор;
- длина выноски с полкой для заметки;
- длина выноски с полкой для позиции;
- размер стрелки и размер стрелки для разреза;
- масштаб и размер текста;
- плотность материала.

Чтобы создать свой собственный шаблон, выполните следующие действия:

1. Нажмите кнопку  — **Создать** на панели инструментов **Стандартная** или выберите в меню **Файл | Новый**.
2. В диалоговом окне **Новый документ SolidWorks** дважды нажмите на значок шаблона, который необходимо создать: **Деталь**, **Сборка** или **Чертеж**.
3. Нажмите кнопку  — **Параметры** на панели инструментов **Стандартная** или выберите в меню **Инструменты | Параметры**. Откроется диалоговое окно **Свойства документа - Оформление**, показанное на рис. 1.4.
4. На вкладке **Свойства документа** выберите параметры для настройки нового шаблона документа, а затем нажмите кнопку **ОК**.

#### **ПРИМЕЧАНИЕ**

В шаблоне документа сохраняются только параметры со вкладки **Свойства документа**.

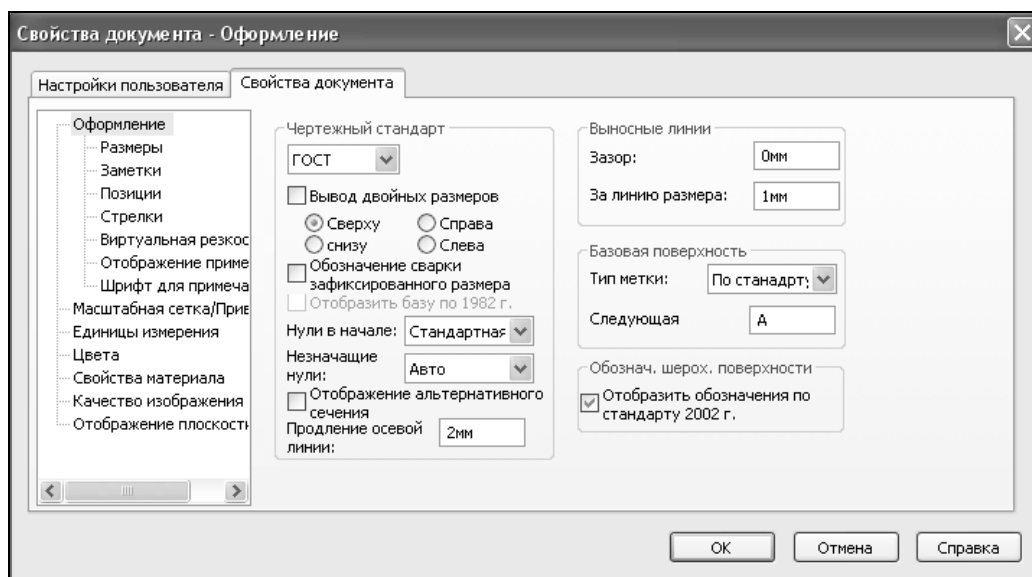


Рис. 1.4

5. Выберите в меню **Файл | Сохранить как**.
6. В открывшемся диалоговом окне **Сохранить как** в списке **Тип файла** выберите тип шаблона:
  - шаблон детали (расширение prt.dot);
  - шаблон сборки (расширение asm.dot);
  - шаблон чертежа (расширение drw.dot).
7. Введите имя в поле **Имя файла**. Расширение автоматически добавится.
8. Выберите папку, в которой необходимо сохранить шаблон, и затем нажмите кнопку **Сохранить**.


### 1.3.4. Создание дополнительных вкладок для шаблонов

Когда вы открываете новый документ SolidWorks 2007, на вкладке диалогового окна **Новый документ SolidWorks** (см. разд. 1.3.2) имеется кнопка **Новичок / Дополнительный**. Когда включен режим **Дополнительный** (то есть улучшенная версия окна), то выбирается шаблон для этого документа. Все документы отображаются на одной вкладке, но можно добавлять дополнительные вкладки, чтобы организовать собственные шаблоны.

Вкладки, настроенные пользователем, предоставляют следующие возможности по управлению шаблонами:

- Расположение** — создание папок на любом диске, включая жесткие, гибкие или сетевые диски.
- Доступ** — совместное использование содержания сетевых папок или при необходимости ограничение доступа к папкам.
- Организация** — расположение содержимого папок в удобном для работы порядке.

Чтобы добавить новую вкладку в улучшенную версию диалогового окна **Новый документ SolidWorks**, проделайте следующее:

1. В окне Проводника Windows создайте новую папку. Например, можно сохранить шаблоны в специальной папке: <каталог\_установки>\data\templates\Мои шаблоны.
2. В программе SolidWorks 2007 нажмите кнопку  — **Параметры** на панели инструментов **Стандартная** или выберите в меню **Инструменты | Параметры**.
3. На вкладке **Настройки пользователя** выберите **Месторасположение файлов** (см. разд. 1.8.14).
4. В разделе **Отобразить папки для** выберите **Шаблоны документов** (см. рис. 1.5).
5. Нажмите кнопку **Добавить**. Откроется диалоговое окно **Обзор папок**, с помощью которого найдите местоположение требуемой папки, созданной в шаге 1, затем нажмите кнопку **ОК**.

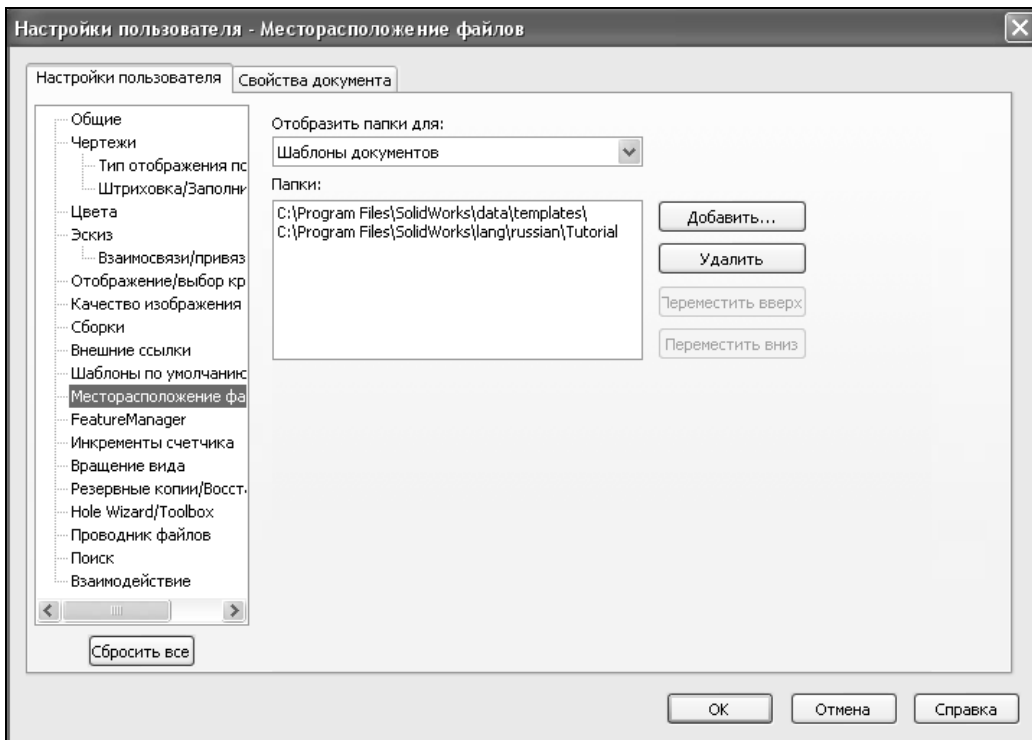


Рис. 1.5

**ПРИМЕЧАНИЕ**



Новую папку можно создать и в окне **Обзор папок**. Для этого в окне просмотра папок выберите папку, в которой вы хотите создать подпапку, и нажмите на кнопку **Создать папку**. В выбранной папке появится подпапка с именем **Новая папка**. Чтобы отредактировать имя папки, нажмите правой кнопкой мыши на вновь созданную папку и в контекстном меню выберите **Переименовать**. После создания папки нажмите кнопку **ОК**.

6. Снова нажмите **ОК** для закрытия диалогового окна **Параметры**.
7. Создайте новый шаблон, выберите **Сохранить как**, найдите папку, созданную в шаге 1, и укажите имя для нового шаблона. После сохранения шаблона в новую папку отобразится новая вкладка с именем выбранной папки в диалоговом окне **Новый документ SolidWorks**.

### 1.3.5. Параметры шаблонов по умолчанию

Для автоматически созданных деталей, сборок и чертежей можно указать папку и файл шаблона. Например, при импортировании файла с другой программы или создания производной детали для нового документа используется шаблон по умолчанию.

Чтобы указать папку для шаблонов документов, сделайте следующее:

1. Нажмите кнопку  — **Параметры** на панели инструментов **Стандартная** или выберите в меню **Инструменты | Параметры**.
2. В разделе **Настройки пользователя** выберите **Шаблоны по умолчанию**.
3. Нажмите кнопку  у одного из шаблонов: **Детали**, **Сборки** или **Чертежи**. Выберите требуемый шаблон и нажмите **ОК**.

**ПРИМЕЧАНИЕ**

Чтобы добавить шаблон, который не отображается в диалоговом окне, добавьте папку шаблона с помощью параметра **Месторасположение файлов** (см. разд. 1.8.14).