



**МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
УКРАИНЫ
“КИЕВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ”**

Н.В. Белицкая, О.Г. Гетьман, В.П. Шепель, В.С. Злобіна

**АВТОМАТИЗАЦИЯ РАЗРАБОТКИ
КОНСТРУКТОРСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ
В СИСТЕМЕ КОМПАС-3D V10**

Киев — 2011

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
УКРАИНЫ
“КИЕВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ”

Н.В. Белицкая, О.Г. Гетьман, В.П. Шепель, В.С. Злобіна

**АВТОМАТИЗАЦИЯ РАЗРАБОТКИ
КОНСТРУКТОРСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ
В СИСТЕМЕ КОМПАС-3D V10**

**Учебное пособие
для студентов всех форм обучения и студентов-иностранцев
теплоэнергетического факультета**

*Рекомендовано
Методическим советом НТУУ “КПИ”
. . 2010 г., протокол №*

Киев — 2011

Белицкая Н.В., Гетьман А.Г., Шепель В.П., Злобина В.С
“Автоматизация разработки конструкторской документации в системе КОМПАС-3D V10”. Учебное пособие для студентов всех форм обучения и студентов-иностранцев теплоэнергетического факультета.. — К.: НТУУ ”КПИ”, 2011. — 165 с.

Ответственный редактор: Допира А.Г.

Рецензенты:

Ю.И.Бадаев,

доктор технических наук, профессор,
заведующий кафедрой информационных технологий
Киевской государственной академии водного транспорта.

О.Т.Башта,

кандидат технических наук, профессор
кафедры прикладной геометрии и компьютерной графики
Национального авиационного университета.

Аннотация

В учебном пособии освещена методика работы с автоматизированной системой проектирования и технологической подготовки производства КОМПАС-3D V10. Приведены сведения о пользовательской настройке системы, в частности, о выборе формата и типа основной надписи для выполнения рабочих чертежей. Особое внимание уделено созданию видов и управлению ими, что позволяет создавать изображения в масштабе, отличном от натурального, и легко изменять его в процессе работы. Описаны функции построения геометрических объектов, нанесения размеров, других средств оформления чертежей, редактирования изображений и др. Представлена информация о создании и вставке фрагментов, которые дают возможность многократно использовать ранее созданные изображения в новых чертежах. Изложена методика разработки спецификации в полуавтоматическом режиме. Показаны возможности создания и использования параметрических чертежей и фрагментов.

Описана методика разработки трехмерных моделей, а также создание на их базе ассоциативных чертежей.

Приведен разработанный комплекс лабораторных работ, позволяющих разносторонне освоить систему КОМПАС в учебном процессе.

Учебное пособие предназначено для студентов-иностранцев, студентов всех форм обучения и других пользователей системы КОМПАС.

Содержание

1. Начальные сведения о системе КОМПАС-3D	7
1.1. Виды документов, создаваемых в системе	7
1.2. Основные элементы интерфейса	7
1.2.1. Заголовок окна КОМПАС-3D	7
1.2.2. Главное меню	9
1.2.3. Инструментальные панели	10
1.2.4. Компактная панель	11
1.2.5. Строка сообщений	12
1.2.6. Панель свойств	12
1.2.7. Окно документа	14
1.3. Управление файлами чертежей	14
1.3.1. Создание нового документа	14
1.3.2. Настройка чертежа	14
1.3.3. Сохранение чертежа	15
1.3.4. Открытие чертежа	16
1.4. Завершение работы в системе КОМПАС-3D	16
Вопросы для самопроверки	17
2. Организация работы в КОМПАС-3D	18
2.1. Управление отображением чертежа на экране	18
2.1.1. Просмотр чертежа целиком	18
2.1.2. Увеличение масштаба изображения рамкой	19
2.1.3. Увеличение или уменьшение масштаба изображения в n раз	19
2.1.4. Явное задание масштаба	20
2.1.5. Регенерация изображения в окне документа	20
2.1.6. Прокрутка изображения в окне документа	20
2.1.7. Сдвиг изображения с помощью клавиатуры	20
2.1.8. Сдвиг изображения с помощью клавиатуры и мыши	21
2.1.9. Масштаб по выделенным объектам	21
2.1.10. Предыдущий масштаб	21
2.1.11. Последующий масштаб	21
2.1.12. Сдвиг изображения	21
2.1.13. Приблизить/отдалить изображение	21
2.2. Система оперативной помощи	22
2.2.1. Ярлычки-подсказки и Строка сообщений	22
2.2.2. Объектная помощь	22
2.2.3. Основная Система помощи	22
2.3. Управление курсором. Привязки	24
2.3.1. Глобальные привязки	25
2.3.2. Локальные привязки	27
2.3.3. Клавиатурные привязки	28
Вопросы для самопроверки	29
3. Выполнение чертежей в КОМПАС-3D	30
3.1. Создание видов и управление ими	30
3.1.1. Создание нового вида	31
3.1.2. Управление видами	33
3.1.3. Изменение параметров вида	35
3.2. Создание слоев и управление ими	36
3.3. Стили линий	37
3.4. Геометрические построения	37
3.4.1. Точки	38
3.4.2. Отрезки	39
3.4.3. Вспомогательные прямые	42
3.4.4. Окружности	43

3.4.5. Дуга окружности	44
3.4.6. Эллипсы	44
3.4.7. Многоугольники	45
3.4.8. Кривые	46
3.4.9. Фаска	47
3.4.10. Скругление	47
3.4.11. Непрерывный ввод объектов	48
3.4.12. Штриховка	49
3.4.13. Линии	50
3.4.14. Эквидистанта	50
3.4.15. Собрать контур	52
Вопросы для самопроверки	52
4. Редактирование объектов	53
4.1. Средства редактирования	53
4.1.1. Способ простого перемещения	53
4.1.2. Редактирование объектов с помощью управляющих узелков	54
4.1.3. Изменение параметров существующего объекта	54
4.1.4. Отмена выполненных действий	54
4.2. Выделение объектов	55
4.2.1. Выделить все	56
4.2.2. Выделить объект	56
4.2.3. Выделить слой указанием	56
4.2.4. Выделить вид указанием	56
4.2.5. Выделить рамкой	56
4.2.6. Выделить вне рамки	57
4.2.7. Выделить секущей ломаной	57
4.2.8. Выделить секущей рамкой	57
4.2.9. Выделить прежний список	57
4.2.10. Выделить по типу	57
4.2.11. Выделить по стилю кривой	57
4.2.12. Выделить по свойствам	58
4.3. Удаление объектов	58
4.4. Команды Редактирования	58
4.4.1. Сдвиг	59
4.4.2. Поворот	59
4.4.3. Масштабирование	59
4.4.4. Симметрия	59
4.4.5. Копирование	60
4.4.6. Деформация	62
4.4.7. Усечь кривую	63
4.4.8. Разбить кривую	65
4.4.9. Очистить область	66
4.4.10. Преобразовать в NURBS-кривую	66
Вопросы для самопроверки	66
5. Элементы оформления чертежей	67
5.1. Нанесение размеров	67
5.1.1. Линейный размер	67
5.1.2. Диаметральные размеры	71
5.1.3. Радиальные размеры	72
5.1.4. Угловые размеры	72
5.2. Технологические обозначения	73
5.2.1. Ввод текста	73
5.2.2. Ввод и редактирование таблиц	77
5.2.3. Нанесение шероховатости поверхностей	78
5.2.4. Ввод обозначений с помощью линии-выноски	78
5.2.5. Ввод обозначения позиций	80

5.2.6	Линия разреза	81
5.2.7	Стрелка взгляда	82
5.2.8	Выносной элемент	82
5.2.9	Обозначение центра	83
5.2.10	Осевая линия	84
5.2.11	Автоосевая	84
5.2.12	Волнистая линия	84
5.2.13	Неуказанная шероховатость	85
5.2.14	Технические требования	85
5.2.15	Основная надпись	87
	Вопросы для самопроверки	87
6.	Фрагменты	88
6.1.	Внешние фрагменты	88
6.1.1.	Создание фрагмента	88
6.1.2.	Вставка фрагмента в чертёж	88
6.1.3.	Редактирование изображения вставленного фрагмента	89
6.2.	Локальные фрагменты	90
6.2.1.	Создание локального фрагмента	90
6.2.2.	Вставка локального фрагмента	91
	Вопросы для самопроверки	91
7.	Спецификация	92
7.1.	Объект спецификации	92
7.2.	Структура спецификации	93
7.3.	Особенности интерфейса	94
7.4.	Подчиненный режим спецификации	95
7.5.	Создание спецификации	110
	Вопросы для самопроверки	104
8.	Параметризация	105
8.1.	Автоматическое наложение связей и ограничений	105
8.2.	Ручное наложение связей и ограничений	108
8.3.	Задание зависимостей между переменными	115
	Вопросы для самопроверки	118
9.	Пространственное твердотельное моделирование	119
9.1.	Особенности интерфейса	121
9.2.	управление режимом отображения детали	123
9.3.	Дерево модели	124
9.4.	Требования к эскизам	125
9.5.	Основание модели	125
9.6.	Приклеивание формообразующих элементов	133
9.7.	Вырезание формообразующих элементов	134
9.8.	Редактирование модели	136
9.9.	Создание чертежа по модели	137
	Вопросы для самопроверки	139
10.	Указания к выполнению лабораторных работ	140
10.1.	Лабораторная работа № 1	140
10.2.	Лабораторная работа № 2	142
10.3.	Лабораторная работа № 3	144
10.4.	Лабораторная работа № 4	146
10.5.	Лабораторная работа № 5	148
10.6.	Лабораторная работа № 6	150
10.7.	Лабораторная работа № 7	152
10.8.	Лабораторная работа № 8	154
10.9.	Лабораторная работа № 9	156
10.10.	Лабораторная работа № 10	158
	Литература	160
	Предметный указатель	161

Целью данного учебного пособия является ознакомление студентов с системой КОМПАС-3D и помощь в овладении принципами и методами автоматизированного построения чертежей, организация самостоятельной работы. Студенты должны научиться строить двумерные изображения объектов сложной геометрической формы, выполнять рабочие чертежи деталей в соответствии с действующими стандартами, пользоваться библиотеками стандартных изделий, конструктивных и технологических элементов.

В пособии рассмотрена система трехмерного твердотельного моделирования КОМПАС-3D V10, разработанная российской компанией АСКОН. Система содержит достаточный набор средств для построения сложных трехмерных моделей и плоских чертежей любого уровня сложности с полной поддержкой российских и украинских стандартов. Методы моделирования, реализованные в системе, являются общепринятыми в современных 3D-системах.

Основная задача, решаемая системой КОМПАС-3D — моделирование изделий с целью существенного сокращения периода проектирования и скорейшего их запуска в производство. Эти цели достигаются благодаря возможностям

- быстрого получения конструкторской и технологической документации, необходимой для выпуска изделий (сборочных чертежей, спецификаций, детализовок и т.д.);
- передачи геометрии изделий в расчетные пакеты;
- передачи геометрии в пакеты разработки управляющих программ для оборудования с ЧПУ;
- создания дополнительных изображений изделий (например, для составления каталогов, создания иллюстраций к технической документации и т.д.).

Основные компоненты КОМПАС-3D — собственно система трехмерного твердотельного моделирования, чертежно-графический редактор и система проектирования спецификаций.

1. Начальные сведения о системе КОМПАС-3D

1.1. Виды документов, создаваемых в системе

С помощью КОМПАС-3D можно создавать документы следующих типов:

- ◆ деталь (*.m3d);
- ◆ сборка (*.a3d);
- ◆ чертеж (*.cdw);
- ◆ фрагмент (*.frw);
- ◆ спецификация (*.spw);
- ◆ текстово-графический (*.kdw);
- ◆ таблица (*.tbl) (технические таблицы любой сложности).

Чертеж — это основной тип документа, создаваемый в КОМПАС-3D. Он соответствует листу чертежа, содержит изображение изделия и состоит из одного или нескольких видов, рамки, основной надписи, технических требований, обозначения неуказанной шероховатости. Некоторые из этих элементов могут отсутствовать, но для них зарезервировано место, и могут быть восстановлены в любой момент. Чертеж может содержать один или несколько листов, для каждого из которых можно задать формат и его ориентацию.

Фрагмент в отличие от чертежа лишен элементов оформления и представляет собой пустой электронный лист неограниченных размеров. Можно чертить совершенно свободно, не опасаясь достичь его границ. При создании и открытии фрагмента символ начала системы координат расположен в середине экрана.

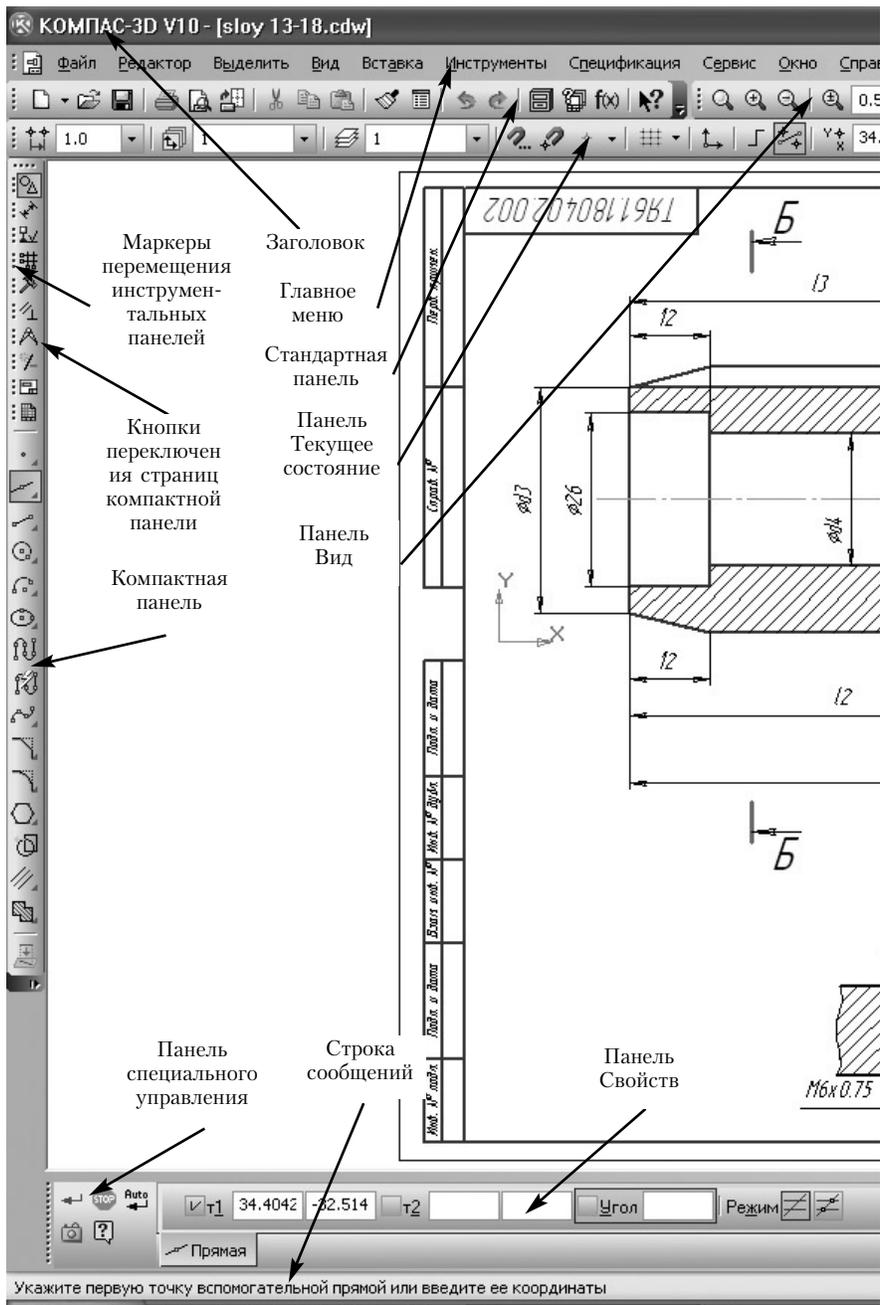
Фрагменты удобно использовать для хранения ранее созданных типовых решений. В этом случае, однажды вычертив и сохранив в виде отдельного файла какой-либо характерный элемент чертежа, можно вставлять его в последующие чертежи.

Документы типа **“деталь”** и **“сборка”** предназначены для создания трехмерных моделей деталей и сборок, соответственно.

1.2 Основные элементы интерфейса

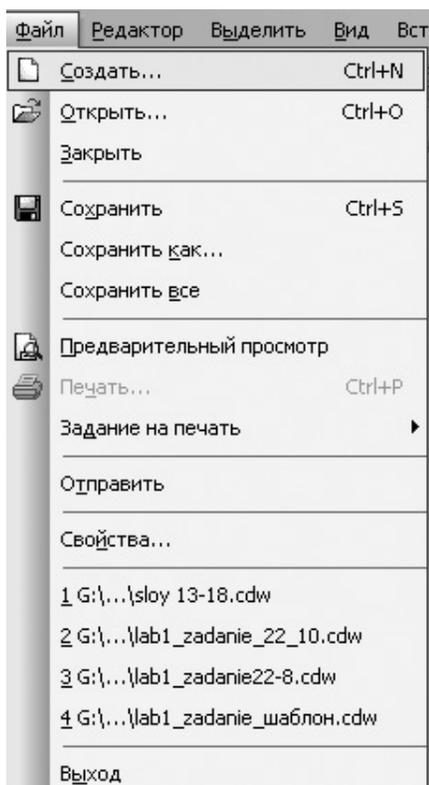
Типовое окно программы содержит следующие элементы (см. рис. на стр. 8).

1.2.1. Заголовок окна КОМПАС-3D. В нем отображаются название и номер версии программы а также имя открытого документа.



1.2.2. Главное меню. В *Главном меню* расположены все основные меню системы. В каждом меню хранятся связанные с ним команды.

Для активизации *Главного меню* достаточно открыть любое из входящих в него меню простым щелчком на его имени. Ко-



манды в меню объединены в группы по функциональному признаку. Для запуска команды из меню достаточно щелкнуть мышью на ее имени. Слева от названий приведены пиктограммы команд, вынесенных на инструментальные панели. Некоторые команды имеют вложенные меню, в этом случае в правой части расположен знак треугольника, например, **Задание на печать** ►. Перемещение курсора на название команды приводит к раскрытию вложенного меню. Команда из подменю запускается щелчком на ее названии.

Справа от названия отдельных команд стоит многоточие, например, **Сохранить как...** Запуск таких команд вызывает на экран диалоговое окно для задания параметров, необходимых для выполнения команды.

Справа от названия некоторых команд нанесены обозначения клавиш клавиатуры или их комбинаций. Это так называемые **горячие клавиши**. Для запуска этих команд достаточно нажать соответствующую клавишу или комбинацию клавиш.

Команды, недоступные в данный момент, отображаются бледным шрифтом. Для закрытия меню достаточно щелкнуть мышью за пределами меню или нажать клавишу <Esc>.

Заголовок и Главное меню системы постоянно присутствуют на экране, отображением остальных элементов интерфейса

управляет пользователь. Команды их включения и отключения расположены в меню **Вид ► Панели инструментов**.

1.2.3. Инструментальные панели. Эти панели содержат кнопки вызова наиболее часто используемых команд, сгруппированные по функциональному признаку в **Стандартную, Вид, Текущее состояние** и **Компактную** панели. Набор кнопок инструментальных панелей можно изменить с помощью команды **Сервис ► Настройка интерфейса ► Команды** простым перетаскиванием команд в нужную панель.

Стандартная панель содержит наиболее общие команды работы с документами, такие как *создать новый документ, открыть, сохранить файл, отменить последнюю команду* или *повторить отмененную* и т.д..



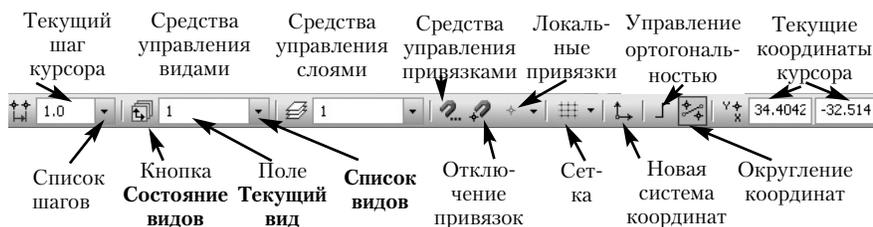
Панель Вид содержит команды управления отображением документа на экране.



Панель Текущее состояние отображает параметры системы и текущего документа:

- ◆ шаг курсора при его перемещении с помощью клавиатуры;
- ◆ вид, если документ является чертежом;
- ◆ слой;
- ◆ средства управления привязками;
- ◆ текущие координаты курсора и т.д.

Состояние системы и текущего документа представлено стандартными элементами управления:



- ◆ кнопками;

- ◆ полями;
- ◆ списками.

Кнопка параметра позволяет раскрыть диалоговое окно управления этим параметром. Вместо кнопки может быть помещено обозначение параметра.

В *поле параметра* отображается текущее значение параметра. Для изменения его значения следует “щелкнуть” мышью в поле параметра, в результате в поле появится мерцающий курсор, после чего с клавиатуры вводится новое значение параметра. Закончить ввод следует нажатием клавиши <Enter>.

Список раскрывает возможные значения параметров. Выбор одного из них записывает значение в поле параметра.

Сетка позволяет вызвать на экран точечную сетку, которая в некоторых случаях может облегчить процесс создания чертежа.

Текущие координаты курсора X, Y отображают координаты курсора в текущей системе координат.

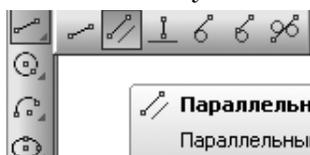
Состав *Инструментальных панелей* отличается для разных режимов работы системы. Многие команды продублированы командами *Главного меню*. Можно использовать любой вариант запуска команд. Запуск команд *Инструментальных панелей* выполняется щелчком мыши на соответствующей кнопке и требует меньше времени, чем их вызов из *Главного меню*.

1.2.4. Компактная панель. Содержит несколько инструментальных панелей (страниц) и панель переключения между ними. Состав *Компактной панели* зависит от типа активного документа. Структуру *Компактной панели* можно изменять. Рядом с кнопками переключения расположены маркеры перемещения, позволяющие извлечь из *Компактной панели* часто используемые инструментальные панели. Для этого следует “перетащить” маркер за пределы *Компактной панели*. На экране появится выбранная *Инструментальная панель*. Соответствующая ей кнопка переключения на *Компактной панели* исчезнет. Чтобы вернуть *Инструментальную панель* в состав *Компактной* необходимо “перетащить” заголовок *Инструментальной* так, чтобы “наложить” его на компактную, удерживая клавишу <Alt>.



После появления знака “+” в заголовке *Инструментальной панели* следует отпустить и кнопку мыши и клавишу <Alt>.

Команды упорядочены по функциональному признаку и сгруппированы по панелям, например, геометрические построения, размеры, обозначения и т.д. В каждый момент времени в компактной панели открыта одна страница, и на экране представлены ее команды, некоторые из которых имеют модификации, размещенные на **Панели расширенных команд**. Кнопки таких команд в правом нижнем углу помечены черным треугольником. Для их вызова следует нажать кнопку мыши в зоне треугольника и задержать ее



до появления меню расширенных команд, затем перевести курсор на выбранную модификацию команды и только после

этого отпустить кнопку мыши.

1.2.5. Строка сообщений. В *Строке сообщений* отображаются различные сообщения и текущие запросы системы. Это может быть:

- ◆ краткая информация о том элементе экрана, к которому подведен курсор;
- ◆ сообщение о том, ввода каких данных ожидает система в данный момент, например,

Укажите начальную точку отрезка или введите ее координаты ;

- ◆ краткая информация по текущему действию, выполняемому системой.

1.2.6. Панель свойств. Вид *Панели свойств* вычерчиваемого **объекта** или выполняемой **команды** зависит от конкретной команды. Обычно она содержит одну или несколько **вкладок**, содержащих параметры команды, а также **Панель специального управления** для управления ходом выполнения команды. При отсутствии обращений к ней, *Панель свойств* может сворачиваться. Для возврата следует щелкнуть мышью на ее ярлыке в левом нижнем углу экрана.

Состав *Панели специального управления* зависит от вызванной команды.



Некоторые кнопки встречаются чаще остальных. Так, практически постоянно, на панели присутствуют кнопки **Прервать команду**  и **Создать объект** .



Если включить кнопку **Автосоздание объекта**, система автоматически будет создавать объект после ввода минимального набора параметров. При выполнении сложных построений целесообразно отключать режим автосоздания, чтобы оценить правильность построений по предварительному эскизу объекта — его **фантому**.

Фантом всегда отображается тонкими линиями. Если фантом построен правильно, создать объект можно щелчком на кнопке “Создать объект”. Некоторые команды, например, **Фаска**, всегда находятся в автоматическом режиме, другие, например, **Штриховка**, всегда требуют подтверждения создания объекта.

Функции *Панели специального управления* можно вызвать с помощью **правой клавиши** мыши. В этом случае на экране появляется **контекстное меню**.

После построения объекта система очищает поля *панели свойств*. На практике нередки случаи, когда требуется построить несколько объектов с частично совпадающими параметрами, скажем, несколько окружностей одного радиуса, но с разными центрами. Чтобы избежать повторного ввода совпадающих параметров при построении серии объектов, введено средство фиксации параметров — кнопка **Запомнить состояние**. Она позволяет запомнить параметры, заданные при вводе объекта, чтобы использовать их при создании последующих объектов. Например, при создании окружности введен радиус, если нажать кнопку **Запомнить состояние**, заданный радиус автоматически будет предлагаться при вводе последующих окружностей.

1.2.7. Окно документа. *Окно документа* занимает большую часть экрана. На нем отображаются вычерченные объекты и другие действия по созданию чертежа.

Остальные элементы экрана типичны для программ операционной системы *Windows*.

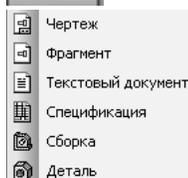
1.3. Управление файлами чертежей

1.3.1. Создание нового документа. Создать новый документ можно тремя путями.

◆ С помощью *Главного меню*.

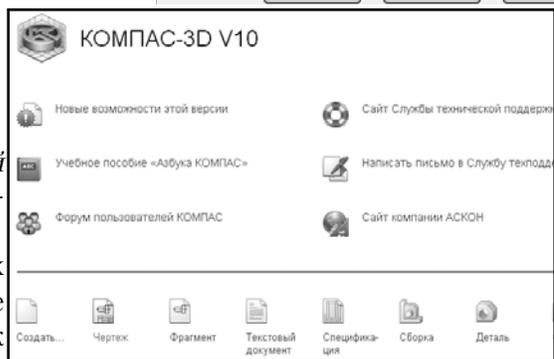
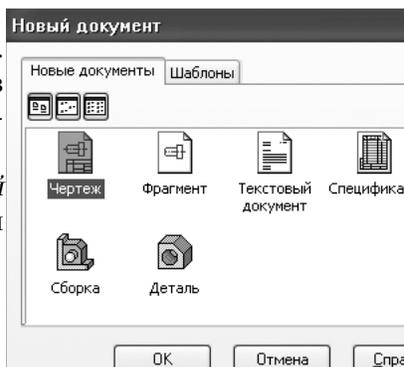
Выбрать **Файл ► Создать**, в раскрывшемся меню следует указать **Чертеж**.

◆ С помощью *Стандартной панели*. Раскрыть список кнопки **Создать**  и выбрать **Чертеж**.

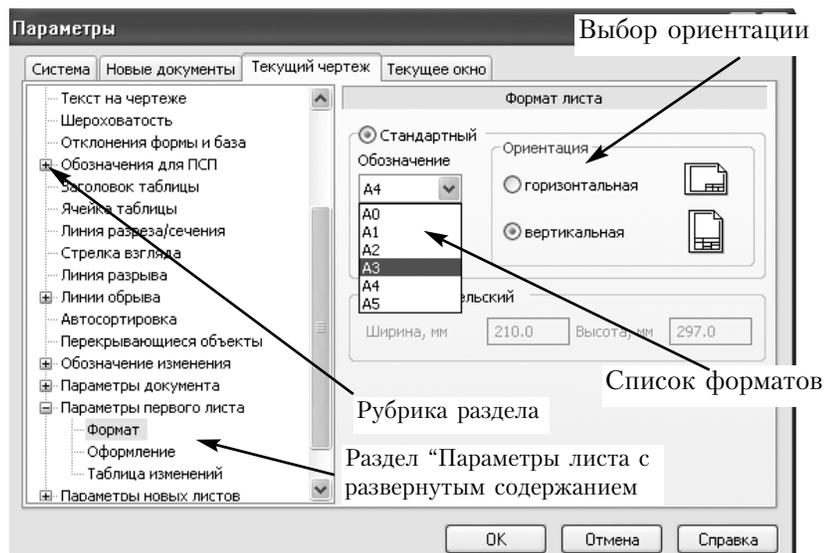


◆ На *Стартовой странице* выбрать **Чертеж**.

В результате этих действий на экране появится новый чертеж формата А4, вписанный в поле документа



1.3.2. Настройка чертежа. По умолчанию система создает лист формата А4 вертикальной ориентации с основной надписью типа “Чертеж конструкторский, первый лист”. Если требуется лист иного формата или с другой основной надписью, то в *Строке меню* следует выбрать **Сервис ► Параметры ► Текущий чертеж**.



На экране появится диалоговое окно **Параметры** с активной вкладкой **Текущий чертеж**. В левой части окна находятся рубрики разделов. Они помечены знаком “+”. Щелчок на этом символе раскрывает содержание раздела, в котором можно выбрать объекты для настройки. При этом в правой части окна появляются параметры, относящиеся к данному объекту.

Для изменения основной надписи следует выбрать **Оформление**. В списке основных надписей выделить требуемую. Щелчком на кнопке **OK** закрыть диалоговое окно.

Формат чертежа, его ориентацию и тип основной надписи можно многократно менять в процессе создания чертежа. Это не оказывает влияния на его содержание. В худшем случае придется выполнить дополнительную работу по компоновке чертежа.

1.3.3. Сохранение чертежа. Сразу после создания документа следует его сохранить. Для этого ему необходимо присвоить имя одним из способов:

- ◆ на *Стандартной* панели нажать кнопку **Сохранить** ;
- ◆ в *Главном меню* выберите **Файл ► Сохранить как...**

Появится диалоговое окно **Укажите имя файла для записи**. Следует указать, в какой папке и под каким именем записывается чертеж. Затем нажать кнопку **Сохранить**, и появится диалоговое окно **Информация о документе**. Указав необходимые данные,

нажать кнопку *ОК*. После выполнения этих действий в заголовке программного окна появится новое имя чертежа. В процессе работы следует периодически сохранять изменения, внесенные в чертёж. Это можно выполнить одним из способов:

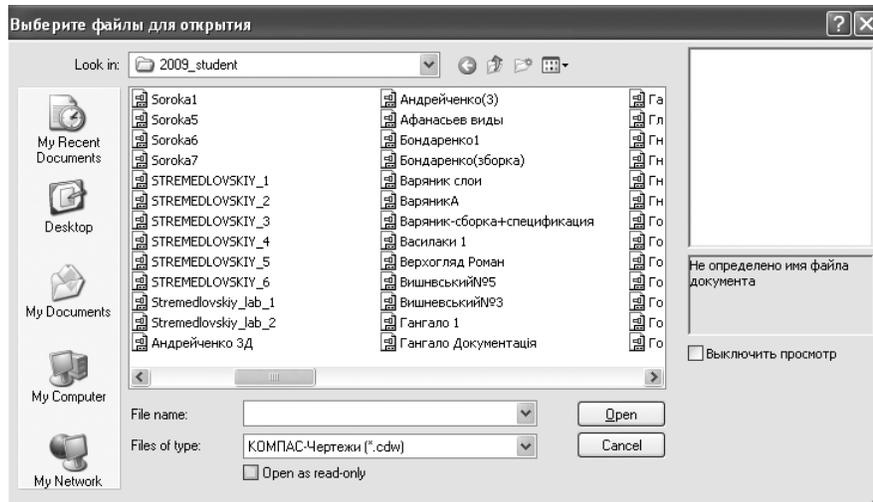
- ◆ нажать комбинацию клавиш <Ctrl>+<S>;
- ◆ на *Стандартной панели* нажать кнопку **Сохранить документ** ;
- ◆ в *Главном меню* выбрать **Файл ► Сохранить**.

Аналогично чертежу создаются фрагменты.

1.3.4. Открытие чертежа. Для открытия ранее созданных файлов следует выполнить одно из следующих действий:

- ◆ нажать комбинацию клавиш <Ctrl>+<O>;
- ◆ в *Главном меню* выбрать **Файл ► Открыть...**;
- ◆ на *Стандартной панели* нажать кнопку **Открыть файл** .

Появится диалоговое окно **Выберите файлы для открытия**. Следует указать папку и выделить имя, под которым записан чертёж. Затем нажать кнопку “**Отр**”. Выбранный чертёж появится на экране.



1.4. Завершение работы в системе КОМПАС-3D

Завершить сеанс работы с системой можно:

- ◆ щелчком на кнопке **Закр**  программного окна;

◆ щелчком на кнопке **Завершить сеанс**  на *Стандартной панели*;

◆ выбрать в *Главном меню* **Файл ► Выход**;

◆ нажать комбинацию клавиш <Alt>+ <F4>.

Перед выходом из программы следует **закрыть текущий документ**, в противном случае при очередном сеансе работы этот документ будет загружаться на экран, поскольку система воспроизводит то состояние, в котором находилась перед закрытием.

Вопросы для самопроверки

1. Какие типы документов можно создать в системе КОМПАС-3D. Какие из документов используются для создания:

- пояснительной записки,
- сборочного чертежа,
- пространственной модели детали?

2. Какие средства используются для вызова команд построения геометрических объектов?

3. Какие используются стандартные элементы управления параметрами системы и текущего документа?

3. Как можно изменить структуру Компактной панели?

4. Какие средства позволяют создать новый документ?

5. Каком образом можно задать или изменить формат чертежа?

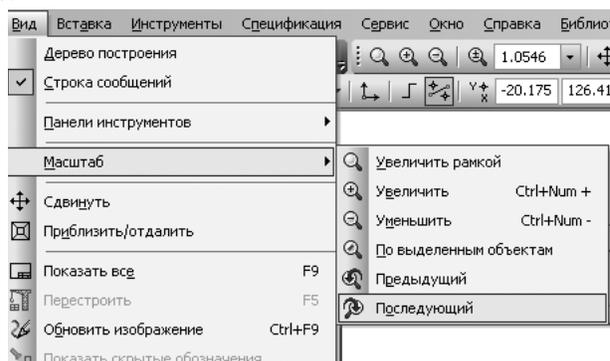
2. Организация работы в КОМПАС-3D

2.1. Управление отображением чертежа на экране

Работа с электронным чертежом во многом отличается от создания чертежа на бумаге. И первое, с чем мы сталкиваемся — это различие в размерах листа чертежа и экрана компьютера. При работе на кульмане конструктор всегда видит чертеж целиком, но в каждый конкретный момент работает, как правило, на относительно небольшом его участке.

Экран компьютера значительно меньше кульмана. При решении компоновочных задач следует показать на экране весь чертеж, тогда можно оценить, насколько рационально размещены изображения на поле чертежа, а при вычерчивании мелких элементов изображения — лишь рабочую зону. Для удобства работы созданы средства, позволяющие увеличивать или уменьшать масштаб отображения чертежа в окне документа. Эти действия не оказывают воздействия на реальные размеры геометрических объектов.

Команды управления изображением представлены кнопками на *Панели Вид* и командами *Масштаб* в меню **Вид** *Главного меню*.



2.1.1. Просмотр чертежа целиком. Для того, чтобы увидеть на экране весь документ, следует нажать кнопку **Показать все**  на *Панели Вид* или выбрать команду **Показать все** из меню *Вид*. Система подберет максимально возможный масштаб изображения, при котором документ целиком помещается в окне. Если чертеж имеет большой формат, то мелкие детали

становятся неразличимыми, но видна общая структура чертежа.

2.1.2. Увеличение масштаба изображения рамкой. Для того, чтобы рассмотреть какую-либо часть чертежа, выполнить геометрические построения или корректировку чертежа на ограниченном участке, необходимо увеличить рабочую зону. Не следует пренебрегать этим действием. Исправление ошибок, допущенных из-за недостаточной отчетливости чертежа, потребует значительно больше времени.

Действия по увеличению масштаба рамкой выполняются в следующем порядке.

- Нажать кнопку **Увеличить масштаб рамкой**  на *Панели Вид* или выбрать одноименную команду из меню **Вид** ► *Масштаб*.

- Мысленно заключить рабочий участок в прямоугольную рамку. Щелкнуть в одном из углов этой рамки (например, в левом верхнем).

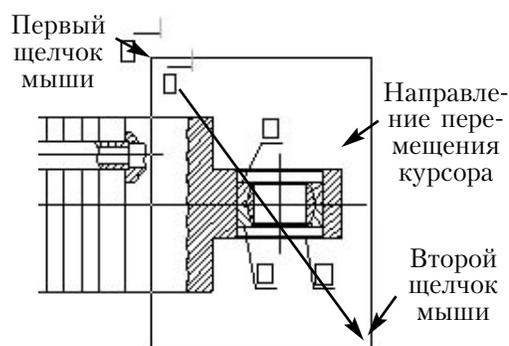
- Переместить курсор по диагонали в противоположный угол прямоугольника, при этом на экране будет отображаться строящийся фантом рамки.

- Как только рамка охватит весь намеченный участок, щелкнуть мышью второй раз.

После фиксации курсора во втором углу рамки изображение в окне будет перерисовано. В нем отобразится в увеличенном масштабе та область документа, которая была заключена в рамку.

2.1.3. Увеличение или уменьшение масштаба изображения в n раз. Для того, чтобы увеличить или уменьшить изображение в определенное число раз, предназначены команды **Увеличить масштаб** и **Уменьшить масштаб**.

Если щелкнуть на кнопке **Увеличить масштаб** , то изображение на экране увеличится в n раз (по умолчанию в 1,2), при повторном щелчке — еще в n раз и т.д. Действие команды **Уменьшить масштаб**  аналогично.



При использовании данных команд за центр нового изображения выбирается центр предыдущего.

С помощью клавиатуры можно более точно управлять изображением. Если выбрать комбинации <Ctrl> + <+> и <Ctrl> + <-> (клавиши <+> и <-> цифровой клавиатуры), то за центр нового изображения будет приниматься текущее положение курсора.

2.1.4. Явное задание масштаба. При выполнении предыдущих команд величина масштаба изображения определялась автоматически. **Масштаб можно задать явно**, если на *Панели Вид* ввести его значение в поле **Текущий масштаб**  0.5922  или выбрать из **списка масштабов**. При этом в качестве центра нового изображения будет выбран центр предыдущего.

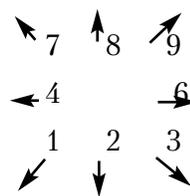
2.1.5. Регенерация изображения в окне документа. Иногда после выполнения команд редактирования на экране возникают искажения (разрывы, лишние точки, линии и т.д.), которые носят временный характер и не отражают текущее состояние чертежа. В таких случаях следует выполнить операцию регенерации изображения на экране с помощью кнопки  или команды **Обновить изображение**.

2.1.6. Прокрутка изображения в окне документа. Если чертеж полностью не помещается в окне документа, то на экране автоматически появляются дополнительные средства управления изображением — **горизонтальная и вертикальная линейки прокрутки**. Для прокрутки изображения можно воспользоваться кнопками со стрелками, расположенными по краям линеек, либо перетащить мышью бегунок.

По размерам самого бегунка можно судить о том, какую часть документа видно в окне. Чем большая его часть видна, тем больше размер бегунка. Его положение на линейке приблизительно показывает местоположение просматриваемой области документа.

Линейки прокрутки появляются, если чертеж целиком не помещается на экране, и исчезают в противном случае.

2.1.7. Сдвиг изображения с помощью клавиатуры. Прокрутку изображения можно выполнять с помощью клавиатуры. Для этого используются как клавиши управления курсором, так



и клавиши цифровой клавиатуры (она должна быть подключена).

При нажатии этих клавиш курсор перемещается по экрану до тех пор, пока не достигнет границы экрана, после этого начинается прокрутка изображения.

2.1.8. Сдвиг изображения с помощью клавиатуры и мыши.

В любом режиме работы графического редактора можно быстро прокручивать изображение с помощью клавиатуры и мыши. Для этого нужно одновременно нажать клавиши <Shift> и <Ctrl> и не отпускать их. Затем нажать левую кнопку мыши (при этом курсор превратится в жирную четырехстороннюю стрелку) и, не отпуская ее, перетащить изображение в нужном направлении. Отпустить кнопку мыши и клавиши и вернуться в ту команду, которая была активна до сдвига.

2.1.9. Масштаб по выделенным объектам. С помощью этой команды можно увеличить изображение на экране таким образом, чтобы выделенные объекты в максимально возможном масштабе полностью разместились на экране. Команда доступна при условии предварительного выделения объектов чертежа.

2.1.10. Предыдущий масштаб. Эта команда позволяет сразу вернуться к предпоследнему масштабу. Доступна при условии выполнения хотя бы одной команды изменения масштаба.

2.1.11. Последующий масштаб. Эта команда доступна при условии использования предыдущей команды. Данная команда позволяет вернуться к масштабу, установленному перед вызовом команды *Предыдущий масштаб*.

2.1.12. Сдвиг изображения . Вызов этой команды позволяет выполнять сдвиг изображения на экране подобно команде, рассмотренной в 2.1.8, но, в отличие от предыдущей, не требует использования клавиатуры.

2.1.13. Приблизить/отдалить изображение . Команда предназначена для плавного изменения масштаба изображения. После вызова команды следует перемещать мышь при нажатой левой клавише. Движение курсора мыши вверх по экрану увеличивает масштаб изображения, а вниз — уменьшает.

Команды управления изображением являются **прозрачными**. Это означает, что их можно использовать во время вы-

полнения любой другой команды. При этом выполнение текущей команды будет временно приостановлено, а после изменения масштаба — возобновлено. Во время работы с документом можно произвольно комбинировать команды управления изображением.

2.2 Система оперативной помощи

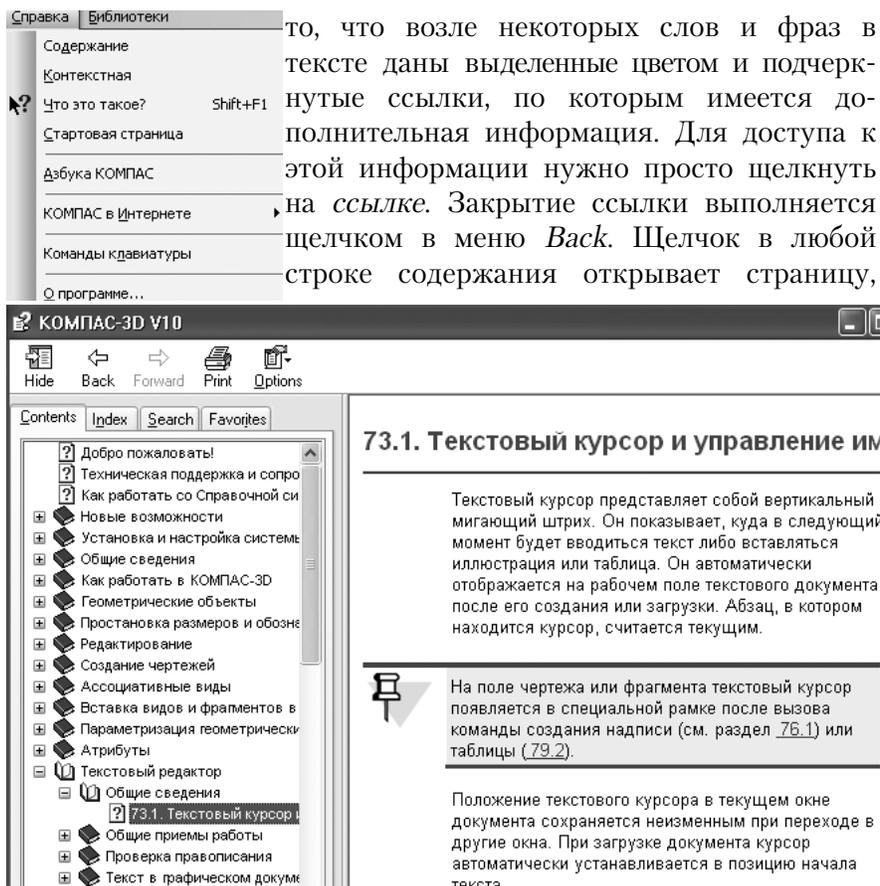
Для получения справочной информации в режиме диалога с системой разработана **Система оперативной помощи**, которая содержит сведения о командах меню и панелях кнопок, клавиатурных комбинациях и т.д. Доступ к системе можно получить различными способами.

2.2.1. Ярлычки-подсказки и Строка сообщений. Если поместить курсор на какую-либо кнопку и задержать его там, то снизу от курсора появляется, так называемый, ярлычок-подсказка, содержащий название команды, запускаемой данной кнопкой. Если сдвинуть курсор с кнопки, ярлычок-подсказка автоматически исчезает. Несколько более подробная информация о назначении кнопок, а также о выполняемых командах появляется в *Строке сообщений*.

2.2.2. Объектная помощь. Получить более подробную справку по объектам экрана можно с помощью кнопки **Справка** стандартной панели. После нажатия этой кнопки курсор изменит свой внешний вид, превратившись в вопросительный знак со стрелкой . Подведите его к объекту экрана (панели, кнопке, строке меню, полю ввода и т.д.) и щелкните на нем мышью. На экране появится окно системы помощи КОМПАС-3D.

2.2.3. Основная Система помощи. Доступ к системе помощи осуществляется через меню **Справка** в *Главном меню* (или <F1>). Меню *Справка* состоит из нескольких разделов.

◆ **Команда Содержание(Contents).** Данная команда выводит на экран окно с содержанием справочной системы. Содержание оформлено в виде списка, который можно прокручивать с помощью вертикальной линейки прокрутки. Список состоит из разделов  и книг . Для получения справки по разделу нужно указать на него мышью. Книга состоит из отдельных разделов. Для получения доступа к содержимому книги нужно щелкнуть мышью на знаке “+”. Следует обратить внимание на



указанную в этой строке.

- ◆ **Команда Index** открывает **Предметный указатель** справочной системы. В текстовом поле окна можно ввести одно или несколько слов или выбрать их из списка. Затем следует двойным щелчком открыть необходимый раздел или тему, для изучения которой в появившемся диалоговом окне следует нажать кнопку **Display**.

- ◆ **Команда Search** позволяет выполнить поиск по введенным словам и выводит на экран перечень всех разделов, в которых они встречаются. Любой из разделов может быть открыт.

- ◆ **Команда Favorites** позволяет сформировать индиви-

дуальный список наиболее актуальных терминов, который можно редактировать в процессе работы (добавлять и удалять объекты).

2.3 Управление курсором. Привязки

При работе с КОМПАС-3D основным инструментом является курсор — графический элемент, который можно передвигать по экрану с помощью мыши. В зависимости от того, какое действие выполняется в системе, изменяется внешний вид курсора (стрелка, перекрестие, вопросительный знак со стрелкой и т.д.). С его помощью можно выбирать команды из *Главного меню*, нажимать кнопки на *Инструментальных панелях*, активизировать поля на *Панели свойств*. При указании на элементы окна КОМПАС-3D особой точности не требуется. Однако, курсор принимает активное участие и в процессе создания геометрических объектов чертежа, т.е. является острием электронного карандаша.

При черчении с помощью карандаша и линейки конструктор определяет координаты точек, длину отрезков, радиусы окружностей и дуг с той точностью, которую обеспечивают применяемые чертежные инструменты. Истинные размеры и положение элементов на чертеже задаются с помощью размеров: линейных, угловых, диаметральных и радиальных.

Средства графических систем позволяют задавать параметры геометрических элементов математически точно и получать идеальную геометрию чертежа.

На основе точной геометрии графический редактор дает возможность пользоваться средствами полуавтоматического нанесения размеров. При этом система определяет параметры элементов (координаты точек, длины, углы) и вычисляет значения размеров. Иными словами, если требуется, чтобы при нанесении диаметра отверстия система выдала значение 20 мм, диаметр соответствующей окружности должен быть именно 20 мм. Если вычисленное значение размера отличается от ожидаемого, в чертеже допущена ошибка, которую следует исправить.

Именно точность компьютерных чертежей дает возможность передавать геометрию деталей непосредственно в техно-

логические системы, обеспечивая сквозные технологии проектирования и изготовления.

В процессе работы над чертежом постоянно возникает необходимость установить курсор в различные точки объектов, уже существующих на чертеже, т.е. выполнить привязку к точкам или объектам. Основная ошибка начинающих заключается в том, что они выполняют эту операцию “на глаз”, как обычно при ручном вычерчивании.

Успех правильного черчения заключается в том, чтобы переложить проблему совмещения объектов на систему путем использования специальных команд **привязки**. В системе реализованы *глобальные, локальные и клавиатурные привязки*.

2.3.1. Глобальные привязки.

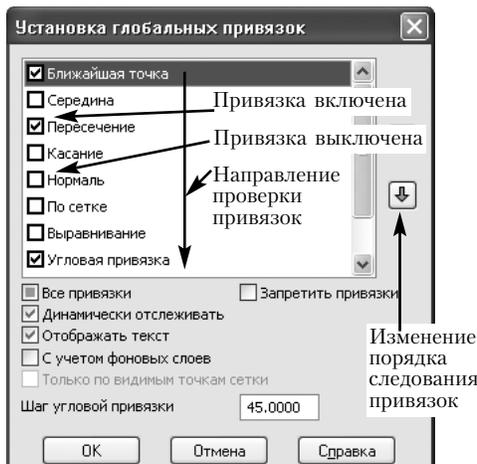
Глобальные привязки позволяют избежать грубых ошибок при выполнении чертежей в начале работы. В отличие от остальных привязок *глобальные привязки* действуют по умолчанию при выполнении операций ввода и редактирования. Например, если включена глобальная привязка “*пересечение*”, то при вводе точки система автоматически будет выполнять поиск точки пересечения объектов в пределах ловушки курсора. Если такая точка найдена, то именно она будет фиксироваться мышью.

Важная особенность *глобальных привязок* заключается в том, что можно включать несколько различных привязок к объектам, и все они будут работать одновременно. При этом расчет точки выполняется “на лету”: на экране отображается фантом, соответствующий этой точке, и, при необходимости, текст с именем действующей в данный момент привязки.

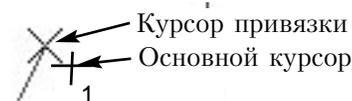
Кнопка вызова диалога настроек *глобальных привязок* расположена на *Панели текущего состояния*.

После нажатия этой кнопки на экране появится диалоговое окно **Установка глобальных привязок**. Для включения *глобальной привязки*, следует поставить флажок возле ее названия в диалоговом окне. По умолчанию активны привязки **Ближайшая точка, Пересечение, Угловая привязка и Точка на кривой**.

Проверка области чертежа вокруг текущего положения курсора на соответствие одному из типов привязок



осуществляется в том порядке, в котором они расположены в диалоговом окне. Вначале система пытается осуществить привязку к объектам расположенным сверху списка а в случае неудачи переходит к анализу активных привязок, расположенных ниже. Порядок следования привязок можно изменить с помощью кнопок, расположенных в правой части диалогового окна. О срабатывании глобальной привязки можно судить по появлению дополнительного наклонного креста — **курсора привязки**. При использовании привязок не следует тратить время на точное позиционирование курсора. Щелчок мыши можно выполнять сразу после появления *курсора привязки*. Точка будет зафиксирована в положении *курсора привязки*.



При установке флажка **Отображать текст** система наряду с *курсором привязки* генерирует **подсказку** о том, какая именно из включенных глобальных привязок выполняется в данный момент. Это позволяет точно выбрать нужную привязку в насыщенных чертежах, когда в области ловушки курсора находится несколько близко расположенных характерных точек. В таких случаях рекомендуется также увеличить область возле предполагаемой точки. При этом расстояние между точками увеличится, а размер области проверки останется прежним. Таким образом, можно выполнить более тонкие операции по выбору точек привязки.

Для временного отключения глобальных привязок на

Панели текущего состояния предусмотрена кнопка **Запретить привязки**. При ее включении список установленных глобальных привязок сохраняется, просто система приостанавливает их выполнение.

2.3.2 Локальные привязки

Одновременная активизация большого количества глобальных привязок и близкое расположение характерных точек затрудняет выбор и увеличивает время работы. В таких случаях рекомендуется пользоваться **локальными привязками**.

Локальные привязки позволяют выполнить ту же процедуру привязки курсора к характерным точкам существующих геометрических объектов на чертеже, что и глобальные. Однако, они обладают двумя важными особенностями:

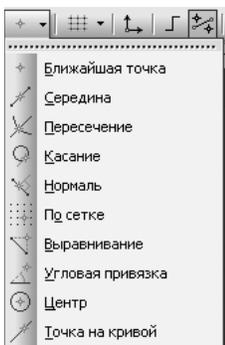
1. Локальная привязка является **более приоритетной**, чем глобальные, т.е. она подавляет установленные *глобальные привязки* на время своего действия (до ввода точки или отказе от ввода).

2. Любая из *локальных привязок* выполняется только **для одного (текущего) запроса точки**. После ввода текущей точки активизированная *локальная привязка* отключается, и система возвращается к выполнению глобальных привязок.

Все локальные привязки собраны в **меню локальных привязок**. Вызвать меню можно на *Панели текущего состояния* или щелчком правой клавишей мыши в любой точке чертежа, но лишь в тот момент, когда система запрашивает координаты точки. В контекстном меню следует выбрать **Привязка**, щелчок мыши при этом выполнять не следует, содержимое меню раскроется автоматически, и будет виден *список локальных привязок*.

Активизация привязки осуществляется щелчком мыши на имени привязки. После этого *меню привязок* закроется, вводимая точка будет выбрана в соответствии с указанной локальной привязкой. После срабатывания привязки точка фиксируется мышью или клавишей <Enter>.

Глобальные и локальные привязки выполняют одну и ту же



функцию — позиционируют курсор в определенные точки объектов чертежа. При выполнении чертежей рекомендуется включать одну-две *глобальных привязки*, которые используются чаще других. Наибольший интерес представляют привязки **Ближайшая точка, Пересечение и Точка на кривой**. Остальные привязки активизируются по мере необходимости из *меню локальных привязок*.

2.3.3 Клавиатурные привязки

Клавиатурные привязки представляют собой команды точного позиционирования курсора и выполняются с помощью клавиатуры при нажатии определенных клавиш или их комбинаций.

Клавиатурные привязки имеют две важные особенности:

1. Их можно применять практически в любом режиме работы системы, в отличие от локальных и глобальных, доступных только в момент, когда система запрашивает указание точки.

2. Клавиатурная привязка приводит лишь к простому перемещению курсора в нужную точку, в то время как использование локальной или глобальной привязки совмещено с вводом точки. Процедуру ввода или фиксации точки при клавиатурной привязке следует выполнить отдельно нажатием клавиши <Enter>. Такое разделение придает дополнительную гибкость управлению курсором и вводу точек.

В таблице представлены основные клавиатурные привязки.

Клавиатурная команда	Реакция системы
<Ctrl>+<0> (цифровая клавиатура)	перемещение курсора в точку (0,0) текущей системы координат
<Ctrl>+<. > (цифровая клавиатура)	установка курсора в основание нормали, проведенной из текущей точки к ближайшему объекту
<Ctrl>+<5> (цифровая клавиатура)	установка курсора в ближайшую характерную точку ближайшего объекта
<Shift>+<5> (цифровая клавиатура)	установка курсора в ближайшую середину объекта (для окр. — в центр, для текста — в середину основания строки)
<Alt>+<5> (цифровая клавиатура)	установка курсора в ближайшую точку пересечения объектов
<Ctrl>+<↑ > <Ctrl>+<↓ > <Ctrl>+<→ > <Ctrl>+<← >	установка курсора в ближайшую по направлению стрелки точку объекта

Клавиатурные привязки выполняются в такой последовательности.

- Мышью поместить курсор рядом с требуемой точкой или объектом, после чего мышь отпустить.
- Выполнить клавиатурную команду для точного позиционирования курсора (мышь не используется).
- Зафиксировать точку нажатием клавиши <Enter> на клавиатуре (мышь не используется).
- После этого можно продолжить работу с мышью.

При предварительном перемещении курсора мышью не требуется устанавливать его как можно ближе к характерной точке, вполне достаточно установить курсор рядом с ней. Главное, чтобы выбранная точка была ближайшей к курсору по сравнению с другими характерными точками.

Вопросы для самопроверки

1. Какими функциями можно увеличить масштаб отображения чертежа на экране? Чем они отличаются, и в каких случаях следует отдавать предпочтение каждой из них?
2. Как организована справочная система в КОМПАСе?
3. Зачем нужны привязки?
4. Чем отличаются глобальные, локальные и клавиатурные привязки? Охарактеризуйте сферу применения каждого из типов привязок.
5. Как дополнить курсор привязки текстом выполняемой привязки?

3. Выполнение чертежей в КОМПАС-3D

3.1. Создание видов и управление ими

После создания нового чертежа можно сразу приступить к черчению, выполняя чертеж в натуральном масштабе, т.е. в масштабе 1:1.

Для задания иных масштабов при работе с документом типа **Чертеж** в системе создано специальное средство, которое носит название **виды**. Несложная настройка видов системы позволяет освободить конструктора от монотонной и непроизводительной работы по пересчету размеров. При этом конструктор всегда работает с реальными размерами, в масштабе 1:1, а величина изображения на листе чертежа определяется с помощью выбора **масштаба вида**.

Вид — это одно или несколько компактно расположенных изображений на чертеже, выполненных в **одном масштабе**.

Виды являются удобным средством структурирования чертежа.

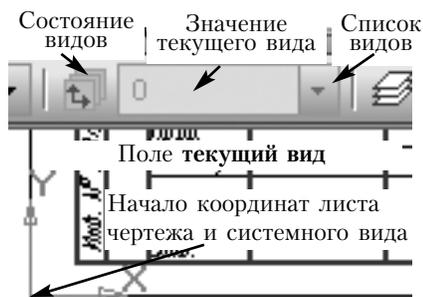
Управление видами, а именно создание, удаление, перемещение видов и изменение их параметров, может выполняться в любой момент работы над чертежом.

Каждый созданный вид характеризуется следующим набором параметров.

Параметр вида	Значение по умолчанию	Системный вид
Номер	1 и так далее	0
Масштаб	1:1	1:1
Угол поворота в градусах	0	0
Имя	Вид 1	Системный вид
Точка привязки	Определяется пользователем	0,0

Любой чертеж КОМПАС-3D состоит по крайней мере из одного вида. При создании нового чертежа система автоматически формирует **Системный вид** с нулевым номером. Если пользователь не создал других видов, все вводимые объекты автоматически будут помещаться в **системный вид**.

Для переключения между существующими видами используется поле **Текущий вид** на *Панели текущего состояния*. До тех пор, пока в документе только один вид, использование этого поля запрещено — его содержимое отображается бледным цветом.



Как уже отмечалось, вид имеет набор параметров, которые пользователь задает при его создании. Каждый из параметров может быть изменен в ходе работы. В этом смысле *системный вид* является исключением. Его параметры зафиксированы и не могут быть изменены.

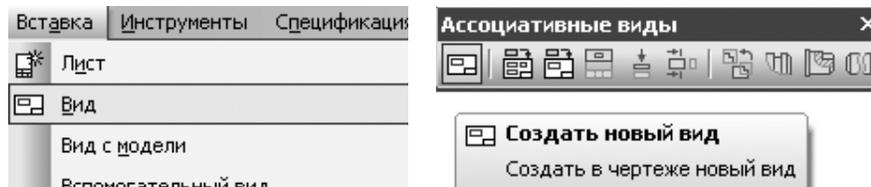
Любой чертеж состоит из одного или нескольких видов. При этом один из них обязательно будет **текущим**. *Текущий вид* обладает важной особенностью: все вновь создаваемые объекты располагаются в *текущем виде*. В каждый момент времени *текущим* может быть только один вид на чертеже.

Внутри фрагмента разбиение на виды невозможно.

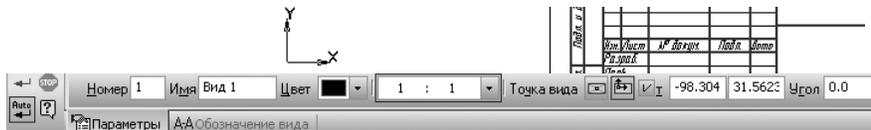
3.1.1. Создание нового вида

Создать новый вид можно двумя способами:

- ◆ в *Главном меню* открыть меню **Вставка** и выбрать функцию **Вид**;
- ◆ на *Компактной панели* открыть панель *Ассоциативные виды* и выбрать функцию **Создать новый вид**.



На экране появится *Панель свойств*, имеющая две вкладки **Параметры** и **Обозначение вида**. В начальный момент активна первая из них, в которой отображаются параметры нового вида, предлагаемые системой по умолчанию. Например, каждый новый вид получает свой *номер* в порядке возрастания.



В поле **Масштаб** следует задать желаемый масштаб (можно выбрать из списка), в текстовое поле **Имя** ввести имя, раскрывающее назначение созданного вида, например — главный вид, выносной элемент и т.д. По умолчанию система дает имя **Вид** <номер>. Можно задать угол поворота системы координат вида. На вкладке *Обозначение* можно задать обозначение вида как текстовый объект, входящий в состав вида, и использующийся для автоматического формирования и обновления надписи, состоящей из буквенного обозначения, масштаба, знаков “развернуто”, “повернуто” и др. После выведения курсора за пределы *панели Свойств* система запрашивает **координаты точки привязки вида** (обратите внимание на *Строку сообщений*). Об этом говорит вид курсора — он превратился в символ начала координат.

Точка привязки вида — это точка на чертеже, в которой будет находиться начало координат нового вида. Если точного задания *точки привязки* не требуется, тогда на запрос системы *Укажите точку привязки вида* достаточно просто щелкнуть “на глаз” в нужной точке чертежа, либо ввести ее координаты на *Панели свойств*. На этом процесс создания вида закончен.

На экране произойдут следующие изменения.

- В указанной точке появится системный символ начала координат — это начало координат вида 1. Теперь все координаты точек будут отсчитываться от него.
- Исчезнет системный символ начала координат листа — системный вид под номером 0 уже не является текущим.
- В поле *Текущий вид* на *Панели Текущее состояние* появится цифра 1 — номер текущего вида, и функция *Состояния видов* станет доступной.

Все вновь создаваемые объекты будут относиться к виду 1 и автоматически масштабироваться в соответствии с масштабом вида.

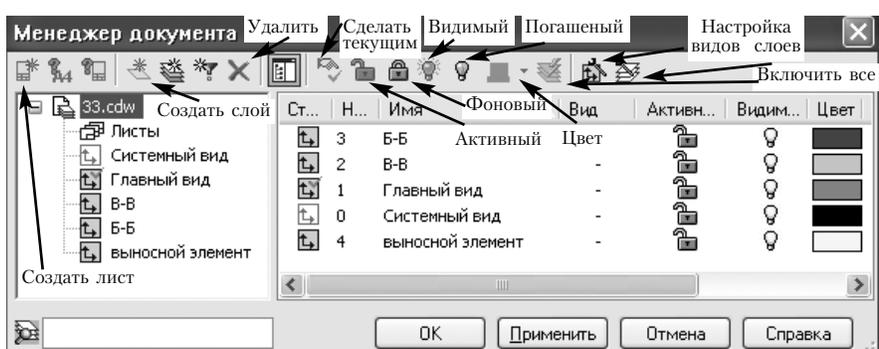
Масштабированию подвергаются только геометрические объекты. Объекты оформления чертежа (размеры, допуски, тексты, и т.д.) всегда создаются в масштабе 1:1.

В файле чертежа система хранит реальные размеры геометрических объектов. При выводе на экран геометрические объекты и номинальные значения размеров автоматически масштабируются согласно масштабу вида, к которому они относятся.

3.1.2 Управление видами

После открытия документа текущим является тот вид, который был текущим в момент выполнения последней операции сохранения чертежа.

Для получения информации о видах чертежа следует нажать кнопку **Состояния Видов**  1 на *Панели текущего состояния* или раскрыть меню *Сервис* в *Главном меню* и выбрать функцию **Состояния видов** или нажать кнопку **Менеджер документа**  на *Стандартной панели*. На экране появится диалоговое окно **Менеджер документа**.



В левой части окна располагается **Дерево построения**, которое отображает структуру документа (его можно отключить), а в правой — информация о состоянии видов. В этом окне указано из каких видов состоит текущий документ, их порядковые номера, имена и состояние. Например, сейчас текущим является вид 1 “Главный вид”. Кнопка его состояния помечена флажком  (признак текущего вида). По содержанию окна становится ясным, что в данном чертеже, помимо системного вида, не содержащего объектов , было создано 4 дополнительных вида. В виде 1 располагается главный вид, в виде 2 — сечение В-В, в виде 3 — сечение Б-Б, а в виде 4 — выносной элемент.

Для каждого чертежа конструктор определяет количество создаваемых видов и информацию, которую следует поместить в каждый из них.

Состояния видов определяются значениями следующих свойств:

- ◆ **активность**,
- ◆ **видимость**.

Свойство *активность* управляет доступностью объектов вида для редактирования и имеет два значения: **активный**  и **фоновый** .

Объекты **активных** видов доступны для выполнения операций редактирования и удаления. Содержимое активного вида, изображается на экране одним цветом, установленным для данного вида в диалоге настройки его параметров (по умолчанию — черный).

Фоновые виды доступны только для выполнения операций привязки к точкам или объектам. Эти виды нельзя перемещать, а их содержимое недоступно для редактирования. Все элементы фоновых видов изображаются на экране пунктирными линиями.

Свойство *видимость* управляет отображением вида на экране и может иметь два значения **видимый**  и **погашенный** .

Видимые виды отрисовываются на экране, а **погашенные виды** отображаются на чертеже только габаритными рамками, содержимое видов при этом не показывается. Поэтому, если объекты какого-либо вида не должны отрисовываться на экране, следует объявить этот вид **погашенным** (невидимым). Такие виды недоступны для выполнения операций.

Текущий вид всегда единственный на чертеже. В этом виде можно выполнять любые операции по вводу, редактированию и удалению объектов. Все вновь создаваемые объекты сохраняются в текущем виде. Элементы текущего вида отображаются реальным цветом и стилем линий. Текущий вид **нельзя** перевести в фоновое состояние или погасить.

После перехода статуса *Текущий вид* к другому виду состояние вида, бывшего текущим, принимает предыдущее значение.

Во время работы с чертежом вид может находиться в различных состояниях. Для изменения состояния вида нужно выделить его в списке видов и изменить соответствующие свойства. Для закрытия диалога работы с видами следует нажать кнопку **ОК**.

Вид становится **текущим** в результате одного из действий:

- ◆ установки флажка  в диалоговом окне *Менеджера документа*;

- ◆ ввода номера вида в поле *Текущий вид* на *Панели Текущее состояние*;
- ◆ выбора из *Списка видов* в поле *Текущий вид*;
- ◆ с помощью двойного щелчка мышью на каком-либо объекте вида (при этом объект станет доступным для редактирования).

При работе над чертежом, состоящим из нескольких видов, нужно постоянно следить за тем, чтобы объекты, логически относящиеся к определенному виду, действительно располагались в этом виде. Например, размеры сечения Б-Б и прочие элементы оформления должны располагаться в том же виде, что и изображение этого сечения.

3.1.3. Изменение параметров вида

В процессе работы над чертежом может возникнуть необходимость изменить некоторые параметры вида — имя, масштаб, начало системы координат вида и т.п. **Для изменения параметров вида прежде всего следует перевести его в текущее состояние.** Далее необходимо выбрать в меню *Сервис Главного меню* команду **Параметры текущего вида**.



В появившемся диалоговом окне можно изменить значения параметров текущего вида. Для выхода из диалога следует нажать кнопку **Создать объект**.

Хотя масштаб вида можно изменить в любой момент, рекомендуется определиться с масштабами видов до того, как начать их оформление. Дело в том, что при изменении масштаба системе не всегда удастся корректно определить положение размеров и прочих элементов оформления. При значительном изменении масштаба может потребоваться ручная корректировка.

Использование видов на чертеже не является обязательным. Для создания многих чертежей вполне достаточно системного вида. Без видов не обойтись:

- если размеры детали не позволяют отобразить ее на листе заданного формата в масштабе 1:1;

— при размещении на одном листе чертежа нескольких изображений, выполненных в разных масштабах.

При создании сложных чертежей с большим количеством видов, сечений и разрезов применение видов целесообразно для размещения в них отдельных изображений. Позднее это может облегчить компоновку чертежа.

3.2. Создание слоев и управление ими

Слои предназначены для сегментации изображений в пределах одного вида и являются компьютерными аналогами листов кальки с изображением отдельных функциональных элементов сложного насыщенного чертежа.

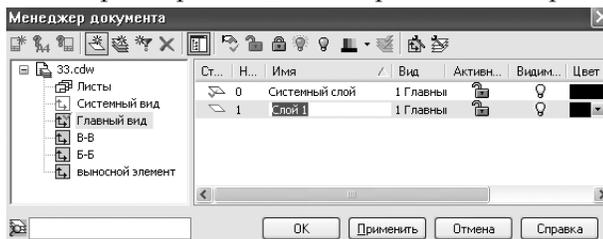
Работа со слоями во многом аналогична работе с видами, поэтому рассмотрим лишь главное.

Для управления слоями служит:

♦ поле **Текущий слой**  1  на *Панели Текущее состояние*;

♦ команда **Слой** в меню *Вставка* из *Главного меню*.

Любая из них открывает диалоговое окно **Менеджера документа**, с помощью которого можно создать новый слой (кнопка ) и задать его параметры в появившейся строке, удалить созданный слой (кнопка ) и отредактировать параметры созданного ранее слоя. Кроме этого, показывается



состояние созданных слоев и позволяется его изменять. Для слоев выделяют такие же состояния (**активность**: **активный** и **фоновый**;

видимость: **видимый** и **погашенный**), как для видов. Один из слоев вида находится в **текущем состоянии**. В текущем слое текущего вида размещаются создаваемые объекты.

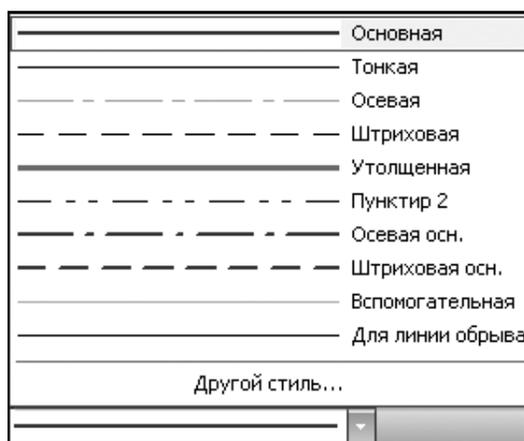
Видимые слои изображаются на экране, при этом активные слои показываются выбранным цветом, а фоновые — установленным стилем.

3.3. Стили линий

Для выполнения чертежей используют различные стили линий. Все стандартные стили линий поддерживаются системой.

Для их установки на *Панели свойств* имеется специальное поле, отображающее выбранный стиль линий.

Щелчок на этом поле раскрывает список имеющихся стилей, из которых можно выбрать желаемый. Щелчок на кнопке выбранного стиля устанавливает стиль в качестве текущего.

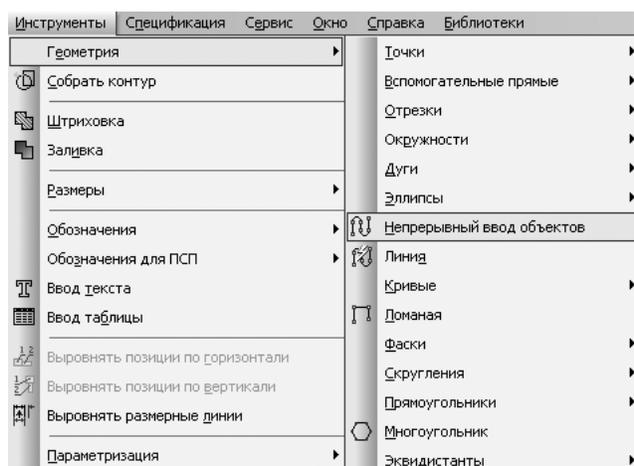


Для отчетливости чертежа толстые и тонкие линии прорчерчиваются на экране одинаково тонкими, различаются они цветом: основная толстая проводится синим цветом, тонкая — черным, а утолщенная — зеленым, осевая — оранжевым.

3.4. Геометрические построения

Сразу после создания чертежа на *Компактной Панели* автоматически включается кнопка **Геометрия**  и открывается со-

ответствующая страница *Инструментальной панели*. На этой странице собраны команды, с помощью которых можно создавать различные геометрические объекты: отрезки, окружности, дуги и т.п.



Иначе вызвать команды геометрических построений можно с помощью команды **Геометрия** *Главного меню* системы.

На странице *Геометрия* расположены команды:

- ◆ точки;
- ◆ отрезки;
- ◆ дуги;
- ◆ эллипсы;
- ◆ вспомогательные прямые;
- ◆ окружности;
- ◆ непрерывный ввод объектов
- ◆ линия;
- ◆ кривые;
- ◆ фаски;
- ◆ скругление;
- ◆ многоугольник;
- ◆ собрать контур;
- ◆ эквидистанты;
- ◆ штриховка.



Большинство команд допускают модификации. Кнопки таких команд отмечены треугольником в правом нижнем углу, (в меню треугольник — справа от команды). Если щелкнуть на кнопке основной команды и задержать ее, то появится связанная с этой кнопкой **Панель расширенных команд**. После появления панели для выбора варианта команды необходимо установить курсор на соответствующую кнопку панели и отпустить клавишу мыши.

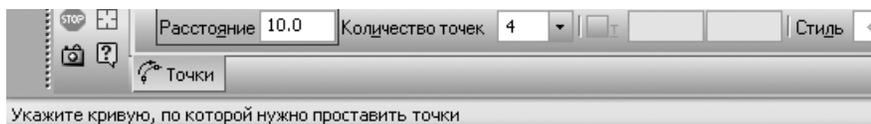
3.4.1. Точки

Эта команда имеет пять модификаций:

	Точка	◆ по координатам или указанием курсора на поле чертежа (неявное задание координат)
	Точки по кривой	
	Точки пересечения двух кривых	◆ точки, делящие отрезок прямой или дугу кривой на <i>n</i> равных частей;
	Все точки пересечений кривой	
	Точка на заданном расстоянии	

- ◆ точки пересечения двух кривых;
- ◆ все точки пересечения кривой;

- ◆ точки на заданном вдоль кривой расстоянии.



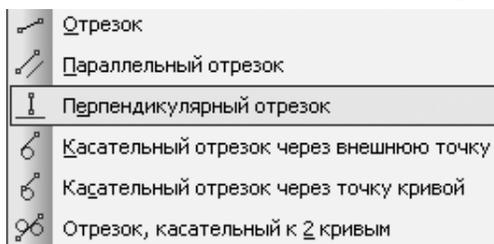
На рисунке показан вид *Панели свойств* для последней модификации команды. Задается количество точек n , которые требуется создать, указывается расстояние вдоль кривой, которое должно разделять базовую точку p и первую из создаваемых точек. Если создается несколько точек, то каждая из них будет располагаться на указанном расстоянии от предыдущей. В последнем поле представлен стиль отрисовки точек.

После задания параметров указывают кривую, на которой нужно построить точку (точки). Затем указывают точку на кривой, от которой измеряется расстояние (базовая точка) или вводят ее координаты в соответствующее поле. Если указанная точка не принадлежит выбранной кривой, то за базовую точку принимается ее проекция на кривую.

После этого при перемещении курсора в разные стороны от точки на экране появляются фантомы точек, которые могут быть построены. Выбирают направление построения точек щелчком мышь с той стороны от базовой точки, где требуется создать точку (точки).

3.4.2. Отрезки

Эта команда имеет шесть вариантов построения:



- ◆ по двум точкам, или точке, длине и углу наклона;

- ◆ параллельно заданной прямой на указанном расстоянии или через заданную точку;

- ◆ перпендикулярно за-

данной прямой через точку;

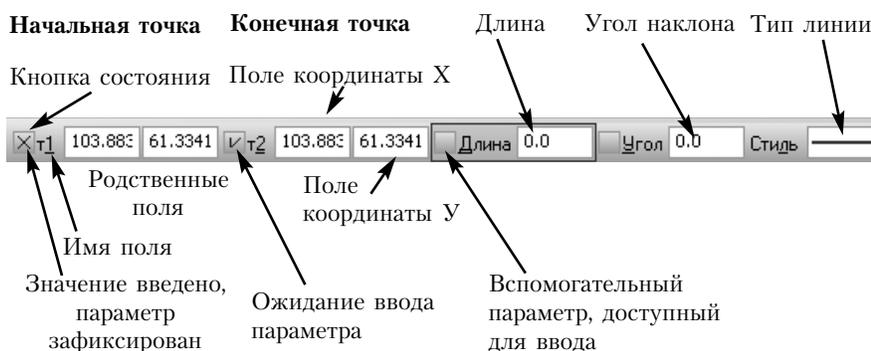
- ◆ по касательной к кривой через внешнюю точку;

- ◆ по касательной к кривой через точку окружности;

- ◆ по касательной к двум кривым.

Отрезок всегда ограничен двумя точками, Если он строится по условиям касания, то ограничивается точками касания или одной из них. Параметры строящегося отрезка можно задавать на *Панели свойств*.

Рассмотрим вид *Панели свойств* для отрезка.



Управление любым параметром осуществляется по общим правилам. Одними из наиболее распространенных параметров являются точки. Их координаты по осям X и Y отображаются в отдельных полях. Слева от полей находится **Кнопка состояния поля**. Любое поле имеет **Имя**. Поля, имеющие общее имя и кнопку состояния, называются **родственными**.

По внешнему виду кнопки можно судить о состоянии поля. Поле может находиться в одном из трех состояний:

- ◆ фиксированном ;
- ◆ в режиме ожидания ввода ;
- ◆ доступно для ввода .

Работа сводится к активизации полей и вводу в них значений. Существует несколько способов ввода значений в поля *Панели свойств*. Значение параметра при этом фиксируется либо автоматически, либо нажатием клавиши <Enter>. При любом способе фиксации символ “галочка” на кнопке состояния меняется на знак “перекрестие”.

Автоматический ввод параметров. Для этого точки просто указываются на поле чертежа курсором и фиксируются щелчком левой клавиши мыши.

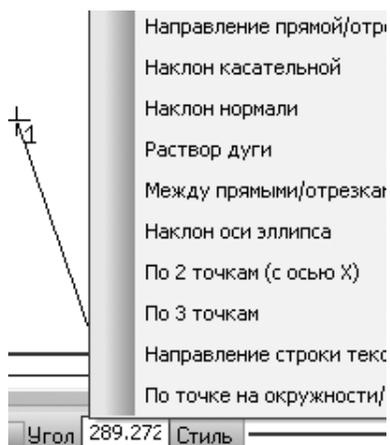
Ручной ввод параметров. Для этого следует активизировать соответствующее поле, например, путем одновременного нажатия клавиши <Alt> и клавиши, соответствующей подчеркнутому символу в имени поля. Для ввода начальной точки отрезка это будет <Alt>+1. Переключение между *родственными полями* осуществляется с помощью клавиши <Tab>. Фиксация координат выполняется клавишей <Enter>.

Активизировать поле можно и с помощью двойного щелчка мыши в поле значений параметра. Признаком готовности поля к приему данных является появление мигающей вертикальной черты или выделение его значения цветом (синим). Значения координат вводятся либо абсолютными значениями (отрицательные со знаком “минус”), либо приращениями к текущим координатам (после текущего значения ввести знак <^>, а затем величину приращения) или арифметическими выражениями.

При ручном вводе не следует касаться мыши до фиксации введенных значений клавишей <Enter>. В противном случае система “забудет” введенные значения и начнет отслеживать перемещения мыши.

Комбинированный ввод параметров. Можно комбинировать ручной и автоматический ввод параметров, например, задав курсором первую точку отрезка и вручную введя его длину и угол наклона.

Геометрический калькулятор. Если до активизации поля в его зоне нажать правую клавишу мыши, то подключается геометрический калькулятор, позволяющий определить значение параметра по информации чертежа.



Например, можно ввести длину отрезка, равную расстоянию от точки до заданной кривой. Вид измеряемых величин для ввода углов представлен на рисунке.

При построении объектов система предлагает определенный порядок заполнения полей, помечая очередную кнопку галочкой, однако этот порядок не является жестким. При необходимости

просто активизируйте нужное поле и введите параметры.

После включения команды она остается активной до тех пор, пока не будет завершена явным образом. Отменить запущенную команду можно следующим образом:

- ◆ запуском другой команды (при этом текущая отключается автоматически);
- ◆ повторным щелчком на кнопке активной команды;
- ◆ нажатием клавиши <Esc> на клавиатуре;
- ◆ щелчком на кнопке **Прервать команду** *Панели специального управления*;
- ◆ в *Контекстное меню* выбрать **Прервать команду**.

3.4.3. Вспомогательные прямые

Вспомогательная прямая не является объектом чертежа. Она не выводится при печати чертежа и является аналогом тонких линий, используемых для вспомогательных построений. После выполнения всех построений вспомогательные линии удаляются с экрана с помощью команды **Редактор ► Удалить ► Вспомогательные кривые и точки ► в текущем виде**.

Команда *Вспомогательная прямая* имеет девять модификаций:

	Вспомогательная прямая	◆ прямая через 2 точки или точку и угол наклона;
	Горизонтальная прямая	◆ горизонтальная прямая через точку;
	Вертикальная прямая	◆ вертикальная прямая через точку;
	Параллельная прямая	◆ параллельная прямая через точку или на заданном расстоянии;
	Перпендикулярная прямая	◆ перпендикулярно заданной прямой через точку;
	Касательная прямая через внешнюю точку	◆ касательная к кривой через внешнюю точку;
	Касательная прямая через точку кривой	◆ касательная к кривой через точку кривой;
	Прямая, касательная к 2 кривым	◆ касательная к двум кривым;
	Биссектриса	◆ биссектриса.

Если в дальнейшем планируется использовать точки пересечения вспомогательной прямой с другими объектами чертежа,

то на *Панели свойств* в поле *Режим* следует включить кнопку **Точки пересечения** .



Следует обратить внимание на то, что вспомогательные прямые являются именно прямыми, а не отрезками. Они обязательно пересекут весь документ от начала до конца. Старайтесь своевременно удалять те вспомогательные прямые, которые уже были использованы для построений. В противном случае они будут загромождать чертеж и мешать работе.

В тех случаях, когда по заданным условиям можно построить несколько прямых, система предлагает все варианты в виде фантомов. Текущий вариант оформлен сплошной линией и помечен специальным системным символом в виде перевернутого квадрата. Остальные варианты проведены пунктирными линиями. Любой из вариантов можно сделать текущим щелчком левой клавиши мыши. Для создания текущего варианта следует щелкнуть на кнопке **Создать объект Панели специального управления**.

Создать прямые можно не только с помощью *Панели специального управления*, но и с помощью мыши. Если нужный вариант является текущим, то для его создания достаточно просто щелкнуть мышью, в противном случае на нем следует щелкнуть мышью дважды. Первый щелчок делает вариант текущим, второй — создает прямую.

3.4.4. Окружности

Эта команда имеет семь модификаций:

-  Окружность
-  Окружность по 3 точкам
-  Окружность с центром на объекте
-  Окружность, касательная к 1 кривой
-  Окружность, касательная к 2 кривым
-  Окружность, касательная к 3 кривым
-  Окружность по 2 точкам

- ◆ по центру и радиусу или точке на окружности;
- ◆ по трем точкам;
- ◆ по условию расположения центра на объекте, радиусу и точке или двум точкам окружности;
- ◆ по условию касания к одному объекту и центру или ра-

диусу и точке на окружности;

- ◆ по условию касания к двум объектам и радиусу;
- ◆ по условию касания к трем объектам;
- ◆ по двум точкам (как на диаметре) или дополнительно задается радиус.

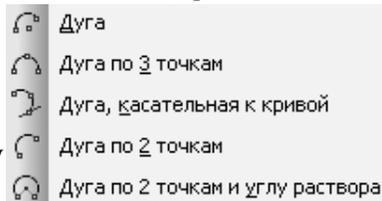
Если заданные параметры позволяют построить несколько окружностей, то строятся все варианты и пользователь имеет возможность выбрать один или несколько из них.

Обычно окружности на чертежах изображаются с осями, для отрисовки осей на *Панели свойств* следует включить соответствующую кнопку . По умолчанию включено  без осей.



3.4.5. Дуги окружности

Команда **Дуга окружности** имеет пять модификаций:

- ◆ дуга окружности;
 - ◆ дуга по трем точкам;
 - ◆ дуга, касательная к кривой;
 - ◆ дуга по двум точкам;
 - ◆ дуга по двум точкам и углу раствора.
- 

Для первой модификации вычерчивается дуга с заданным центром, проходящая через две указанные точки. Радиус окружности определяется по первой точке или указывается в явном виде в поле **Радиус**. В этом случае, точки задают значения углов наклона концов дуги. Кнопки  позволяет менять направление вычерчивания дуги. Кнопки  позволяют использовать значения радиуса или диаметра при построении дуги.

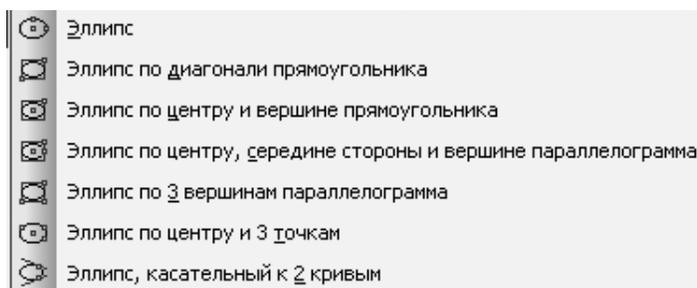


3.4.6. Эллипсы

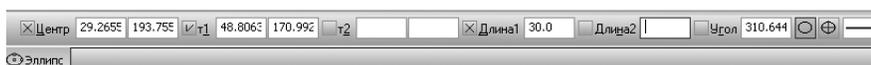
Команда **Эллипс** имеет семь модификаций:

- ◆ эллипс по центру и полуосям;
- ◆ эллипс по диагонали габаритного прямоугольника;
- ◆ эллипс по центру и вершине габаритного параллелограмма;

- ◆ эллипс по центру, середине стороны и вершине описанного параллелограмма;
- ◆ эллипс по трем вершинам описанного параллелограмма;
- ◆ эллипс по центру и трем точкам;
- ◆ эллипс, касательный к двум кривым.



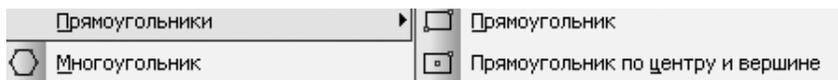
В первом случае необходимо задать центр эллипса и точки расположенные на осях, либо величины полуосей и угол наклона первой оси к оси абсцисс. Возможна отрисовка осей.



Специальная команда задания **дуги эллипса** отсутствует, однако, дуги можно получить из полного эллипса с помощью команды **Удалить часть кривой**.

3.4.7. Многоугольники

Эта команда позволяет строить прямоугольники и правильные многоугольники. В *Главном меню* правильные многоугольники выделены отдельно.

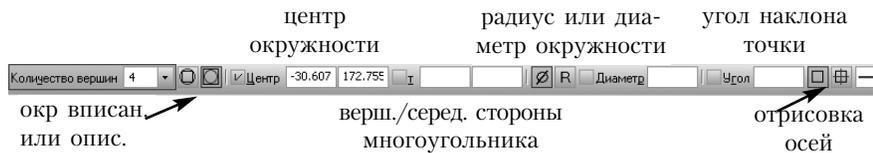


Имеется три модификации команды:

- ◆ по двум диагональным точкам;
- ◆ по центру и одной вершине;
- ◆ правильный многоугольник.



Рассмотрим *Панель свойств* для правильного многоугольника.



Вначале следует задать количество вершин правильного многоугольника. Затем в зависимости от заданных размеров выбрать окружность, вписанную в многоугольник или описанную вокруг него , и задать ее центр и радиус **R** или диаметр . Далее определяется угол наклона одной из точек многоугольника, расположенной на окружности (вершина — для описанной окружности и точка касания — для вписанной), или вместо радиуса и угла — положение этой точки.

3.4.8. Кривые

Команда *Кривые* используется для вычерчивания кривых линий произвольной формы, в т.ч. для построения линий обрыва. В этом случае для кривой выбирается стиль *Для линии обрыва*.

Команда имеет три модификации:

- ◆ кривая Безье;
- ◆ NURBS-кривая;
- ◆ ломаная линия.



Для вычерчивания кривых следует последовательно вводить координаты их точек. Кривая Безье третьего порядка проходит через заданные точки. Для NURBS-кривой точки определяют характеристическую ломаную, кривая проходит через первую и последнюю заданную точку; для нее можно задавать порядок кривой и вес каждой точки. Команда позволяет строить замкнутые или разомкнутые кривые, выбирая состояние **Замкнутая** или **разомкнутая** на *Панели свойств*. Выбрать замкнутую кривую можно после введения третьей либо последующих точек.

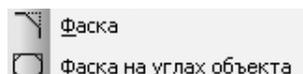
Для редактирования введенных точек в процессе создания кривой предназначена кнопка **Редактировать точки** на *Панели специального управления*. Чтобы зафиксировать созданную кривую следует нажать кнопку **Создать объект**.

3.4.9. Фаска

Позволяет построить одну или несколько фасок между пересекающимися геометрическими объектами.

Команда имеет две модификации:

- ◆ фаска;
- ◆ фаска на углах объекта.



После вызова команды следует указать два объекта, между которыми требуется построить фаску для первой модификации или один объект для второй.

Возможны два варианта задания параметров для построения фаски. В первом случае вводится длина фаски на первом элементе и угол наклона к нему, во втором — задаются значения длин фаски на первом и втором элементах. Переключение между вариантами осуществляется либо с помощью контекстного меню, либо на *Панели свойств*:

- длина и угол,
- две длины.

На *Панели свойств* отображаются также кнопки, с помощью которых можно управлять способом построения фаски. Эти кнопки определяют, нужно ли выполнять усечение остающихся частей первого и второго элементов. Соответствующие команды имеются также в контекстном меню:

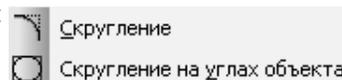
- усекать первый элемент,
- не усекать первый элемент,
- усекать второй элемент,
- не усекать второй элемент.

Отрезок, изображающий фаску, отрисовывается тем стилем линии, который имеет первый из указанных элементов.

3.4.10. Скругление

Команда имеет две модификации:

- ◆ скругление;
- ◆ скругление на углах объекта.



Команда позволяет построить скругление дугой окружности двух геометрических элементов или скругление на углах объекта.

Значение радиуса скругления можно ввести в соответствующем поле *Панели свойств*. Затем следует указать курсором два объекта, угол между которыми необходимо скруглить.

На *Панели свойств* отображаются также кнопки, с помощью которых можно управлять усечением сопрягаемых элементов. Внешний вид кнопок такой же, как для команды *Фаска*. Аналогичные команды имеются в контекстном меню. **Замкнутые кривые не усекаются** независимо от состояния кнопок усечения.

Дуга, изображающая скругление, отрисовывается тем стилем линии, который имеет первый из указанных объектов.

3.4.11. Непрерывный ввод объектов

Эта команда позволяет вычертить непрерывную последовательность отрезков, дуг и сплайнов (кривых Безье). Начальная точка последующего объекта автоматически устанавливается в конечную точку предыдущего.

Для вызова команды нажмите кнопку **Непрерывный ввод**.

После вызова команды на *Панели свойств*, кроме полей ввода параметров, отображаются дополнительные кнопки, позволяющие задать тип создаваемого объекта.



- ◆ отрезок по двум точкам или точке, длине и углу наклона;
- ◆ параллельный отрезок;
- ◆ перпендикулярный отрезок;
- ◆ отрезок, касательный к кривой из внешней точки;
- ◆ дуга по трем точкам;
- ◆ дуга, сопряженная с предыдущим объектом;
- ◆ кривая Безье;
- ◆ NURBS-кривая.

По умолчанию строится ломаная с вершинами в задаваемых точках.

Для того, чтобы закончить ввод последовательности объектов, не замыкая ее, и начать ввод новой последовательности, вызывают команду **Начать новый** из контекстного меню или нажимают кнопку **Новый ввод**  на *Панели свойств*.

Для того чтобы закончить ввод последовательности объектов, замкнув ее, вызовите команду **Замкнуть** из контекстного меню или нажмите кнопку **Замкнуть**  на *Панели свойств*, после этого система предложит начать ввод следующей последовательности.

Прервать ввод объектов можно, нажав клавишу <Esc> или кнопку *Прервать команду* на *Панели специального управления*.

Следует отметить, что построенная последовательность кривых не является единым объектом. Кривые будут выделяться, редактироваться и удаляться по отдельности.

3.4.12. Штриховка .

Эта команда позволяет заштриховать одну или несколько областей в текущем виде чертежа или фрагменте.

Если перед запуском команды были выделены какие-либо объекты, на экране появляется диалоговое окно с запросом, нужно ли использовать эти объекты как границы штриховки. Для подтверждения нажмите кнопку **Yes**, и система сразу же построит возможную штриховку.

После вызова команды на *Панели специального управления* отображаются несколько кнопок. Используя их, можно задавать границы штриховки различными способами.

Ручное рисование границ  . Система переходит в режим рисования границ с помощью отрезков. Требуется ввести вершины ломаной, вычерченные границы фиксируются кнопкой *Создать объект*. Затем появится штриховка области. Граница штриховки не является объектом чертежа, и после перерисовки экрана исчезает.

Обход границы по стрелке  . Необходимо последовательно выбрать составляющие границы штриховки из имеющихся на чертеже линий. В каждой точке их пересечения выбирается одно из предлагаемых системой направлений. Составленная граница фиксируется кнопкой *Создать объект*.

По умолчанию (если не была нажата какая-либо кнопка на *Панели специального управления*) ожидается ввод точки для автоматического определения границ штрихуемой области, внутри которой указана точка.

После задания границ штриховки выполняется ее предварительное построение. До фиксации штриховки можно изменить ее параметры (угол наклона, шаг), задавая нужные значения в полях *Панели свойств*.

В поле **Шаг** задается шаг штриховки, в поле **Угол** — угол, правое поле позволяет выбрать **Стиль** штриховки (металл,



стекло, дерево, бетон, жидкость и т.д.). Поле **Тип** позволяет задать штриховку всей области  или полосу вдоль границы , которая может располагаться внутри  или вне области , и ширину полосы штриховки.

Чтобы зафиксировать полученную штриховку и перейти к построению следующей, нажмите кнопку **Создать объект** на **Панели специального управления**.

Следует отметить, что штриховка выполняется только для **замкнутых контуров**, ограниченных объектами, вычерченными **основными толстыми линиями и линиями обрыва**.

Для завершения ввода штриховок нажмите клавишу <Esc> или кнопку **Прервать команду** на **Панели специального управления**.

3.4.13. Линии .

Предназначена для построения ломаных, состоящих из отрезков и дуг окружностей, положение которых может автоматически определяться системой в зависимости от указанных объектов чертежа.



Способ построения отрезка  или дуги  определяется в зависимости от базовых объектов, указания о которых система запрашивает после ввода начальной точки. По умолчанию включена кнопка **Непрерывный ввод объектов**  и строится последовательность объектов, для построения одиночных объектов, кнопка выключается. Для задания новой последовательности используется кнопка **Новый ввод** .

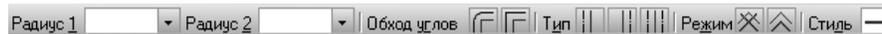
3.4.14. Эквидистанта.

На расширенной панели команд имеется две модификации:

-  ◆ эквидистанта к объекту;
-  ◆ эквидистанта по стрелке.

Команда Эквидистанта к объекту позволяет построить

эквидистанту к геометрическому объекту. Для вычерчивания эквидистанты нужно указать курсором базовый объект. При неверном выборе следует нажать кнопку *Выбор объекта*  на *Панели специального управления*, а затем заново указать объект.



На *Панели свойств* вводится расстояние от базового объекта до эквидистанты, так называемый радиус эквидистанты. Можно задать скругление углов эквидистанты, отрисовывать эквидистанту слева, справа или с обеих сторон от базового объекта, удалять или нет вырожденные участки эквидистанты:

-  — скругление углов,
-  — отсутствие скругления,
-  — эквидистанта слева,
-  — эквидистанта справа,
-  — эквидистанты с обеих сторон,
-  — вырожденные участки удалять,
-  — вырожденные участки не удалять.

В случае скругления углов эквидистанты радиус скругления равен указанному **Радис 1** 10.0 на *Панели свойств*.

Для фиксации построенной эквидистанты следует нажать кнопку *Создать объект*.

Эквидистанта по стрелке. Эта команда позволяет построить эквидистанту, последовательно обходя пересекающиеся между собой геометрические элементы. Вначале необходимо указать курсором точку вблизи геометрического элемента, с которого следует начинать обход.

На экране появится фантомное изображение первого участка эквидистанты, а также стрелка выбора направления дальнейшего движения. Для перебора возможных направлений обхода от текущего узла нажимайте клавишу <Пробел>. Подтвердить выбор направления для дальнейшего обхода элементов можно, нажав клавишу <Enter>.

На *Панели специального управления* находится несколько кнопок, которые помогают выбрать направление обхода, а также перемещаться по сегментам.

Для фиксации построенной эквидистанты следует нажать кнопку *Создать объект*.

3.4.15. Собрать контур .

Эта команда позволяет создать единый объект типа контур, последовательно обходя пересекающиеся между собой геометрические элементы.

Для создания контура следует указать точку возле первого элемента, включаемого в контур, появится фантомное изображение первого участка и стрелка выбора направления дальнейшего движения. Выбор направления движения и его фиксация выполняется аналогично функции *Эквидистанта по стрелке*.

Фиксация собранного контура осуществляется кнопкой *Создать объект*.

Вопросы для самопроверки

1. Для чего предназначены виды и слои в системе КОМПАС?
2. Можно ли в системном виде создать чертеж в масштабе 2,5:1?
3. Сколько видов необходимо создать для выполнения чертежа, содержащего главный вид и вид слева в масштабе 2:1 и выносной элемент в масштабе 5:1?
4. В какой вид помещается вновь созданный объект?
5. Где расположены функции геометрических построений?
6. В каких случаях используются вспомогательные прямые?
7. Как построить окружность, радиус которой определяется расстоянием между двумя точками, заданными на чертеже?
8. Какие средства позволяют управлять усечением объектов, срезанных фаской или скругленных заданным радиусом?
9. Какими типами линий может быть ограничена штриховка? Как задать ее контур?

4. Редактирование объектов

При разработке конструкций изделий в документацию приходится вносить изменения, которые могут частично или полностью изменить внешний вид детали или узла. Поэтому наряду со средствами создания геометрических объектов и оформления чертежа важной частью любой графической системы является наличие в ней развитых средств редактирования, позволяющих быстро внести изменения в разрабатываемый документ.

Другой областью применения средств редактирования является проектирование по образцу. Приступая к проектированию детали или узла, конструктор ищет более или менее близкие им аналоги в ранее разработанных изделиях. При компьютерном проектировании этот прием позволяет в несколько раз сократить время разработки. Вместо вычерчивания детали с самого начала гораздо эффективнее взять ранее разработанный чертеж, внести в него необходимые изменения и сохранить его под новым именем.

4.1. Средства редактирования

В КОМПАС-3D существуют четыре основных способа редактирования объектов:

- ◆ простым перемещением (с помощью мыши);
- ◆ с помощью изменения положения управляющих узелков;
- ◆ путем изменения параметров;
- ◆ отмена предыдущих действий;
- ◆ с помощью команд страницы **Редактирование Инструментальной панели**.

4.1.1. Способ простого перемещения объектов при помощи мыши является универсальным и может быть использован при перемещении любых объектов, когда требования к точности размещения объектов невысоки. Для того, чтобы выполнить простое перемещения объектов чертежа, следует выделить редактируемые объекты с помощью команды **Выделить** или просто мышью, а затем, переместив мышь на выделенные объекты и нажав левую клавишу, перетащить мышь по экрану в нужное место, не отпуская клавиши. Выделенные объекты переместятся вслед за мышью и останутся в том месте, где была отпущена левая клавиша мыши.

4.1.2. Редактирование объектов с помощью управляющих узелков широко распространено, поскольку позволяет легко изменить конфигурацию или положение объекта.

Для редактирования следует выделить объект щелчком мыши, при этом появятся управляющие узелки, изображаемые на экране зачерненными квадратами. Затем необходимо переместить курсор к редактируемому узелку, курсор примет форму четырехсторонней стрелки. При нажатой левой клавише переместить узелок в требуемое место.

Этим методом удобно вытягивать осевые линии, так чтобы они выходили за контур изображения. Для достижения требуемой точности при перемещении узелков этот метод следует применять в сочетании с глобальными привязками. Сохранить вертикальную или горизонтальную ориентацию линии позволяет режим **Ортогональность** или привязка **Выравнивание**.

4.1.3. Для изменения параметров существующего объекта следует выделить его двойным щелчком мыши. В этом случае объект подсвечивается сиреневым цветом, и в строке параметров появляются поля, отображающие текущие параметры объекта. Строка параметров имеет такой же вид, как при создании объекта. Необходимо ввести новые значения изменяемых параметров, при этом изображение на экране отобразит введенные изменения. Зафиксировать изменения следует кнопкой **Создать объект**.

4.1.4. Отмена выполненных действий. В процессе работы над чертежом неизбежно совершаются ошибки. С помощью кнопки **Отменить** на **Панели управления** можно отменить результат



Отменить Повторить

выполнения любой команды, в частности, восстановить удаленные объекты. Если несколько раз щелкнуть мышью на кнопке **Отменить**, то можно увидеть, как последовательно будут отменяться выполненные команды, в порядке, обратном порядку их выполнения.

Для восстановления отмененной команды нажмите кнопку **Повторить** на **Панели управления**.

Система запоминает определенное количество команд, которые можно отменять или повторять. Этот системный параметр называется **Количеством шагов назад**. Можно изменить значение этого параметра (по умолчанию этот параметр задан равным 30), для этого следует выполнить команду **Сервис ► Параметры ► Система ►**

Графический редактор ► Редактирование ► Отмена. И далее в поле *Количество шагов назад* можно задать желаемое значение. Большое количество отменяемых операций приводит к дополнительному расходу ресурсов системы и замедляет работу системы.

4.2. Выделение объектов

Выделение объектов связано с их последующим редактированием. С помощью выделения указывается, какие именно объекты должны быть подвергнуты процедуре редактирования.

Простейшим способом выделения объекта является простой щелчок мыши на объекте в любой его точке. Выделенный объект подсвечивается зеленым цветом. При щелчке на новом объекте выделение предыдущего автоматически отменяется.

Выделение нескольких объектов производится последовательными щелчками на объектах при нажатой клавише <Shift> или <Ctrl>. В этом случае щелчок мыши работает как переключатель. Если объект не был выделен, после щелчка он выделяется. Если был выделен — после щелчка выделение отменяется. Если нажать левую клавишу мыши и переместить мышь по экрану, то выделяются все объекты, попавшие в прямоугольную рамку.

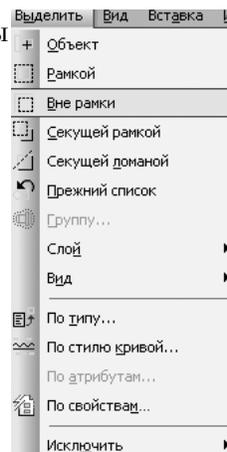
Отмена выделения объекта или группы объектов осуществляется щелчком мыши в любом свободном месте документа. Объекты восстанавливают свой цвет.

В более сложных случаях используются специальные команды из меню **Выделить** в *Главном меню* или *Инструментальная панель Выделение*.



Команды **Выделения** перечислены слева направо сверху вниз:

- ◆ по свойствам;
- ◆ все;
- ◆ объект указанием;
- ◆ слой указанием;
- ◆ вид указанием;
- ◆ рамкой;
- ◆ вне рамки;
- ◆ секущей рамкой;
- ◆ секущей ломаной;
- ◆ прежний список;
- ◆ по типу;



- ◆ по стилю кривой;
- ◆ группу.

4.2.1. Выделить все . Выделяются все объекты, построенные на чертеже. Элементы оформления, такие как рамка чертежа, основная надпись, а также ее содержимое, созданное пользователем, редактированию не подлежат и, соответственно, не выделяются.

4.2.2. Выделить объект . Предназначена для выделения геометрических элементов, созданных как единый объект, например, правильный многоугольник, вычерченный командой *Правильный многоугольник*.

Использование кнопки **Выделить объект** позволяет выделять объекты указанием мышью. Указание последующего объекта не снимает выделения с предыдущих, объект добавляется в группу выбора. Повторное указание на объект также не снимает его выделения.

Для удаления объекта из группы выбора следует раскрыть расширенную панель команды *Выделить объект* и появится команда **Исключить объект**, представленная такой же пиктограммой, только красного, а не зеленого цвета. Указание мыши на выделенном объекте удаляет его из группы выбора.

4.2.3. Выделить слой указанием . Эта команда позволяет выделить слой указанием объекта, расположенного в этом слое. Все объекты, лежащие в выбранном слое, будут выделены. Для снятия выделения следует обратиться к команде **Исключить слой указанием**, расположенной на расширенной панели команд.

4.2.4. Выделить вид указанием . Указанием в любом месте зоны, занимаемой видом, можно выделить вид как целостный объект с собственной системой координат. При этом не только графические элементы вида меняют цвет на зеленый, но и область, занимаемая видом, заключается в зеленый прямоугольник, вычерчиваемый утолщенной линией. Если области, занимаемые различными видами, накладываются одна на другую, то щелчок мышью выделяет все виды, содержащие эту область. Для выделения одного вида можно исключить избыточные виды, выбрав команду **Исключить вид указанием**.

4.2.5. Выделить рамкой . На запросы системы **Укажите начальную точку прямоугольника** и **Укажите конечную точку прямоугольника** следует задать концы диагонали прямоуголь-

ника, охватывающего элементы, подлежащие выделению. Все объекты, **полностью** попавшие в заданную прямоугольную рамку, будут выделены. Можно задавать любое число рамок. Не имеет значения, какую из четырех вершин рамки выбора указывать в качестве начальной. Однако формирование рамки удобнее начинать с той точки, где нет других объектов чертежа. В противном случае можно ошибочно выделить объекты. Вторая команда расширенной панели позволяет **Исключить рамкой** объекты из группы выбора.

4.2.6. Выделить вне рамки . Аналогична предыдущей команде, только в группу выбора попадают объекты, полностью расположенные вне прямоугольной рамки. Вторая команда расширенной панели позволяет **Исключить рамкой** лишние объекты из группы выбора указанием концов диагонали прямоугольной рамки.

4.2.7. Выделить секущей ломаной . Если объекты, подлежащие выделению, расположены разрозненно или перемежаются с другими, то удобно пользоваться выделением *секущей ломаной*. В этом случае выделяются объекты, которые пересекла проведенная ломаная линия. После запуска команды следует ввести вершины ломаной линии. Вторая команда на расширенной панели позволяет **Исключить секущей ломаной**.

4.2.8. Выделить секущей рамкой . Эта команда позволяет выделить объекты, расположенные внутри прямоугольной рамки, а также пересекающие границу рамки. Вторая команда на расширенной панели позволяет **Исключить секущей рамкой**.

4.2.9. Выделить прежний список . Если ранее уже выполнялось выделение объектов, а затем вновь требуется выделить те же объекты, то используется команда *Выделить прежний список*. Система хранит в памяти последний из списков выделения. Вторая команда на расширенной панели позволяет **Исключить прежний список**, что также может найти применение.

4.2.10. Выделить по типу . При выборе этой команды раскрывается список типов объектов, имеющихся на данном чертеже. Из них следует выбрать желаемые. Все объекта выбранных типов будут выделены. Вторая команда на расширенной панели позволяет **Исключить по типу**.

4.2.11. Выделить по стилю кривой . Эта команда позволяет выделить объекты по типу линий. Появляется окно, в котором

представлены использованные на чертеже типы линий, и предлагается выбрать один или несколько типов.

4.2.12. Выделить по свойствам . Эта команда позволяет выделить объекты по набору параметров, исключить объекты из группы выбора по набору параметров, а также инвертировать выделение. Появляется окно, в котором представлены использованные на чертеже типы объектов, и предлагается задать их свойства.

4.3. Удаление объектов

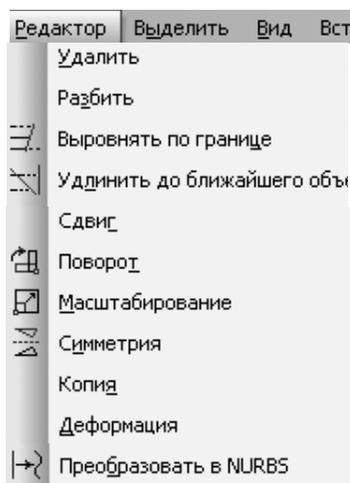
Простейшая команда редактирования — это удаление объектов.

Для удаления объектов, ошибочно созданных или использованных для построения основных объектов чертежа и утративших свое значение, их, прежде всего, выделяют одним из способов. Выделенные объекты можно удалить следующим образом:

- ◆ нажав клавишу <Delete> на клавиатуре;
- ◆ выполнив команду *Строки меню Удалить ► Выделенные объекты*;
- ◆ воспользовавшись кнопкой **Удалить выделенные объекты** на *Панели управления* (по умолчанию кнопка отсутствует).

4.4. Команды Редактирования

Команды редактирования сосредоточены в *Главном меню* в меню **Редактор** и вынесены на страницу *Редактирование* , которая содержит следующие команды:

	<ul style="list-style-type: none">◆ сдвиг;◆ поворот;◆ масштабирование;◆ симметрия;◆ копирование;◆ деформация;◆ усечь кривую;◆ разбить кривую;◆ собрать контур;◆ эквидистанта к кривой;◆ очистить область;◆ преобразовать объект или текст в NURBS-кривые.	
-------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------

4.4.1. Сдвиг . Операция **Сдвига** позволяет переместить выделенные объекты в другое место чертежа. Система запрашивает базовую и конечную точки перемещения или координаты вектора сдвига. На расширенной панели представлена команда сдвига по углу и расстоянию.

На *Панели свойств* следует задать исходные данные и установить значение поля **Режим**:



— исходные объекты сохранить;



— исходные объекты удалить.

4.4.2. Поворот . Операция **Поворот** позволяет повернуть выделенные объекты на заданный угол. На *Панели свойств* или курсором следует указать центр и угол поворота. Вместо явного задания угла можно задать исходное и конечное положение точки, связанной с поворачиваемыми объектами. На *Панели свойств* имеется поле *Режим*.

4.4.3. Масштабирование . Операция **Масштабирование** позволяет изменить реальные размеры геометрических объектов. Для выполнения этой функции следует предварительно выделить объекты, подвергаемые масштабированию, и обратиться к команде *масштабирования*. Затем задать курсором или на *Панели свойств* центр масштабирования и коэффициенты масштабирования по осям ОХ и ОУ отдельно (они могут совпадать или не совпадать). Результат масштабирования зависит как от этих коэффициентов, так и от выбора центра масштабирования.

На *Панели свойств* имеется поле *Режим*.

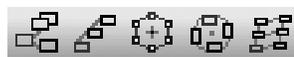
4.4.4. Симметрия . Эта функция позволяет построить геометрические объекты, симметричные выделенным относительно выбранной оси симметрии. Предварительно выделяются объекты, затем активизируется функция *симметрия*, и курсором или на *Панели свойств* координатами задаются две точки на оси симметрии. Причем прямая, проходящая через две заданные точки, может не проводиться. Можно многократно выбирать новые оси симметрии для выделенных объектов. Чтобы использовать в качестве оси симметрии начерченный ранее отрезок или прямую, следует нажать кнопку **Выбор базового объекта**  на *Панели*

специального управления, а затем указать курсором нужный элемент.

Аналогично предыдущим операциям задается сохранение или удаление исходных объектов.

4.4.5. Копирование. С помощью этой функции можно создавать копии выделенных геометрических объектов. При этом копии могут быть как одиночными, так и в виде упорядоченных массивов. Расширенная панель команды содержит пять функций:

- ◆ одиночное копирование объектов;
- ◆ копирование по кривой;
- ◆ копирование по окружности;
- ◆ копирование по концентрической сетке;
- ◆ копирование по сетке.



Одиночное копирование. Для выполнения преобразования **копирования** выделенных объектов необходимо ввести базовую точку. Затем следует указать новое положение базовой точки или вместо двух точек — координаты вектора сдвига. Система ожидает многократного ввода нового положения базовой точки, т.е. рассчитана на многократное копирование объектов. При каждой вставке можно менять угол поворота и масштаб копируемых объектов . Остановить процесс и завершить выполнение команды можно кнопкой *Панели специального управления.*

Копирование по кривой. Эта функция позволяет создать массив копий выделенных объектов, расположенных вдоль произвольной кривой. Система запрашивает базовую точку $T1$ выделенных объектов, а затем кривую, вдоль которой следует располагать объекты, и начальную точку $T2$ копирования. Ранее необходимо задать значения следующих параметров.



Шаг задает расстояние между точками привязки объектов по дуге кривой линии. Базовая точка $T1$ первого объекта помещается в начальную точку $T2$ кривой.

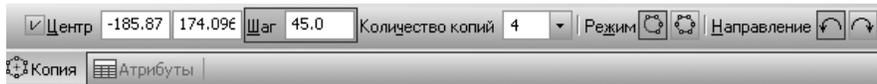
Количество копий указывает количество создаваемых объектов. Значение этого параметра можно выбрать из списка.

Последующие поля позволяют конкретизировать параметры функции:

-  — задан шаг между ближайшими копиями,
-  — задан шаг между первой и последней копией,
-  — сохранение ориентации объекта при копировании,
-  — расположение копий по касательной к направляющей кривой.

Кнопка   позволяет задавать направление копирования по часовой или против часовой стрелки.

Копирование по окружности. Эта функция позволяет расположить множество копий выделенных объектов равномерно по окружности или ее дуге, причем построения самой окружности не требуется. Для выделенных объектов курсором или с клавиатуры на *Панели свойств* задается центр окружности.



Также следует указать количество копий объектов и направление копирования. Поле **Режим** имеет два состояния:

-  — объекты располагаются по дуге с заданным шагом,
-  — объекты располагаются равномерно по окружности.

Исходное положение объектов является первым элементом полярного массива, а радиус определяется расстоянием от заданного элемента до выбранной точки — центра окружности. Объекты всегда ориентируются по радиальному направлению.

Копирование по концентрической сетке. Эта функция позволяет создавать двумерный массив элементов, задавая количество элементов N_1 в радиальном  и N_2 кольцевом  направлениях. Для задания параметров следует выбрать вкладку **Параметры** *Панели свойств*.

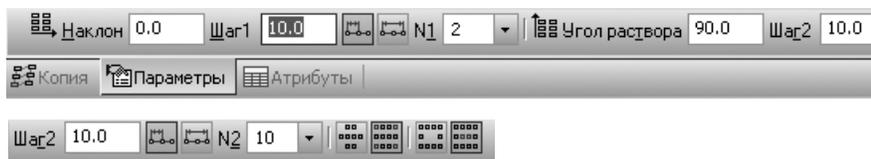


Введенное значение шага может задавать расстояние между соседними копиями  или первой и последней копией .

Исходные объекты могут вычерчиваться  или не вычерчиваться  в центре.

Копии объекта могут поворачиваться  или нет  по радиальному направлению.

Копирование по сетке. Эта функция позволяет построить прямоугольные или косоугольные двумерные массивы элементов, расположенных по двум указанным направлениям. Для задания параметров следует выбрать вкладку **Панели свойств**, где указываются параметры первой  и второй  осей, задающих направление строк и столбцов элемента массива.



Разнообразить виды создаваемых массивов элементов можно за счет сохранения  или удаления копий в углах сетки  либо внутри сетки . Удалить указанные копии можно, если их количество по каждому направлению не меньше 3.

4.4.6. Деформация. Команда **Деформация** является одним из самых мощных средств редактирования чертежей, позволяющих легко изменять геометрию детали. Особенность данной команды заключается в том, что она не требует предварительного выделения объектов, подлежащих деформации. После активизации команды следует последовательно указать вершины габаритного прямоугольника, захватывающего деформируемую область (она будет подсвечена).

В случае неудачного выбора объектов, подлежащих деформации, следует нажать кнопку **Выделить новой рамкой**  на *Панели специального управления*, а затем указать курсором габаритные точки прямоугольника. Для отмены выделения ошибочно выбранного объекта или для указания дополнительного объекта необходимо нажать кнопку **Исключить/добавить объект**  на *Панели специального управления*, а затем указать объекты.

Принцип работы команды деформации состоит в следующем. Все объекты, полностью попавшие в рамку выбора, изменят свое положение в соответствии с параметрами преобразования. Объекты, частично попавшие в рамку выбора, изменят положение характерных точек, попавших в рамку выбора. Объекты, не попавшие в рамку, не участвуют в процессе деформации. Следует обратить внимание на то, что одновременно с изменением геометрии система может изменить и *Размеры*. Они подвергнутся деформации, если их характерные точки окажутся внутри рамки.

На расширенной панели команды **Деформации** расположены три модификации команды:

- ◆ деформация сдвигом;
- ◆ деформация поворотом;
- ◆ деформация масштабированием.



Для **деформации сдвигом**  следует задать величину сдвига в полях **СдвигХ** и **СдвигУ** на *Панели свойств*. После этого система выполнит перестроение выделенных геометрических объектов.

Отказаться от выполнения деформации можно, нажав клавишу <Esc> на клавиатуре или кнопку  на *Панели специального управления*, или команду *Прервать команду* из *Контекстного меню*.

В некоторых ситуациях неизвестна величина сдвига по осям, но известно положение характерных точек. В таких случаях задают базовую точку и ее новое положение. После фиксации нового положения базовой точки выделенные геометрические объекты будут перестроены.

Остальные модификации команды работают аналогично.

4.4.7. Усечь кривую. При редактировании чертежа часто возникает необходимость удалить часть элемента. Система позволяет легко удалить любую часть геометрического объекта, усечая его по точкам пересечения с другими объектами, по двум точкам на объекте, по произвольной границе и т.д.

Команда **усечения** имеет расширенную панель, содержащую четыре модификации команды:

- ◆ усечь кривую;
- ◆ усечь кривую двумя точками;



- ◆ выровнять по границе;
- ◆ продлить до ближайшего объекта;
- ◆ удалить фаску/скругление.

Команда **Усечь кривую**  позволяет удалить часть объекта. В строке сообщений появляется запрос **Укажите участок кривой**, который нужно удалить. Необходимо указать курсором удаляемую область элемента. Удаляется часть объекта между ближайшими точками пересечения. Нет необходимости точно указывать точку на объекте, тем более выполнять операции привязки. Достаточно захватить мишенью любой участок на объекте в той части, которая подвергается усечению.

Усечь кривую двумя точками . Данная команда имеет преимущество перед предыдущей в тех случаях, когда редактируемая кривая имеет большое число точек пересечения, и удаляемый участок не ограничен ближайшими из них. В ответ на запрос системы **Укажите кривую для операции** следует щелкнуть мышью в любом месте редактируемой кривой. Кривая выделится цветом (красный). В ответ на запрос системы **Укажите начальную точку участка** следует поместить курсор в первую точку удаляемого участка (здесь можно воспользоваться любыми привязками, в частности точка на кривой) и щелкнуть мышью. В ответ на запрос системы **Укажите конечную точку участка** следует поместить курсор в последнюю точку удаляемого участка и щелкнуть мышью. Часть кривой между точками будет удалена. Если кривая замкнута, то система выдает дополнительный запрос **Укажите точку внутри участка**, в ответ на который следует щелкнуть мышью в любой точке удаляемого участка.

Выровнять по границе . Данная команда позволяет выровнять один или несколько элементов по границе, в качестве которой выбирается другой объект. Система вначале выдает запрос **Укажите кривую — границу для выравнивания**, в ответ на который следует мышью щелкнуть на границе выравнивания. Затем, в ответ на запрос **Укажите кривую, которую нужно выровнять**, следует последовательно указать линии, которые необходимо продлить или обрезать по границе. Корректируются длины отрезков, дуг окружностей и эллипсов. Если кривая пересекает границу, то сохраняется тот ее участок, на который был помещен курсор при указании.

Удлинение до ближайшего объекта . Эта команда позволяет продлить отрезок, дугу окружности или эллипса до ближайшей точки его пересечения с другим объектом. При этом учитываются пересечения с геометрическими примитивами, осями, с линиями обрыва. Удлинение объекта происходит от той его конечной точки, ближе к которой находится курсор при выборе объекта.

Удалить фаску/скругление . Эта команда позволяет восстановить объекты в первоначальном виде, если выполненная фаска или скругление оказались лишними. Это действие можно выполнить после любого количества операций, совершенных после скругления угла или срезания фаски. В ответ на запрос системы **Укажите скругление или фаску для удаления** следует щелкнуть мышью на фаске или скруглении, объекты будут приведены к первоначальному виду.

4.4.8. Разбить кривую. Эта команда позволяет разбить один объект на два или несколько. Команда имеет две модификации:

- ◆ разбить кривую;
- ◆ разбить кривую на *n* равных частей.



Разбить кривую . В ответ на запрос системы **Укажите кривую для разбиения** следует мышью щелкнуть на выбранной кривой. Вторым будет запрос **Укажите точку на кривой**. В случае замкнутой кривой появляется запрос на вторую точку кривой. В ответ на эти запросы указывают точки разбиения кривой. Следует обратить внимание на то, что после выполнения этой команды на экране не появляются видимые изменения объектов. Изменения можно наблюдать при выделении объектов: при каждом указании будет выделяться лишь одна из частей, на которые разбита кривая.

Разбить кривую на *n* частей . Эта команда позволяет разбить кривую на *n* равных частей. Следует указать разбиваемую кривую, а для замкнутой кривой также начальную точку разбиения. В результате действия команды линия будет состоять из указанного на *Панели свойств* количества отдельных элементов. Например, если мы разобьем окружность на 20 частей, то в результате действия команды окружность будет состоять из 20 дуг по 18 градусов. Это будет видно при выделении объектов.

4.4.9. Очистить область . Эта команда позволяет удалять объекты, находящиеся внутри выбранной области чертежа или фрагмента. По умолчанию система ожидает указания замкнутого контура (сплайна, окружности, прямоугольника, многоугольника и т.д.) в качестве границы области. Однако с помощью *Панели специального управления* можно различными способами задавать границу области ( — режим ручного рисования границ,  — режим обхода границы по стрелке).

Поле **Режим Панели свойств** позволяет выбрать область удаления внутри границы  или вне ее . Когда граница области и режим удаления заданы, следует *Создать объект*.

Следует заметить, что после применения команды вначале может исчезнуть ряд объектов. Изображение восстанавливается при перерисовке экрана.

4.4.10. Преобразовать в NURBS-кривую . Можно выполнить преобразование любого геометрического объекта или текста, написанного True-Туре-шрифтом, в NURBS-кривую или контур, состоящий из нескольких NURBS-кривых. Такое преобразование может использоваться для последующего гибкого редактирования объекта путем перемещения его характерных точек.

Для выполнения преобразования следует последовательно указывать объекты. После выполнения преобразования исходные объекты не удаляются. Для текстов в кривые преобразуются контуры букв.

Вопросы для самопроверки

1. Какие средства редактирования предоставляет система КОМПАС?
2. Что следует выполнить прежде, чем сдвигать или копировать объекты чертежа?
3. Какие массивы объектов позволяет создать система?
4. Как удалить часть объекта?
5. Какие преимущества при последующей работе с чертежом дает команда создания фаски?
6. Как позволяет управлять процессом редактирования опция *Режим* — исходные объекты?

5. Элементы оформления чертежей

5.1. Нанесение размеров

Система КОМПАС-3D поддерживает все предусмотренные ЕСКД виды размеров: линейные, диаметральные, угловые и радиальные. Эти средства расположены в меню **Инструменты** ► **Размеры** а кнопки вызова команд на панели **Размеры**

По умолчанию система автоматически вписывает в размерную надпись значение качества и предельных отклонений. Если этого не требуется, то следует изменить настройки системы. **Сервис** ► **Параметры** ► **Текущий чертеж(фрагмент)** ► **Размеры** ► **Допуски и предельные значения** ► **Параметры допусков и предельных значений** ► **Вписывать в надпись**. В полях *Допуски* и *Отклонения* убрать флажки.



На панели *Размеры* представлены следующие команды:

- ◆ авторазмер;
- ◆ линейный размер;
- ◆ диаметальный размер;
- ◆ радиальный размер;
- ◆ угловой размер;
- ◆ размер дуги;
- ◆ размер высоты.

5.1.1. Линейный размер. Команда **Линейный размер** имеет расширенную панель, содержащую шесть модификаций:

- ◆ простой линейный размер;
- ◆ линейный размер от общей базы;
- ◆ линейный цепной;
- ◆ линейный с общей размерной линией;
- ◆ линейный размер с обрывом;
- ◆ линейный размер от отрезка до точки.



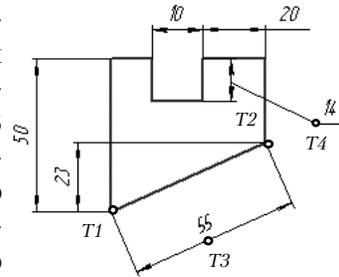
Простой линейный размер . Данная команда позволяет ввести один или несколько линейных размеров. При активизации этой команды на *Панели свойств* отображаются различные поля и кнопки, с помощью которых можно вводить характерные точки размера, управлять его ориентацией и содержанием размерной надписи.

На *Панели специального управления* расположены две

дополнительные кнопки **Наклонить размер** и **Выбор базового объекта** позволяющие изменять индивидуальную настройку создаваемого размера.



По умолчанию система ожидает ввода двух точек $T1$ и $T2$ привязки выносных линий и точки $T3$ местоположения размерной линии. Размерная линия проводится параллельно отрезку $T1T2$. Размерное число, равное расстоянию между точками $T1$ и $T2$, будет размещено в середине размерной линии или на ее продолжении, в зависимости от места указания $T3$. В момент определения положения размерной линии можно выбрать одно из трех стандартных положений размерной надписи (в середине (размер 55), справа (размер 20) и слева от размерной линии).



Параметр **Тип** позволяет выбрать горизонтальное , вертикальное  или наклонное  (параллельно отрезку $T1T2$) положение размерной линии (для точек $T1$ и $T2$ размеры 23 и 55).

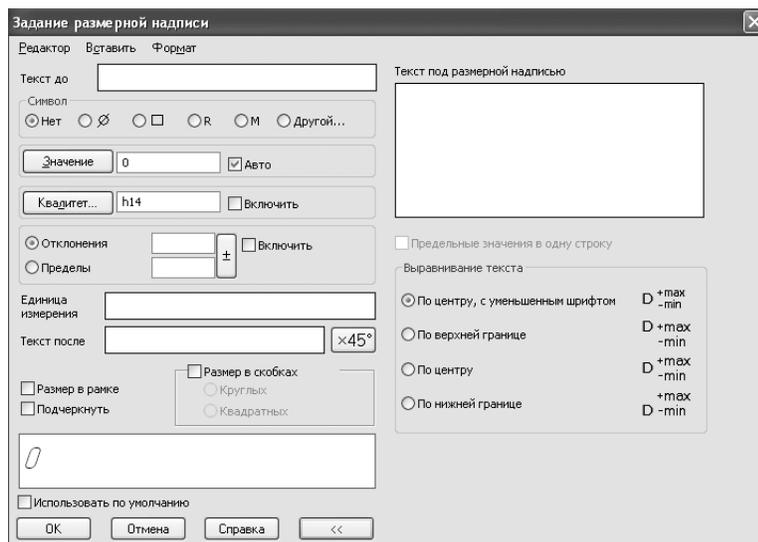
Если базовые точки принадлежат одному объекту (отрезку или дуге), удобнее воспользоваться автоматической привязкой размера к граничным точкам объекта с помощью кнопки **Выбор базового объекта** .

При нанесении линейных размеров система автоматически генерирует размерную надпись с параметрами по умолчанию. Однако можно управлять содержимым размерной надписи или полностью ввести ее самостоятельно.

Для вызова диалога ввода и редактирования размерной надписи следует до фиксации размера щелкнуть мышью в поле **Текст**. Появится диалоговое окно. Это же окно можно активизировать с помощью команды **Текст надписи** из *контекстного меню*.

В диалоговом окне можно:

— ввести текст, расположенный перед размерной надписью, например, 4 отв.;



– задать символ, расположенный перед размерным числом, например \emptyset , “R”, “M” и др.;

– отредактировать значение размерного числа в поле **Значение** (если нажать кнопку **Значение**, то откроется таблица значений нормальных длин в зависимости от качества обработки поверхностей – шероховатостей);

– можно сверить с таблицами рекомендованных значений и задать квалитеты;

– если требуется задать размер фаски типа 2x45°, то в поле **Текст после** следует нажать кнопку x45°;

– в окне просмотра можно увидеть вид размерной надписи;

– кнопка >> позволяет открыть вторую страницу диалогового окна, где можно ввести **текст**, идущий второй и последующими строками **под размерной надписью**;

– с помощью команд **Вставить** можно вставить в размерную надпись *Дробь*, *Индекс*, *Над/Подстрока*, *Спецзнак*, *Символ*, *Текст*;

– с помощью команды **Редактор** можно *Отменить*, *Повторить*;

– команда **Формат** позволяет задать параметры шрифта размерной надписи (*Шрифт*, *Абзац*, *Стиль текста*).

Вторая вкладка  **Панели свойств** позволяет изменять параметры размера. С ее помощью можно выполнить инди-

Линейный размер с обрывом . Для нанесения этого типа размера необходимо указать отрезок от которого следует провести размерную линию, *ввести значение размерного числа* и указать местоположение размерной линии и ее длину.

Линейный размер от общей базы . Особенность этого размера состоит в том, что следует указать общую для группы размеров точку как первую точку привязки *T1*. Далее задаются только точки *T2* и *T3* для каждого размера из группы. Выносные линии продливаются автоматически до требуемой длины.

Цепной линейный размер . Аналогично *линейному размеру от базы* этот вид размеров позволяет избежать избыточного проведения выносных линий. После указания точек *T1*, *T2* и *T3* для первого размера следует задавать только точки *T2* для каждого последующего. Размерные линии будут расположены на одной прямой, числа размещены подобно первому.

Линейный размер от отрезка до точки . Выносные линии проводятся параллельно указанному отрезку, размерная — перпендикулярно, что позволяет использовать этот размер не только для простановки расстояния от точки до отрезка, но и между параллельными отрезками. Точка *T2* задается в заданной точке, а *T1* — в ближайшем к ней конце отрезка.

5.1.2. Диаметральные размеры . Данная команда позволяет ввести один или несколько диаметральных размеров. Для ее вызова необходимо нажать кнопку **Диаметральный размер** на *панели* или выбрать из меню *Инструменты*.

Следует указать курсором базовую окружность или дугу, а затем зафиксировать положение размерной надписи.

Управление текстом размерной надписи и параметрами размера выполняется аналогично простому линейному размеру.



Переключатель **Тип** управляет способом отрисовки диаметрального размера:

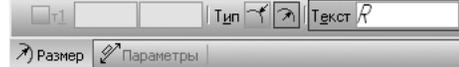
-  — полный размер,
-  — размер с обрывом.

5.1.3. Радиальные размеры . Команда **Радиальные размеры** позволяет нанести один или несколько радиальных размеров. Для этого необходимо указать базовую окружность или дугу, а затем – положение размерной надписи.

Команда имеет две модификации:

- ◆ радиальный размер; 
- ◆ радиальный размер с изломом.

Настройка параметров радиальных размеров выполняется аналогично настройке размеров других типов.



Переключатель **Тип** управляет способом отрисовки радиального размера:

-  – размер наносится от центра окружности / дуги;
-  – размер наносится не от центра, длина размерной линии определяется положением размерного числа.

По умолчанию система выполняет построение радиальных размеров от центра дуги или окружности.

5.1.4. Угловые размеры . Команда **Угловые размеры** имеет пять модификаций:

- ◆ угловой размер; 
- ◆ угловой размер от общей базы; 
- ◆ угловой цепной размер; 
- ◆ угловой размер с общей размерной линией; 
- ◆ угловой размер с обрывом.

Для нанесения углового размера между двумя отрезками, следует на запросы системы последовательно указать отрезки. При перемещении курсора будет виден строящийся фантом углового размера. В этот момент система ожидает ввода точки на размерной линии. После ввода точки размер будет построен, при этом система автоматически определит значение угла и поместит его в размерный текст, добавив значки градусов, минут и секунд.

При активизации команды отображаются поля и кнопки, с помощью которых можно управлять его ориентацией и содержанием размерной надписи.

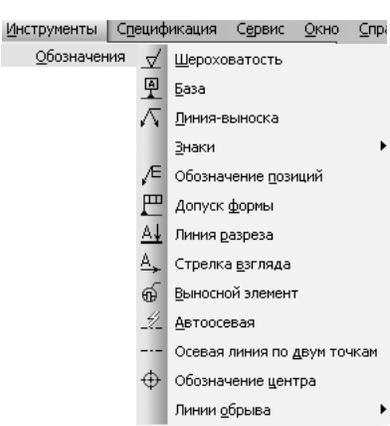


Переключатель **Тип** позволяет выбрать острый, тупой или больший развернутого угол, из углов, образованных заданными отрезками.

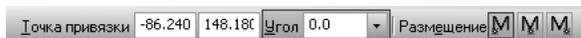
-  — острый угол,
-  — тупой угол,
-  — угол, больший развернутого.

5.2. Технологические обозначения

Система позволяет выполнить регламентированные стандартами технологические обозначения. Функции расположены в меню **Инструменты**, а соответствующие кнопки — на панели **Обозначения**

 ◆ ввод текста;  ◆ ввод таблицы;  ◆ шероховатость;  ◆ база;  ◆ линия-выноска;  ◆ обозначение позиций  ◆ допуск формы;  ◆ линия разреза;  ◆ стрелка взгляда;  ◆ выносной элемент;  ◆ осевая по двум точкам;  ◆ автоосевая;  ◆ обозначение центра;  ◆ волнистая линия.	
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

5.2.1. Ввод текста . Команда **Текст** позволяет ввести одну или несколько текстовых надписей на поле чертежа. Имеется в виду именно область документа, предназначенная для черчения. Основная надпись и технические требования оформляются с помощью специальных команд. Каждая надпись может состоять из произвольного числа строк. Строки могут располагаться под углом.



Перед вводом текста следует указать угол строк текста и положение его точки привязки. Переключатель **Размещение** позволяет выполнить привязку:

-  — к левому краю,

-  — к середине строки,
-  — к правому краю.

Затем в открывшейся рамке ввода вводят нужное количество строк текста, заканчивая набор каждой из них нажатием клавиши <Enter>.

После указания точки привязки система переключается в режим работы с текстом. При этом изменяется содержание *Главного меню* и *Панели свойств*.



Панель свойств содержит две вкладки: **Формат** и **Вставка**. Эти же функции добавляются в *Главное меню*. Функция *Формат* позволяет управлять в широких пределах формой представления текста.

Список  позволяет задать стиль текста, обладающий рядом параметров, заданных по умолчанию для каждого стиля.

Список  позволяет задать гарнитуру шрифта.

Список  позволяет выбрать высоту в мм шрифта из регламентированного ГОСТ 2.304-81 ряда или ввести с клавиатуры.

Список  допускает использование сужения шрифта в сравнении со стандартными значениями ширины, если для надписи недостаточно места.

Значение  указывает межстрочный интервал в мм.

Переключатель  позволяет использование курсивного (наклонного), полужирного и подчеркнутого шрифта.

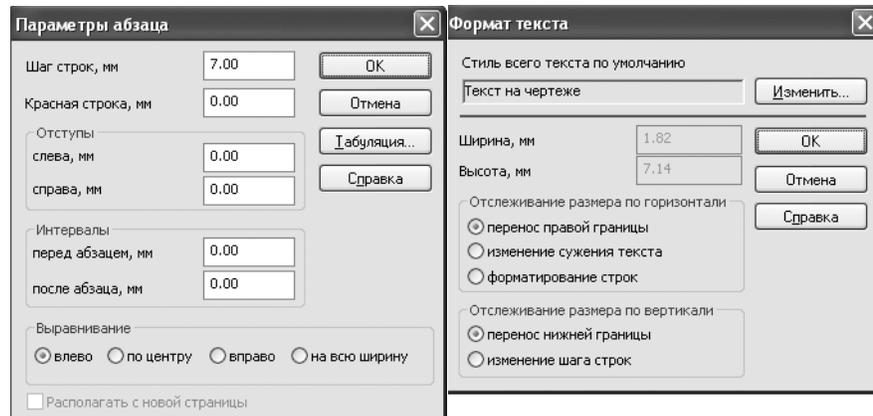
Список  позволяет выбрать цвет надписи.

Окно  отображает внешний вид шрифта с учетом заданных параметров.

Переключатель  позволяет в пределах текстового блока задать выравнивание текста: по левому краю , по центру , по правому краю , по ширине .

Кнопка  открывает диалоговое окно **Параметры абзаца**, в котором можно детально задать дополнительные параметры

абзаца, а также установить табуляцию в одном или нескольких абзацах.



Кнопка  открывает диалоговое окно **Формат текста**, в котором указывается способ формирования текстового блока. Он может быть фиксированных размеров, в этом случае задаются его ширина и высота. Для таких блоков можно выполнить форматирование строк по ширине или изменять сужение текста и подбирать межстрочный интервал по высоте. Если выбраны опции переноса левой и/или нижней границы, то величину текстового блока по этим измерениям задать невозможно, она определяется параметрами введенного текста.

При разработке технической документации возникает необходимость **пронумеровать абзацы**. Кнопка  позволяет выполнить автоматическую нумерацию абзацев, кнопки  и  соответственно, увеличивают и уменьшают вложенность пунктов нумерации на единицу, кнопка  предназначена для настройки параметров нумерации. Параметры списка одинаковы для всего текста.

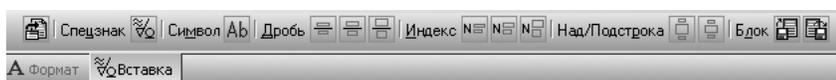
Кнопка  управляет отображением **символов форматирования** — символов табуляции, пробела и маркера конца абзаца. В обычном режиме они не выводятся на экран и служат для удобства управления текстом.

Кнопка  позволяет выполнить орфографическую и грамматическую проверку **правописания**.

Для того, чтобы применить перечисленные возможности графического редактора существуют два способа:

— установить необходимые настройки текста и выполнить его ввод с клавиатуры;

— выделить введенный ранее фрагмент текста и установить необходимые для него настройки.



Вторая вкладка *Панели свойств Вставка* предоставляет средства, значительно облегчающие оформление таких элементов технических текстов, как ввод дробей, индексов, специальных знаков и символов:

 — вставить специальный символ (открывается доступ ко всем шрифтам Windows),

 — вставить специальный знак,

 — вставить предопределенный текст (шаблон);

 — вставить дробь малой, средней или нормальной высоты, соответственно;

 — вставить индекс малой, средней или нормальной высоты, соответственно;

 — вставить над/подстроку увеличенной или нормальной высоты соответственно;

 — вставить заранее созданный и сохраненный в отдельном файле как *Блок* фрагмент текста;

 — сохранить как *Блок* выделенный фрагмент текста.

После окончания ввода текста или для перехода к созданию нового текста следует зафиксировать введенный текст нажатием на кнопке **Создать объект**  или щелчком левой клавишей мыши в новой точке чертежа. Надпись будет зафиксирована, а в последнем случае также откроется новое окно для ввода текста в указанном месте.

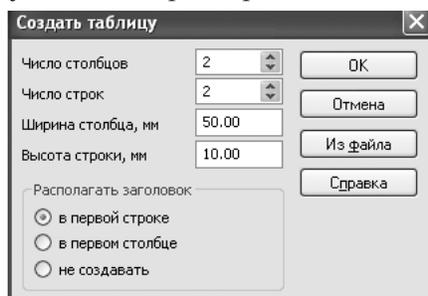
При необходимости можно редактировать содержание и внешний вид введенного текста или отдельных его частей (тип шрифта, его высоту и сужение, цвет символов и т.д.) с помощью *Панели свойств*. Если нужно поменять начертание только части

надписи, выделите ее мышью или клавишами, а затем введите новые значения параметров. Фиксация выполненных изменений осуществляется командой *Создать объект*.

При задании **угла наклона строки текста**, отличного от нулевого, система для удобства чтения вначале формирует текст в горизонтальном положении и только при завершении ввода кнопкой *Создать объект* поворачивает его на заданный угол.

5.2.2. Ввод и редактирование таблиц . Эта команда позволяет создать текстовую таблицу произвольной формы. После выбора этой команды система запрашивает угол наклона таблицы и положение начальной точки, которое следует задать координатами на *Панели свойств* или курсором на поле чертежа. Затем появляется диалоговое окно для указания параметров таблицы.

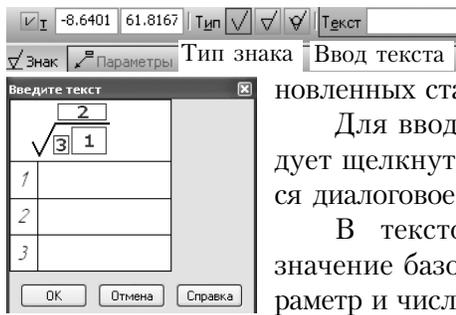
Задаваемые в этом окне параметры определяют таблицу с одинаковыми строками и столбцами. Если необходимо изменить ширину какого-либо столбца или высоту строки, устанавливают курсор на ячейке, расположенной в редактируемом столбце или строке и вызывают диалоговое окно **Формат ячейки** с помощью кнопки на *Панели свойств* или из *Главного меню* **Формат** ► **Формат ячейки**. В этом окне кроме прочих параметров можно изменить размеры строки и столбца.



На *Панели свойств* имеется три вкладки **Формат**, **Вставка** и **Таблица**. Первые две определяют форму и содержание текста в ячейках, третья управляет формой таблицы и отрисовкой ее границ: обрамлением ячеек таблицы, слиянием отдельных ячеек, разбиением одной ячейки на несколько, вставкой и удалением строк и столбцов и т.д.

5.2.3. Нанесение шероховатости поверхностей . Эта команда позволяет нанести знаки шероховатости поверхностей на изображениях детали в поле чертежа.

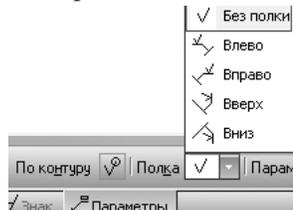
В ответ на первый запрос системы **Укажите поверхность для простановки шероховатости** следует щелкнуть в любом месте линии, на которой необходимо поместить знак шероховатости. На *Панели свойств* можно выбрать один из трех установленных стандартом знаков шероховатости.



Для ввода значения шероховатости следует щелкнуть мышью в поле **Текст**. Появится диалоговое окно **Введите текст**.

В текстовом поле 1 следует задать значение базовой длины, например, 0,01, параметр и численное значение шероховатости в мкм, например, *Раб,3*. В текстовом поле 2 задается способ обработки поверхности, например, *Полировать*. В текстовом поле 3 вводится условное обозначение направления неровностей.

Перемещением курсора можно задать положение знака шероховатости вдоль поверхности (знак перемещается только по выбранной поверхности). Одновременно можно задать его ориентацию (сверху или снизу, справа или слева от поверхности). С помощью *Панели свойств* можно вынести знак на полку). Выбрав положение знака, следует зафиксировать его щелчком мыши.

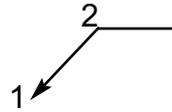


5.2.4. Ввод обозначений с помощью линии-выноски . Для обозначений специальной обработки (термообработки и др.), способа соединения деталей (например, сваркой), нанесения размеров и в других целях используются линии-выноски. Команда **Линия-выноска** имеет расширенную панель, содержащую четыре модификации:

- ◆ линия-выноска;
- ◆ клеймение;
- ◆ маркировка;
- ◆ изменения.



Линия-выноска. Первый запрос системы *Укажите точку на которую указывает линия-выноска.* В ответ на него следует указать точку, от которой начнется линия. Затем система ожидает ввода точки начала полки. При перемещении курсора по полю чертежа можно видеть фантом строящейся линии-выноски.

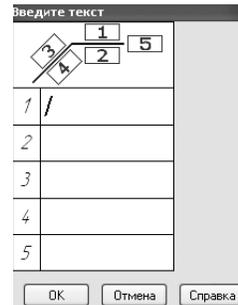


С помощью поля **Текст** можно ввести текст:

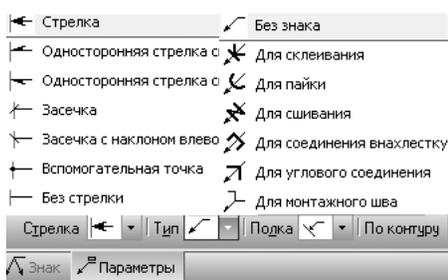
- над полкой,
- под полкой,
- над линией выносной,
- под линией выносной.

Команда позволяет проставить на полке значение конусности, рифление поверхности и т.д.

В момент заполнения текстовых полей система переходит в режим текстового редактора, и можно пользоваться всеми средствами управления текстом и его параметрами. Если строка текста оказывается слишком длинной, с помощью поля *Сужение* можно изменить ширину символов.



По умолчанию система на конце линии-выноски генерирует стрелку. Для изменения окончания линии выноски следует открыть вкладку **Параметры** на *Панели свойств* и выбрать желаемое окончание линии-выноски. Список **Тип** позволяет выбрать функцию для обозначения различных способов соединения.



Флажок **По контуру**

задает нанесение на линии-выноске значка, обозначающего обработку по замкнутому контуру.



Если включена опция **Сохранять текст**, то при создании следующих линий-выносок будет предложен по умолчанию тот же текст, который введен для данной линии-выноски. Действие опции распространяется на линии-выноски, создаваемые за один вызов команды *Линия-выноска*. После нового вызова текст требуется вводить заново.

Список **Полка** позволяет выбрать направление полки выносной линии (*Влево, Вправо, Вверх, Вниз*).

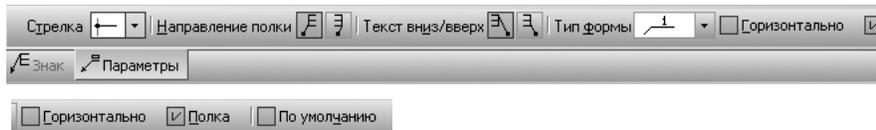
Включение опции **Использовать по умолчанию** означает, что выбранные параметры линии-выноски будут использоваться по умолчанию в текущем сеансе работы при последующих вызовах команды.

Использовать команду **Линия-выноска** можно также для нанесения одинаковых радиусов скруглений, особенно если они малы или не показаны. Для создания подобного размера следует указать начало первого ответвления, точку начала полки, в поле **Текст** ввести значение радиуса скругления, например, *R3* и последовательно указать точки, от которых начинаются следующие размерные линии. Закончить выполнение команды следует щелчком на кнопке *Создать объект*.

Среди кнопок *Панели специального управления* имеется кнопка **Редактировать точки** , которая позволяет вместо прямых ответвлений создать ломаные. При создании или редактировании линий-выносок можно щелкнуть на этой кнопке, и тогда в середине и на концах выносной линии появятся управляющие узелки, с помощью которых можно изменить конфигурацию линии-выноски. После окончания редактирования кнопку *Редактировать точки* следует выключить.

5.2.5 Ввод обозначения позиций . Работа функции и порядок указания характерных точек выносной линии для обозначения номеров позиций аналогичен предыдущей функции. По умолчанию система строит полку вправо от ее начала. Для изменения направления следует открыть вкладку **Параметры** на *Панели свойств*. Здесь можно удалить стрелку окончания линии или изменить ее на точку, изменить направление полки, выбрать

наращивание полок на одной линии вверх или вниз и пр. Щелчком на кнопке **Создать объект** на *Панели специального управления* заканчивается построение обозначения позиции.



Для выравнивания обозначений позиций по горизонтали или вертикали рекомендуется выделить редактируемые обозначения позиций и вызвать команду **Выровнять позиции по горизонтали**  или **вертикали**  на расширенной панели команд **Обозначение позиции**. Эти же команды имеются в Меню **Инструменты** ► **Выровнять позиции по горизонтали (вертикали)**. Далее следует указать точку, по которой следует выполнить выравнивание.

В течение текущего сеанса работы система автоматически предлагает очередной номер позиции. Для смены номера позиции воспользуйтесь диалоговым окном **Текст**. Можно ввести любой номер позиции вручную или с помощью кнопок нумерации. С помощью клавиши <Enter> можно создать несколько строк номеров позиций на одной выносной линии.



Для формирования нескольких ответвлений от одного номера позиции в ответ на запрос системы *Укажите точку, на которую указывает линия-выноска* следует последовательно указать точки на одинаковых деталях.

5.2.6. Линия разреза . Эта команда используется для обозначения разрезов. После вызова команды необходимо последовательно указать курсором первую и вторую точки линии разреза. Указанные точки считаются начальными — расположенными ближе к контуру детали — точками штрихов, обозначающих линию разреза или сечения. На экране появится фантом обозначения линии разреза/сечения.



Если требуется обозначить сложный разрез следует нажать кнопку **Сложный разрез** на *Панели специального управления* (она доступна после указания первой точки). После этого каждая последующая указанная точка считается точкой излома линии разреза. Изменения динамически отображаются на экране. Указав последнюю точку необходимо отжать кнопку , и система вернется в режим построения простого разреза.

В поле **Текст** на *Панели свойств* отображается сформированный системой текст обозначения линии разреза. При необходимости можно изменить его содержание и начертание.

Чтобы выбрать направление взгляда, следует перемещать курсор, при пересечении им разомкнутой линии фантом перестроится: стрелки и текст расположатся по другую сторону от линии. Щелчок мыши зафиксирует требуемое положение.

Сразу после создания линии разреза/сечения автоматически запускается команда создания нового вида. После выполнения этой команды на чертеже появится вид, обозначение которого будет ассоциативно связано с созданной линией разреза/сечения. Такая связь облегчает компоновку чертежа.

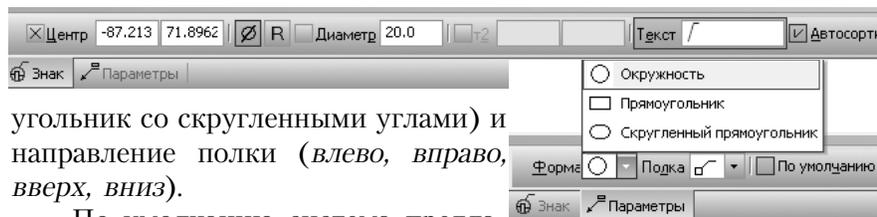
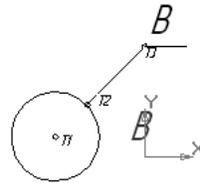
Переключатель **Автосортировка** позволяет автоматически упорядочивать буквы для обозначения видов, разрезов, сечений и выносных элементов.

5.2.7. Стрелка взгляда . Эта команда используется для обозначения видов. Направление взгляда задается двумя точками $T1$ и $T2$, первая из которых определяет начальную точку стрелки, а вторая — направление. Для задания вертикальных или горизонтальных стрелок при указании второй точки следует удерживать клавишу <Shift>.

Сразу после указания второй точки запускается команда создания нового вида, который будет ассоциативно связан с его обозначением.

5.2.8. Выносной элемент . Эта команда предназначена для обозначения выносных элементов. Вначале указывается

точка центра контура, ограничивающего выносной элемент, затем задаются размеры контура  или  для окружности. На вкладке **Параметры** можно настроить иную отрисовку выносного элемента. В списке **Форма** можно выбрать тип значка (окружность, прямоугольник или прямо-



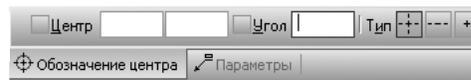
угольник со скругленными углами) и направление полки (*влево, вправо, вверх, вниз*).

По умолчанию система предлагает текст надписи, если его необходимо отредактировать, следует щелкнуть мышью в поле **Текст** и в появившемся диалоге ввести требуемое обозначение выносного элемента.

Сразу после создания выносного элемента система автоматически запускает команду создания нового вида. Созданный таким образом вид будет ассоциативно связан с обозначением выносного элемента.

5.2.9. Обозначение центра . Команда позволяет выполнить обозначение центра окружности, дуги окружности, эллипса, дуги эллипса, прямоугольника и правильного многоугольника.

Следует указать базовую кривую, обозначение центра которой требуется построить.

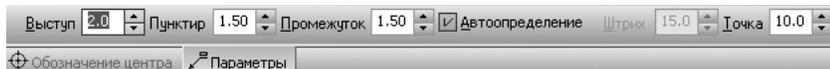


Обозначение центра может иметь три формы: две оси, одна ось и условное обозначение («крестик»). Для переключения между вариантами служат кнопки **Тип** на *Панели свойств*.

Если необходимо построить осевые линии, не принадлежащие ни одному осесимметричному объекту, следует щелкнуть мышью в поле *Центр* или *Угол* и задать нужные значения.

По умолчанию обозначение центра никак не связано с объектом, указанным при его построении, и может редактироваться отдельно.

Для настройки отрисовки обозначения центра следует активизировать вкладку **Параметры**.



Поле *Выступ* определяет выход осевых за контур.

Поле *Пунктир* определяет величину пунктира(точки).

Поле *Промежуток* определяет расстояние от точки до штриха.

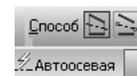
Согласно стандартам осевые линии должны начинаться и заканчиваться штрихами. Чтобы выполнить это требование, при отрисовке линий производится пропорциональное изменение длин штрихов. При включенной опции *Автоопределение* значение длины штриха будет попадать в диапазон, заданный стандартом (5...30 мм).

5.2.10. Осевая линия . Команда позволяет создать системный объект **осевая линия**, которая задается двумя точками или точкой, длиной и углом наклона. Осевая линия будет создана выступающей за указанные точки. Настройка отрисовки линии задается на вкладке **Параметры**.



5.2.11. Автоосевая . Команда позволяет построить осевую линию, положение и длина которой могут либо определяться системой автоматически в зависимости от указанных объектов, либо задаваться пользователем.

Для управления построением автоосевой служит переключатель **Способ**.



По объектам  позволяет построить осевую с автоматически определенными длиной и положением, для этого достаточно указать объект, а переключатель **С указанием границы**  — осевую произвольной длины.

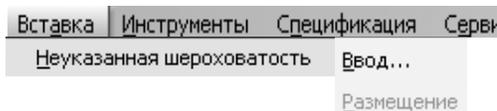
5.2.12. Волнистая линия . Предназначена для построения линий обрыва и представляет собой синусоиду, имеющую целое количество полуволн. Задается двумя точками, которые лежат на средней линии синусоиды.



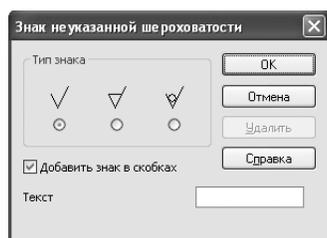
Переключатель **Направление**  позволяет изменять направление отрисовки волнистой. На вкладке **Параметры** можно настроить параметры синусоиды.

На расширенной панели команд расположена вторая команда для построения линий обрыва — линия с изломами .

5.2.13. Неуказанная шероховатость. Обозначение неуказанной шероховатости, располагаемое в правом верхнем углу чертежа, выполняется функцией **Неуказанная шероховатость**. Эта функция вызывается из меню **Вставка**.



При выборе опции **Ввод** появляется диалоговое окно, в котором следует задать параметры функции. Необходимо выбрать



один из трех знаков, указать тип и значение высотного параметра шероховатости в поле **Текст**. Если на чертеже указаны шероховатости отдельных поверхностей, то в поле **Добавить знак в скобках** следует установить флажок.

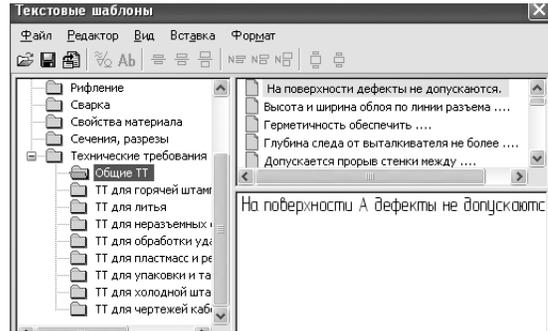
Кнопка **Удалить** позволяет удалить введенную неуказанную шероховатость, если потребность в ней отпала.

5.2.14. Технические требования. Технические требования являются частью чертежа. Они дополняют графическую информацию, содержащуюся на изображениях, и позволяют изготовить изделие в соответствии с конструкторским решением. Для ввода технических требований следует обратиться к меню **Вставка** ► **Технические требования** ► **Ввод/Размещение**.

Если выбрана команда **Ввод**, то система перейдет в режим текстового редактора. При этом доступны все возможности

ввода, редактирования и форматирования текста (см. раздел 5.2.1.)

Использование текстовых шаблонов позволяет значительно ускорить процесс создания технических требований, исключив повторный набор часто встречающихся пунктов.



После вызова команды  появится перечень разделов технических требований, сгруппированных по функциональному признаку.

Следует раскрыть разделы и выделить в них необходимые требования. Затем нужно перенести выбранные требования в чертеж и закрыть окно технических требований.

При работе с техническими требованиями в меню **Файл** появляются новые команды:

Сохранить ► в чертеж: созданный текст размещается в чертеж. Запись чертежа на диск не производится.

Закреть ► Технические требования: закрывается окно технических требований. Окно чертежа остается открытым.

Текст вводится строго в заданных для размещения технических требований границах (по ширине основной надписи). При достижении правой границы выполняется автоматический переход на новую строку. Созданные технические требования размещаются над основной надписью, а если места над основной надписью недостаточно, то слева от листа. В последнем случае следует вручную изменить размещение технических требований:

Вставка ► Технические требования ► Размещение.

Блок технических требований будет выделен, курсор в зоне выделенного блока примет форму четырехсторонней стрелки и при нажатой левой клавише мыши позволит перенести выделенный блок в требуемое место.

5.2.15. Основная надпись. Для заполнения основной надписи следует обратиться к меню **Вставка ► Основная надпись**.

После вызова команды открывается доступ к графам основной надписи, и в одной из граф появляется текстовый курсор. К тому же результату приводит двойной щелчок в поле основной надписи. Щелчком мыши следует открыть нужную графу и ввести текст. Фиксацию введенного текста необходимо выполнить командой *Создать объект*.

Вопросы для самопроверки

1. Какие типы размеров позволяет нанести система КОМПАС?
2. Можно ли управлять формой представления и расположением размерного числа?
3. Как ввести текст, содержащий дроби, индексы и обозначение конусности?
4. Какие средства имеются для проведения осевых линий объектов?
5. Как ввести обозначения шероховатости поверхностей на поле чертежа и неуказанной шероховатости?
6. В каких случаях удобно пользоваться функцией “Линия-выноска”?
7. Как обозначить сложный разрез?

6. Фрагменты

Фрагменты могут быть внешними и локальными.

Внешние фрагменты доступны для вставки в любые чертежи.

Локальные фрагменты создаются и хранятся внутри определенного чертежа и доступны для вставки только в этот чертеж.

6.1. Внешние фрагменты

6.1.1. Создание фрагмента. Любым из способов следует создать новый фрагмент:

◆ **Файл ► Создать ► Фрагмент.**

◆ Вызвать функцию **Новый фрагмент** на *Стандартной панели*.

В середине экрана появится символ начала координат. Следует вычертить желаемое изображение таким образом, чтобы его характерная точка совпала с началом координат. Эта точка станет **точкой вставки** фрагмента.

Далее фрагменту следует присвоить имя и сохранить его.

6.1.2. Вставка фрагмента в чертеж. Вставить фрагмент в чертеж можно тремя способами, представленными на *Панели свойств*.



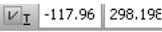
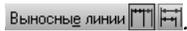
Россыпью . При этом объекты фрагмента копируются в чертеж, и связь между фрагментом-источником и его изображением на чертеже теряется.

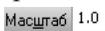
Взять в документ . Содержимое фрагмента копируется в чертеж и сохраняет целостность как макроэлемент. Связь между изображением и источником теряется, сохраняется только имя файла-источника.

Внешней ссылкой . В чертеже формируется только ссылка на фрагмент-источник без физической вставки объектов. При открытии чертежа фрагменты, вставленные таким образом, будут прорисовываться из файла-источника. Поэтому при редактировании источника будут обновляться все его вставки.

Для вставки фрагмента необходимо выполнить следующие действия:

◆ Вызвать команду **Вставка ► Фрагмент.**

- ◆ В появившемся окне следует выбрать имя фрагмента.
- ◆ Задать параметры на *Панели свойств* до фиксации точки вставки . При изменении масштаба изображения следует установить переключатель масштабирования *Выносных линий* .

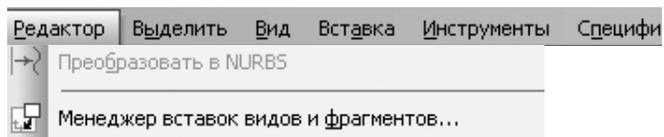
- ◆ На экране появится фантомное изображение фрагмента, перемещаемое при движении курсора. В этот момент можно задать масштаб  и угол поворота  изображения, а также включить погашенные слои, если таковые имелись в исходном документе. Эти параметры указываются на *Панели свойств* или в *контекстном меню*.

- ◆ Установить фантомное изображение фрагмента, указав положение точки вставки. Фрагмент можно вставить в несколько мест чертежа, каждый раз задавая новые значения параметров.

Вкладка **Переменные** используется для задания значений внешних переменных при вставке параметрических фрагментов.

6.1.3. Редактирование изображения вставленного фрагмента. После вставки фрагмента может возникнуть необходимость в его редактировании.

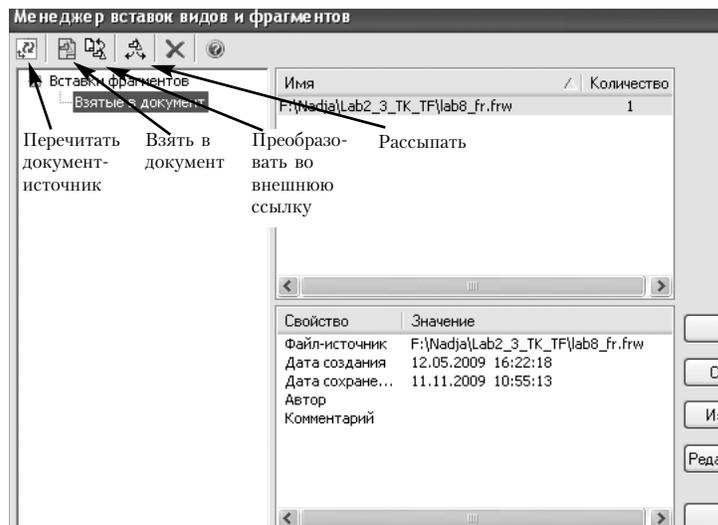
Для изменения параметров вставки следует двойным щелчком выделить изображение фрагмента и задать новые значения параметров на *Панели свойств* или в *контекстном меню*. Способ вставки фрагмента в документ можно изменить с помощью функции **Редактор ► Менеджер вставок видов и фрагментов**. Изменить тип вставки **Россыпью** на другой нельзя.



Если фрагмент был вставлен *россыпью*, то его элементы будут выделяться и редактироваться по отдельности.

Если фрагмент был вставлен иным способом, то он выделяется полностью. Для редактирования необходимо разрушить его целостность. Для этого фрагмент следует выделить и вызвать команду *Главного меню* **Редактор ► Разрушить**. После чего

изображение распадается на отдельные элементы, доступные для редактирования. При этом утрачивается связь с документом-источником.



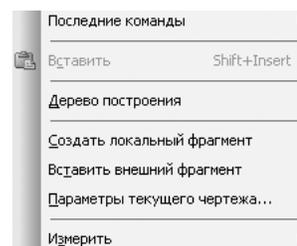
6.2. Локальные фрагменты.

6.2.1. Создание локального фрагмента. Чтобы внутри документа создать локальный фрагмент следует в любом месте чертежа вызвать функцию **Создать локальный фрагмент** из контекстного меню.

После этого открывается новое окно локального фрагмента, в котором следует вычертить желаемое изображение.

Для сохранения локального фрагмента следует вызвать команду **Файл ► Сохранить ► В документ-владельца**. Фрагмент будет сохранен в главном документе под именем, которое следует указать в появившемся диалоговом окне. Возможен вариант сохранения локального фрагмента вместе с чертежом в новый файл (*С владельцем в файл*).

Можно создать локальный фрагмент с помощью кнопки **Создать фрагмент** в *Менеджере вставки видов и фрагментов*.



6.2.2. Вставка локального фрагмента. После создания и сохранения локального фрагмента его можно вставлять в различные места чертежа. Для этого вызвать команду **Редактор ► Менеджер вставок видов и фрагментов**. В появившемся окне в **Списке типов вставок** раскрыть раздел **Вставка фрагментов ► Локальные** следует выбрать имя фрагмента. Нажать кнопку **Вставить**. Дальнейшие действия аналогичны описанным в 6.1.2.

Вопросы для самопроверки

1. С какой целью создаются фрагменты?
2. Какие типы фрагментов позволяет создать система КОМПАС?
3. Можно ли вставить локальный фрагмент в несколько различных чертежей?
4. Как изменить способ вставки фрагмента в чертеж?
5. Какие средства имеются для редактирования созданных фрагментов?
6. Как следует вставлять фрагменты в чертеж, чтобы при их обновлении автоматически выполнялось обновление вставок?

7. Спецификация

Система КОМПАС позволяет создавать самостоятельные спецификации и спецификации, связанные с другой конструкторской документацией. В первом случае необходимо вручную заполнять таблицу вновь создаваемой спецификации. Во втором, создание спецификации начинается в процессе работы над сборочным чертежом, и спецификация создается в полуавтоматическом режиме.

7.1. Объект спецификации

Объект спецификации — строка или несколько последовательных строк спецификации, относящиеся к одному материальному объекту.

№ строки	№	Обозначение	Наименование	№	Примечание
					← Пустая строка
			Документация		← Заголовок раздела
					← Пустая строка
И4		ТЯ61.1604.03.000СБ	Сборочный чертеж		← Объект спецификации
					← Пустая строка
			Детали		← Заголовок раздела
					← Пустая строка
И1	1	ТЯ61.1604.03.001	Корпус	1	← Объект спецификации
И4	2	ТЯ61.1604.03.002	Шток	1	← Объект спецификации
И4	3	ТЯ61.1604.03.003	Прыжина	1	← Объект спецификации
И4	4	ТЯ61.1604.03.004	Мембрана	2	← Объект спецификации

Объекты спецификации бывают базовыми и вспомогательными.

Для **базовых объектов** предусмотрена возможность автоматического заполнения колонок, сортировки, подключения графических объектов из сборочного чертежа, подключения деталей из сборки и т.д.

Для **вспомогательных объектов** не предусмотрены сервисные функции. Вспомогательные объекты рекомендуется использовать для выполнения таких действий, которые не могут быть обеспечены вводом базовых объектов, например, для ввода заголовка группы стандартных изделий одного наименования и стандарта, но разных размеров.

Базовый объект спецификации, как правило, состоит из текстовой части, графических и трехмерных объектов (геометрии) и набора дополнительных параметров.

Текстовая часть объекта — это сведения, которые вносятся в строку таблицы спецификации, например, *ТЯ61.160403.000 СБ Сборочный чертеж*. Для некоторых объектов могут использоваться **шаблоны** заполнения.

Объект спецификации может содержать информацию о графических объектах сборочного чертежа и компоненте трехмерной сборки. Эта информация называется **геометрией объекта спецификации**.

В спецификации можно включать режим показа геометрии объекта. В этом режиме система автоматически выделяет на чертеже или в сборке геометрию, относящуюся к выделенному объекту спецификации.

К *дополнительным параметрам* относятся настройки объекта, подключенные к объекту документы и данные в дополнительных колонках. Эта информация в спецификации не видна, однако ее можно просмотреть и отредактировать.

7.2. Структура спецификации

Спецификация состоит из **разделов**, которые сопровождаются **заголовками разделов**, выделяемыми **пустыми строками**, и содержат объекты спецификации. В конце разделов могут быть **резервные строки**.

Разделы являются одним из компонентов **стиля спецификации**. Их количество, названия и порядок следования формируются при настройке стиля спецификации.

В спецификации не могут существовать разделы без объектов. При создании объекта предварительно следует выбрать раздел. Заголовок раздела появится автоматически. При удалении последнего объекта из раздела удаляется и раздел. **Перемещение объектов из одного раздела в другой невозможно**.

Система автоматически располагает разделы в стандартной последовательности, независимо от порядка их создания.

В спецификации может производиться сортировка объектов внутри разделов по одной из колонок. Правила сортировки устанавливаются выбором стиля спецификации. Автоматическая сортировка может быть отключена.

Главным связующим звеном между сборочным чертежом и

спецификацией являются **номера позиций**. Такое соответствие может поддерживаться системой автоматически. При этом номер позиции объекта спецификации передается на полку-выноску на сборочном чертеже. Номера позиций в спецификации могут представляться автоматически.

7.3. Особенности интерфейса

7.3.1. Панель свойств. Если в спецификации выделен какой-либо объект, его параметры отображаются на панели свойств на вкладке **Параметры**.



В поле **Тип** отображается тип выбранного объекта: базовый, заголовок раздела, пустая строка и т.д. Аналогично используются поля **Раздел**, **Имя подраздела**, **Номер подраздела**.

Переключатели  позволяют указать, располагать ли номера позиций по возрастанию или нет; показывать или нет объект в таблице (объект становится невидимым, но не удаляется); включать и отключать простановку номеров позиций объектов спецификации.

Для связи объекта спецификации с другими документами служит вкладка **Документы**.

7.3.2. Панель Текущее состояние. На этой панели расположены поля и переключатели, управляющие параметрами текущего раздела.



Поле  указывает номер текущей страницы. Чтобы перейти в требуемой странице, необходимо ввести в поле ее номер.

Переключатель  разрешает или запрещает простановку номеров позиций.

Переключатель  позволяет разрешить или запретить подключение геометрии к объектам в текущем разделе.

Переключатель  разрешает или запрещает автоматическую сортировку объектов в разделе.

Поле  показывает количество резервных строк в разделе.

7.3.3. Инструментальная панель. Команды работы с объектами спецификации расположены на инструментальной панели.



Подробнее эти команды рассмотрены ниже.

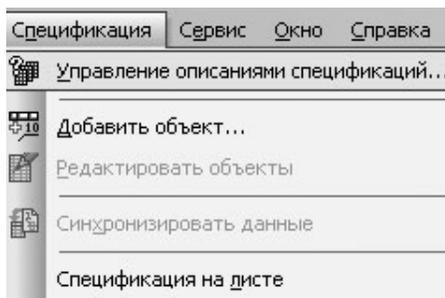
7.4. Подчиненный режим спецификации

Подчиненный режим — режим создания, просмотра и редактирования объектов спецификации непосредственно в графическом документе или модели.

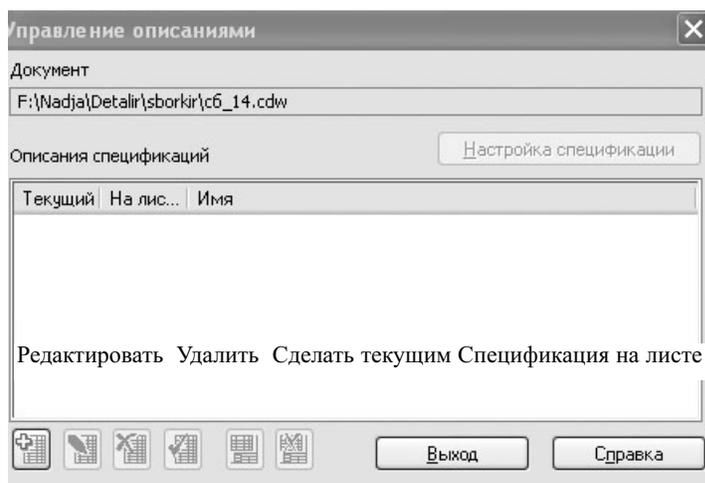
Обычно конструктор не создает сразу всю спецификацию как отдельный документ. Вместо этого необходимые для спецификации данные накапливаются в листах сборочного чертежа непосредственно во время работы над ними. При этом порядок ввода данных может быть произвольным.

На определенном этапе создается новая пустая спецификация и устанавливаются связи между ней и листами сборочного чертежа. При этом информация об объектах спецификации из подключенных листов чертежей передается в спецификацию, разносится по разделам и сортируется.

Для создания объектов спецификации должен быть полностью или частично разработан сборочный чертеж. Его файл следует открыть. Интерфейс подчиненного режима спецификации такой же, как для спецификации. Для работы с объектами спецификации предназначено меню **Спецификация**.



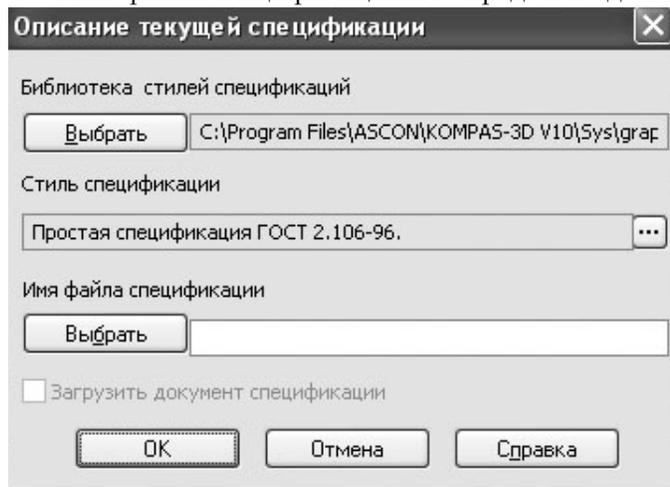
Вначале необходимо выбрать стиль создаваемой спецификации, т.е. определить описание спецификации. Для этого используется команда **Спецификация ► Управление описаниями спецификаций**.



В открывшемся диалоговом окне следует выбрать опцию

Добавить описание .

В окне *Описание текущей спецификации* необходимо выбрать стиль спецификации — *Простая спецификация ГОСТ 2.106-96*. Имя файла спецификации не определено до тех пор, пока спецификация не



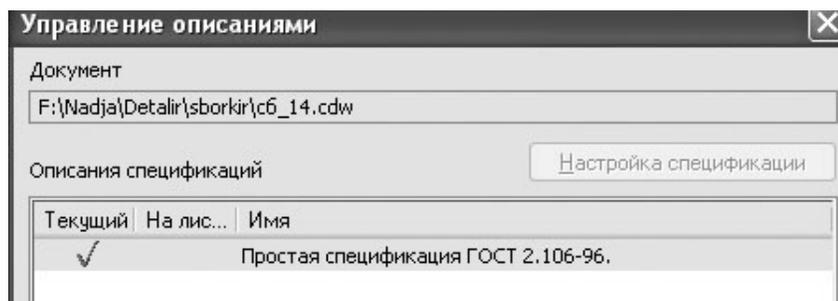
цификация не будет подключена к сборочному чертежу.

Нажать кнопку *OK*.

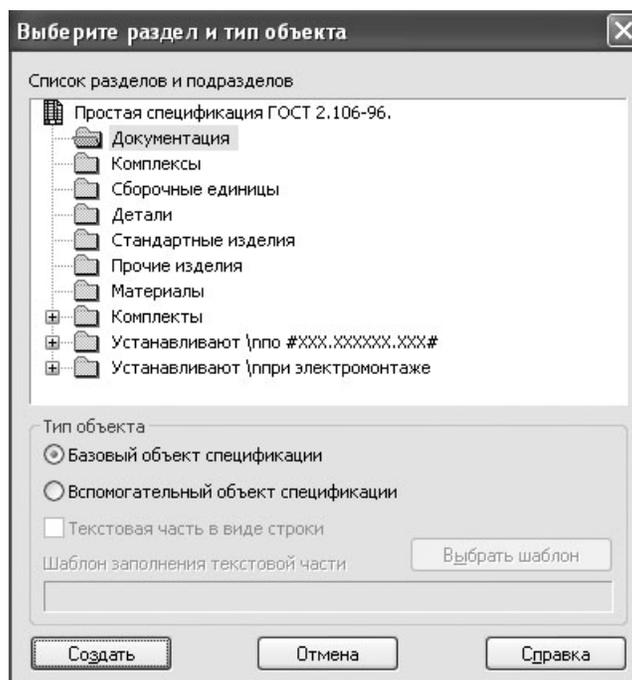
Система возвращается в диалоговое окно *Управление описаниями*, в котором указано описание спецификации — *Простая спецификация*.

Таким образом, задан стиль создаваемой спецификации.

Нажатием кнопки *Выход* возвращаемся в сборочный чертеж.



Чтобы внести информацию об объекте в спецификацию, следует выделить линии, принадлежащие объекту (геометрия объекта), и обязательно его номер позиции. Затем вызвать команду **Спецификация ► Добавить объект**. Появляется диалоговое окно, в котором следует выбрать *раздел спецификации* для занесения объекта. Указать тип объекта — **Базовый объект спецификации**. Нажать кнопку **Создать**.



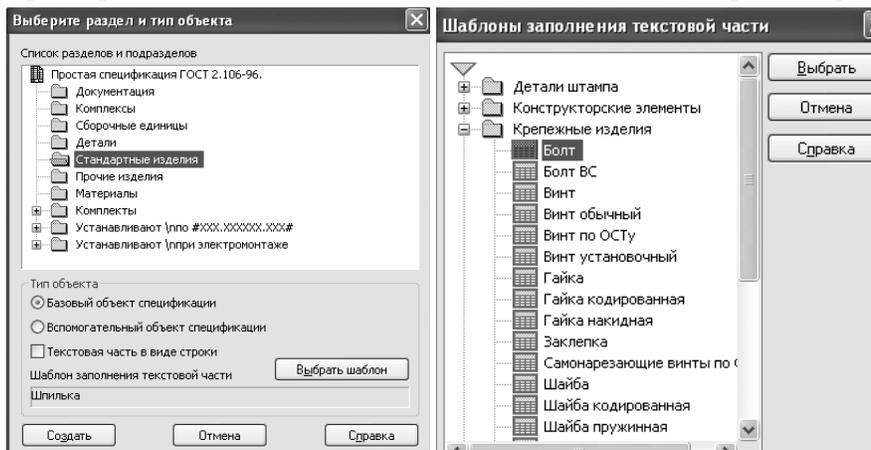
Будет создан соответствующий раздел спецификации, и на

Объект спецификации						
Формат	Знач	Поз	Обозначение	Наименование	Кол	Примечание
		1		Пробка	1	

экране в специальном окне с колонками появится строка спецификации, в которую следует занести информацию о наименовании, обозначении объекта и количестве таких объектов в сборке.

Номер позиции система проставляет автоматически в порядке создания описаний объектов.

При создании объектов спецификации стандартных изделий или материалов следует при выборе раздела спецификации предварительно задать **шаблон заполнения**. Затем отредактиро-



вать предложенный текст. Если подходящего шаблона найти не удалось, следует выбрать опцию **Текстовая часть в виде строки**.

Если стандартные изделия при разработке сборочного чертежа вставлялись из библиотеки и при вставке использовалась опция **Создать объект спецификации**, то они автоматически вносятся в таблицу. Если опция не задавалась, можно выполнить редактирование объекта, например, двойным щелчком на объекте (если он не был разрушен), указав опцию **Создать объект спецификации**.

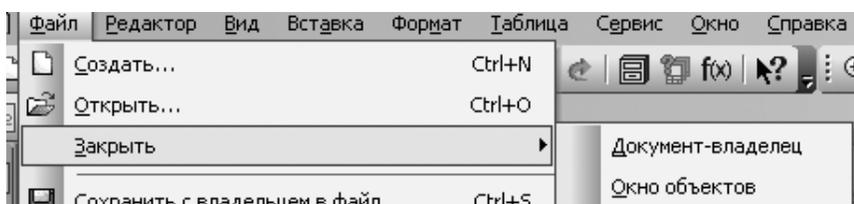
В обычном режиме эта информация не видна и не мешает работе над сборкой.

Следует еще раз отметить, что это еще не спецификация, а лишь дополнительная информация, хранящаяся в файле сборочного чертежа в дополнительном окне, называемом **подчиненным режимом спецификации**.

Можно увидеть прототип создаваемой спецификации, для этого используется команда **Спецификация ► Редактировать объекты**. Появляется спецификация с разбивкой на разделы.

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Причаны
				<i>Детали</i>		
44		1	ТП 62.150404.001	Корпус	1	
44		2	ТП 62.150404.002	Шпиндель	1	
44		3	ТП 62.150404.003	Клапан	1	
44		4	ТП 62.150404.004	Гайка накидная	1	
44		5	ТП 62.150404.005	Втулка	1	
44		6	ТП 62.150404.006	Кольце поднабивное	1	
44		7	ТП 62.150404.007	Маховик	1	
				<i>Стандартные изделия</i>		
		9		Гайка М6.4.016 ГОСТ 5915-70	1	
		10		Шайба 6.03.016 ГОСТ 11371-78	1	

Для выхода из просмотра используется команда **Файл ► Закреть ► Окно объектов**.



Окно подчиненного режима спецификации практически не отличается от окна редактирования документа-спецификации, только в его заголовке кроме имени файла, в котором хранится информация, появляется отметка **Объекты спецификации**.



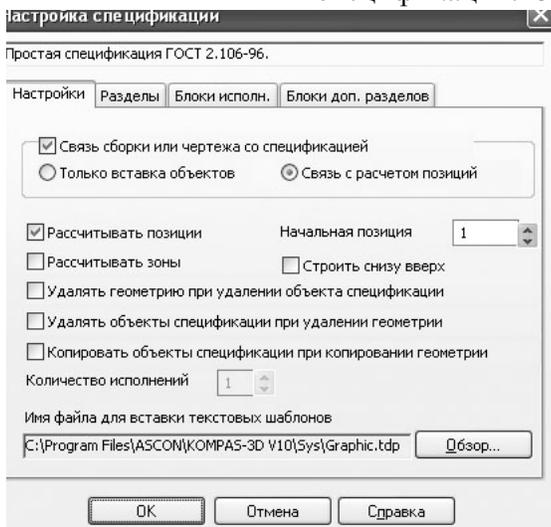
В подчиненном режиме доступны все приемы работы с объектами спецификации. Единственным исключением является невозможность вызова команды простановки позиций.

Созданные в подчиненном режиме объекты в любой момент можно передать в спецификацию, связанную с документом.

7.5. Создание спецификации

Для получения спецификации, связанной со сборочным чертежом, следует вначале выполнить команду **Файл ► Создать ► Новая спецификация**. На экране появится пустой бланк спецификации.

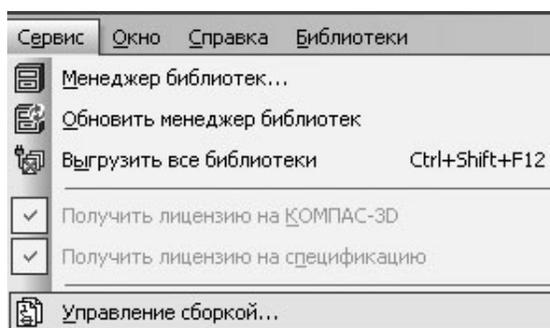
Затем следует настроить спецификацию командой **Формат ► Настройка спецификации**. Появится диалоговое окно для указания свойств спецификации. Следует поставить флажки для опций: *Связь сборочного чертежа со спецификацией*;



Связь с расчетом позиций, *Расчислять позиции*.

Во избежание потери информации при случайных ошибках не следует указывать удаление геометрии и объектов спецификации.

Новую спецификацию следует сохранить, присвоив ей имя.



Спецификацию следует подключить к сборочному чертежу, для этого вызывают команду **Сервис ► Управление сборкой**

Появляется диалоговое окно *Управление сборкой*, в верхней части,

которого расположена панель управления:



— подключение документа сборочного чертежа;



— отключение выделенного в перечне документа;

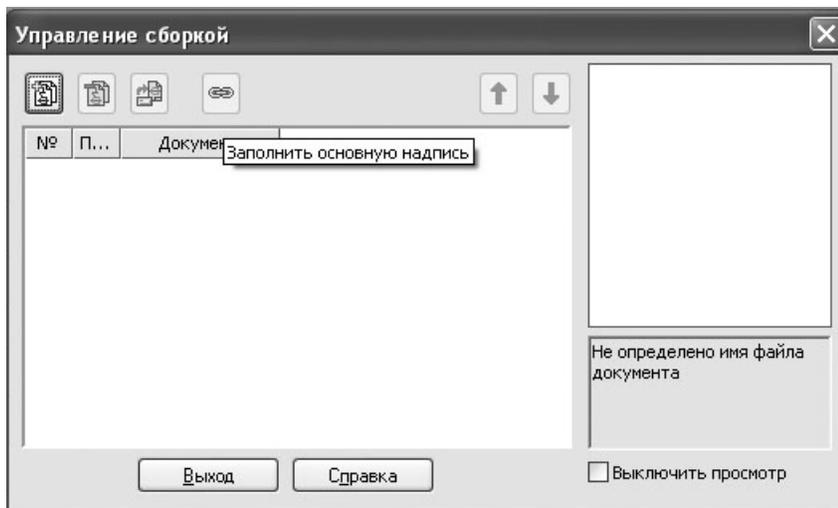


— редактирование подключенного документа;



— перенос информации из основной надписи сборочного чертежа в основную надпись спецификации с выполнением установленной стандартом коррекции.

Выбор функции **Подключить документ** открывает список файлов, в котором следует открыть файл сборочного чертежа с



созданными объектами спецификации. Система вернется в окно *Управление сборкой*, в котором будет указан подключенный файл сборки, а окне предварительного просмотра появится изображение сборки.

После выхода из окна прежде пустая спецификация заполнится объектами, созданными в сборочном чертеже.

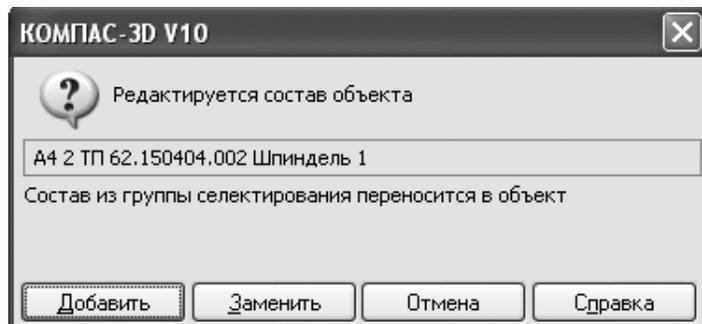
Если в результате сортировки нарушается порядок следования номеров позиций, то посредством команды **Расставить номера позиций** , которую можно вызвать с *Инструментальной панели*, из меню *Сервис* или из контекстного меню, порядок можно восстановить. Следует учитывать, что для резервных строк выделяются номера позиций, которые в таблице не отображаются.

Номера позиций будут соответствовать стандарту, но могут отличаться от стоящих на сборочном чертеже. Для их согласования используется команда **Синхронизировать данные** . Номера позиций на сборочном чертеже будут приведены в соответствие со спецификацией, о чем появится диагностическое сообщение. При этом не обязательно открывать сборочный чертеж. Команда *Синхронизировать данные* автоматически вызывается при сохранении спецификации.

Для контроля связи между спецификацией и сборочным чертежом используется команда **Показать геометрию** . Для того, чтобы просмотреть геометрию объекта, следует открыть файлы спецификации и сборочного чертежа и расположить их рядом на экране, например, командой **Окно ► Мозайка вертикально**, активизировать окно спецификации и выделить объект, имеющий геометрию. На сборочном чертеже подсветится выделенный объект.

Если объект был выделен неверно, можно провести коррекцию геометрии. Для этого на сборочном чертеже выделяется геометрия объекта, активизируется спецификация, выбирается строка с редактируемым объектом  и вызывается функция **Редактировать состав объекта** . На экране появляется запрос о том, следует ли добавить выделенную геометрию к

имеющейся или заменить ее. Выбрав нужный ответ, можно изменить геометрию объекта.



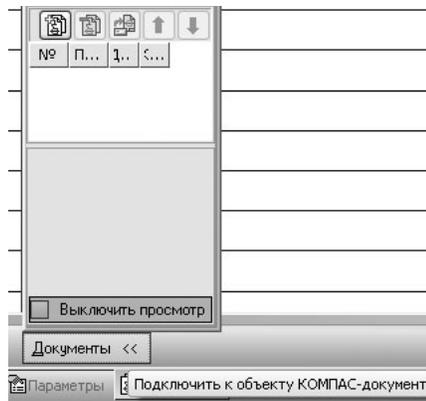
На этапе создания объектов спецификации можно ввести все данные вручную, но проще и достовернее получить информацию из рабочих чертежей деталей и сборочных чертежей сборочных единиц, входящих в изделие. Для этого в спецификации выделяется строка текущей детали и на панели свойств раскрывается вкладка **Документы**.

Щелчок на кнопке **Подключить документы**  открывает список файлов, из которых следует выбрать файл чертежа объекта. После каждого подключения информация из основной

надписи чертежа будет переноситься в спецификацию в графы **Формат**, **Обозначение чертежа**, **Наименование**. Появится связь между рабочими чертежами и спецификацией.

Переносом из сборочного чертежа можно получить все разделы кроме раздела **Документация**. Этот раздел следует создать непосредственно в спецификации.

Команда **Вставка**  **Раздел** открывает диалоговое окно выбора раздела (стр.98). Выбирается раздел **Документация**, содержание которого следует сформировать автоматически подключением документа сборочного чертежа.



Спецификация имеет два режима отображения:

 — **нормальный режим**, в котором спецификация представлена в виде бесконечной таблицы, строки которой появляются по мере необходимости; в этом режиме производится основная работа с содержимым спецификации, ее заполнение и редактирование;

 — **режим разбивки по страницам**, при котором таблица разбивается на страницы формата А4 и отображается основная надпись.

К одной спецификации можно подключить несколько сборочных чертежей. Спецификация будет содержать сводную информацию об их компонентах. Сборочный чертеж можно подключить только к одной спецификации.

Вопросы для самопроверки

1. Какова структура спецификации?
2. Что представляют собой объекты спецификации?
3. Какие панели изменяют свой состав при работе со спецификацией?
4. Что такое подчиненный режим спецификации?
5. Какой элемент обязательно должен войти в состав геометрии детали?
6. Как связать спецификацию со сборочным чертежом?
7. Как связать спецификацию с рабочими чертежами? Какие последствия имеет такая связь?

8. Параметризация

Параметрический чертеж кроме данных об объектах содержит информацию о *связях* между объектами и о наложенных на них *ограничениях*.

Связями между объектами называется зависимость между параметрами этих объектов. Под **ограничениями** понимается зависимость между параметрами одного объекта или равенство параметров константе.

Накладывая на объекты чертежа связи и ограничения, можно постепенно сформировать *параметрическую модель* — устойчивый комплекс объектов, между элементами которого постоянно сохраняются заданные параметрические зависимости. Такая модель может динамично менять свою форму без нарушения связей между элементами.

Часть взаимосвязей формируется автоматически при создании чертежа, часть накладывается вручную.

По умолчанию параметризация выключена и система работает в обычном режиме. Для создания параметрического чертежа следует предварительно настроить параметризацию, включив ее режимы.

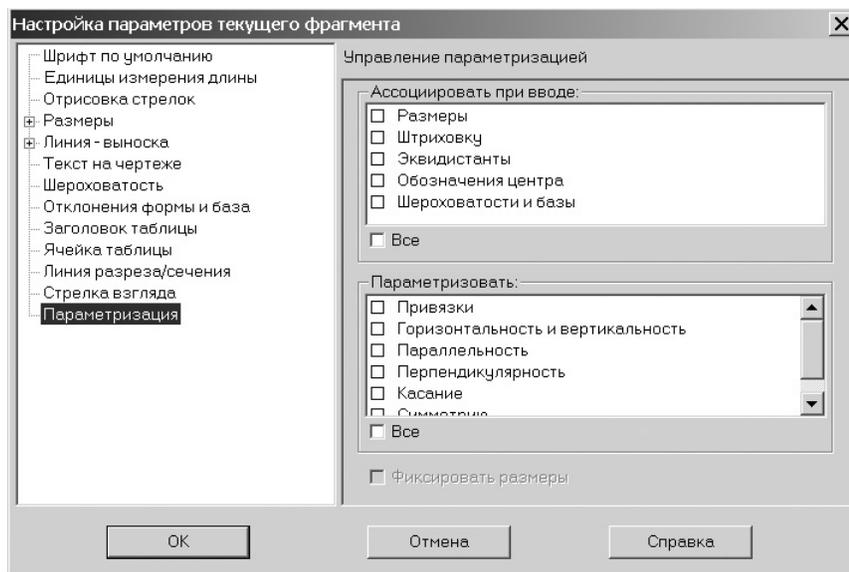
8.1. Автоматическое наложение связей и ограничений

Основная часть ограничений и взаимосвязей (совпадение точек, параллельность, перпендикулярность, касание, ассоциативность и др.) может формироваться автоматически непосредственно при создании чертежа. Для этого следует включить режимы параметризации командой **Сервис ► Параметры ► Текущий фрагмент (чертеж) ► Параметризация**.

Появится диалоговое окно, в правой части которого имеются два раздела: **Ассоциировать при вводе** и **Параметризовать**.

Ассоциировать при вводе означает связать создаваемые объекты с их источниками, тогда при изменении или удалении источника синхронно изменяется или удаляется ассоциативный объект.

Размеры. Если ассоциированы размеры, то изменение формы или положения базового объекта, определяющего значе-



ние размеров, сопровождается синхронным изменением всего размерного комплекса, а размерное число отображает изменившееся расстояние или угол. Таким образом, существует непрерывная связь выносных точек с характерными точками объектов. За счет этой связи при перемещении объекта автоматически перемещаются ассоциированные с ним размеры.

Если размеры ассоциируются при вводе, то в разделе **Параметризовать** необходимо включать флажок в поле **Привязки**. В противном случае не будет сформирована связь **Совпадение точек** для размеров и измеряемых объектов, а это приведет к тому, что при перемещении базовых объектов размеры “оторвутся” от них.

Размеры при параметрическом черчении выполняют функцию управления моделью. Изменяя значения размеров, можно изменять геометрию модели. В этом заключается суть параметрических чертежей.

Размеры бывают свободными и фиксированными.

Свободные размеры просто привязаны к точкам на объекте и не оказывают никакого влияния на его поведение.

Фиксированные размеры лишают модель лишних степеней

свободы, делая ее состояние более предсказуемым, так как при редактировании модели перемещением объектов система запрещает изменять значения фиксированных размеров.

Для того, чтобы размеры стали фиксированными следует включить флажок в поле **Фиксировать размеры**. Если эта опция включена, то при построении размеров их значения автоматически будут фиксироваться. Опция доступна только при включенном ассоциировании размеров.

На чертеже фиксированные размеры выделены: текст размерной надписи заключен в рамку. Это визуальный признак фиксированного размера.

Штриховка. Если штриховка ассоциирована при вводе, то она связывается с ограничивающим ее контуром и при любых изменениях контура синхронно изменяется граница штриховки.

Эквидистанта. При ассоциировании эквидистанты она связывается с порождающим ее объектом, и при любом изменении его конфигурации соответственно меняет свою конфигурацию, точно отслеживая заданное расстояние.

Обозначение центра. Устанавливается связь между объектом, для которого был отрисован центр или оси, и центром или осями, так, что при любых перемещениях объекта отрисовка центра следует за объектом, точно проходя через его центр.

Шероховатость и базы. При изменениях базовой поверхности обозначения шероховатости и баз сохраняют привязку к поверхности, корректно изменяя ориентацию надписей.

Для быстрого включения ассоциативности всех объектов, представленных в списке, включают опцию **Все**.

В разделе **Параметризовать** устанавливаются связи между различными объектами и фиксируются ограничения на них.

Параметризация привязок приводит к возникновению таких связей между объектами как **Совпадение точек**, **Точка на кривой**, **Точка на середине кривой**, **Выравнивание по вертикали**, **Выравнивание по горизонтали** и т.д.

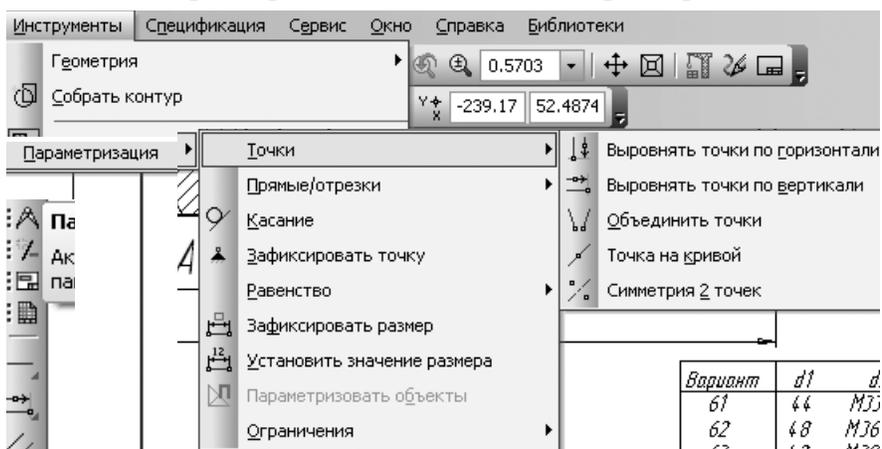
Горизонтальность и вертикальность приводит к заданию ограничений **Горизонталь** и **Вертикаль** на прямые и отрезки при задании их углов наклона.

Остальные опции работают аналогично.

8.2. Ручное наложение связей и ограничений

В автоматическом режиме формирование параметрических связей происходит параллельно с черчением и фактически скрыто от пользователя. В ручном режиме пользователь сам выбирает команду и указывает объекты, между которыми необходимо сформировать связь. В этом случае меньше вероятность возникновения лишних или ошибочных связей.

Команды параметризации расположены в меню **Инструменты** ► **Параметризация** и на панели **Параметризация**.



Команда **Прямые/Отрезки** ► **Установить горизонтальность отрезка или прямой**  имеет расширенную панель команд, содержащую команду **Установить вертикальность отрезка или прямой** .

Эти команды позволяют отредактировать существующий отрезок или прямую таким образом, чтобы она заняла, соответственно, горизонтальное или вертикальное положение. Отрезки и прямые с такими ограничениями сохраняют свой угол наклона при любых операциях, их можно перемещать, удлинять и укорачивать, но нельзя повернуть.

Команда **Точки** ► **Выровнять точки по горизонтали** имеет

расширенную панель команд, состоящую из 5 команд:



— выровнять точки по горизонтали;



— выровнять точки по вертикали;



— объединить две точки;



— задать размещение точки на кривой;



— симметрия двух точек относительно оси.

Команда **Выравнивание по горизонтали** требует указания двух точек — концов отрезков, после чего указанные концы отрезков имеют одинаковую координату Y , а перемещение одного из них по вертикали влечет за собой синхронное перемещение второго.

Команда Выравнивание по вертикали работает аналогично.

Команда **Объединить две точки** позволяет привязать друг к другу характерные точки геометрических объектов.

Следует попарно указывать характерные точки геометрических объектов для объединения.

Если точка, которую требуется указать, совпадает с характерной точкой другого объекта, следует выбрать в контекстном

меню функцию **Указать объект** , затем указать его точку.

Команда **Задать размещение точки на кривой** позволяет привязать характерную точку объекта к кривой.

Следует попарно указывать характерные точки объектов и кривые, к которым они должны быть привязаны.

Команда **Симметрия двух точек** относительно оси позволяет установить симметрию характерных точек объектов относительно отрезка (зеркальную симметрию).

Следует указать ось симметрии, а затем — пару характерных точек объектов, которые должны быть симметричны.

Команда **Установить параллельность двух прямых или отрезков** имеет три модификации:



— установить параллельность,



— установить перпендикулярность,



— установить коллинеарность.



Команда **Установить параллельность двух прямых или отрезков** позволяет установить параллельность выбранных прямых и/или отрезков.

Следует попарно указывать объекты для установления их параллельности.

Остальные модификации команды работают аналогично.

Команда **Касание двух кривых**  позволяет установить касание выбранных кривых.

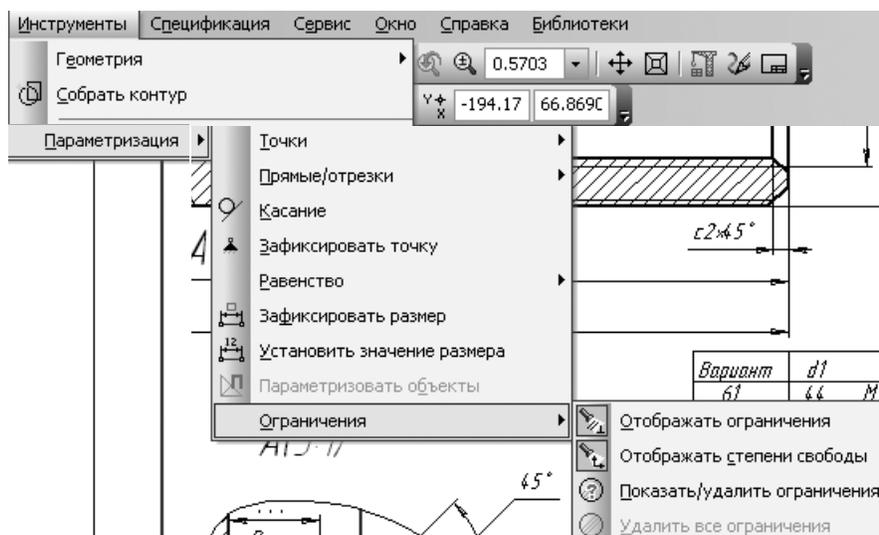
Следует попарно указывать кривые, касание которых требуется установить. Если этому касанию не препятствуют уже наложенные на объекты связи и ограничения, произойдет перестроение изображения, после которого указанные кривые будут касаться. При этом могут измениться численные значения, характеризующие одну или обе кривые (например, радиус окружности или координаты концов отрезка).

Команда **Зафиксировать точку**  позволяет зафиксировать координаты характерных точек геометрических объектов (концы отрезков, дуг, центры дуг, окружностей и т. д.).

Следует указать характерные точки геометрических примитивов для их фиксации. Под точкой с фиксированными координатами прорисовывается значок в виде треугольника.

Эта команда позволяет придать параметрической модели стабильность, исключая избыточные **степени свободы**. Команда накладывает ограничение **Фиксированная точка**, изменить положение которой простым перемещением узелков уже нельзя.

Число степеней свободы можно определить с помощью функции **Отображать степени свободы** .



При включенной функции степени свободы отображаются символом начала координат. Функция работает как переключатель. Степени свободы отображаются при наличии каких-либо связей и ограничений.

Команда **Установить равенство радиусов** имеет две модификации:



— установить равенство радиусов;



— установить равенство отрезков.

Команда **Установить равенство радиусов** позволяет установить равные радиусы для выбранных дуг и окружностей.

Следует попарно указывать дуги и окружности для выравнивания их радиусов.

Команда **Установить равенство отрезков** позволяет установить равные длины для выбранных отрезков.

Рассмотренные выше команды позволяют чертить в эскизном варианте, не заботясь ни о вертикальности и горизонталь-

ности, ни о симметрии, ни о равенстве радиусов и длин, а затем, наложив ограничения и связи между объектами, получить желаемую модель.

Команда **Зафиксировать размер**  позволяет зафиксировать значение выбранного ассоциативного линейного, диаметрального, радиального или углового размера.

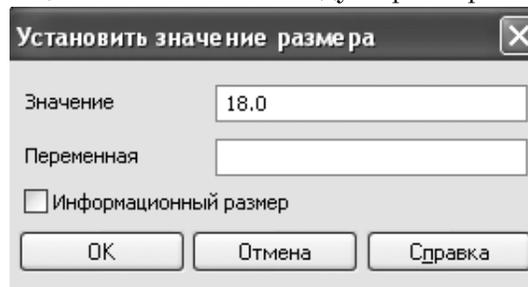
Следует последовательно указывать размеры для их фиксации. При успешной фиксации размерная надпись помещается в прямоугольную рамку голубого цвета.

Невозможно зафиксировать неассоциированные (без привязки) или избыточные размеры (вычисляемые с помощью поставленных ранее размеров).

Команда *Зафиксировать размер* является вторым средством удаления избыточных степеней свободы и придания модели большей управляемости.

Команда **Установить значение размера**  позволяет изменять числовые значения ассоциативных фиксированных или нефиксированных размеров и присваивать этим размерам имена переменных (создавать связанные переменные). Созданная таким образом переменная может участвовать в уравнениях и неравенствах, определяющих зависимость между параметрами изображения.

Необходимо указать размер, значение которого требуется изменить, в появившемся диалоговом окне ввести новое значение размера и/ или имя переменной и нажать кнопку **ОК**.



Установить значение размера

Значение

Переменная

Информационный размер

Для выхода из диалога без изменения размера или имени переменной нажать кнопку **Отмена**.

При присвоении размеру имени переменной допускается использование букв латинского алфавита (различаются символы верхнего и нижнего регистра), арабских цифр и символа

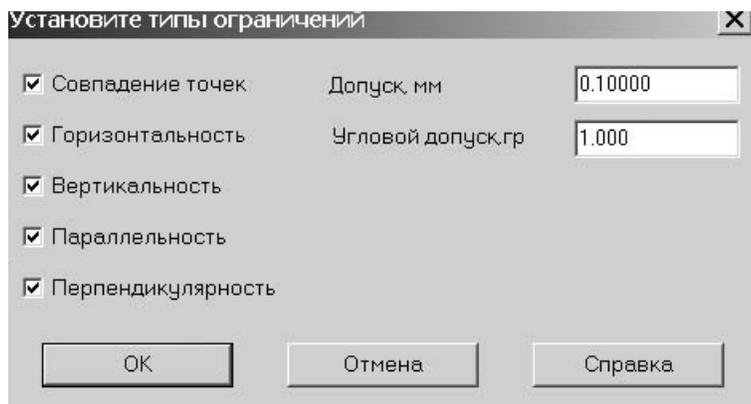
подчеркивания ("_"). Длина имени переменной не более 16 символов. Первый символ в имени переменной — буква или подчеркивание.

Опция **Информационный размер** позволяет фиксировать размер или снимать с него фиксацию. При выключенной опции размер фиксируется, и поле **Значение** становится доступным, при включенной — недоступным. Переменная, поставленная в соответствие ассоциативному размеру, называется **связанной**. Между связанной переменной и значением размера существует взаимно однозначное соответствие. Значение связанной переменной равно значению размера. Имя связанной переменной отображается в скобках на размерной линии. На печать оно не выводится

Команда *Установить значение размера* широко используется при редактировании параметрической модели. В некоторых случаях достаточно лишь задать значение размеров для данной модификации детали и получается новый чертеж.

Команда **Параметризовать объекты**  позволяет автоматически наложить на выделенные объекты связи и ограничения. Если объекты не выделены, команда будет недоступна.

В диалоге, появившемся на экране после вызова команды, следует выбрать ограничения и связи, которые требуется наложить на выделенные объекты, и задать допуски для совпадения точек и отклонений углов наклона.



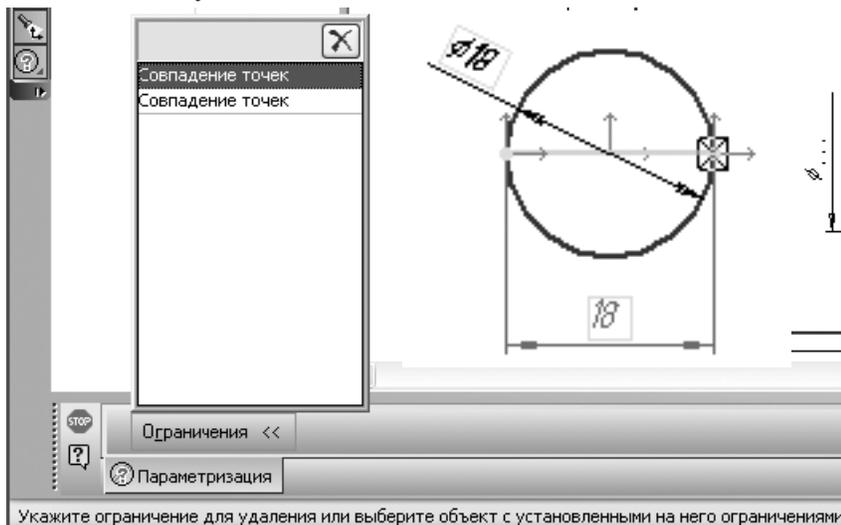
При большом количестве выделенных объектов время выполнения команды может быть значительным.

Эта команда позволяет преобразовать обычную модель в параметрическую. Система позволяет автоматически наложить минимальный набор самых распространенных связей и ограничений. Остальные связи и ограничения требуют индивидуального подхода и накладываются вручную.

Для контроля связей и ограничений используются команды **Отображать ограничения**  и **Показать/удалить связи и ограничения** .

Первая работает как переключатель: при ее активизации на чертеже отображаются наложенные на объекты связи и ограничения. При этом используются символы, соответствующие пиктограммам функций параметризации.

Вторая позволяет управлять процессом, показывая связь и сопряженный объект и давая возможность удалить связь. Для того, чтобы получить информацию об объекте, следует его выделить и щелкнуть мышью на этой кнопке.



В появившемся окне отобразится вся информация о связях и ограничениях, наложенных на объект. При перемещении курсора на конкретную связь связанный объект будет подсвечи-

ваться красным цветом, если в этот момент щелкнуть на кнопке

Удалить , связь будет разрушена. Таким образом, кнопка **Удалить** предназначена для редактирования связей и ограничений путем снятия тех из них, которые потеряли актуальность или оказались ошибочными.

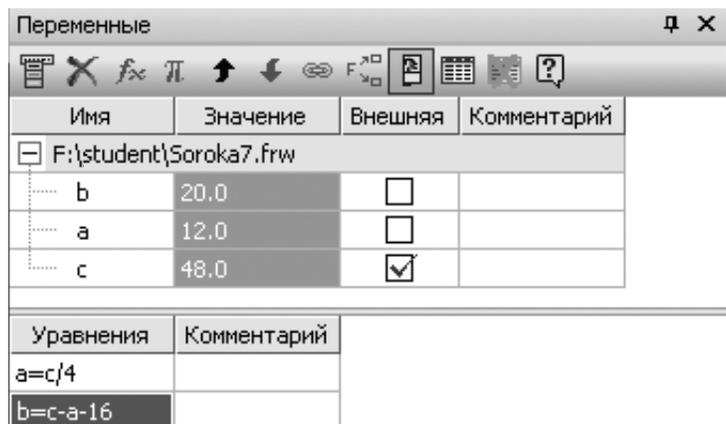
Точки, в которых зафиксированы ограничения, (например, точка касания к объекту, точка на кривой) выделяются квадратами.

На расширенной панели команды *Показать/удалить ограничения*, имеется команда **Удалить все ограничения** , которая снимает все ограничения и связи с выделенных объектов (объекты предварительно должны быть выделены). Для завершения команды следует подтвердить согласие на снятие ограничений и связей.

Однако, отказаться от них на этом этапе уже нельзя. Если оказалось, что ограничения были сняты ошибочно, вернуть их можно с помощью клавиш <Ctrl>+<z>.

8.3. Задание зависимостей между переменными

Все созданные переменные отображаются в окне работы с переменными , которое можно вызвать со *Стандартной панели*, или из меню **Вид** ► **Панели инструментов** ► **Переменные**.



Имя	Значение	Внешняя	Комментарий
F:\student\Soroka7.frw			
b	20.0	<input type="checkbox"/>	
a	12.0	<input type="checkbox"/>	
c	48.0	<input checked="" type="checkbox"/>	

Уравнения	Комментарий
a=c/4	
b=c-a-16	

В любом случае открывается окно работы с переменными. Оно содержит *Инструментальную панель* и *Список переменных*.

На *Инструментальной панели* расположены команды:



— меню команд чтения и записи переменных и уравнений, вызова диалогов функций и констант;



— удалить выражение, выделенное в окне просмотра;



— переместить выделенную строку вверх или вниз на одну строку;



— показать список объектов, использующих выделенную в списке переменную;



— показать таблицу значений внешних переменных;



— удалить таблицу внешних переменных.

Список переменных разворачивается или сворачивается кнопкой в заголовке  F:_student\Soroka7.frw, где знак “+” соответствует свернутому списку, а “-” — развернутому.

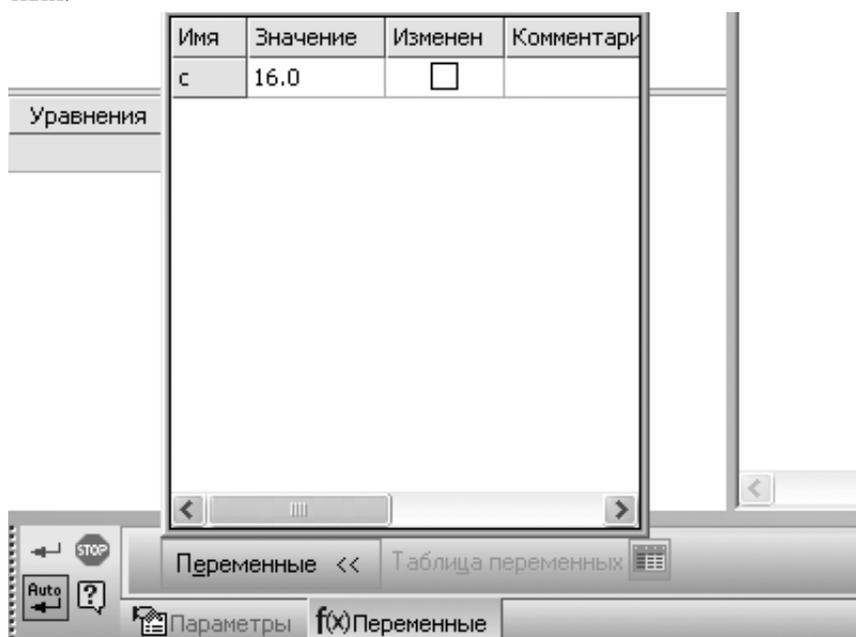
Ввод уравнений и неравенств выполняется в нижней части окна, которая открывается кнопкой **Уравнения** . При вводе уравнений возможна вставка функций  и констант  из специального диалога.

Переменные создаются при установке значений размеров и при вводе уравнений и неравенств. Значения всех переменных рассчитываются и отображаются в списке переменных. Если на чертеже была создана переменная a и введено уравнение $f=a+b$, то система определит значения переменных b и f , не противоречащие уравнению, однако смысла они иметь не будут. Для эффективного управления моделью следует вводить переменные, соответствующие параметрам изображения, чтобы связать

зависимостями взаимное расположение и размеры геометрических объектов. Введение избыточных переменных затрудняет управление.

В окне **Уравнения** можно просмотреть существующие зависимости, отредактировать, удалить  любую из них и ввести новые уравнения и неравенства.

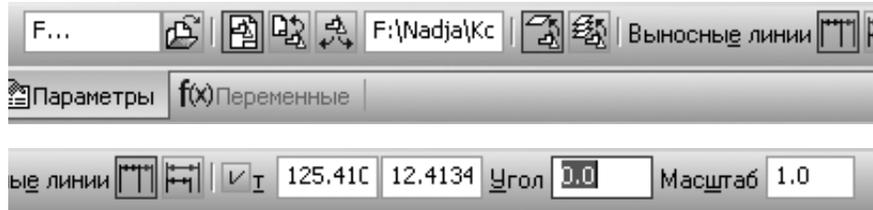
Параметрическую модель следует создавать в виде фрагмента, параметры которого изменяются при вставке в чертеж. Для управления параметрами фрагмента одна или несколько переменных объявляются **внешними** (в поле “**Внешняя**” *Списка переменных* следует поставить флажок), а остальные переменные определяются как функции внешних. Тогда при вставке фрагмента в чертеж до фиксации точки привязки необходимо во вкладке **Переменные** изменить значение внешних переменных.



Внешние переменные определяют значения остальных переменных.

Поле **Комментарий** должно содержать информацию о на-

значении внешних переменных, например, *диаметр отверстия*; его значение не должно превышать 30 мм.



После задания внешних переменных на вкладке **Параметры** следует указать способ вставки, угол наклона и масштаб изображения, после чего можно зафиксировать координаты точки привязки, которая расположена в начале координат исходного фрагмента.

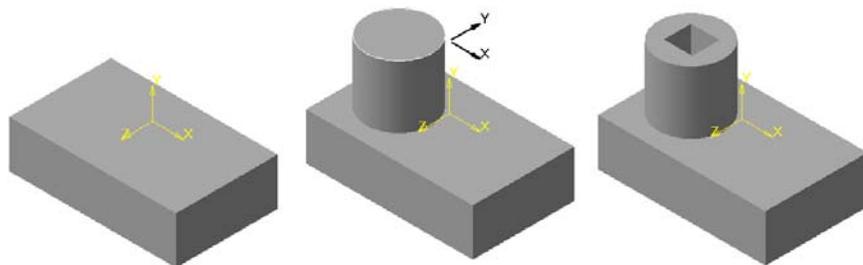
Вопросы для самопроверки

1. С какой целью создаются параметрические модели?
2. Чем отличаются параметрические модели от обычных?
3. Как настроить автоматическое наложение связей и ограничений при создании чертежа или фрагмента?
4. Зачем вручную накладывать связи и ограничения?
5. Какие средства имеются для индивидуального задания связей и ограничений?
6. Как задать переменные параметрической модели и связать их уравнениями и неравенствами?
7. Зачем вводятся внешние переменные?
8. Каким образом можно управлять параметрами фрагмента при вставке в чертеж?

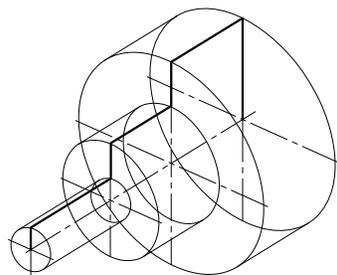
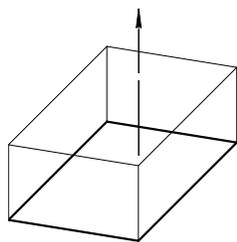
9. Пространственное твердотельное моделирование

Во всех современных системах трехмерного моделирования построение твердотельной модели осуществляется по общему принципу, который состоит в последовательном выполнении операций объединения, вычитания и пересечения над объемными элементами (призмами, цилиндрами, пирамидами и т.д.).

Например, для простейшей модели создается вначале основание в виде прямоугольной призмы, затем добавляется цилиндрический выступ (операция объединения призмы с цилиндром), наконец вырезается квадратное отверстие (операция вычитания из комплекса построенных объектов прямой призмы). Многократно выполняя, эти простые операции можно построить самую сложную модель.



Для создания объемных элементов используется перемещение плоских фигур в пространстве, в процессе которого фигуры ограничивают часть пространства, определяющую форму элемента. Перемещение прямоугольника в направлении, перпендикулярном его плоскости, формирует призму, поворот ломаной на 360° вокруг оси, лежащей в плоскости ломаной, формирует тело вращения и т.д.



поворот ломаной на 360° вокруг оси, лежащей в плоскости ломаной, формирует тело вращения и т.д.

Плоскую фигуру, в результате перемещения которой образуется объемное тело, называют **эскизом**, а формообразующее перемещение — **операцией**.

Эскиз должен располагаться в плоскости: на одной из плоскостей проекций, на плоской грани существующего тела или на вспомогательной плоскости, заданной пользователем.

Эскизы строятся средствами модуля плоского черчения и состоят из отдельных графических примитивов: отрезков, дуг, окружностей и т.д. При этом доступны все команды построения и редактирования изображений, средства создания параметрических зависимостей.

В эскиз можно скопировать изображение из ранее созданного чертежа.

Система КОМПАС имеет следующий набор операций.

Операция выдавливания — выдавливание эскиза в направлении, перпендикулярном плоскости эскиза.

Операция вращения — вращение эскиза вокруг оси, лежащей в плоскости эскиза.

Кинематическая операция — перемещение эскиза вдоль направляющей.

Операция по сечениям — построение объемного элемента по нескольким эскизам, которые рассматриваются как сечения элементарного объема в нескольких параллельных плоскостях.

Объемные элементы, из которых состоят трехмерные модели, образуют в них грани, ребра и вершины.

Грань — гладкая (не обязательно плоская) часть поверхности детали. Гладкая поверхность детали может состоять из нескольких граней.

Ребро — прямая или кривая, разделяющая две смежных грани.

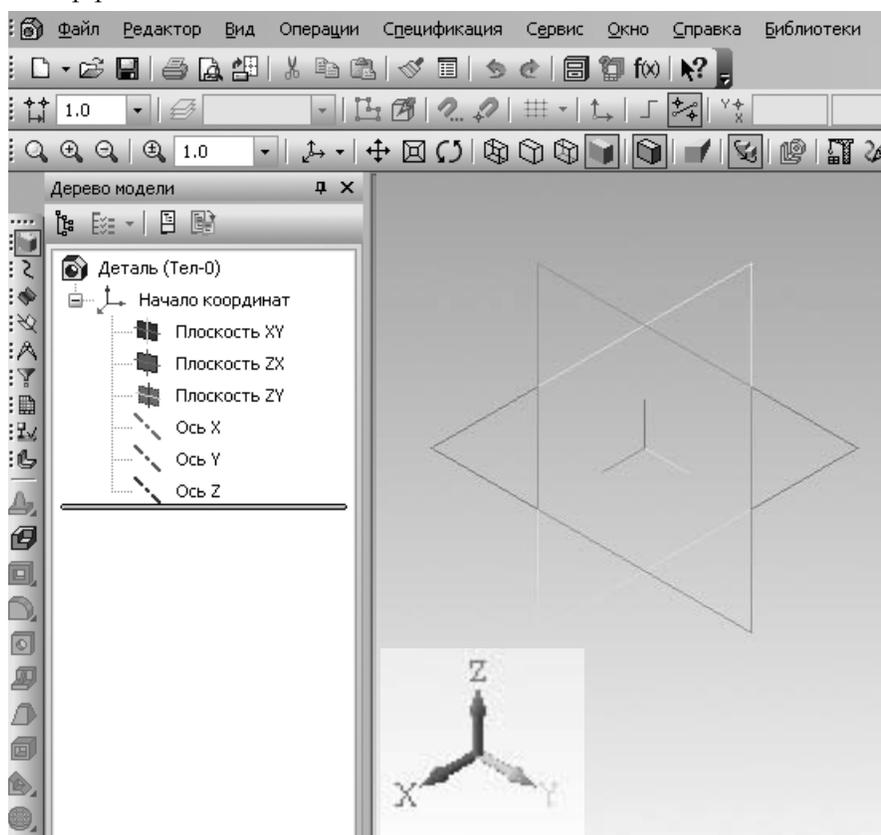
Вершина — точка на конце ребра.

Тело детали — замкнутая и непрерывная область пространства, ограниченная гранями детали. Считается, что область заполнена однородным материалом, из которого изготовлена деталь.

9.1. Особенности интерфейса

Для построения трехмерной модели детали следует создать новый документ **Деталь** . Файлы документов этого типа имеют расширение **.m3d**.

Интерфейс трехмерной модели существенно отличается от интерфейса плоской.



Изменяется состав панелей **Вид** и **Текущее состояние**, в компактной панели раскрывается инструментальная панель **Редактирование детали**, появляется новое окно **Дерево модели**. В окне модели отобразятся начальные элементы трехмерной модели: **декартова система координат** с началом координат, тремя координатными осями x , y , z и тремя плоскостями xy , zx и zy .

Название координатных осей и плоскостей появляются сразу после создания нового файла модели.

Изображение системы координат отображается посередине окна в виде трех ортогональных отрезков красного, синего и зеленого цветов. Общая точка отрезков — это начало координат модели.

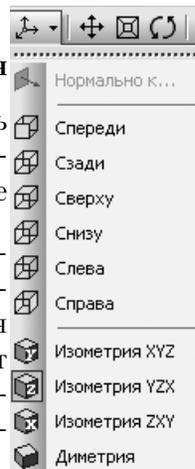
Плоскости показываются условно — в виде прямоугольников, лежащих в этих плоскостях. Цвет прямоугольников совпадает с цветом ортогональной оси. По умолчанию прямоугольники расположены так, что их центры совмещены с началом координат. Положение и размеры прямоугольников можно изменить, потянув за узелки.

В левом нижнем углу отображается еще один символ начала координат, он состоит из объемных стрелок тех же цветов, показывающих положительные направления осей x , y , z , соответственно. Он поворачивается при повороте модели, но не может быть отключен, в отличие от системы координат, которую можно не показывать, но нельзя удалить.

В КОМПАСе система координат задана таким образом, что вид спереди расположен в плоскости xy , где y — вертикальна, а вид сверху — в плоскости xz , где x — горизонтальна. Эта ориентация отличается от принятой в начертательной геометрии. Особенности ориентации необходимо учитывать при создании модели.

На панели Вид появляется поле Текущая ориентация . В нем можно посмотреть название текущей ориентации или выбрать другую. Изменить ориентацию модели можно также

с помощью команды поворота , которая позволяет плавно поворачивать модель вокруг средней точки габаритного параллелепипеда. Для выбора другой точки или оси вращения следует предварительно указать соответствующий элемент мышью, элемент подсветится, и курсор из-



менит свой вид. Направление вращения зависит от направления движения курсора.

Команда вызывается либо из меню **Вид ► Повернуть**, либо с панели **Вид**.

9.2. Управление режимом отображения детали

Система КОМПАС позволяет выбрать способ отображения модели, для этого в меню **Вид** имеются команды **управления отображением** модели, а на **Панели Вид** — кнопки их вызова.

Для задания способа отображения детали следует выполнить команды **Вид ► Отображение** и выбрать нужный вид отображения или выбрать его на панели **Вид**.

Система предлагает 7 вариантов отображения детали.

Каркас . В этом режиме отображаются все ребра детали. Режим установлен по умолчанию для всех новых моделей.

Без невидимых линий . Деталь отображается без невидимых для текущей ориентации линий, отображается совокупность видимых ребер и видимых их частей

Невидимые линии тонкие . Деталь изображается с невидимыми линиями более светлого тона, чем видимые.

Полутоновое . Позволяет получить наиболее полное представление о детали. При полутоновом отображении детали учитываются оптические свойства ее поверхности (цвет, блеск, диффузия и т.д.).

Полутоновое с каркасом . Кроме реалистичности отображения эта модель облегчает указание ребер.

Перспектива . Посредством данного режима можно получить еще более реалистическое изображение детали в соответствии с особенностями зрительного восприятия человека.

Упрощенное отображение . Этот режим не оказывает никакого влияния на статическое положение модели. Он проявляется только при движении, позволяя значительно сократить

время на регенерацию сложных моделей. Особенно эффективно при вращениях, перемещениях объектов, содержащих большое количество компонентов.

Первые 3 режима отображения можно сочетать с перспективой. Для этого следует активизировать оба режима, например *каркас* и *перспектива*.

9.3. Дерево модели

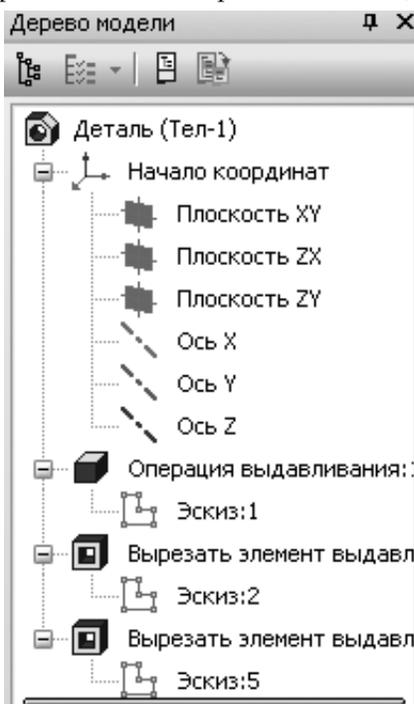
При работе с деталью или сборкой может отображаться окно, содержащее *Дерево модели*.

Дерево модели — это графическое представление набора объектов, составляющих модель. Корневой объект дерева — сама модель, т.е. деталь или сборка. Пиктограммы объектов автоматически возникают сразу после фиксации этих объектов в модели.

Дерево модели отображается в специальном окне, которое всегда находится внутри окна модели. В верхней части дерева размещается **Панель управления**, содержащая 4 кнопки, которые отображают структуру модели (можно показывать последовательность построений либо структуру модели ) , состав дерева модели  (для структуры можно указать, какие группы объектов показывать, а какие — нет), отношения между элементами модели  и дополнительное окно дерева .

Дерево служит не только для фиксации объектов, но и для выделения и указания объектов при выполнении команд.

Окно Дерева моделей можно отключить.



9.4. Требования к эскизам

Эскиз обычно является сечением объемного элемента, реже он может задавать траекторию движения другого эскиза. Для создания объемного элемента эскиз должен удовлетворять ряду требований.

Одним из основных понятий является **контур**. Для эскиза контур — это любой линейный графический объект или совокупность последовательно соединенных линейных графических объектов отрезков, дуг, сплайнов и т.д.

1. Контур в эскизе не пересекаются и не имеют общих точек.

2. Контур в эскизе изображаются основной толстой линией.

Иногда для построений необходимы вспомогательные элементы, их можно выполнить другими стилями линий. Такие объекты не будут учитываться при выполнении операции.

Для каждой операции предъявляются дополнительные требования к эскизам.

9.5. Основание модели

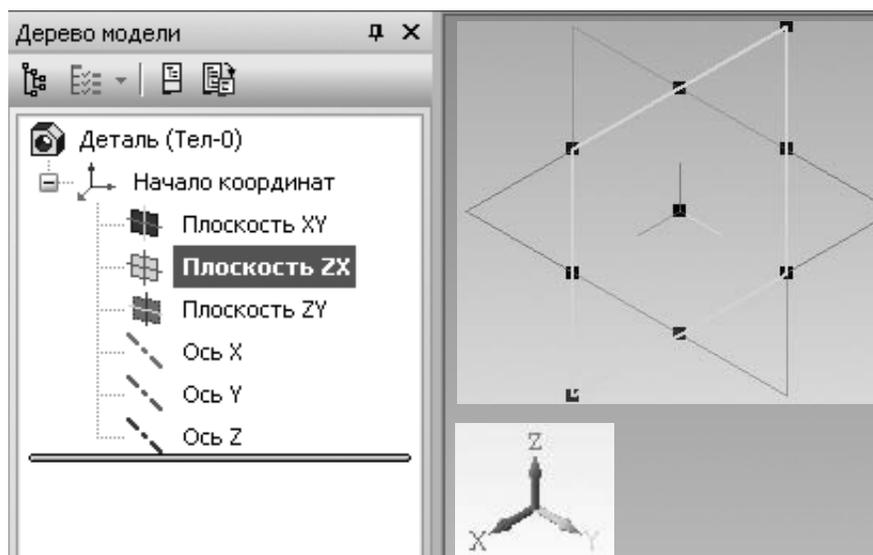
Построение детали всегда начинают с построения основания — первого формообразующего элемента детали. Основание есть у любой детали, оно всегда одно.

Построение основания связано с добавлением материала, поскольку вычитать еще не из чего. В качестве основания может быть выбрана часть детали, образованная одной из четырех основных операций: **выдавливания**, **вращения**, **кинематическая** или **по сечениям**, кроме того основанием детали может стать другая уже существующая деталь (заготовка).

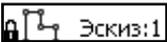
Как правило, в качестве основания выбирают тот элемент, к которому удобно добавлять остальные элементы.

Создание любого основания начинается с создания эскиза. Эскиз располагается в плоскости. Обычно выбирают одну из координатных плоскостей. Для этого на поле модели или в дереве модели следует выделить **плоскость**. (например, *xz*). Выделенная плоскость подсветится.

Для создания эскиза вызывается команда **Операции ► Эскиз**, или на панели *Текущее состояние* нажимается кнопка



Эскиз . Команду *Эскиз* также можно вызвать из **контекстного меню**.

В дереве модели появится пиктограмма нового эскиза с символом замка  **Эскиз:1**.

Система переходит в режим плоского черчения с включенной параметризацией.

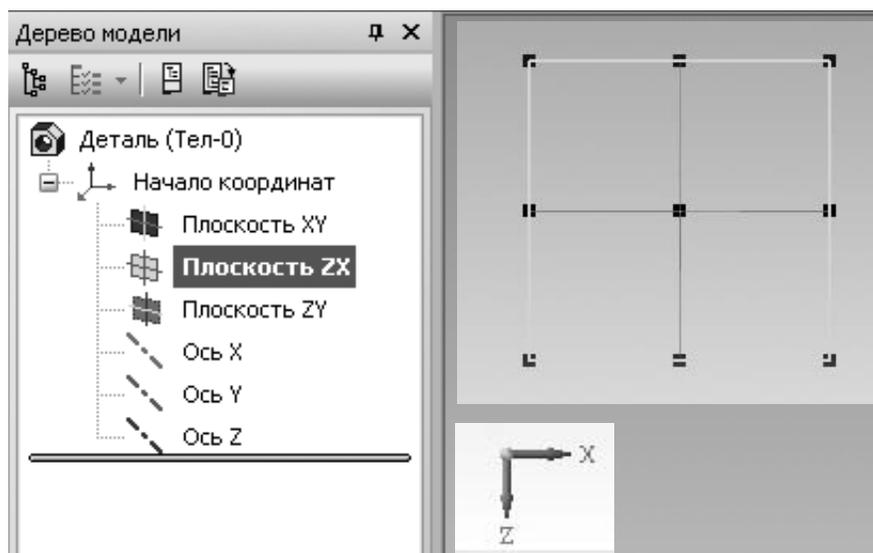
По умолчанию система настроена так, что выбранная плоскость эскиза совпадает с плоскостью экрана. Т.е. при вызове команды *Эскиз* **система координат поворачивается** соответствующим образом, а после выхода из команды она возвращается в прежнее положение.

Далее в эскизе следует создать **сечение основания** тела.

Для цилиндра это может быть окружность основания, для призмы — многоугольник основания. Эскизы задаются в горизонтальной плоскости xz .

Для конуса и сферы строятся образующая и ось вращения во фронтальной плоскости xy .

Для усеченной пирамиды строятся два основания: нижнее — в горизонтальной плоскости, а верхнее — в смещенной плоскости, которую следует построить предварительно.



После построения одного или нескольких эскизов, следует вернуться в режим трехмерных построений. Для этого необходимо **отжать** кнопку **Эскиз** на панели **Текущее состояние**. Система перейдет в режим трехмерных построений. В дереве модели появится пиктограмма нового эскиза (исчезнет замок), она будет выделена цветом. В окне модели подсветится эскиз.

Теперь следует указать способ перемещения эскиза в пространстве для получения объемного элемента.

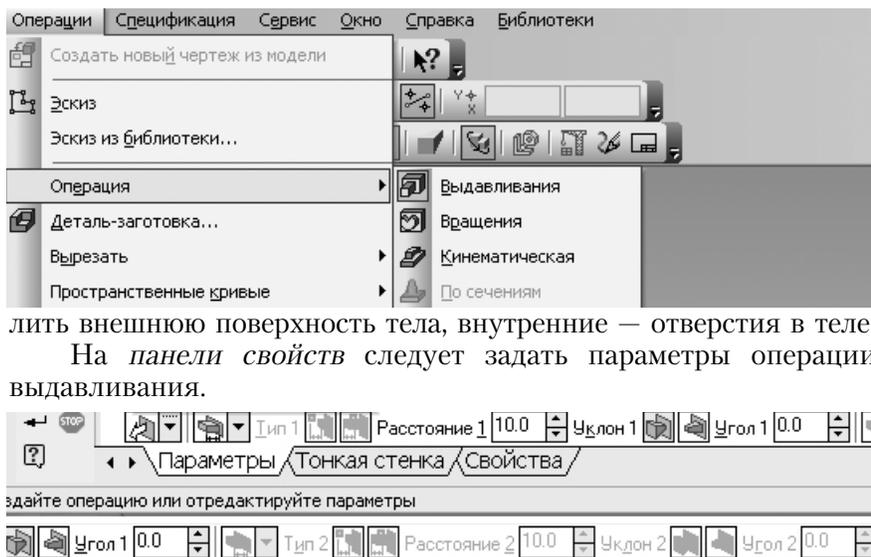
Команды построения находятся в меню **Операции**, а кнопки их быстрого вызова  — на панели **Редактирование детали** .

Операция выдавливания . Эта операция доступна, если в модели еще нет основания, и выделен только один эскиз.

Эскиз может содержать один или несколько контуров.

Если контур один, то он может быть замкнутым или разомкнутым.

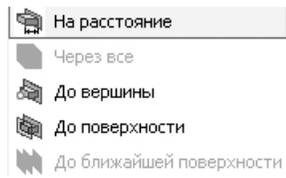
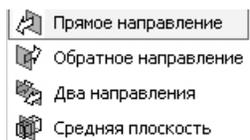
Если контуров несколько, то все они должны быть замкнуты, причем один наружный, а остальные вложены в него. Допускается один уровень вложенности. Наружный контур опреде-



лить внешнюю поверхность тела, внутренние — отверстия в теле.

На *панели свойств* следует задать параметры операции выдавливания.

Направление выдавливания  и глубину выдавливания  можно выбрать из списков.

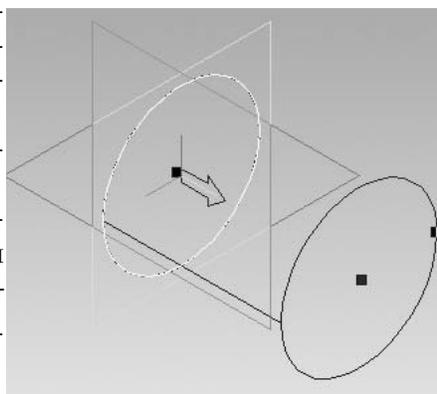


Два направления предполагают задание глубины выдавливания в каждом из направлений отдельно.

Для *средней плоскости* выдавливание выполняется симметрично в обе стороны и задается суммарная глубина.

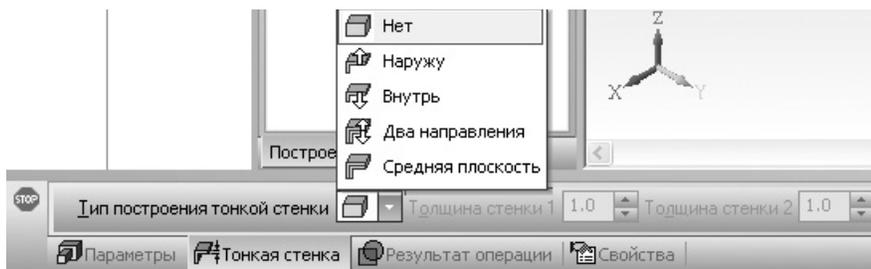
Прямое направление указывается стрелкой в поле модели.

При любом способе задания глубины выдавливания элементу можно придать *уклон*  в направлении выдавливания.



После визуальной проверки появившегося фантома основания следует нажать кнопку **Создать объект**.

Обязательно необходимо проверить состояние вкладки **Тонкая стенка**.



Тип построения тонкой стенки следует задать  **Нет**.

Созданный элемент появится в дереве модели под названием **операция выдавливания** с соответствующей пиктограммой  **Операция выдавливания**. Название *Операция выдавливания* можно изменить, а пиктограмму — нет.

Элемент вращения . Команда доступна, если выделен один эскиз и еще нет основания.

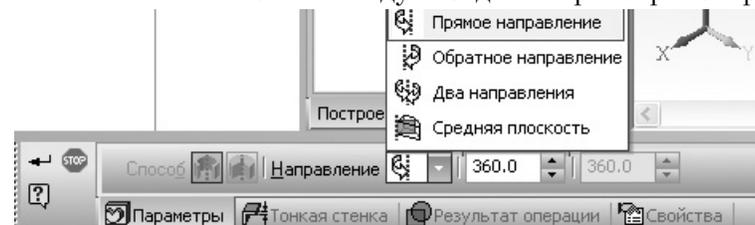
В эскизе должна быть построена ось вращения отрезком со стилем *осевая*. Ось вращения должна быть одна.

В эскизе может быть один или несколько контуров, которые лежат по одну сторону от оси вращения и не пересекают ее.

Если контур один, то он может быть замкнутым или разомкнутым, если несколько — то все замкнутые.

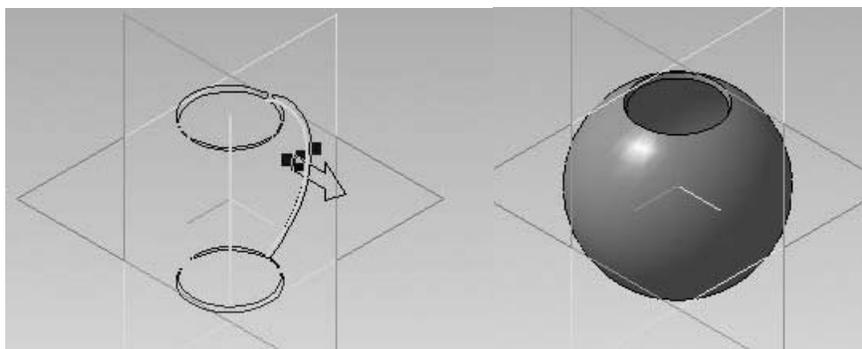
Если контуров несколько, то один — наружный, а остальные вложены в него. (допускается один уровень вложенности).

На *панели свойств* следует задать параметры операции.



Возможно два варианта построения элемента вращения: тороид и сфероид.

Тороид  — задается тонкостенный элемент, с отверстием вдоль оси вращения. Вращается только контур, к которому добавляется слой материала. В результате получается тонкостенная оболочка.



Сфероид . При построении сфероида концы контура проецируются на ось вращения. Вращение производится с учетом этих проекций, в результате получается сплошной элемент.

Если контур замкнут, возможно построение только сфероида.

На панели свойств задаются

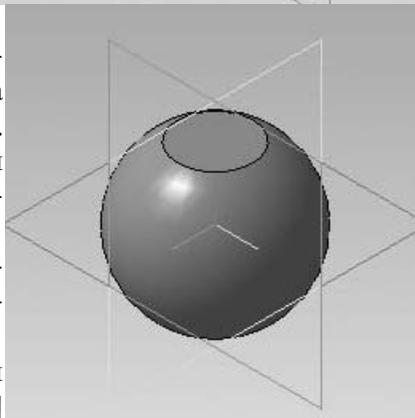
направление вращения  

и **угол** 360.0  **поворота.**

Вкладка **Тонкая стенка** аналогична операции выдавливания.

Перед созданием объекта следует визуально проверить появившийся фантом основания и нажать кнопку **Создать объект.**

Результат построения появится на экране, а в дереве модели — новый объект  **Операция вращения** **Операция вращения.**



Для задания **кинематического элемента**  следует создать два эскиза: сечение тела и траекторию перемещения эскиза. При движении эскиза его положение может оставаться неизменным или изменяться в соответствии с изгибами траектории.

Элемент по сечениям . Для создания этого элемента используются **несколько эскизов** — сечений элемента. Может быть задана направляющая, задающая траекторию перемещения между сечениями. Если направляющая не задана, то она выбирается самой простой (прямолинейной или проходящей через соответствующие точки сечений).

Эскизы могут располагаться в произвольных плоскостях, в каждом из эскизов может быть только один контур.

Первый и последний эскизы вместо контура могут содержать точку (вершину).

Все контуры должны быть одновременно замкнуты или разомкнуты.

Этой функцией удобно пользоваться для построения пирамиды.

Первое сечение строится в горизонтальной плоскости, а второе — в смещенной плоскости. Основанием пирамиды обычно бывает правильный многоугольник, который вычерчивается функцией *Правильный многоугольник*, но является не целостным объектом, а совокупностью отрезков, редактировать которые приходится индивидуально.

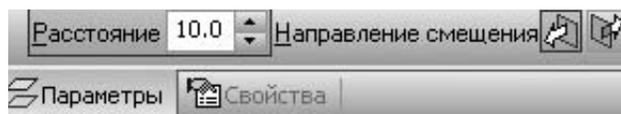
Для задания смещенной плоскости следует на инструмен-

тальной панели **Вспомогательная геометрия**  или из меню **Инструменты ► Вспомогательная геометрия** вызвать функцию

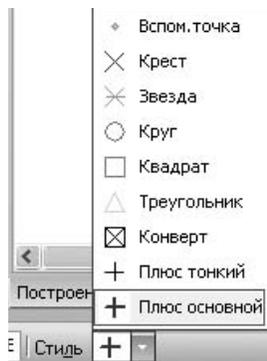
Смещенная плоскость .

Затем в поле модели указывается базовая плоскость а на панели свойств задается расстояние и направление смещения.

После проверки фантома плоскости следует *Создать объект*. Плоскость появится на экране, а в дереве

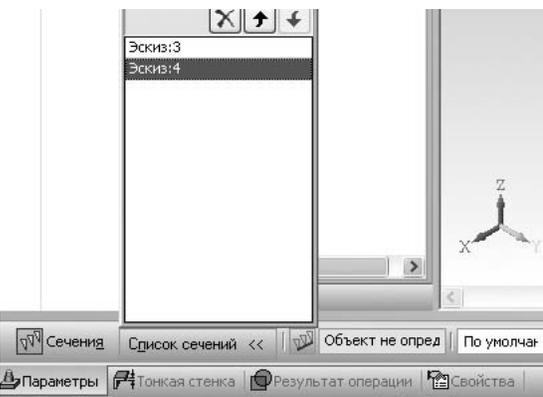


модели — новый объект  **Смещенная плоскость**.



В созданной плоскости следует вычертить эскиз верхнего основания. Если пирамида полная, то в качестве второго сечения можно задать точку, имеющую стиль **Плюс Основной**.

Затем необходимо вызвать функцию **По сечениям** и задать параметры на **панели свойств**. Т.е. выбрать сечения из списка сече-

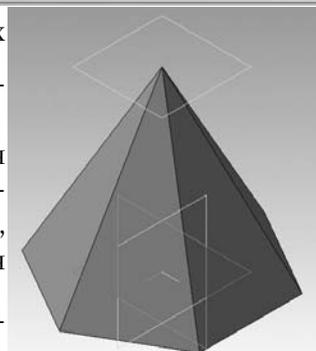


ний. Сечения можно указывать до или после вызова функции. В первом случае после вызова функции они присутствуют в списке сечений, а во втором добавляются в список по мере их указания. Сечения можно указывать в окне модели или в дереве модели. При указании сечений в дереве модели подключается алгоритм автоматической генерации пути. При этом порядок



соединения сечений соответствует их положению в списке. Кнопки  используют для изменения этого порядка.

В простых случаях не требуется задавать траекторию и указывать порядок соединения точек соседних сечений, выбирается автоматическая генерация траектории , в отличие от ручного за-



дания , остальные параметры задаются *по умолчанию*.

Перед созданием модели следует визуально проверить появившийся фантом основания и нажать кнопку **Создать объект**.

Результат построения появится на экране, а в дереве модели — новый объект  **Операция по сечениям** *Операция по сечениям*.

9.6. Приклеивание формообразующих элементов

После построения основания модели следует добавить к нему выступы детали. Для этого используются команды **Приклеить**:

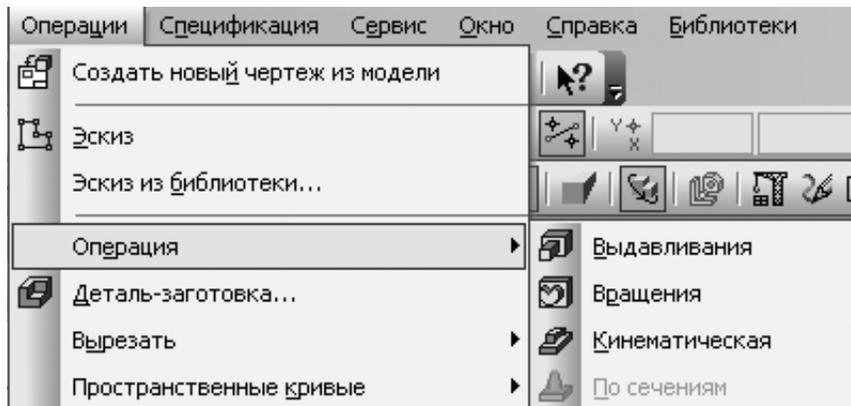
Выдавливанием 

Вращением 

Кинематически 

По сечениям 

Эти команды расположены в меню **Операции** ► **Операция**, а кнопки их быстрого вызова на Панели *Редактирование детали*, т.е. там же, где функции построения основания.



Для их применения следует:

— указать плоскость эскиза (плоская грань построенного

- объема, координатная плоскость и др.);
- в выделенной плоскости построить эскиз;
 - применить выбранную операцию.

9.7. Вырезание формообразующих элементов

После построения основания модели и выступов можно построить отверстия. Для этого используются команды **Вырезать**:

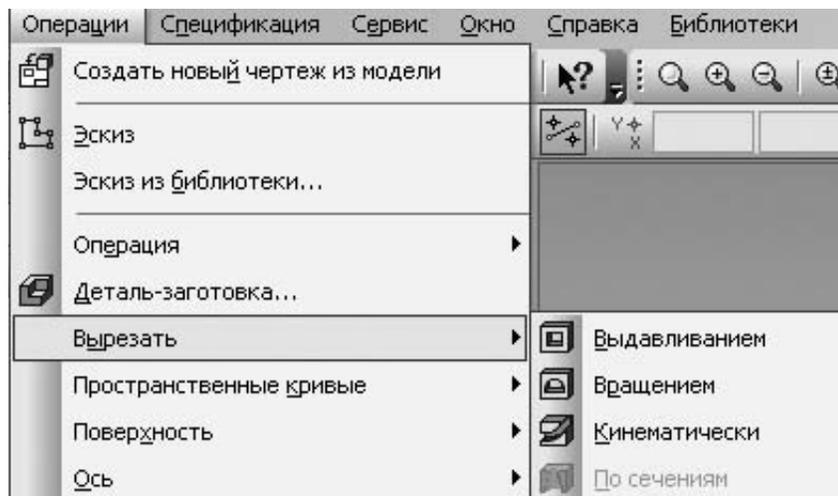
Выдавливанием 

Вращением 

Кинематически 

По сечениям 

Эти команды расположены в меню **Операции** ► **Вырезать**, а кнопки их быстрого вызова — на Панели *Редактирование детали*.

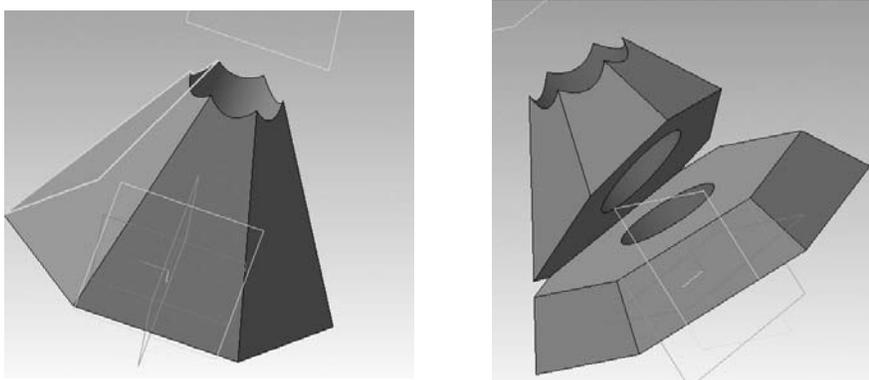


- Для их применения следует:
- указать плоскость эскиза (плоская грань построенного объема, координатная плоскость и др.);
 - в выделенной плоскости построить эскиз;

– применить выбранную операцию.

Для построения вертикального отверстия выбираются: горизонтальная координатная плоскость — для операции *вырезать выдавливанием*, горизонтальная и плоскость верхнего основания — для операции *вырезать по сечениям*, для операции *вырезать вращением* — фронтальная.

При использовании операции выдавливания глубина выдавливания задается — **через все**. Следует проверить направление выдавливания **Прямое** или **обратное**.



Подобно вертикальному отверстию формируется горизонтальное.

Для гранного выреза используется операция *Вырезать выдавливанием*.

Эскиз строится во *фронтальной плоскости*.

Для того, чтобы можно было вырезать отверстие, а не щель — тонкую стенку, **эскиз должен быть замкнут**.

Направление операции выбирается **Два направления**, а глубина выдавливания — **Через все**.

Кроме рассмотренных основных операций построения модели имеются специальные операции для создания распространенных конструкторских элементов, таких как фаска , скругление , отверстие , ребро жесткости , уклон



, которые могут быть вызваны из меню *Операции* или на панели *Редактирование детали*. Эти операции ускоряют процесс создания пространственной модели.

9.8. Редактирование модели

Если при создании модели были допущены ошибки, их можно исправить. Для этого следует выделить неверно построенный элемент — операцию или эскиз. Удобнее это выполнять в дереве модели. Элемент в поле модели подсветится зеленым цветом. Затем в контекстном меню или из меню **Редактор** выбрать **Редактировать (Редактировать элемент)** и появится *панель свойств*, где можно изменить параметры операции, или в окне модели будет показан эскиз, в который можно внести исправления. Если редактируемый элемент использовался для последующих операций, то модель будет перестроена в соответствии с выполненными изменениями.

Если ошибки таким образом исправить не удалось, то неверный элемент можно ***удалить и построить заново***.

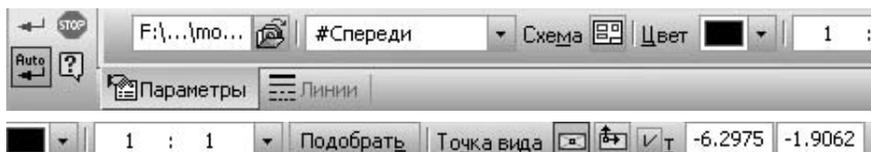
9.9. Создание чертежа по модели

Пространственная модель может использоваться для получения чертежа. Среди функций меню *Операции* и на панели *Редактирования модели* имеется функция **Создать Новый чертеж из модели**. Она не очень удобна, поскольку автоматически создает только один вид. Рациональнее воспользоваться функцией создания видов по модели в документе *Чертеж*.

Следует создать новый чертеж.

Функцией **Вставка ► Вид с модели ► Стандартные ► Выбрать файл модели** (указать имя файла) вставляются в чертеж три вида (спереди, сверху и слева). Если правильно была выбрана плоскость базового эскиза и направление операции, то следует задать лишь точку привязки вида.

В случаях нежелательной ориентации видов, необходимости получения дополнительных изображений и аксонометрии следует задать параметры на панели свойств до фиксации точки вставки.

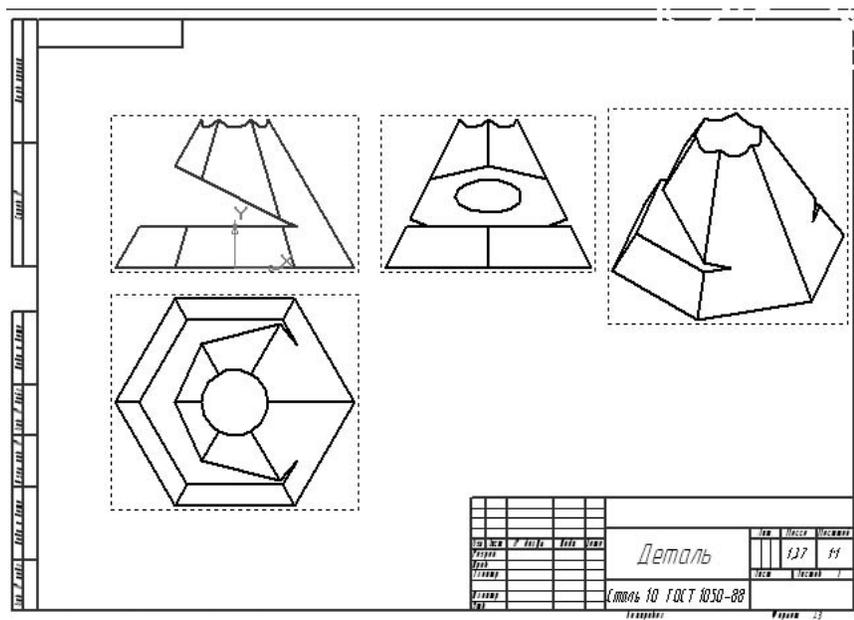


Основное значение имеют параметры **Ориентация главного вида** **#Спереди** (по умолчанию — вид спереди) и **Схема видов**, **Схема** , которые позволяют выбрать любое изображение в качестве главного вида и любые из 6 основных видов, а также аксонометрию. Следует щелчком мыши выделить необходимые для формирования чертежа виды.



Указав точку привязки, получаем виды, расположенные в проекционной связи. Это **ассоциативный чертеж** модели. Все изменения, выполненные в модели, будут отображаться на чертеже.

Для того, чтобы на чертеже выполнить разрезы, вид, на котором можно указать положение секущей плоскости, переводится в **текущее состояние** и **обозначаются разрезы**, например, горизонтальный и профильный. После обозначения разреза система автоматически строит его изображение, которое в



проекционной связи можно перемещать по листу.

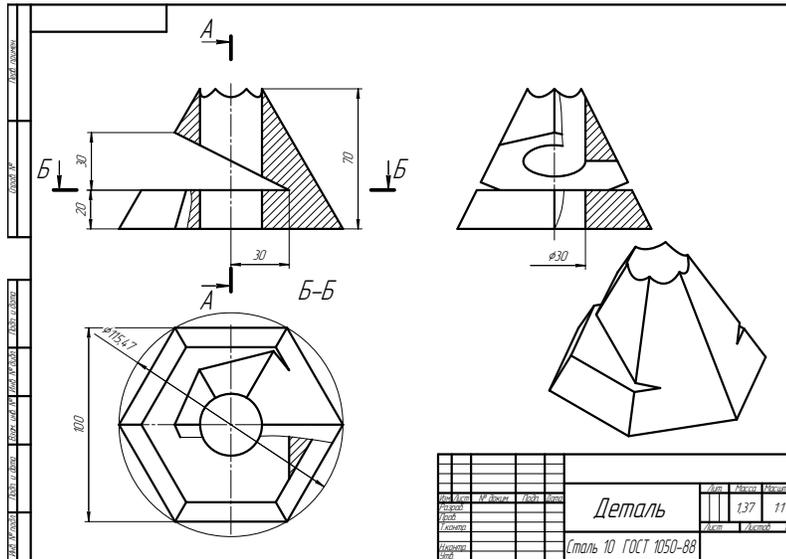
Фронтальный разрез можно обозначить на виде сверху или слева. Полученные виды и разрезы можно разрушить и выполнить совмещение видов с разрезами, предварительно проведя осевые.

Удобнее применить команду **местный разрез**, выбранную на панели **Ассоциативные виды** или из меню **Вставка** ►

Вспомогательный вид ► **Местный разрез** . Для этого вид, на котором выполняется разрез, переводится в текущее состояние, и часть изображения, выделенная для разреза, охватывается замкнутой линией обрыва, построенной функцией *кривая Безье*. (можно с любым запасом вне детали). Вызывается функ-

кция **Местный разрез** , указывается линия обрыва, и появляется фантом прямой для указания следа секущей плоскости.

После задания его положения на другом виде система строит местный разрез, отделенный от вида линией обрыва. Избыток линии обрыва вне детали удаляется автоматически.



Провести линию обрыва полностью вне детали и получить полный разрез не удастся.

Далее на чертеже следует обозначить разрезы, провести осевые, нанести размеры и оформить чертеж.

Вопросы для самопроверки

1. По какому принципу строятся пространственные модели сложных объектов?
2. Какие способы отображения моделей имеются в системе КОМПАС?
3. Зачем создается дерево модели?
4. Какой элемент модели следует построить первым?
5. Как создаются выступы и ответстия в модели?
6. Приведите алгоритм создания элементарного объема?
7. В чем отличие сфероида и тороида?
8. Каким образом можно создать чертеж по пространственной модели?
9. Как выполняются разрезы, соединенные с видами на чертеже пространственной модели?

10. Указания к выполнению лабораторных работ

10.1. Лабораторная работа № 1

(Время выполнения 4 часа)

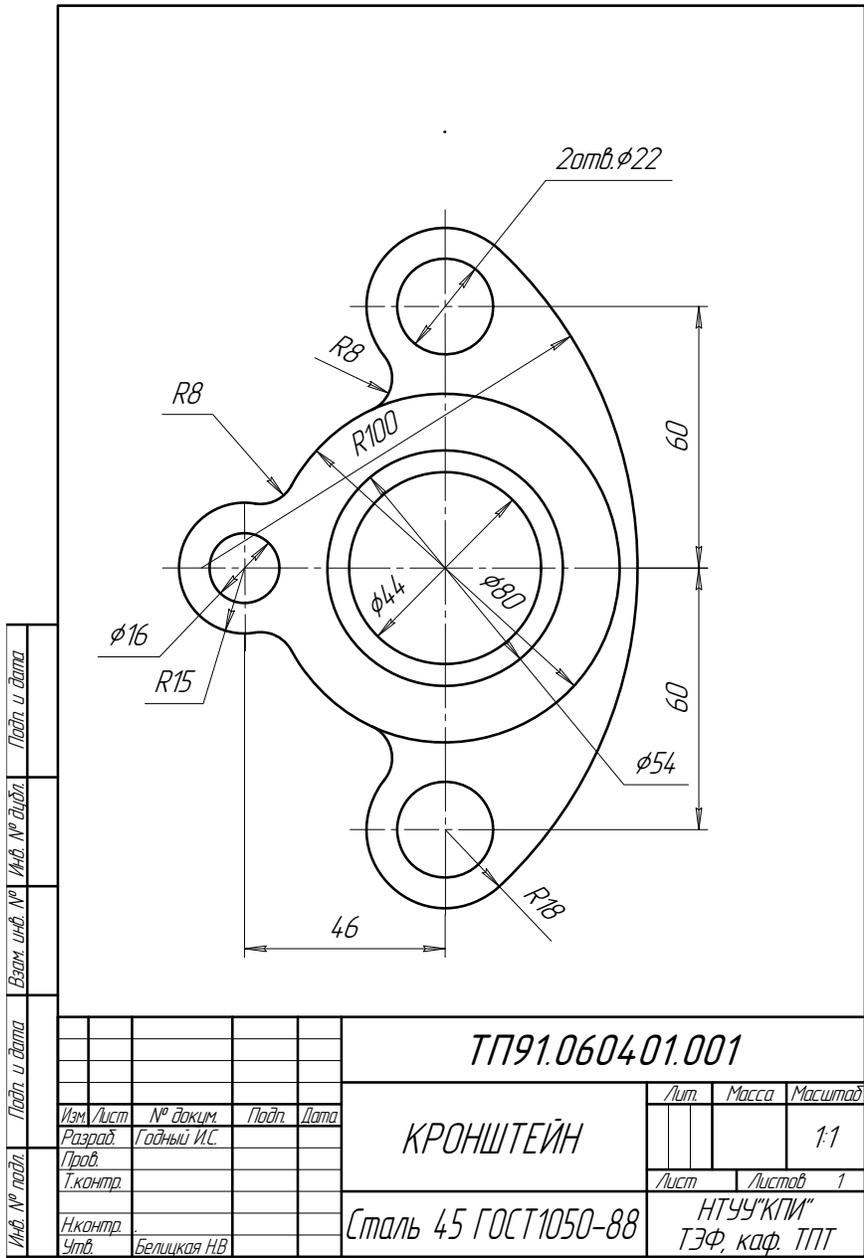
Тема работы. Построение чертежа геометрического контура.

Цель работы. Овладеть методикой построения произвольных геометрических форм и нанесения размеров в системе КОМПАС-3D.

Последовательность выполнения работы:

1. Выполнить чертеж плоского контура на формате А4 с помощью чертежных инструментов.
2. Проанализировать заданный контур и определить, какими основными геометрическими объектами целесообразно воспользоваться для его построения, какие функции редактирования следует применить и как нанести размеры.
3. Изучить материал разделов 1, 2, 3.3, 3.4.2-3.4.5, 3.4.10, 4.1, 4.3, 4.4.7, 5.1, 5.2.15.
4. Ознакомиться с интерфейсом системы. Создать документ *Лист* формата А4 с основной надписью *Конструкторский чертеж. Первый лист*.
5. Построить чертеж геометрического контура.
6. Нанести размеры.
7. Заполнить основную надпись.
8. Защитить выполненную работу, ответив на вопросы и выполнив дополнительные построения, указанные преподавателем.
9. Записать файл чертежа на дискету преподавателя под именем *Kornienko_1*, где *Kornienko* – фамилия студента, *1* – номер лабораторной работы.
10. Распечатать выполненную работу на принтере.

Пример выполнения лабораторной работы № 1



10.2. Лабораторная работа № 2.

(Время выполнения 4 часа)

Тема работы. Создание видов на примере рабочего чертежа детали с натуры или по чертежу общего вида. Использование библиотеки стандартных конструктивных и технологических элементов.

Цель работы. Овладеть методикой создания видов и управления ими для автоматического пересчета параметров изображений и нанесения размеров при использовании масштабов, отличных от натуральных. Ознакомиться с возможностями библиотеки стандартных конструктивных элементов в системе КОМПАС-3D.

Последовательность выполнения работы:

1. Проанализировать форму детали, определить главный вид, а также необходимое и достаточное количество изображений.

2. С помощью чертежных инструментов выполнить чертеж детали на формате А3 или А4, задавая отдельные изображения в разных масштабах (использовать не менее двух различных масштабов).

3. Изучить материал разделов 3.1, 3.4.1, 3.4.7-3.4.9, 3.4.12, 5.2.3, 5.2.6, 5.2.7, 5.2.8.

4. Создать запланированные виды с необходимыми масштабами и назначить имена, соответствующие их наименованию по ГОСТ 2.305-68.

5. Построить изображения, нанести размеры и шероховатости поверхностей, строго выдерживая принадлежность созданным видам.

6. В созданные для этого виды вставить из библиотеки изображения конструктивных элементов, таких как проточки, канавки для выхода шлифовального круга и т.д.

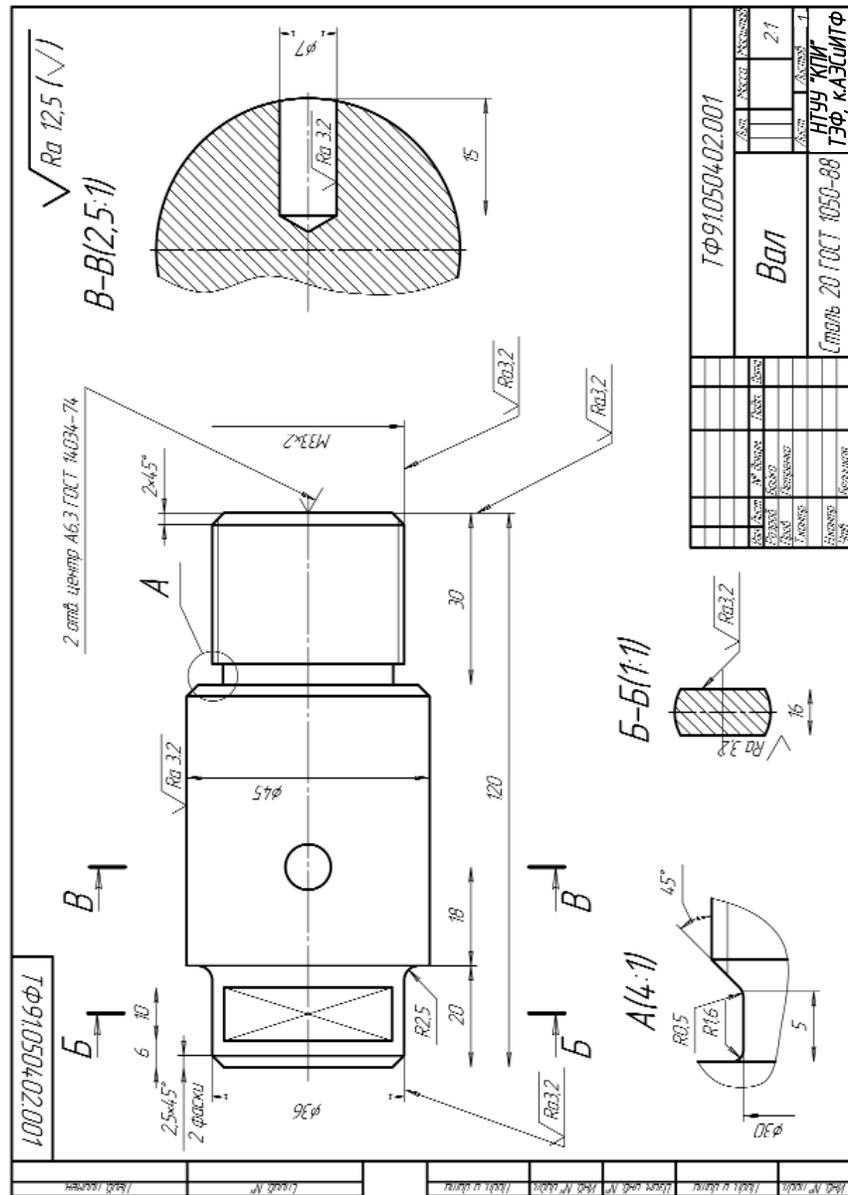
7. Оформить чертеж детали, задав неуказанную шероховатость, технические требования и заполнив основную надпись.

8. Защитить выполненную работу, ответив на вопросы и выполнив дополнительные построения, указанные преподавателем.

9. Записать файл чертежа на дискету преподавателя под именем Kornienko_2, где Kornienko – фамилия студента, 2 – номер лабораторной работы.

9. Распечатать выполненную работу на принтере.

Пример выполнения лабораторной работы № 2



10.3. Лабораторная работа № 3.

(Время выполнения 4 часа)

Тема работы. Создание видов и слоев на примере рабочего чертежа детали с натуры или по чертежу общего вида. Использование библиотеки стандартных конструктивных и технологических элементов.

Цель работы. Приобрести навык создания видов и управления ими для автоматического пересчета параметров изображений и нанесения размеров при использовании масштабов, отличных от натуральных. Владеть методикой создания слоев и управления ими. Приобрести навык работы с библиотеками стандартных конструктивных элементов в системе КОМПАС-3D.

Последовательность выполнения работы:

1. Проанализировать форму детали, определить главный вид, а также необходимое и достаточное количество изображений.

2. С помощью чертежных инструментов выполнить чертеж детали на формате А3 или А4, задавая отдельные изображения в разных масштабах (использовать не менее двух различных масштабов).

3. Изучить материал разделов 3.1, 3.2, 3.4.1, 3.4.7-3.4.9, 3.4.12, 5.2.3, 5.2.5, 5.2.7, 5.2.8.

4. Создать запланированные виды с необходимыми масштабами и назначить имена, соответствующие их наименованию по ГОСТ 2.305-68.

5. В каждом из видов создать три слоя: изображение, размеры и шероховатость, штриховка. Слоям дать названия, соответствующие их назначению. Каждый слой окрасить соответствующим ему цветом.

6. Построить изображения, нанести размеры и шероховатости поверхностей, строго выдерживая принадлежность созданным видам и слоям.

7. В созданные для этого виды вставить из библиотеки изображения конструктивных элементов, таких как проточки, канавки для выхода шлифовального круга и т.д. Размеры и штриховку библиотечных элементов переместить в соответствующие слои.

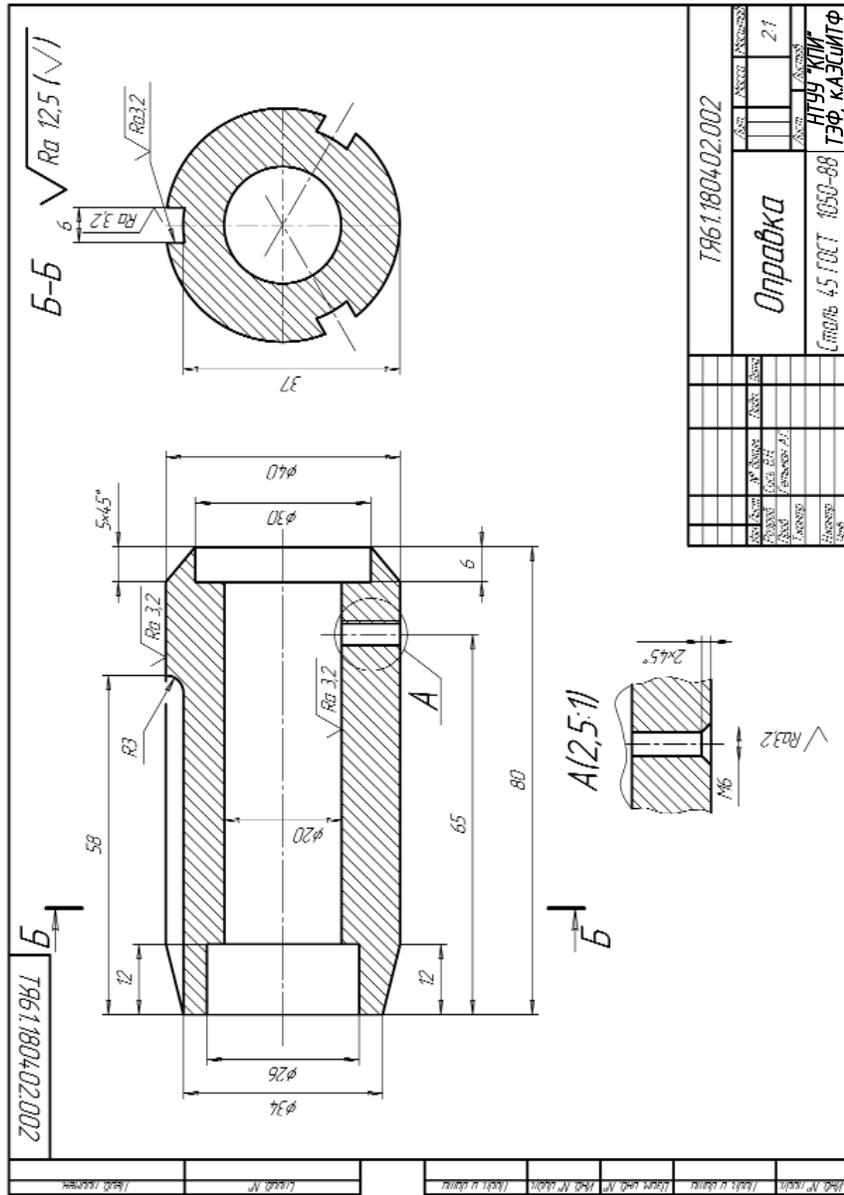
8. Оформить чертеж детали, задав неуказанную шероховатость, технические требования и заполнить основную надпись.

9. Защитить выполненную работу, ответив на вопросы и выполнив дополнительные построения, указанные преподавателем.

10. Записать файл чертежа на дискету преподавателя под именем Kornienko_3, где Kornienko – фамилия студента, 3 – номер лабораторной работы.

11. Распечатать выполненную работу на принтере.

Пример выполнения лабораторной работы № 3



10.4. Лабораторная работа № 4.

(Время выполнения 4 часа)

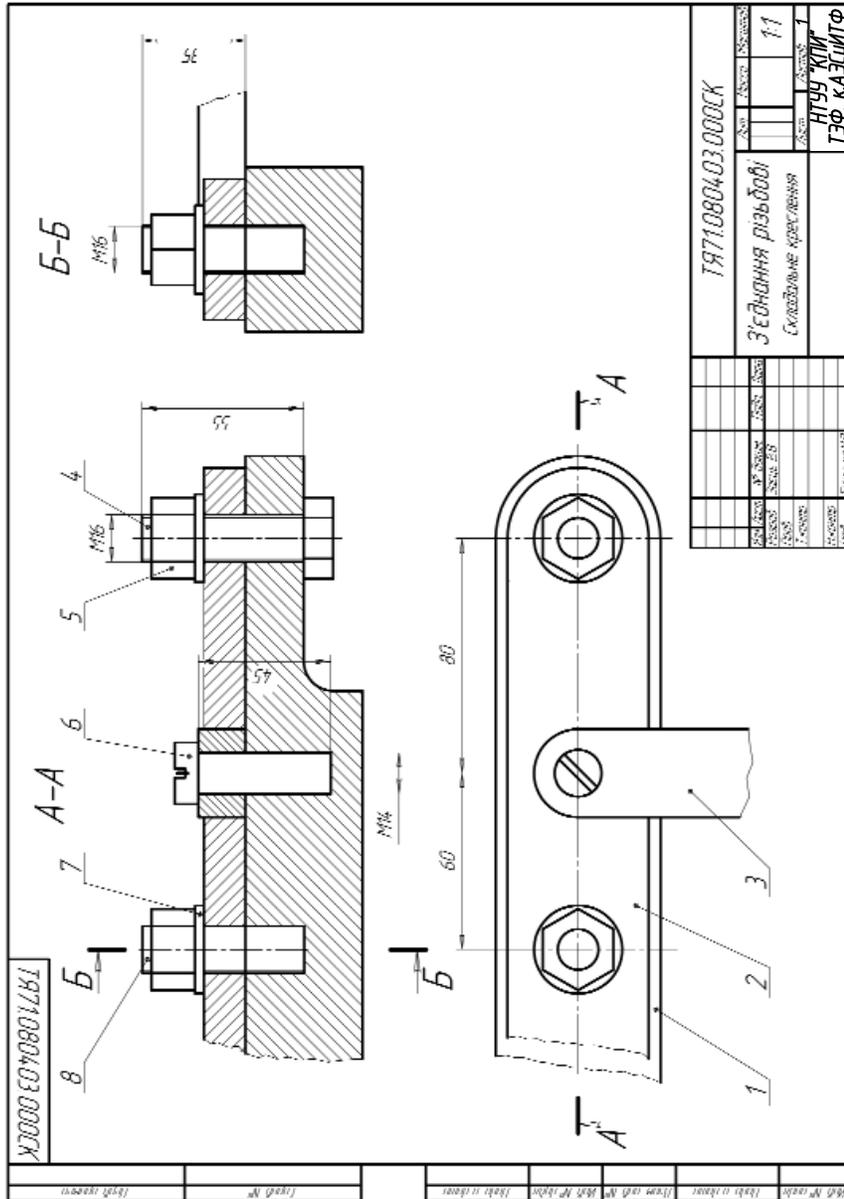
Тема работы. Создание сборочного чертежа с использованием библиотеки стандартных крепежных изделий.

Цель работы. Овладеть методикой построения сборочных чертежей, содержащих изображения стандартных изделий, и нанесения номеров позиций. Научиться использовать привязки при вставке библиотечных фрагментов.

Последовательность выполнения работы:

1. Рассчитать длины стандартных крепежных изделий по вариантам.
2. С помощью чертежных инструментов выполнить сборочный чертеж на формате А3.
3. Изучить материал разделов 3.3, 3.4, 4, 5.2, 6.1
4. Построить изображения соединяемых деталей, проводя осевые вместо изображения крепежных изделий.
5. Вставить из библиотеки изображения крепежных элементов, собирая их в соединение. При вставке использовать привязки к точкам пересечения.
6. Отредактировать изображения резьбовых соединений с учетом видимости, не разрушая фрагментов, используя функции редактирования.
7. Оформить сборочный чертеж, задав необходимые размеры, выполнив штриховку сечений, обозначив разрезы, нанеся номера позиций, введя технические требования и заполнив основную надпись.
8. Защитить выполненную работу, ответив на вопросы и выполнив дополнительные построения, указанные преподавателем.
9. Записать файл чертежа на дискету преподавателя под именем Kornienko_4, где Kornienko – фамилия студента, 4 – номер лабораторной работы.
10. Распечатать выполненную работу на принтере.

Пример выполнения лабораторной работы № 4



10.5. Лабораторная работа № 5.

(Время выполнения 8 часов)

Тема работы. Создание сборочного чертежа с использованием рабочих чертежей деталей

Цель работы. Овладеть методикой построения сборочных чертежей с использованием рабочих чертежей деталей и нанесения номеров позиций. Научиться задавать и использовать точки привязки при создании и вставке локальных фрагментов.

Последовательность выполнения работы:

1. С помощью чертежных инструментов выполнить сборочный чертеж (главный вид) на формате А4.
2. Изучить материал разделов 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 4.2, 4.4, 5.2, 6.2.
3. Открыть рабочие чертежи деталей, входящих в сборочную единицу.
4. Создать новый документ *Лист* для формирования сборочного чертежа.
5. Последовательно скопировать в буфер необходимое изображение каждой из деталей, без размеров и знаков шероховатости. Каждое из изображений оформить в виде локального фрагмента.
6. В локальных фрагментах отредактировать изображения с учетом условностей и упрощений, используемых на сборочных чертежах.
7. Вставить локальные фрагменты деталей, используя привязки.
8. Отредактировать полученные изображения, учитывая видимость деталей.
9. Вычертить изображения деталей и других составных частей, на которые ранее не разрабатывались чертежи. Изображения стандартных изделий вставить из библиотеки.
10. Оформить сборочный чертеж, выполнив штриховку сечений, нанеся номера позиций и заполнив основную надпись.
11. Защитить выполненную работу, ответив на вопросы и выполнив дополнительные построения, указанные преподавателем.
12. Записать файл чертежа на дискету преподавателя под именем Kornienko_5, где Kornienko — фамилия студента, 5 — номер лабораторной работы.
13. Распечатать выполненную работу на принтере.

10.6. Лабораторная работа № 6.

(Время выполнения 4 часа)

Тема работы. Ввод и редактирование текста на чертеже

Цель работы. Овладеть методикой создания текстовых надписей в системе КОМПАС-3D.

Последовательность выполнения работы:

1. Изучить материал разделов 1.3.2, 5.2.1.
2. Создать новый документ *Лист* для ввода текста, задав оформление чертежа *Без основной надписи*.
3. Вызвав функцию текст, задать параметры текстового блока, абзаца и шрифта, а также тип выравнивания.
4. Ввести указанный текст, изменяя параметры текста в соответствии с образцом. В перечне деталей использовать автоматическую нумерацию абзацев.
5. Защитить выполненную работу, ответив на вопросы и выполнив дополнительные построения, указанные преподавателем.
6. Записать файл чертежа на дискету преподавателя под именем *Когниенко_6*, где *Когниенко* – фамилия студента, *6* – номер лабораторной работы.
7. Распечатать выполненную работу на принтере.

Пример выполнения лабораторной работы № 6

ВЕНТИЛЬ ЗАПІРНИЙ МЕМБРАННИЙ ЛАТУННИЙ

Вентилі запірні мембранні латунні призначені для встановлення на трубопроводах як запірний пристрій.

Робоче середовище – хладон ($t = -40...+120\text{ }^{\circ}\text{C}$).

При обертанні маховика 10 за годинниковою стрілкою шпindelю рухається по різьбі кришки і притискає підп'ятником 5 з мембранами 4 шток 2 до сіла корпусу 1. Шток, стискаючи пружину 3, перекриває отвір вентиля.

Маховик 10 розташований на квадратному кінці шпindelю 8 та закріплений гайкою 11 з шайбою 12.

Щоб відкрити вентиль маховик обертають проти годинникової стрілки.

Кришку 6 притиснуто до корпусу 1 накидною гайкою 7, яку нагвинчено на корпус.

ПЕРЕЛІК ДЕТАЛЕЙ

№	Найменування	Кільк.	Матеріал
1.	Корпус	1	ЛС 59-1/1 ГОСТ 17711-80
2.	Шток	1	Сталь 20ХНЗА ГОСТ 4543-71
3.	Пружина	1	Дріт 1-ІІ-3,0 ГОСТ 9389-75
4.	Мембрана	1	Сталь 60Г ГОСТ 14959-69
5.	Підп'ятник	1	Сталь 20ХНЗА ГОСТ 4543-71
6.	Кришка	1	ЛС 59-1/1 ГОСТ 17711-80
7.	Гайка накидна	1	ЛС 59-1/1 ГОСТ 17711-80
8.	Шпindelю	1	Сталь 20ХН ГОСТ 4543-71
9.	Прокладка	1	Параніт ПОН 3.0 ГОСТ 481-80
10.	Маховик	1	А/12 ГОСТ 2685-75
11.	Гайка М6.5.016 ГОСТ 5915-70	1	
12.	Шайба 6.01.016 ГОСТ 11371-78	1	
13.	Шайба 12.21.016 ГОСТ 11648-75	1	

10.7. Лабораторная работа № 7.

(Время выполнения 4 часа)

Тема работы. Построение принципиальной схемы тепловой установки или процесса с использованием созданных самостоятельно и библиотечных фрагментов.

Цель работы. Овладеть методикой построения схем, содержащих условные графические обозначения объектов, и нанесения буквенно-цифровых обозначений элементов схемы и трубопроводов. Научиться использовать привязки при вставке библиотечных и локальных фрагментов.

Последовательность выполнения работы:

1. С помощью чертежных инструментов выполнить принципиальную схему на формате А3.

2. Изучить материал разделов 3.3, 3.4, 4, 5.2, 6.1, 6.2.

3. Создать новый документ *Лист* для схемы, задав основную надпись типа *Рабочий чертеж зданий и сооружений*.

4. Вставить из библиотеки изображения объектов схемы, соединяя их линиями, отображающими переносимую среду. При вставке использовать привязки. Если необходимый тип линий отсутствует в библиотеке, следует создать пользовательский тип линии.

5. Изображение одного или нескольких элементов схемы оформить в виде локальных фрагментов и вставить в схему.

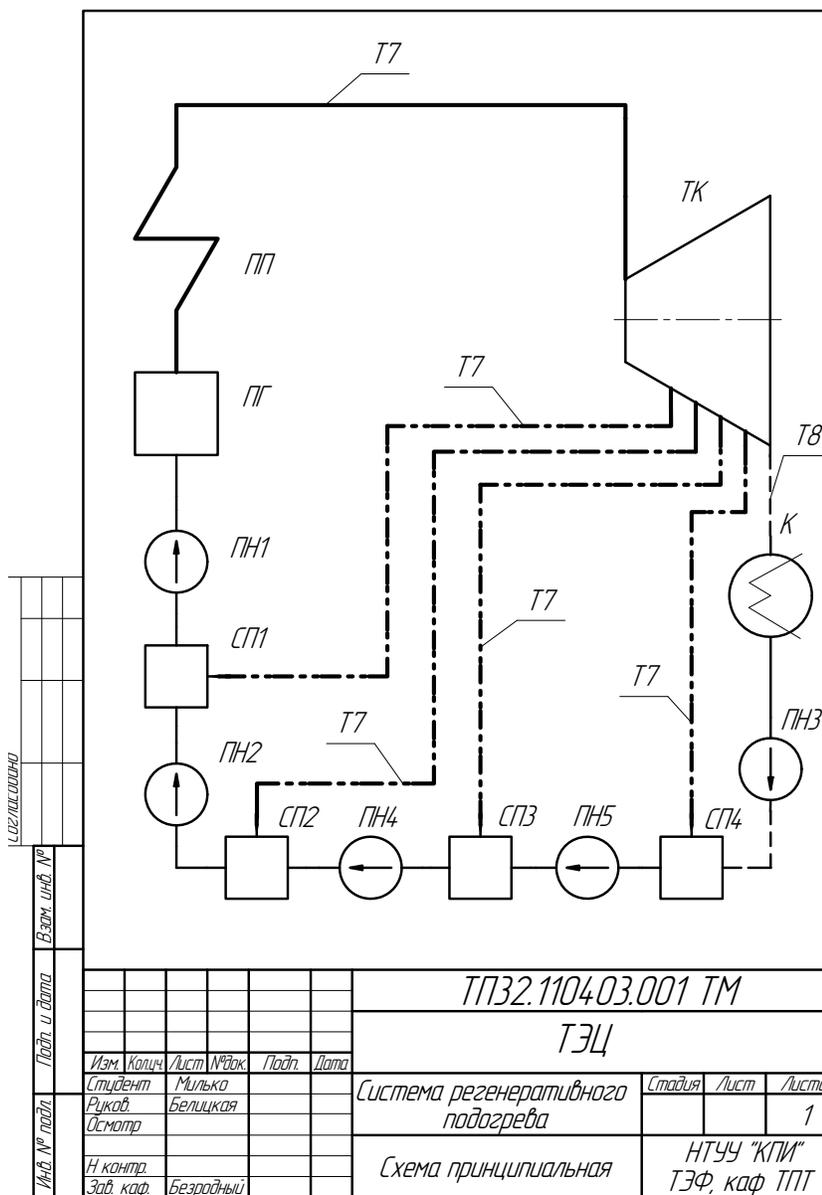
6. Оформить принципиальную схему, задав позиционные обозначения объектов схемы, обозначения трубопроводов и заполнив основную надпись.

7. Защитить выполненную работу, ответив на вопросы и выполнив дополнительные построения, указанные преподавателем.

8. Записать файл чертежа на дискету преподавателя под именем Kornienko_7, где Kornienko — фамилия студента, 7 — номер лабораторной работы.

9. Распечатать выполненную работу на принтере.

Пример выполнения лабораторной работы № 7



1.02/10.00.00.00.00

Изм. №, подл. Взам. инв. № Подп. и дата

					ТПЗ2.110403.001 ТМ		
					ТЭЦ		
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Система регенеративного подогрева	
Студент	Милько					Стадия	Лист
Руковод.	Белицкая						1
Осмотр						ИТУУ "КПИ"	
И. контр.						ТЭФ, каф ТПТ	
Зав. каф.	Безрадный						

10.8. Лабораторная работа № 8.

(Время выполнения 4 часа)

Тема работы. Создание спецификации к сборочному чертежу в полуавтоматическом режиме.

Цель работы. Овладеть методикой создания спецификации в процессе разработки сборочного чертежа в полуавтоматическом режиме в системе КОМПАС-3D.

Последовательность выполнения работы:

1. С помощью чертежных инструментов вычертить спецификацию на стандартном бланке формата А4.

2. Изучить материал разделов 7.1- 7.5.

3. Открыть сборочный чертеж.

4. Используя подчиненный режим спецификации, создать объекты спецификации для составных частей изделия, представленного на сборочном чертеже. Установить связи между созданными рабочими чертежами и соответствующими объектами спецификации.

5. Создать новую спецификацию и установить связь со сборочным чертежом.

6. Добавить раздел *Документация* и заполнить его, установив связь со сборочным чертежом.

7. Оформить спецификацию, заполнив основную надпись.

8. Защитить выполненную работу, ответив на вопросы и выполнив дополнительные действия, указанные преподавателем.

9. Записать файл чертежа на дискету преподавателя под именем Kornienko_8, где Kornienko — фамилия студента, 8 — номер лабораторной работы.

10. Распечатать выполненную работу на принтере.

Пример выполнения лабораторной работы № 8

Формат Знач	Разр	Обозначение	Наименование	Кол	Прич чан
			Документация		
			Детали		
А3	1	ТЯ61.1604.03.001	Корпус	1	
А4	2	ТЯ61.1604.03.002	Шток	1	
А4	3	ТЯ61.1604.03.003	Пружина	1	
А4	4	ТЯ61.1604.03.004	Мембрана	2	
А4	5	ТЯ61.1604.03.005	Подпятник	1	
А4	6	ТЯ61.1604.03.006	Крышка	1	
А4	7	ТЯ61.1604.03.007	Шпindelь	1	
А4	8	ТЯ61.1604.03.008	Гайка накидная	1	
А4	9	ТЯ61.1604.03.009	Прокладка	1	
А4	10	ТЯ61.1604.03.010	Маховик	1	
			Стандартные изделия		
	11		Гайка М6.01016 ГОСТ 5915-70	1	
	12		Шайба 6.01016 ГОСТ 11371-78	1	
	13		Шайба 12.21016 ГОСТ 11648-75	1	
ТЯ61.1604.03.000					
Изм	Лист	№ докум	Подп	Штам	
Разработ	Корниченко				
Проб					
Исполнил					
Утв	Белицкая НВ				
Вентиль запорный				Лист	Лист
					Лист
				ИТУУ "КПИ" ТЭФ, каф. АЭСИИТФ	

10.9. Лабораторная работа № 9.

(Время выполнения 4 часа)

Тема работы. Создание параметрической модели.

Цель работы. Овладеть методикой создания параметрических фрагментов, введения переменных и установления зависимостей между ними; управление параметрической моделью посредством внешних переменных при вставке фрагмента в чертеж.

Последовательность выполнения работы:

1. Изучить материал разделов 8.1-8.3.
2. Создать новый фрагмент. Выполнить настройку фрагмента с помощью меню **Сервис - Параметры**, включив режим параметризации.
3. В соответствии с полученным заданием выполнить изображение плоского контура, совместив центральную точку контура с началом координат. Нанести размеры.
4. Зафиксировать центральную точку контура. Наложить недостающие связи и ограничения вручную.
5. Ввести переменные для управления контуром. Зафиксировать размеры постоянных элементов.
6. Задать уравнения для связи переменных (3-4 уравнения или неравенства). Объявить внешние переменные (1-2).
7. Вставить фрагмент в новый чертеж, изменив значения внешних переменных, заполнить основную надпись.
8. Защитить выполненную работу, ответив на вопросы и выполнив дополнительные действия, указанные преподавателем.
9. Записать файлы фрагмента и чертежа на дискету преподавателя под именем Kornienko_9, где Kornienko – фамилия студента, 9 – номер лабораторной работы.
10. Распечатать фрагмент и чертеж на принтере.

Пример выполнения лабораторной работы № 9

ИТЭФ. КОРПОРАТИВ		Исполнитель	
		Проверенный	
ИТЭФ. КОРПОРАТИВ		Начальник цеха	
		Начальник участка	
ИТЭФ. КОРПОРАТИВ		Инженер	
		Технолог	
ИТЭФ. КОРПОРАТИВ		Мастер	
		Специалист	
ИТЭФ. КОРПОРАТИВ		Конструктор	
		Чертежник	
ТЯ61.1504.09.001		Прокладка	

10.10. Лабораторная работа № 10.

(Время выполнения 4 часа)

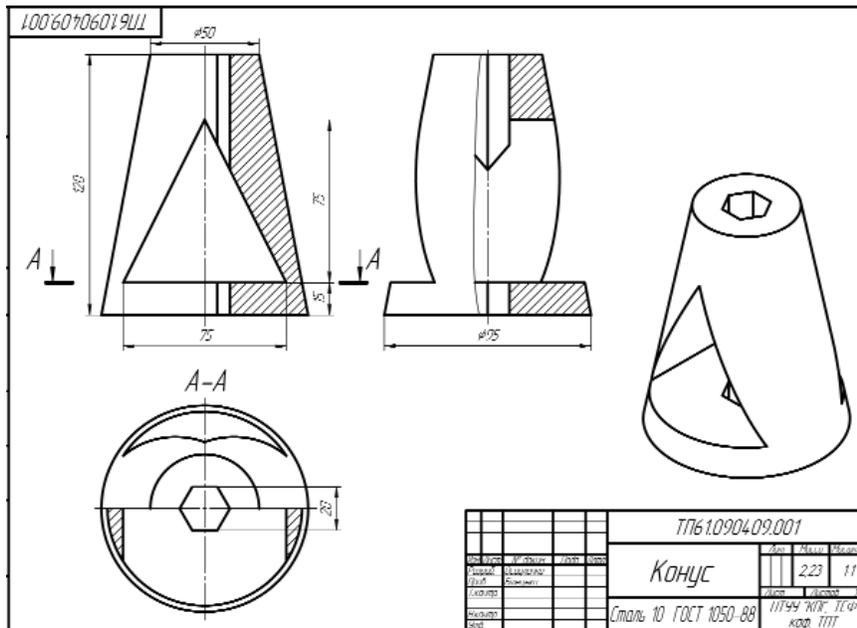
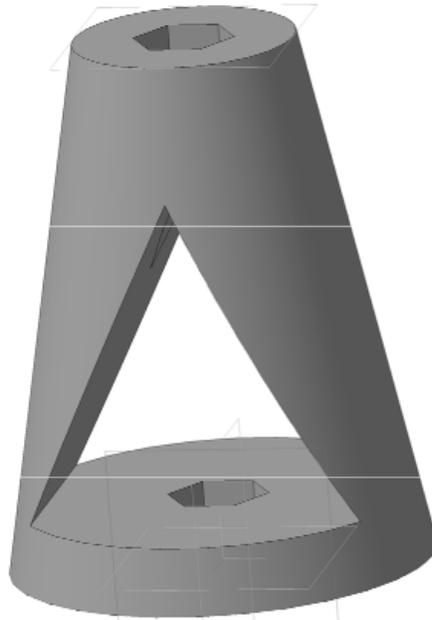
Тема работы. Создание трехмерной модели и получение ее чертежа в полуавтоматическом режиме.

Цель работы. Овладеть методикой создания пространственных моделей и получения их чертежей в полуавтоматическом режиме в системе КОМПАС-3D.

Последовательность выполнения работы:

1. Изучить материал разделов 9.1-9.9.
2. Создать документ *Деталь* и сформировать основание модели с помощью операции выдавливания, вращения или по сечениям
3. Вырезать вертикальное отверстие.
4. Вырезать горизонтальное призматическое отверстие.
5. Создать документ *Чертеж*. С помощью функции *Вставка – Вид с модели – Стандартные* вставить в чертеж три вида модели и аксонометрию.
6. С помощью функции *Вставка – Вспомогательный вид – Местный разрез* выполнить необходимые разрезы, по возможности соединив их с видами. Провести осевые, нанести размеры и оформить чертеж.
7. Защитить выполненную работу, ответив на вопросы и выполнив дополнительные задания, предложенные преподавателем.
8. Записать файлы модели и чертежа на дискету преподавателя под именем Kornienko_10, где Kornienko – фамилия студента, 10 – номер лабораторной работы.
9. Распечатать модель и чертеж на принтере.

Пример выполнения лабораторной работы № 10



Литература

1. А. Потемкин. Инженерная графика. Доступно и просто. — М.: ЛОРИ, 2000.
2. А. Потемкин. Трехмерное твердотельное моделирование. — М.: КомпьютерПресс, 2002.
3. Белицкая Н.В., Гетьман А.Г., Шепель В.П., Злобина В.С. “Информационные технологии-2 ”Автоматизация обработки графической информации”. Разработка чертежей в системе КОМПАС 3D V10. Учебное пособие. — К.: НТУУ ”КПИ”, 2010.
4. СИСТЕМА КОМПАС-3D. Методические указания к выполнению лабораторных работ по курсам “Основы информационных технологий” и “Основы автоматизации проектирования” /Сост. Белицкая Н.В., Гетьман А.Г., Шепель В.П. — К.: НТУУ”КПИ”, 2008.
5. КОМПАС-3D V7. Наиболее полное руководство. — М.: ДМК Пресс, 2006.

Предметный указатель

- А**
авторазмер 67
автоосевая 84
автосоздание объекта 13
автосортировка 82
активизация полей 40
ассоциация при вводе 105
- Б**
блок 76
- В**
ввод непрерывный объектов 48
вектор сдвига 59
вершина 120
взять в документ 88
вид 30
 активный 34
 ассоциативный 138
 новый 31
 параметры 35
 погашенный 34
 с модели 136
 системный 30
 создание 31, 82
 состояние 33
 текущий 30
 точка привязки 32
 фоновый 34
вкладка 12
вложенность пунктов нумерации 75
внешней ссылкой вставить 88
вставка фрагментов 88
выделение объектов 55
выделить вид 56
 вне рамки 57
 все 56
 новой рамкой 62
 объект 56
 по свойствам 58
 по стилю 57
 по типу 57
 прежний список 57
 рамкой 56
 секущей ломаной 57
 секущей рамкой 57
 слой 56
выносной элемент 82
- выравнивание позиций 81
 текста 74
вырезание формобраз. элементов 134
выровнять по границе 64
высота шрифта 74
- Г**
гарнитура шрифта 74
геометрический калькулятор 41
геометрия 37
 вспомогательная 131
 объекта спецификации 93
граница выравнивания 64
грань 120
- Д**
дерево модели 124
 построения 33
деталь 121
деформация масштабированием 63
 поворотом 63
 сдвигом 63
дробь 76
- З**
завершение работы 16
зависимости 115
заголовок окна 7
зазор/длина 70
запомнить состояние 13
- И**
изменения 78
изображение сдвиг 21
 обновить 20
 приблизить/отдалить 21
 прокрутка 20
 регенерация 20
индекс 76
исключить/добавить объект 62
исходные объекты 59
- К**
квалитет 67
клавиши горячие 9
клеймение 78
кнопка 11

команда прозрачная 21
прервать 13
контур 52, 125
по контуру 79
копирование 60
одиночное 60
по концентрической сетке 61
по кривой 60
по окружности 61
по сетке 62
коэффициенты масштабирования 59
кривые 46
Безье 46
NURBS 46

Л

линии 50
автоосевая 84
волнистая 84
выноска 78
выносные 68
осевая 84
размерные 68
разреза 81
линейки прокрутки 20

М

маркер перемещения 11
маркировка 78
массив двумерный 61
масштаб по выделенным объектам 21
последующий 21
предыдущий 21
текущий 20
увеличение/уменьшение
в несколько раз 19
увеличение рамкой 19
масштабирование 59
межстрочный интервал 74
менеджер документа 33, 36
меню главное 9
контекстное 13
многоугольник 45

Н

наклонить размер 68
направление взгляда 82
кольцевое 61
радиальное 61

настройка чертежа 14
непрерывный ввод объектов 48
номера позиций 94
нумерация абзацев 75

О

область удаления 66
обозначение позиций 80
центра 83
обрамление ячеек таблицы 77
обход границы по стрелке 49
объект спецификации 92
базовый 92
вспомогательный 92
ограничения 105
окно документа 14
объектов спецификации 99
окружность 43
дуга 44
операция 120
вращения 120, 129
выдавливания 120, 127
кинематическая 120, 131
по сечениям 120, 131
ориентация главного вида 137
текущая 122
осевая линия 84
основание модели 125
основная надпись 87

отклонения предельные 67
открытие документа 16
отмена выполненных действий 54
отменить 54
отрезок 39
очистить область 66

П

панель вид 10
инструментальная 10
компактная 11
расширенных команд 12
свойств 12
специального управления 12
стандартная 10
текущее состояние 10
параметризация 105
параметры абзаца 74
команды 12

ввод 40
 размера 69
 переменная 112, 116
 внешняя 117
 плоскость смещенная 131
 поворот 59
 повторить 54
 подключить документ 101
 позиции выравнивание 81
 показать все 18
 геометрию 102
 поле 11
 родственные 40
 состояние 40
 помощь объектная 22
 основная система 22
 предопределенный текст 76
 преобразовать в NURBS-кривую 66
 прервать команду 13
 привязки 24
 глобальные 25
 запретить 27
 клавиатурные 28
 курсор 26
 локальные 27
 приклеивание формобр.элементов 133
 проверка правописания 75
 продлить до ближайшего объекта 65
 просмотр чертежа целиком 18
 прямая вспомогательная 42
 удалить 42
 прямоугольник 45

Р

разбить кривую 65
 на n частей 65
 раздел спецификации 93
 размер 67
 диаметральный 71
 с обрывом 71
 информационный 113
 линейный 67
 от базы 71
 от отрезка до точки 71
 простой 67
 с обрывом 71
 цепной 71
 радиальный 72

 с изломом 72
 свободный 106
 угловой 72
 от базы 72
 с обрывом 72
 цепной 72
 фиксированный 106
 размещение текста 73
 разрез местный 138
 сложный 82
 ребро 120
 редактирование 53
 детали 127
 модели 136
 простым перемещением 53
 управляющими узелками 54
 изменением параметров 54
 редактировать состав объекта 103
 точки 80
 режим 59
 нормальный 104
 отображения детали 123
 подчиненный специф. 95
 разбивки по страницам 104
 россыпью 88
 ручное рисование границ 49

С

связи 105
 сдвиг 59
 сетка 11
 символы форматирования 75
 симметрия 59
 синхронизация данных 102
 система координат 121
 скругление 47
 на углах объекта 47
 слои 36
 текущий 36
 собрать контур 52
 создание нового документа 14
 создать объект 13
 спецификации 98
 фрагмент 88
 локальный 90
 чертеж по модели 136
 сохранение документа 15
 специальный знак 76
 символ 76

спецификация 92
список 11
стенка тонкая 129
стиль линии 37
 спецификации 93
 текста 74
стрелка взгляда 82
 размерной линии 70
строка сообщений 12
 пустая 93
 резервная 93
сужение шрифта 74
сфероид 130
схема видов 137

Т

таблица 77
текст 73
технические требования 85
тип размера 68
тороид 130
точки 38
 базовая 59
 конечная 59
 фиксированная 110

У

угол наклона строк 73, 77
удаление объектов 58
удалить фаску/скругление 65
управление изображением на экране 18
 описаниями спецификаций 95
 сборкой 101
уравнения 116
усечь кривую 64
 двумя точками 64

Ф

фаска 47
 на углах объекта 47
формат текста 75
 чертежа 15
 ячейки 77
фрагмент 7, 88
 локальный 90

Ц

центр масштабирования 59

Ч

чертеж 7
 ассоциативный 137
число размерное 68
 управление положением 70

Ш

шаблон заполнения 93, 98
 текстовый 86
шаг 60
шероховатость 78
 неуказанная 85
штриховка 49

Э

эквиливанта 50
 к объекту 50
 по стрелке 51
эллипс 44
эскиз 120

Я

ярлычки-подсказки 22

Навчальне видання

**Білицька Надія Василівна
Гетьман Олександра Георгіївна
Шепель Валентин Павлович
Злобіна Валентина Семенівна**

**АВТОМАТИЗАЦІЯ РОЗРОБКИ
КОНСТРУКТОРСЬКОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ
В СИСТЕМІ КОМПАС-3D V10**

**Навчальний посібник
для студентів усіх форм навчання
теплоенергетичного факультету**

Російською мовою

Відповідальний редактор: Допіра Ганна Георгіївна