

ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ
Инженерный институт
Кафедра теоретической и прикладной механики

ИНЖЕНЕРНАЯ И КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА
В ПРОГРАММЕ «КОМПАС»

Учебно-методическое пособие



Новосибирск, 2020

УДК 62:744 (075.8)

Ледвягин В.П. Инженерная и компьютерная графика в программе «КОМПАС»: учеб. метод. пособие /Новосиб. гос. аграр. ун-т; Инженер. ин-т; сост. В.П. Ледвягин – Новосибирск, 2020. – 78 с. изд. перераб. и доп.

В пособии изложены общие требования к конструкторской документации в соответствии с ЕСКД, состав инструментария (интерфейса), обеспечивающего создание трехмерных моделей и рабочих чертежей деталей машин. Методика применения редактора и технологическая последовательность выполнения графических работ (примеров) подкреплена подробным описанием порядка их создания для каждого вида документов с использованием интерфейса.

Пособие предназначено для студентов очной и заочной форм обучения по направлениям подготовки инженерного института – Агроинженерия, Профессиональное обучение (по отраслям), Технология транспортных процессов, Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов, а также рекомендована при изучении отдельных разделов студентам Биолого-технологического факультета, обучающимся по направлениям подготовки – Продукты питания животного происхождения, Технология продукции и организация общественного питания, Стандартизация и метрология, и студентам Агрономического факультета направления подготовки Природообустройство и водопользование.

Пособие призвано оказать помощь студентам в процессе самостоятельного изучения интерфейса программы, инструментов и приемов работы с ней в процессе самостоятельной работы при выполнении расчетно-графических заданий.

Иллюстраций – 134, приложение – 1

Утверждено и рекомендовано к изданию учебно-методическим советом Инженерного института НГАУ (протокол №2 от 29 сентября 2020 г.)

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	4
1. Общие требования к выполнению графических и текстовых документов.....	5
1.1 Единая система конструкторской документации (ЕСКД).....	5
1.2 Правила выполнения изображений методом прямоугольного проецирования.....	7
2. Описание инструментов интерфейса системы КОМПАС-3D.....	11
2.1 Основные элементы интерфейса.....	11
2.2 Запуск системы.....	15
2.3 Способы ввода и редактирования объектов.....	17
2.4 Курсор.....	18
2.5 Геометрический калькулятор.....	18
2.6 Сетка, параметры отрисовки, системные линии.....	18
2.7 Управление изображением в окне.....	20
2.8 Привязки.....	21
3. Выполнение графических примитивов и текста в программе КОМПАС.....	23
3.1 Особенности построения графических примитивов.....	23
3.2 Пример построения графических примитивов.....	25
4. Рабочий интерфейс 3D-моделирования.....	29
5. Порядок создания ассоциативного чертежа детали с использованием ее трехмерной модели.....	44
5.1 Создание трех стандартных видов.....	45
5.2 Просмотр и изменение параметров вида.....	46
5.3 Построение разреза.....	48
5.4 Оформление чертежа.....	49
5.5 Управление слоями.....	51
6. Создание видов с помощью Библиотеки КОМПАС.....	54
7. Пример выполнения рабочего чертежа в режиме КОМПАС-ГРАФИК.....	59
7.1 Выполнение рабочего чертежа круглой гайки.....	59
ПРИЛОЖЕНИЕ: Список инструментальных панелей и их условные обозначения.....	70
Литература.....	77

Введение

Система КОМПАС-3D обеспечивает создание трехмерных моделей отдельных деталей, ассоциативных видов рабочих чертежей, сборочных единиц и схем, содержащих как оригинальные, так и стандартизованные конструктивные элементы. КОМПАС-3D позволяет реализовать классический процесс трехмерного параметрического проектирования – от идеи к объемной модели и, далее, к конструкторской документации. Ключевой особенностью КОМПАС-3D является использование собственного математического ядра и параметрических технологий, разработанных специалистами АСКОН. Система поддерживает все возможности трехмерного твердотельного моделирования, ставшие стандартом для систем автоматического проектирования (САПР) среднего уровня.

Пособие содержит описание основных элементов интерфейса редактора для 2D и 3D моделирования. В режиме КОМПАС-ГРАФИК представлена пошаговая методика выполнения геометрических примитивов, главной целью которого является освоение инструментария программы на этапе создания изображений 2D моделирования. Подробно, на основе примера выполнения 3D модели несложной детали, рассмотрен порядок создания ее трехмерной модели, а также получение изображений на рабочем чертеже с ее использованием, нанесение размеров, технологических обозначений и технических требований на изготовление, в соответствии с Государственными стандартами Единой системы конструкторской документации ЕСКД и Единой системой программной документации ЕСПД. Кроме того, рассмотрен порядок создания ассоциативных видов с помощью библиотеки КОМПАС.

В приложении к пособию представлены 29 контрольных заданий для самостоятельной работы обучаемых студентов по освоению методов построения недостающих изображений: видов, разрезов, сечений, приобретения ими практических навыков выполнения рабочих чертежей на основе полученных твердотельных трехмерных моделей.

1. Общие требования к выполнению графических и текстовых документов [9]

1.1. Единая система конструкторской документации (ЕСКД)

К конструкторским документам относят графические и текстовые документы, которые в отдельности или в совокупности определяют состав и устройство изделия и содержат необходимые данные для его разработки и изготовления, приемки, эксплуатации и ремонта (ГОСТ 2.102-68).

Многолетний опыт работы позволил разработать правила оформления конструкторских документов, которые нашли свое отражение в комплексе стандартов «Единая система конструкторской документации», основные положения которых содержат:

- 0 - Общие положения;
- 1 - Основные положения;
- 2 - Классификация и обозначение изделий в конструкторских документах;
- 3 - Общие правила оформления чертежей.

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

ГОСТ 2.001-93	Общие положения
ГОСТ 2.002-72	Требования к моделям, макетам и темплетам, применяемым при проектировании
ГОСТ 2.004-88	Общие требования к выполнению конструкторских и технологических документов на печатающих и графических устройствах вывода ЭВМ
ГОСТ 2.104-68	Виды изделий
ГОСТ 2.102-68	Виды и комплектность конструкторских документов
ГОСТ 2.103-68	Стадии разработки
ГОСТ 2.104-2006	Основные надписи
ГОСТ 2.105-95	Общие требования к текстовым документам
ГОСТ 2.106-96	Текстовые документы
ГОСТ 2.109-73	Основные требования к чертежам
ГОСТ 2.111-68	Нормоконтроль
ГОСТ 2.113-75	Групповые и базовые конструкторские документы
ГОСТ 2.114-95	Технические условия
ГОСТ 2.118-73	Технические предложения
ГОСТ 2.119-73	Эскизный проект

ГОСТ 2.120-73	Технический проект
ГОСТ 2.123-93	Комплектность конструкторских документов на печатные платы при автоматизированном проектировании
ГОСТ 2.124-85	Порядок применения покупных изделий
ГОСТ 2.125-88	Правила выполнения эскизных конструкторских документов

КЛАССИФИКАЦИЯ И ОБОЗНАЧЕНИЕ ИЗДЕЛИЙ В КОНСТРУКТОРСКИХ ДОКУМЕНТАХ

ГОСТ 2.201-80	Обозначение изделий и конструкторских документов
---------------	--

ОБЩИЕ ПРАВИЛА ВЫПОЛНЕНИЯ ЧЕРТЕЖЕЙ

ГОСТ 2.301-68	Форматы
ГОСТ 2.302-68	Масштабы
ГОСТ 2.303-68	Линии
ГОСТ 2.304-81	Шрифты чертежные
ГОСТ 2.305-68	Изображения - виды, разрезы, сечения
ГОСТ 2.306-68	Обозначения графические материалов и правила их нанесения на чертежах
ГОСТ 2.307-68	Нанесение размеров и предельных отклонений
ГОСТ 2.308-79	Указание на чертежах допусков формы и расположения поверхностей
ГОСТ 2.309-73	Обозначение шероховатости поверхности
ГОСТ 2.310-68	Нанесение на чертежах обозначений покрытий, термической и других видов обработки
ГОСТ 2.311-68	Изображение резьбы
ГОСТ 2.312-72	Условные изображения и обозначения швов сварных соединений
ГОСТ 2.313-82	Условные изображения и обозначения неразъемных соединений
ГОСТ 2.314-68	Указание на чертежах о маркировке и клеймении изделий
ГОСТ 2.315-68	Изображения упрощенные и условные крепежных деталей
ГОСТ 2.316-68	Правила нанесения на чертежах надписей, технических требований и таблиц
ГОСТ 2.317-69	АксонOMETрические проекции

ГОСТ 2.318-81	Правила упрощенного нанесения размеров отверстий
ГОСТ 2.320-82	Правила нанесения размеров, допусков и посадок конусов
ГОСТ 2.321-84	Обозначения буквенные

1.2. Правила выполнения изображений методом прямоугольного проецирования [2, 3]

Теоретическая часть черчения основана на положениях начертательной геометрии. В ней принята система прямоугольных (ортогональных) проекций, при помощи которых строятся изображения пространственных форм изделий на плоскости. В инженерной деятельности при изучении свойств геометрических объектов мы также работаем с проекциями этих объектов на плоскости проекций.

Проекция объекта на плоскость представляет собой совокупность проекций всех его точек. Проекцией точки на плоскость называется точка пересечения проецирующего луча, проходящего через заданную точку в пространстве, и плоскости проекций. Для построения проекций используется параллельное ортогональное проецирование, которое осуществляется с помощью параллельных проецирующих лучей, перпендикулярных плоскостям проекций.

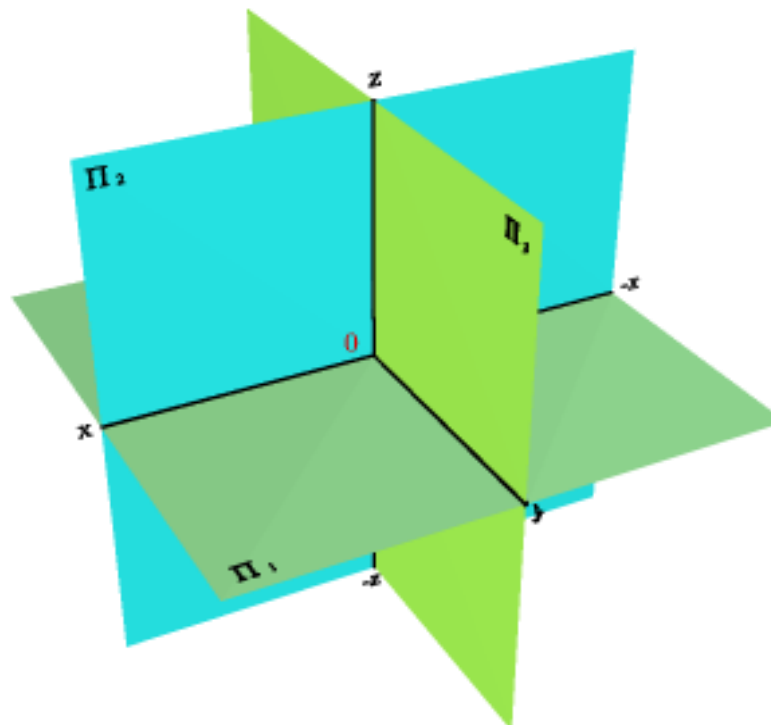


Рис. 1. Система трех плоскостей проекций

В качестве плоскостей проекций используются три взаимно перпендикулярные плоскости (рис. 1), где Π_1 – горизонтальная плоскость проекций; Π_2 – фронтальная плоскость проекций; Π_3 – профильная плоскость

проекций. Эти плоскости взаимно пересекаются по линиям – осям: x – линия пересечения горизонтальной и фронтальной плоскостей; y – линия пересечения горизонтальной и профильной плоскостей; z – линия пересечения фронтальной и профильной плоскостей. В свою очередь оси пересекаются в одной точке O , определяющей начало координат.

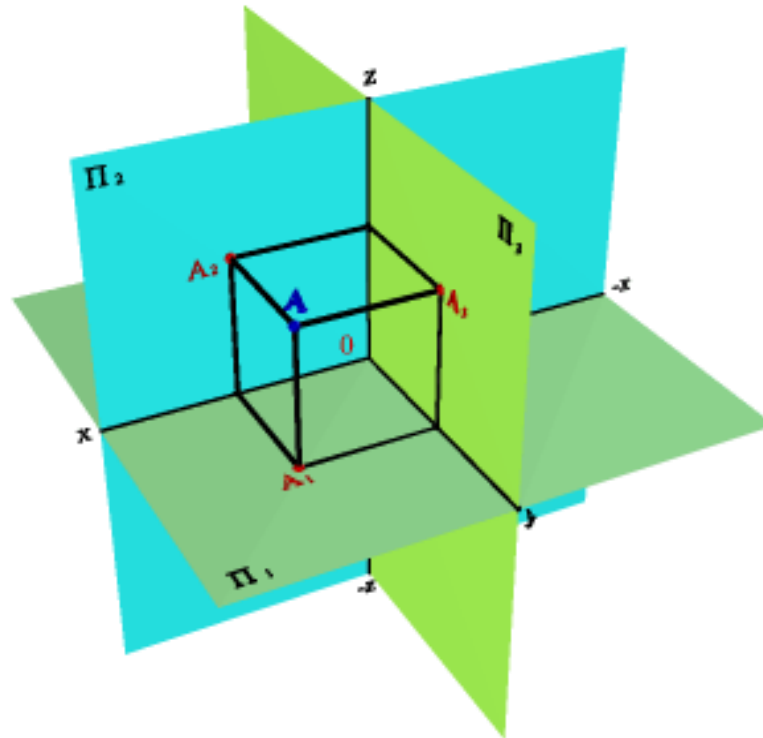
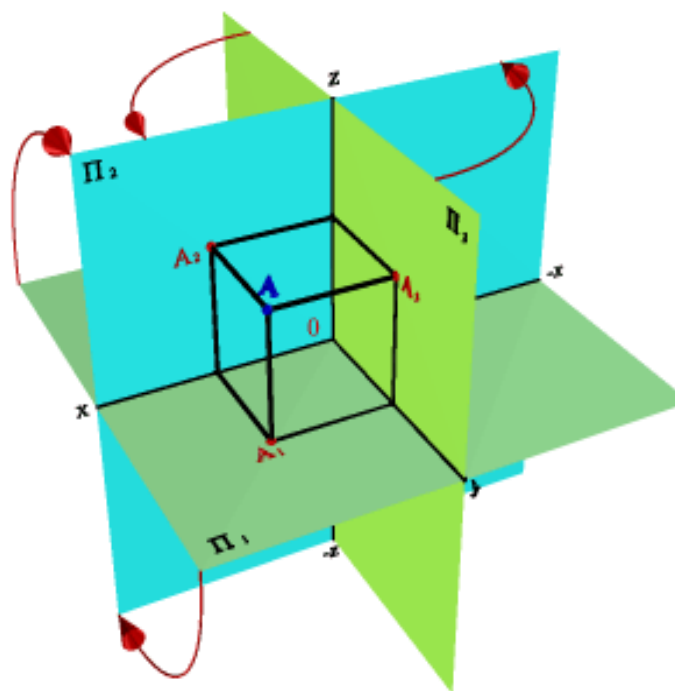


Рис. 2. Ортогональные проекции точки

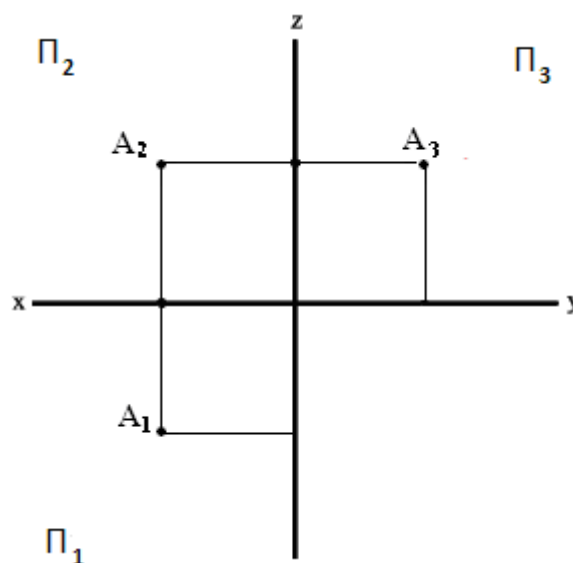
Взаимно перпендикулярные оси представляют прямоугольную систему координат, отличающуюся от декартовой системы координат, применяемой в математике, направлением осей.

Построим ортогональные проекции точки A , расположенной в первом октанте Евклидова пространства. Для этого из точки A проведем проецирующие лучи – перпендикуляры к плоскостям проекций. Точки пересечения лучей с плоскостями – проекции точки A : горизонтальная проекция – A_1 , фронтальная проекция A_2 , профильная проекция A_3 в соответствии с рисунком 2.

Чтобы от пространственной модели перейти к чертежу горизонтальную и фронтальную плоскости проекций вращают вокруг осей соответственно x и z , до совмещения с фронтальной плоскостью проекций (рис. 3).



а)



б)

Рис. 3. Преобразование пространственной модели трех плоскостей проекций в чертеж: а) пространственная модель; б) чертеж (эпюр)

В процессе оформления чертежа чаще всего положение изображаемого объекта в пространстве не имеет значения, поэтому при оформлении конструкторской документации система координат не используется, чертежи не имеют осей.

Правила построения проекций (видов) регламентируются ГОСТ 2.305-68 «Изображения – виды, разрезы, сечения» ЕСКД (Единой системы конструкторской документации), согласно которому, изображения предметов на чертеже должны выполняться по методу прямоугольного проецирования.

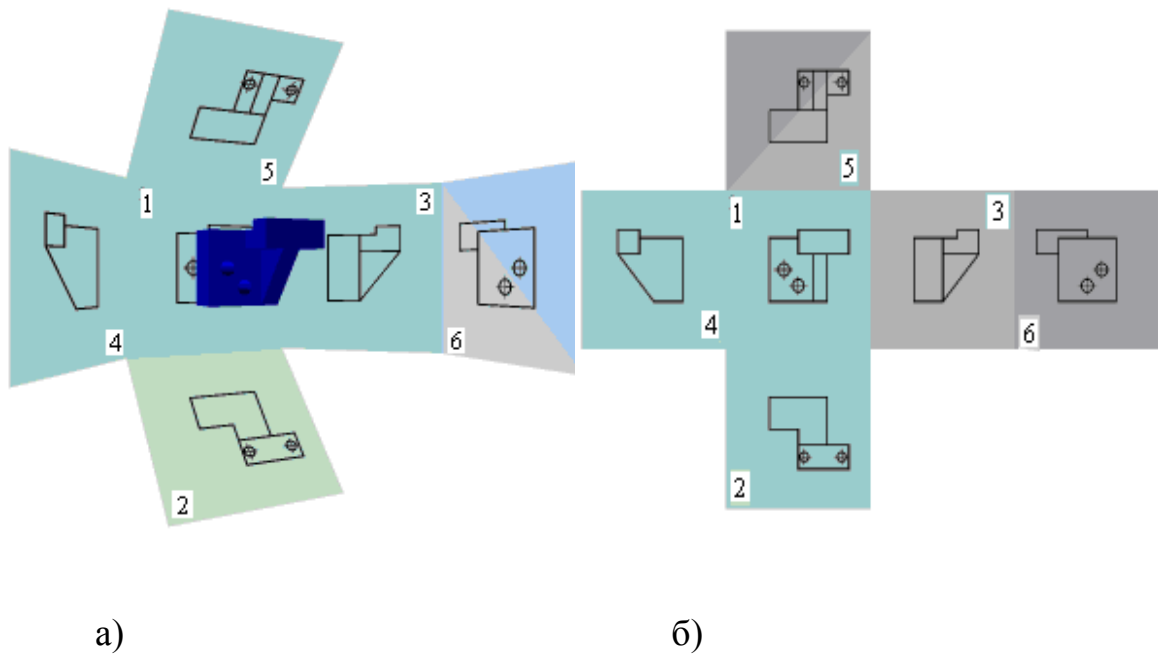


Рис. 4. Построение основных видов детали: а) грани куба в качестве плоскостей проекций; б) совмещение граней куба с фронтальной плоскостью

При этом предмет предполагается расположенным между наблюдателем и соответствующей плоскостью проекций.

За основные плоскости проекций принимают шесть граней куба, рисунок 4, а; грани совмещают с фронтальной плоскостью, как показано на рисунке 4, б. Грань 6 допускается располагать рядом с гранью 4. Изображение на фронтальной плоскости проекций принимается на чертеже в качестве главного. Предмет располагают относительно фронтальной плоскости проекций так, чтобы изображение на ней давало наиболее полное представление о форме и размерах предмета.

Приемы выполнения рабочих чертежей широко освещены в курсах машиностроительного черчения [2, 4, 8, 9, 10], а также в различной нормативно-технической и справочной литературе. Основное внимание уделено правилам разработки конструкторской документации в соответствии со стандартами ЕСКД, с учетом практики и опыта конструирования изделий. Повысить производительность труда конструкторов, а значит сократить время от идеи до готовых чертежей изделия, призваны системы автоматического проектирования, основанные на применении компьютерной и другой оргтехники.

Системой КОМПАС-3D V9 решается задача моделирования 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, схем, 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.).

2. Описание инструментов интерфейса системы КОМПАС-3D

2.1. Основные элементы интерфейса [3]

КОМПАС-3D – программа для операционной системы Windows. Поэтому ее окно (рис. 5), имеет те же элементы управления, что и другие Windows-приложения.

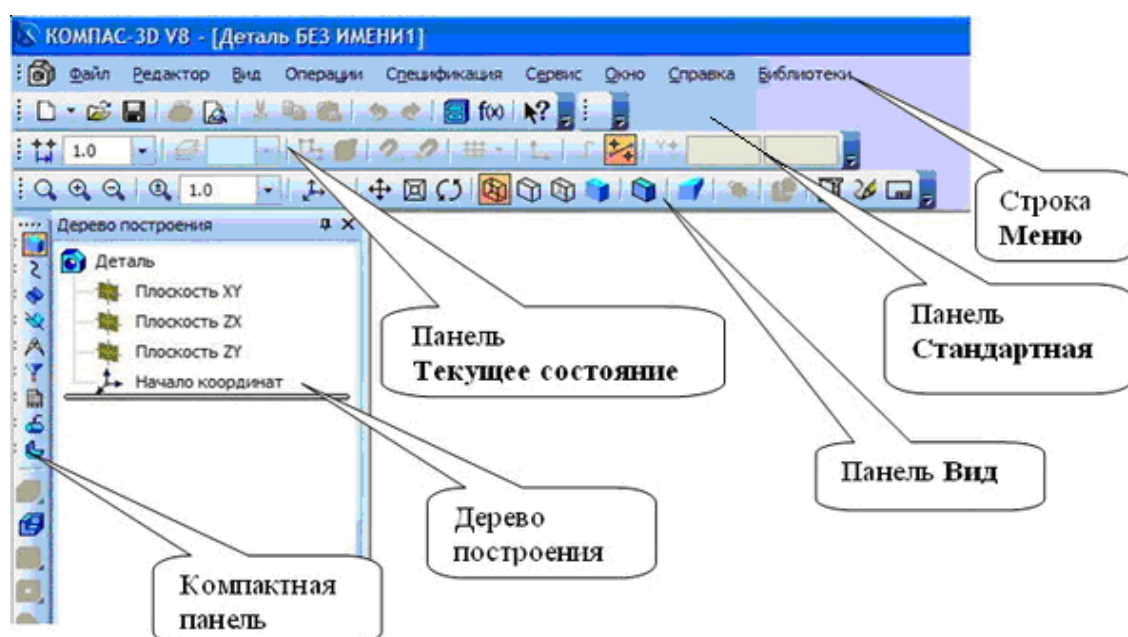


Рис. 5. Главное окно системы

В самой верхней части расположен **Заголовок программного окна**:

КОМПАС-3D ... - ПК.02.06.00.01. Вилка. В нем отображается название программы, номер ее версии и имя текущего документа.

Главное меню расположено в верхней части программного окна, сразу под заголовком. В нем расположены все основные меню системы. В каждом из меню хранятся связанные с ним команды. Под такими фразами как «Выполните команду Файл – Создать» следует понимать выполнение последовательности действий: откройте меню Файл и выполните из него команду Создать (рис. 6).

Стандартная панель расположена в верхней части окна системы под Главным меню.



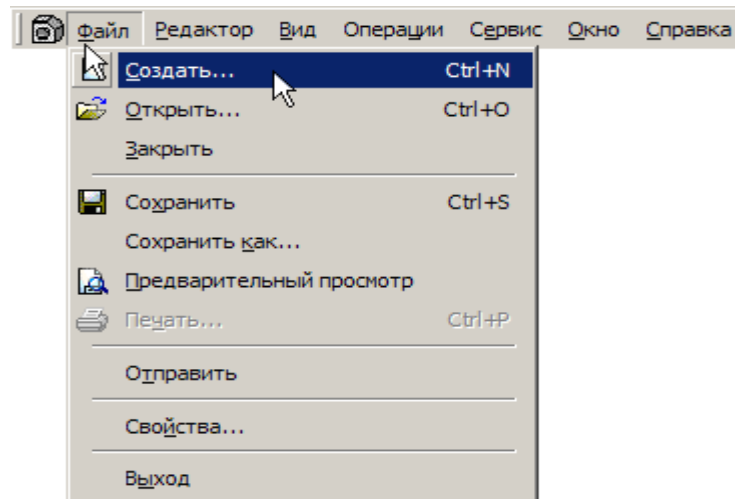
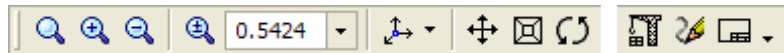


Рис. 6. Состав меню команды Файл

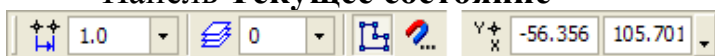
На этой панели расположены кнопки вызова стандартных команд операций с файлами и объектами.

На панели **Вид**



расположены кнопки, которые позволяют управлять изображением: изменять масштаб, перемещать и вращать изображение, изменять форму представления модели.

Панель **Текущее состояние**



находится в верхней части

окна сразу над окном документа.

Состав панели различен для разных режимов работы системы. Например, в режимах работы с чертежом, эскизом или фрагментом на ней расположены средства управления курсором, слоями, привязками и т.д.

Компактная панель

Панель
переключения

Инструментальная панель
Редактирование детали



находится в левой части окна

системы и состоит из Панели переключения и инструментальной панели. Каждой кнопке на Панели переключения соответствует одноименная инструментальная панель.

Инструментальная панель содержит набор кнопок, сгруппированных по функциональному признаку. Состав панели зависит от типа активного документа. Здесь Компактная панель для удобства показана в горизонтальном положении.

Управление объектами осуществляется с помощью **панели Свойств** (рис. 7). Панель Свойств появляется в нижней части экрана после вызова любой команды с Инструментальных панелей. Панель Свойств служит для управления процессом выполнения команды. На ней расположены одна или несколько закладок и Панель специального управления.

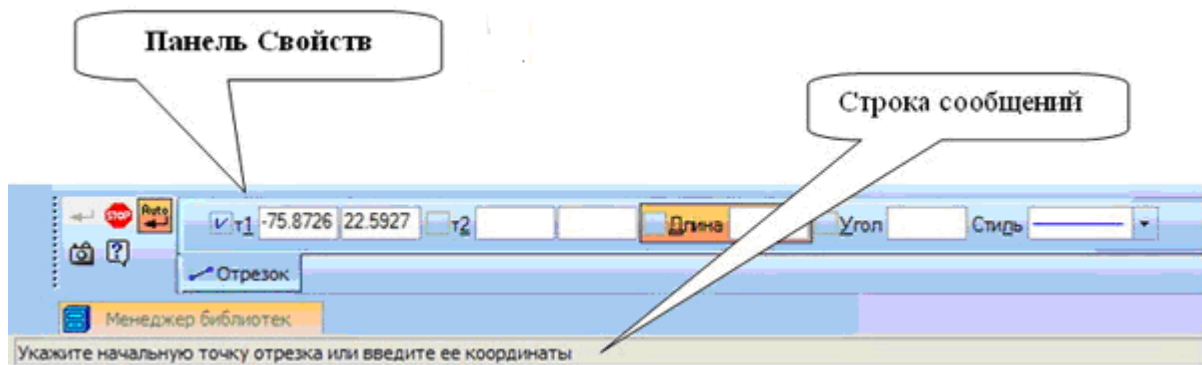


Рис. 7. Панель Свойств

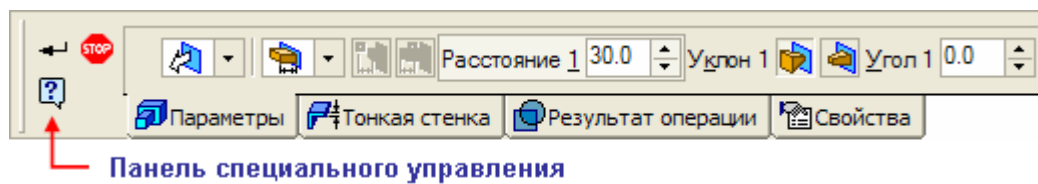


Рис. 8. Размещение кнопок команд на панели Свойств

Панель специального управления (рис. 8, 9) находится в левой части Панели свойств. Набор кнопок на ней зависит от выполняемой команды.

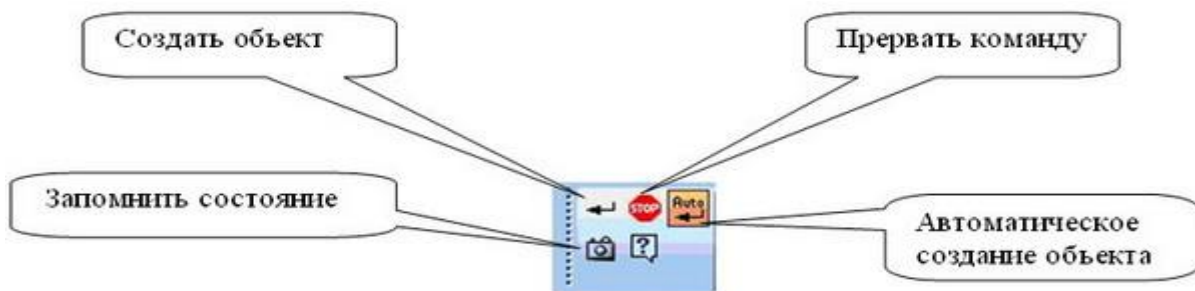


Рис. 9. Размещение кнопок на панели специального управления

Строка сообщений

Укажите начальную точку отрезка или введите ее координаты

располагается в нижней части программного окна. В ней появляются различные сообщения и 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; краткая информация по текущему действию, выполняемому системой.

Кроме того, на панели Свойств находятся вкладки размещения параметров размерных надписей и вида стрелок (рис. 10).

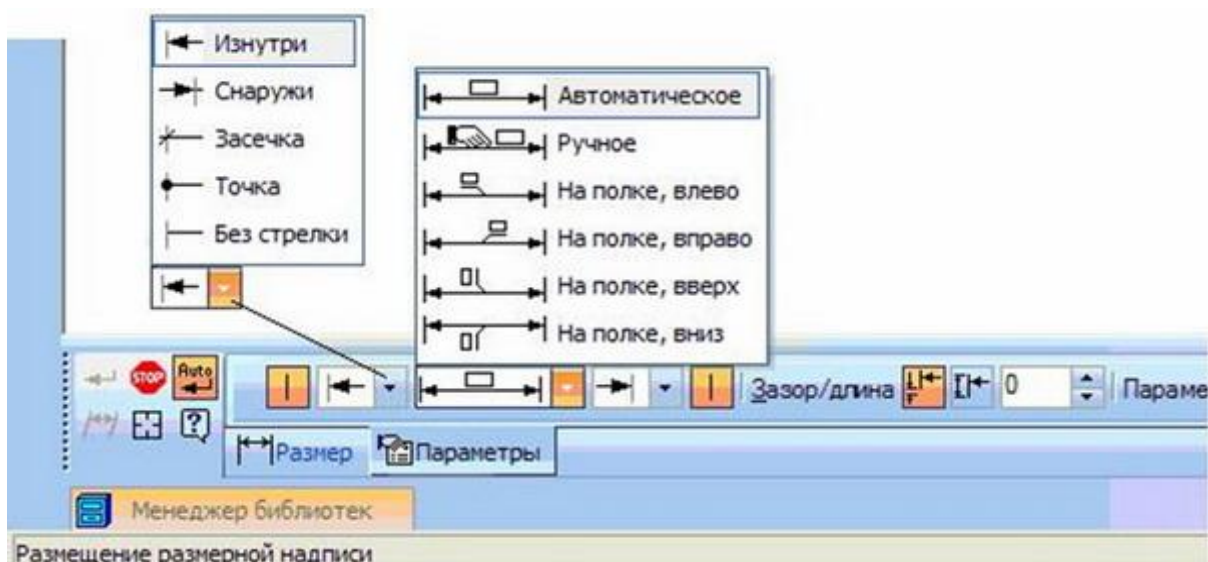


Рис. 10. Порядок доступа к вкладкам способа размещения размерных надписей и вида стрелок

Дерево модели – это графическое представление набора объектов, составляющих модель. Корневой объект Древа – сама модель. Пиктограммы объектов автоматически возникают в Древе модели сразу после создания этих объектов в модели (рис 11). В окне Древа отображается

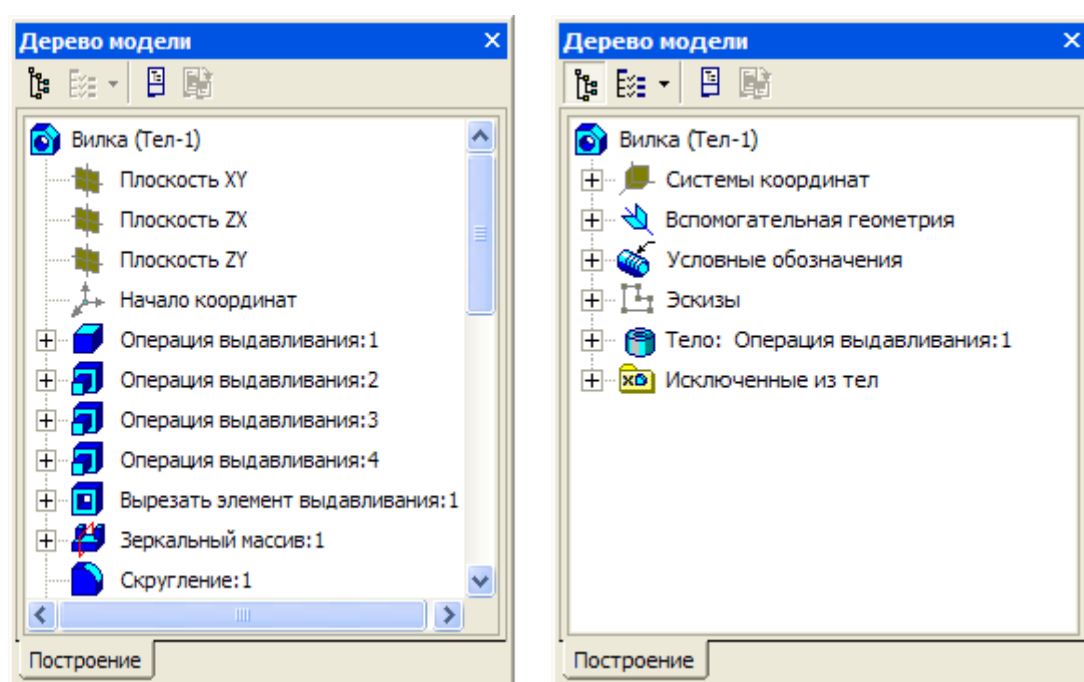



Рис. 11. Дерево модели

либо последовательность построения модели (слева), либо ее структура (справа). Способом представления информации можно управлять с помощью кнопки отображение структуры модели , расположенной на Панели управления Деревом.

Если чертеж содержит изображения нескольких моделей, в его атрибуты заносятся сведения о той модели, данные о которой отображаются в основной надписи этого чертежа.

Управление отображением окна Дерева построения производится командой Вид – Дерево построения. Когда показ Дерева включен, рядом с названием команды в меню отображается «галочка».

Виды отображаются в Дереве в порядке их создания. Слева от названия вида в Дереве может отображаться пиктограмма со значком «+». Это означает, что вид является ассоциативным и находится в текущем или активном состоянии. Щелчок мышью на этом значке позволяет просмотреть подчиненные виду объекты. Этими объектами являются: модель, изображение которой содержится в ассоциативном виде, местные разрезы (если они есть в виде).

Каждый вид автоматически возникает в Дереве построения сразу после того, как он создан в чертеже. Название видам присваивается также автоматически. Оно содержит имя вида и его масштаб. Например, «Системный вид (1:1)», «Проекционный вид 4 (2:1)», «Разрез Б-Б (1:1)» и т.д.

Используя контекстное меню элементов Дерева построения, можно управлять состоянием и некоторыми параметрами видов, удалять их, просматривать отношения видов, а также назначать «неразрезаемые» компоненты, выключать отображение компонентов и переходить к редактированию трехмерных моделей, изображенных на ассоциативных видах.

2.2. Запуск системы

Для запуска системы КОМПАС-3D необходимо щелкнуть дважды левой клавишей мыши по ярлыку на рабочем столе, или через кнопку Пуск (рис. 12).

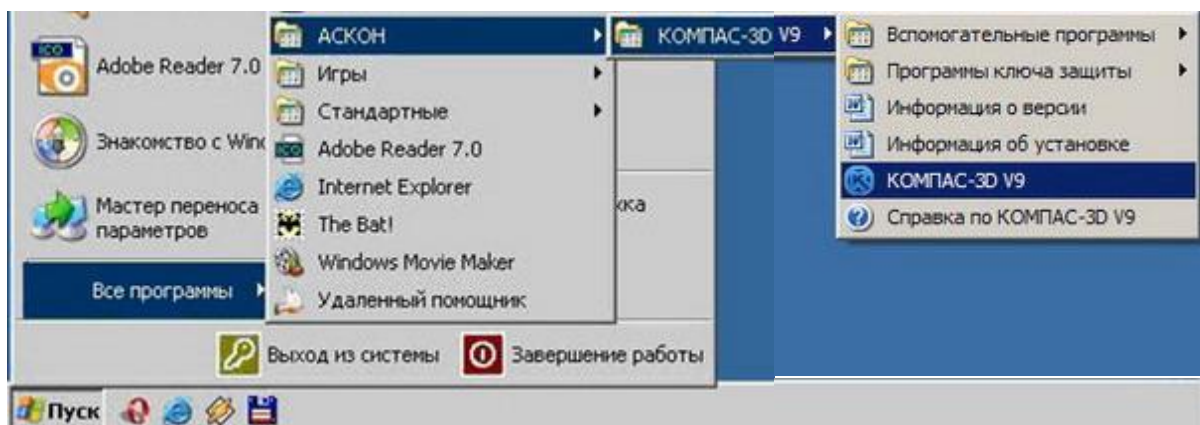


Рис. 12. Порядок запуска программы

В результате запуска системы на экране появится Стартовое окно, затем окно Новый документ (рис. 13), в котором пользователю

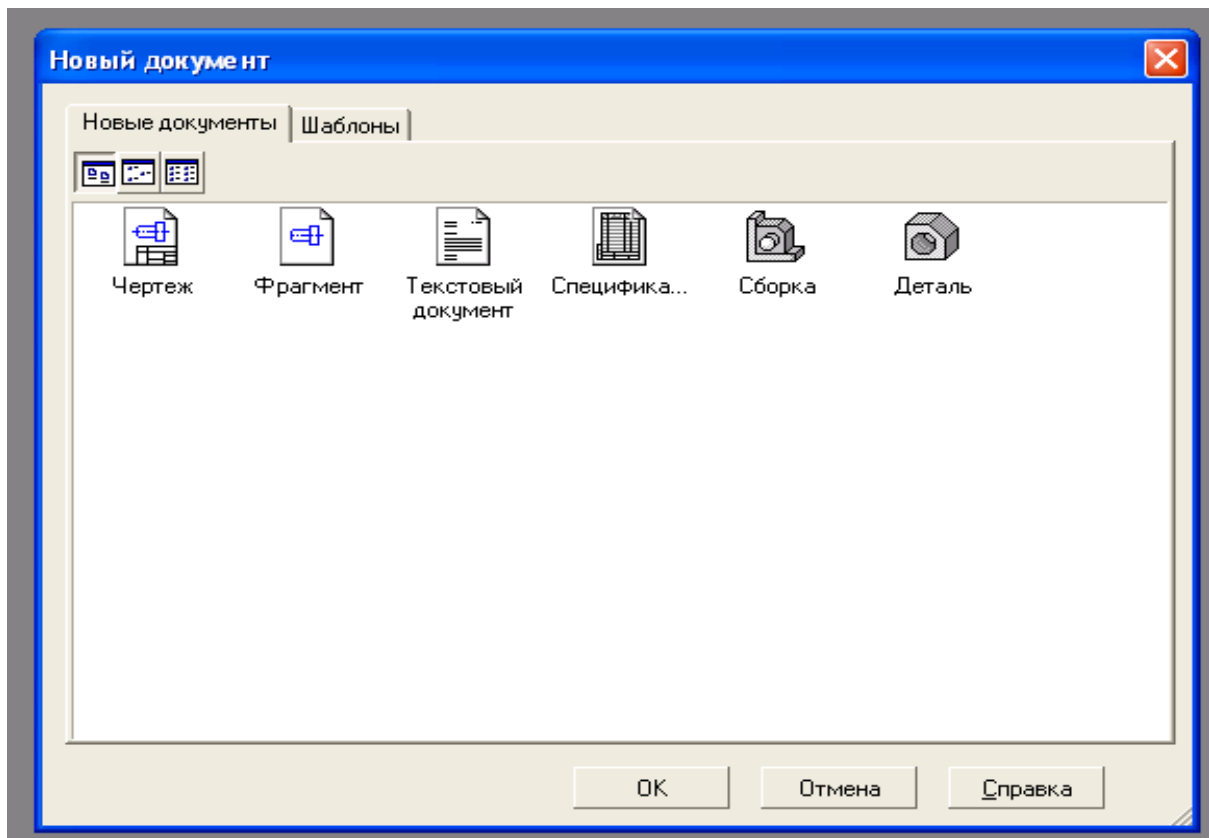


Рис. 13. Стартовое окно системы

предлагается выбрать для работы соответствующий тип документа.

Деталь – документ КОМПАС-3D, содержащий трехмерное изображение (3D-модель) детали или другого объекта, представляющего собой с точки зрения моделирования единое целое, например, несколько деталей, соединенных сваркой. Файлы Деталь имеют расширение M3D.

Сборка – документ КОМПАС-3D, содержащий трехмерное изображение двух и более деталей, соединяемых между собой в процессе создания документа Сборки. В состав Сборки могут входить детали КОМПАС-3D; сборки, импортированные из других систем, а также другие сборки (подсборки) системы КОМПАС-3D. Расширение файлов A3D.

Спецификация – документ КОМПАС-3D, в котором можно создавать спецификации, ведомости, перечни и другие, подобные по структуре документы. Спецификация ассоциативно связана со сборкой, перечень – с принципиальной схемой. При этом изменения в графическом документе будут автоматически вызывать соответствующие изменения в перечне или спецификации. Файлам спецификации соответствует расширение SPW.

Текстовый документ – документ, содержащий обычный текст. Применяется для создания и хранения технических требований, пояснительных записок. Файлы имеют расширение KDW.

Фрагмент – графический документ вспомогательного характера без рамки и основной надписи. Это «чистый лист», на котором можно вычертить один Вид в натуральном масштабе, создать эскизы или схемы для последующей вставки в основной документ. Фрагменты сохраняются в

файлах с расширением FRW и могут быть многократно использованы при разработке новых чертежей и схем.

Чертеж – графический документ системы с заданным оформлением (рамка, основная надпись). Документ формируется из Видов и Технических требований. Документы типа Чертеж сохраняются в файлах с расширением CDW.

В лексиконе Системы КОМПАС термин Вид применяется ко всем изображениям детали, установленным ГОСТ 2.305. Например: Вид 1 – вид спереди, Вид 2 – вид слева, Вид 3 – фронтальный разрез, Вид 3 – выносной элемент и т.д. Подразумевается полное содержание Влада: наличие размеров, указаний о шероховатости, допусках формы и др.

2.3. Способы ввода и редактирования объектов

При разработке чертежей с помощью КОМПАС существует несколько способов ввода объектов:

1. Прямое указание точек курсором на поле ввода.
2. Указание точных значений координат на панели Текущее состояние.
3. Управление объектами с помощью панели Свойств, которая появляется автоматически внизу экрана после вызова любой команды с Инструментальных панелей.

Редактировать объекты можно с помощью панелей (приложение 1):

1. Панель Свойств.
2. Панель Специального управления.
3. Геометрический калькулятор.
4. Компактная панель и Инструментальные панели.
5. Панель Геометрия.
6. Панель Редактирование.
7. Панель Параметризация.
8. Панель Размеры.
9. Панель Обозначения.
10. Панель Измерения.
11. Панель Выделение.
12. Панель Ассоциативные виды.
13. Панель Спецификация.

Чтобы запустить редактирование существующего объекта необходимо дважды щелкнуть левой клавишей мыши на его изображении. Появится панель Свойств с параметрами указанного объекта. После ввода новых параметров, нажать кнопку Создать объект на панели Специального управления или щелкнуть мышью на фантоме объекта.

2.4. Курсор

Выбрать форму и размер курсора можно командой Сервис – Параметры – Система - Графический редактор – Курсор (рис. 14).

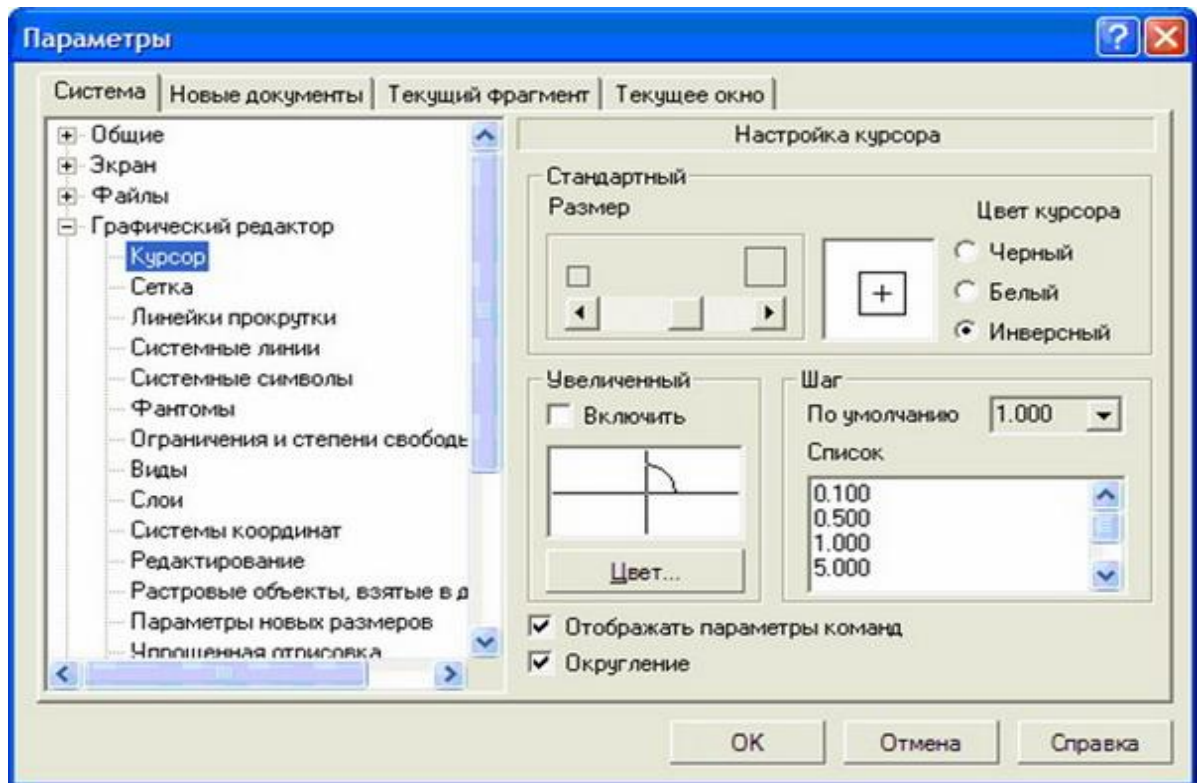


Рис.14. Выбор формы и размера курсора

2.5. Геометрический калькулятор

С помощью команд меню можно выполнить снятие значений геометрических величин с объектов для их автоматического занесения в поля панели Свойств. Например, команда Длина кривой, в появившемся Меню (рис. 15) после нажатия правой клавиши мыши на поле Длина, позволяет выполнить снятие длины указанного элемента. Курсор устанавливаем на нужный элемент, фиксируем его положение левой клавишей мыши или клавишей <Enter>. Значение длины вычисляется и автоматически заносится в поле панели Свойств и там фиксируется. Кнопкой Создать объект на панели Специального управления подтверждается редактирование.

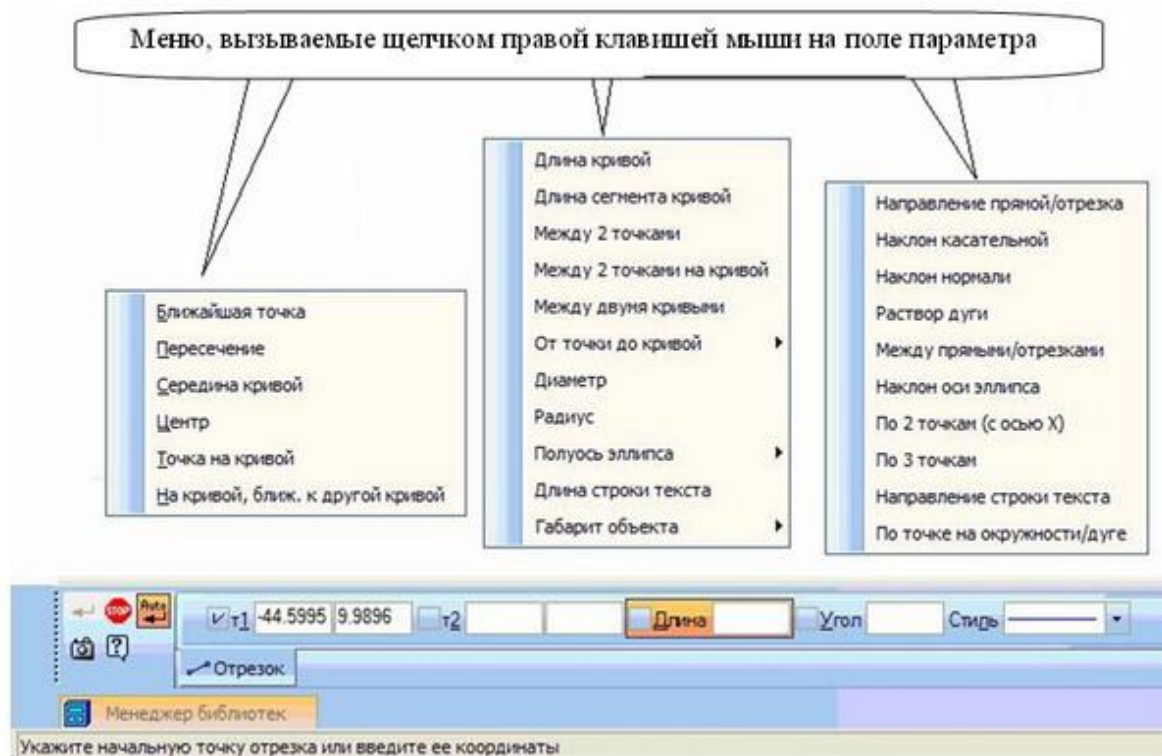


Рис.15. Меню геометрического калькулятора

2.6. Сетка, параметры отрисовки, системные линии

Доступ к настройке параметров сетки (рис. 16) осуществляется кнопкой Сетка на панели Текущее состояние или комбинацией клавиш **Ctrl>+<G>**.

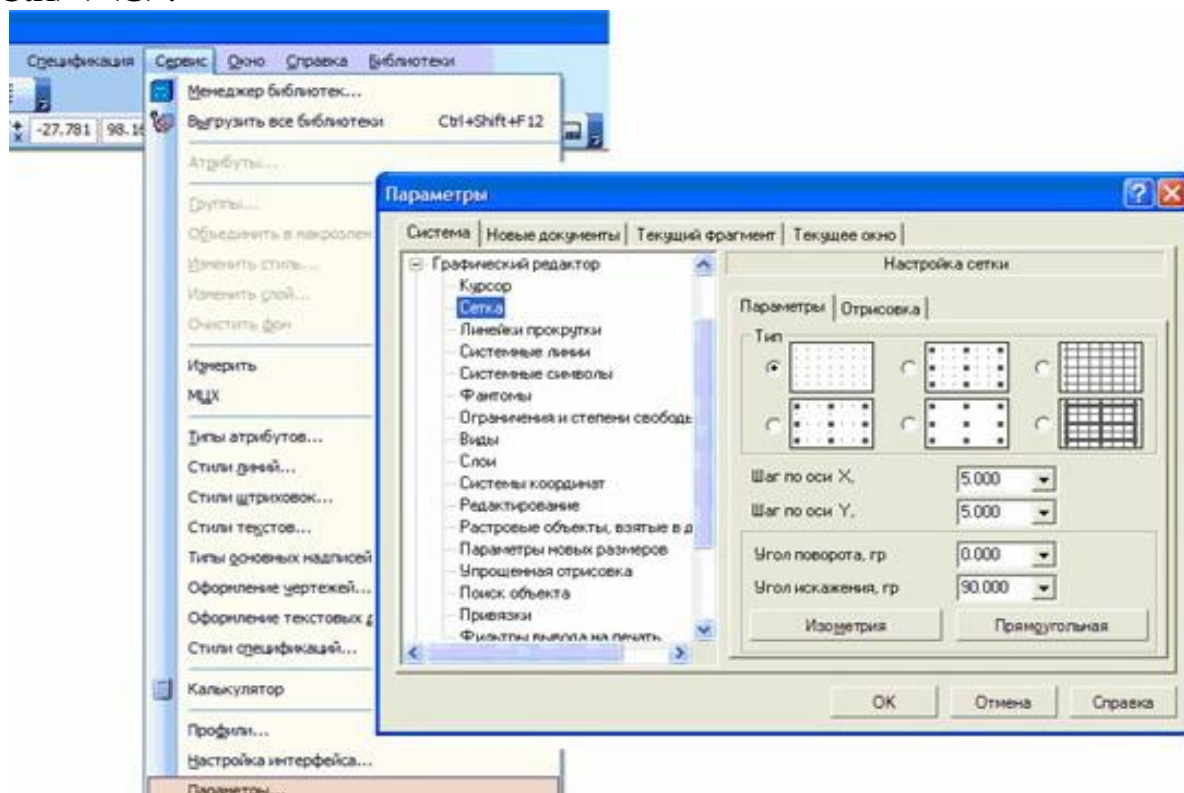


Рис. 16. Порядок доступа к настройке параметров сетки

Настроить параметры сетки следует командой Сервис – Параметры – Система - Графический редактор – Сетка.

Толщина линий на экране и на бумаге изменяется командой Сервис – Параметры – Система - Графический редактор – Системные линии (рис.17).

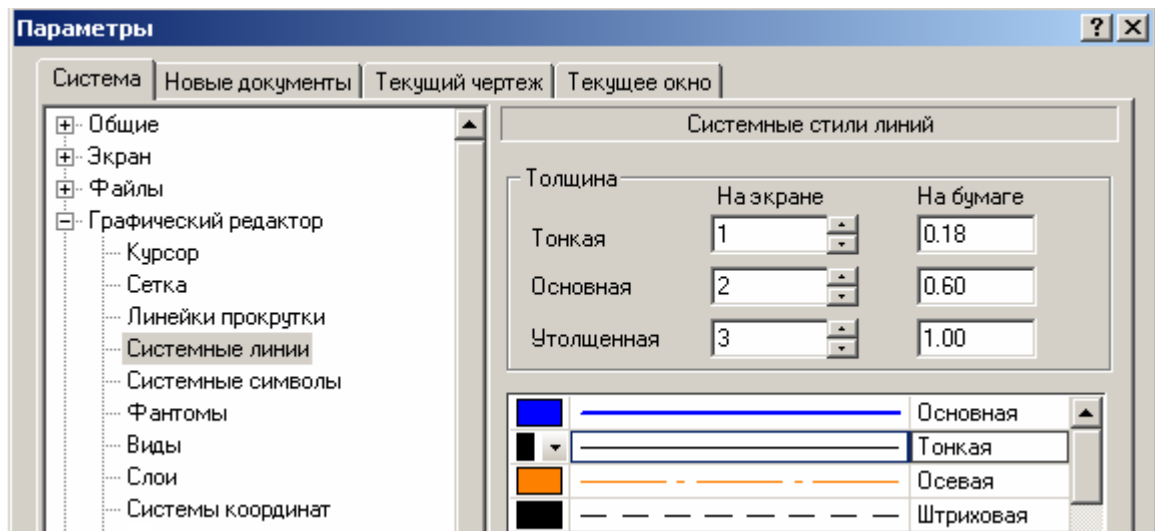


Рис. 17. Выбор типа линий

2.7. Управление изображением в окне

Команды управления изображением сгруппированы в Меню Вид, кнопки для вызова находятся на панели Вид (рис. 18).

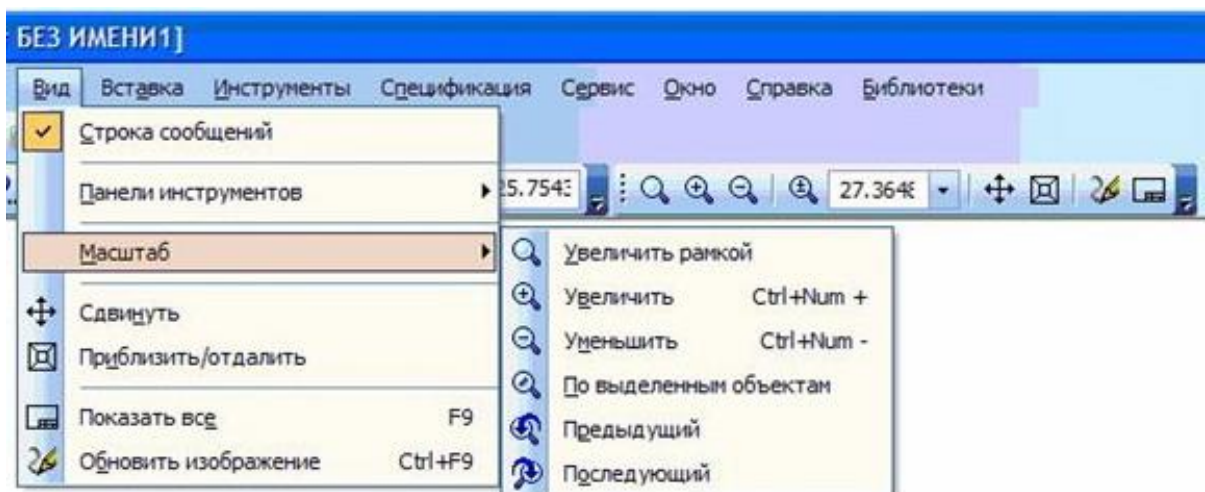


Рис. 18. Порядок доступа к управлению изображением

2.8. Привязки

При работе над графическими документами возникает необходимость точно установить курсор, т.е. выполнить привязку к точкам или объектам. Вызов команды может осуществляться несколькими способами:

1. Кнопкой Установка глобальных привязок на панели Текущее состояние (рис. 19).
2. Нажатием правой клавиши мыши: Сервис – Параметры – Система – Графический редактор – Привязки.

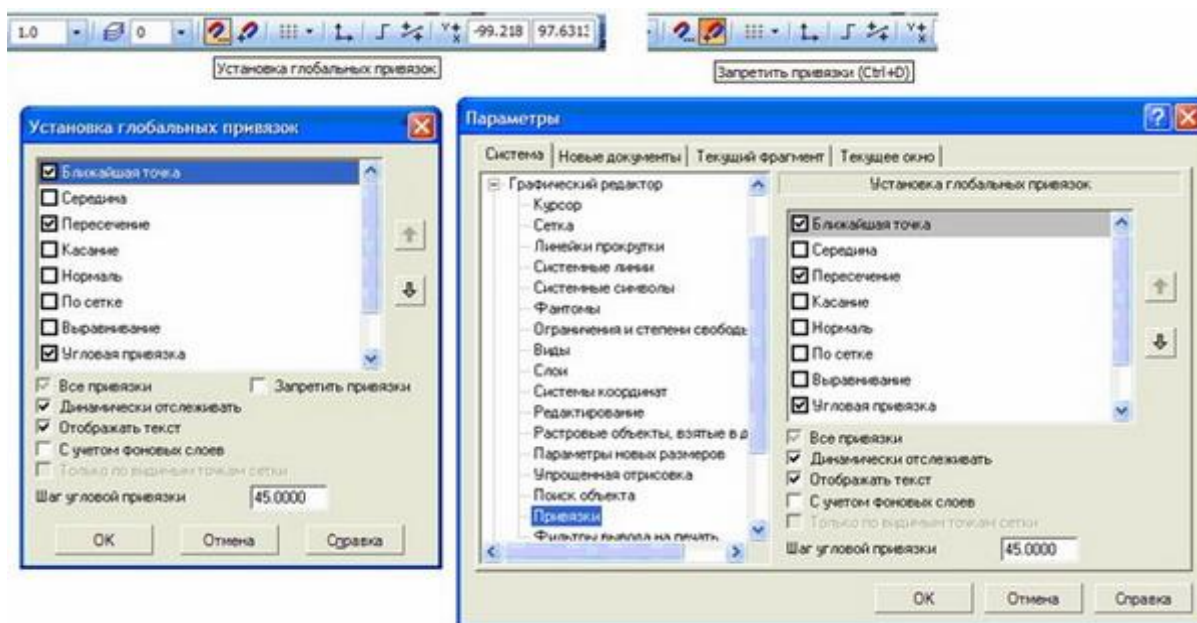


Рис. 19. Порядок доступа к кнопке глобальных привязок

Инструментальные панели содержат кнопки вызова команд построения и редактирования геометрических объектов, простановки размеров и т.п. Команды можно вызвать из Строки Меню. Некоторые кнопки на Инструментальных панелях могут быть бледного цвета. Это значит, что команды временно недоступны, то есть в данный момент отсутствуют условия для их выполнения. Инструментальные панели можно активизировать кнопками на Компактной панели, их состав зависит от типа открытого документа.

Большая часть кнопок Инструментальной панели имеют расширения. Для того чтобы открыть расширенную панель какой-либо кнопки достаточно нажать курсором и некоторое время удерживать угол кнопки с изображением треугольника (рис. 20).

Активизировать Инструментальные панели, включенные в Компактную панель с помощью меню Вид, невозможно.

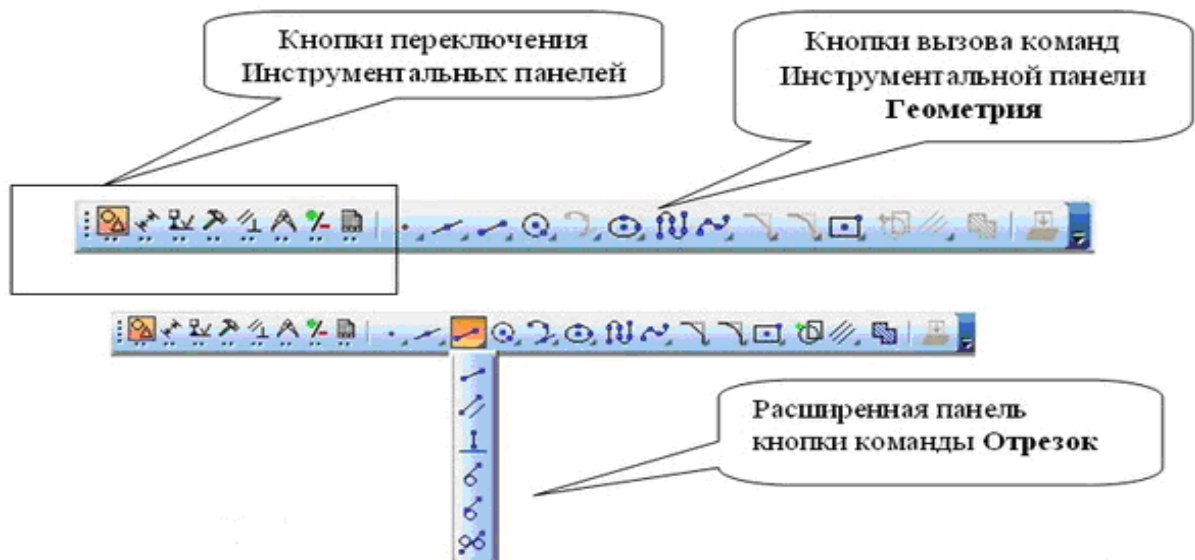


Рис. 20. Инструментальная панель редактирования Геометрических объектов

В системе КОМПАС используется метрическая система мер. Линейные расстояния вычисляются и отображаются в миллиметрах. Угловые размеры – в градусах. На рисунке 21 показана установка линейных размеров. Можно выбрать другие единицы измерения с помощью команды Сервис – Параметры – Текущий документ – Единицы измерения.

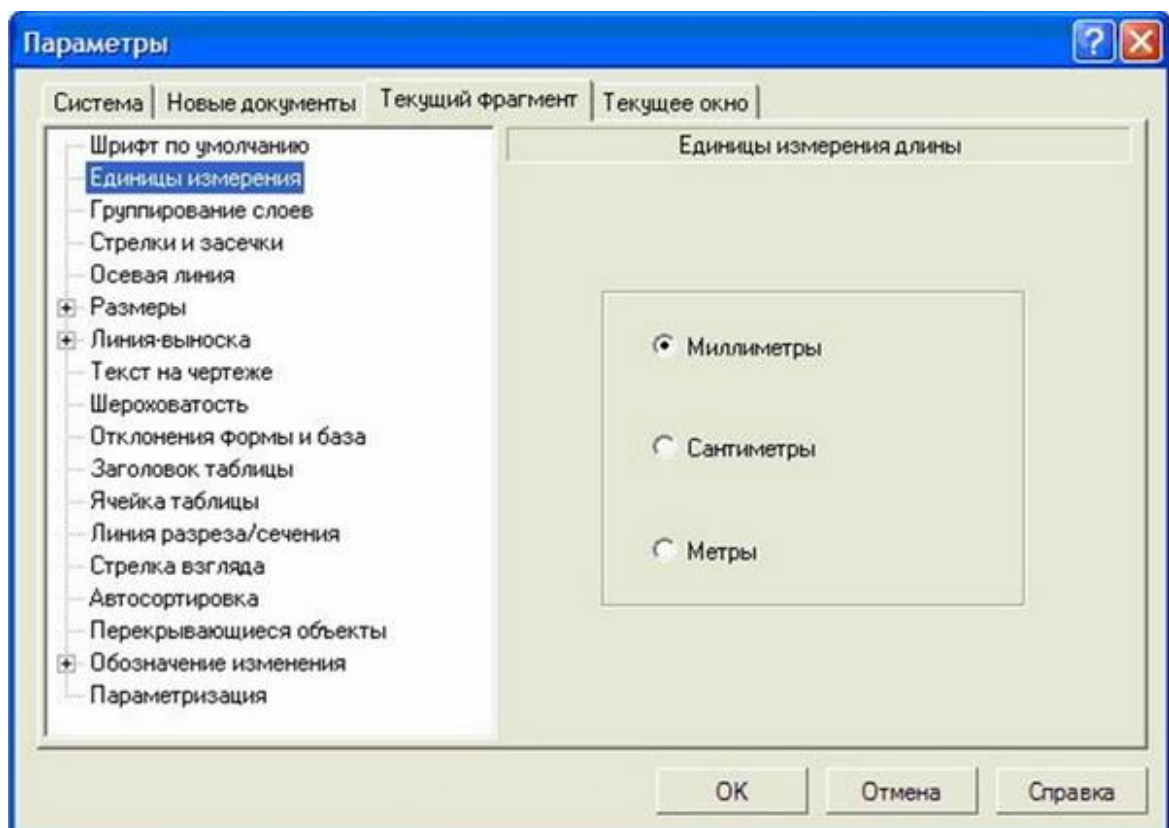


Рис. 21. Выбор единиц измерения

3. Выполнение графических примитивов и текста в программе КОМПАС

3.1. Особенности построения графических примитивов

Команды создания геометрических объектов, обеспечивающие возможность их построения, сгруппированы на панели Геометрия (рис. 22). Если на экране нет кнопки, показанной в описании команды, следует нажать на кнопку для ввода аналогичного типа объекта и удерживать ее до появления дополнительной панели команд. После чего, не отпуская левой клавиши мыши, следует передвинуть курсор на нужную кнопку и отпустить клавишу.



Рис. 22. Инструментальная панель Геометрия

После вызова любой команды необходимо задать различные параметры этих объектов. Каждому параметру объекта соответствует свой элемент (окно, переключатель и т.д.), и для разных объектов – различные наборы параметров. Для построения отрезка чаще всего приходится задавать координаты точек: начальной и конечной. Задать значения координат можно следующими способами:

Первый способ – задание точек левой клавишей (ЛК) мыши. Преимущество этого способа в возможности использования привязок: локальных и глобальных. Кнопка включения глобальных привязок (рис. 23) находится на панели Текущее состояние.

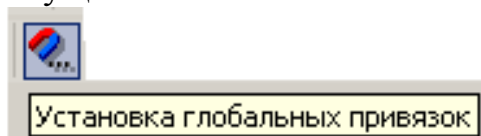


Рис. 23. Кнопка включения глобальных привязок

Глобальные привязки, заданные в окне, работают постоянно и одновременно. Локальные привязки задаются через контекстное меню однократно до щелчка мыши по построению одной точки (рис. 24).

Привязка – это такой режим, при котором курсор автоматически «прилипает» к характерным узлам (сетки, геометрическим узлам и т. д.). После включения привязки можно выполнять мышью точные построения.

Второй способ – ввод параметров с клавиатуры. При этом способе параметры задаются вводом значений в окна ввода панели Свойств

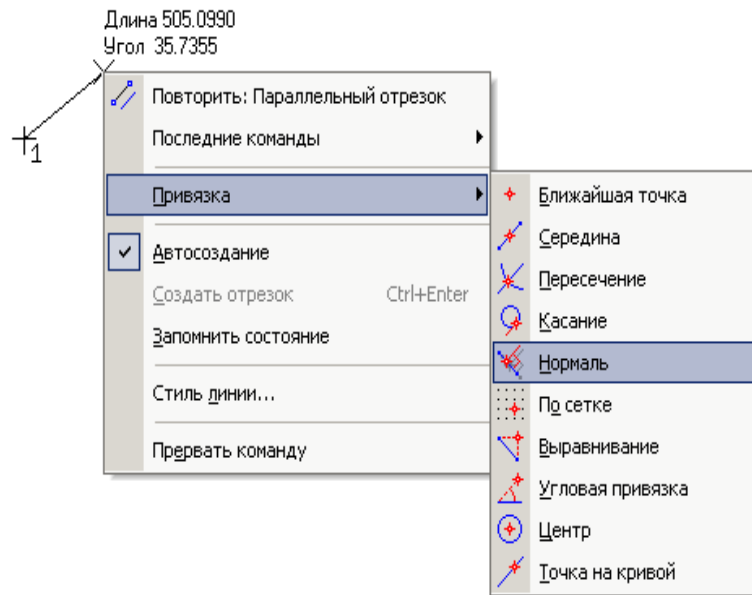


Рис. 24. Включение локальной привязки

(рис. 25). Для ввода значения в окно необходимо его активизировать двойным щелчком мыши.

Кроме произвольной прямой по двум точкам можно чертить прямые и с другими входными параметрами. Принципы построения и кнопки для вызова соответствующих команд для вспомогательных линий аналогичны описанным выше.

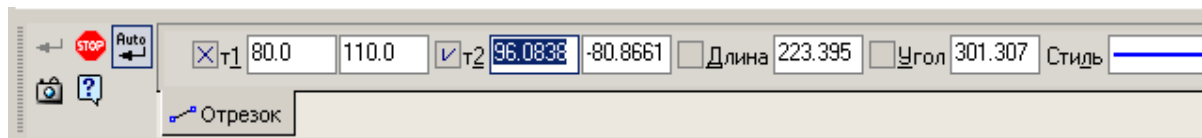


Рис. 25. Панель Свойств

Таблица 1

Условные обозначения состояния параметров

Значок	Состояние параметра
	Ожидание ввода параметров
	Значение введено и параметр зафиксирован
	Вспомогательный параметр, доступный для ввода

3.2. Пример построения графических примитивов

А. Выполнить построение отрезков и окружностей по образцу, если заданы параметры объектов; окружность с центром O_1 – касается отрезков AC_1 и AC_2 ; центр окружности O_2 – на пересечении ортогональных линий, идущих от точек B и L (рис. 26).

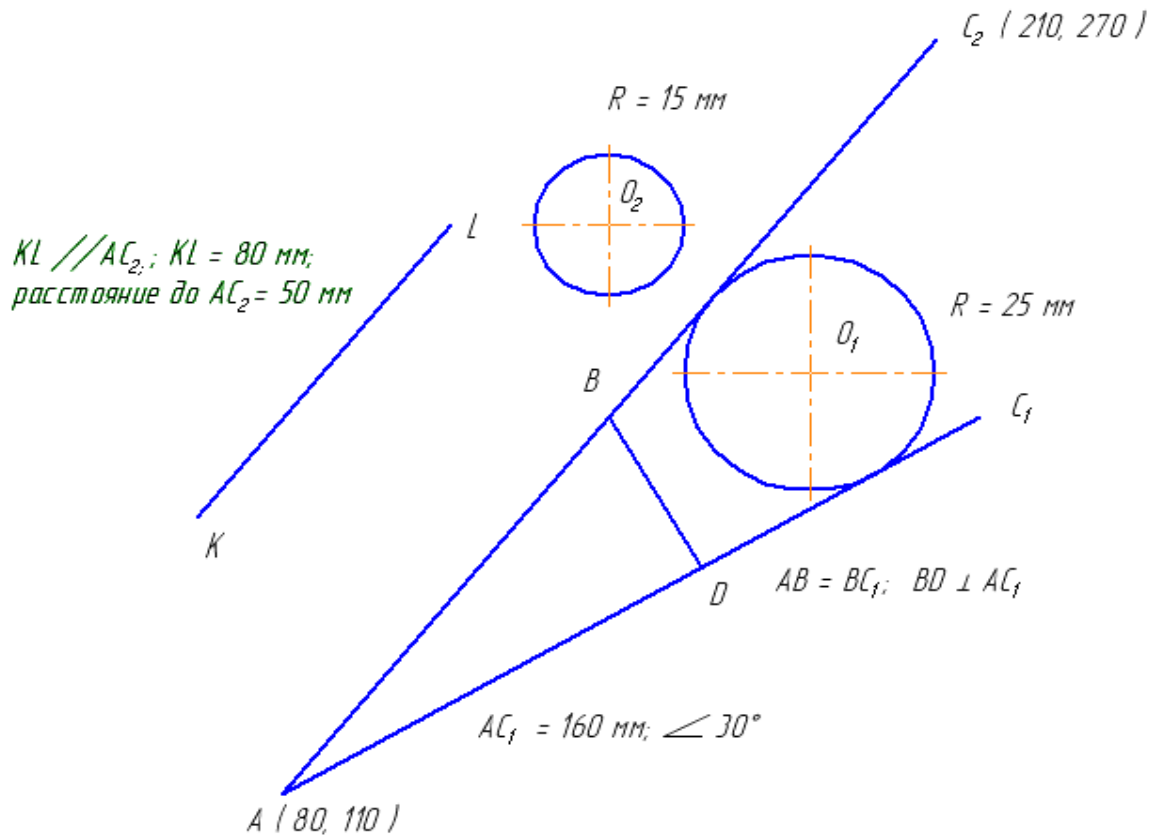
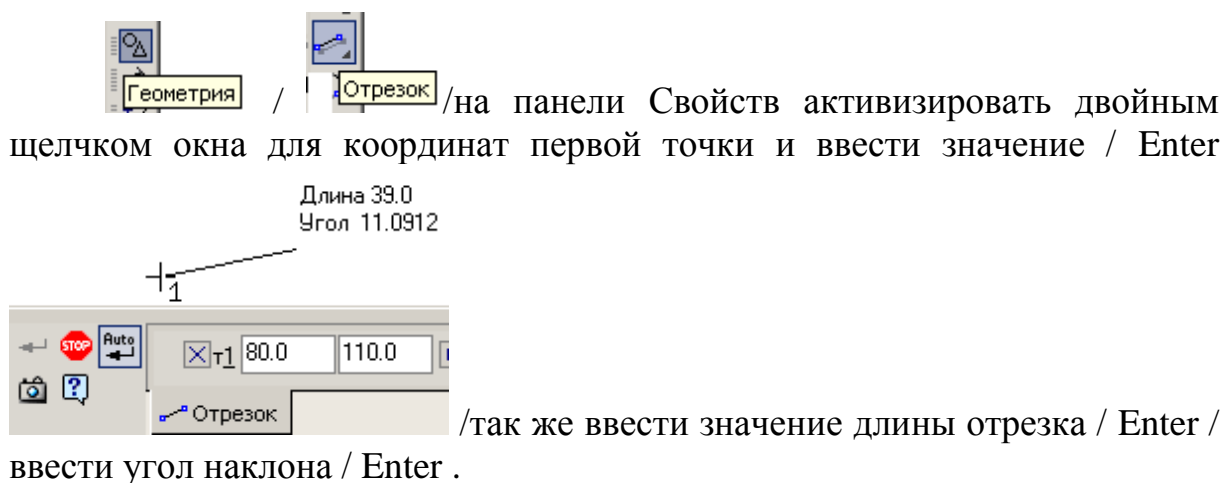


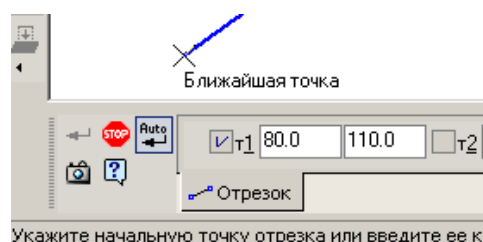
Рис. 26. Пример-упражнение построений графических примитивов и текста

Построить отрезок AC_1 . $A(80, 110)$; $AC_1 = 160$ мм; $\angle 30^\circ$



Б. Построить отрезок AC_2 . $A(80, 110)$; $C_2(210, 270)$

Подвести перекрестие к точке A уже построенного отрезка AC_1 и при появившейся подсказке о сработавшей глобальной привязке к ближайшей



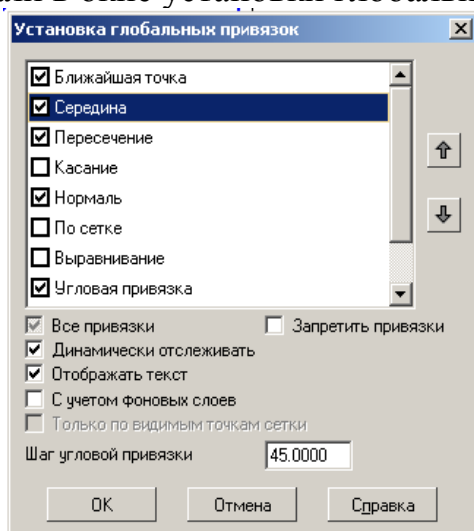
точке щелкнуть ЛК мыши / ввести координаты конечной точки отрезка / Enter .

Построить отрезок BD $AB = BC_2$; $BD \perp AC_1$



Установка глобальных привязок

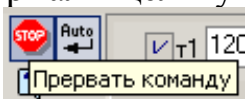
/ поставить флажки привязки к середине и к нормали в окне установки глобальных привязок/ подвести перекрестие к



середине построенного отрезка AC_2 и при появившейся подсказке о сработавшей привязке к середине



щелкнуть ЛК мыши / подвести перекрестие для построения перпендикуляра к отрезку AC_1 и при появившейся подсказке о сработавшей привязке к нормали щелкнуть ЛК мыши / для выхода из команды



нажать на кнопку ..

Построить отрезок KL . $KL \parallel AC_2$; $KL = 80$ мм; расстояние между KL и AC_2 - 50 мм.

Чтобы получить доступ к другим вариантам построения отрезков, нажать ЛК мыши по основной кнопке Отрезок до появления панели рас-



ширенных команд, выбрать 'Параллельный отрезок' и отпустить ЛК мыши / навести ловушку-курсор на отрезок AC_1 , отрезок стал красного цвета, выбрать его щелчком ЛК мыши / ввести значение параметра длины отрезка / Enter / ввести значение параметра расстояния между отрезками / Enter / щелчком мыши установить место положения отрезка.

В. Построить окружность, касательную к AC_1 и AC_2 . $R = 25$ мм.

На панели расширенных команд Окружность выбрать



Окружность, касательная к 2 кривым

/ выбрать объекты, к которым касается окружность (отрезки AC_1 и AC_2) / ввести значение радиуса окружности / из появившихся четырех окружностей выбрать нужную / Enter /



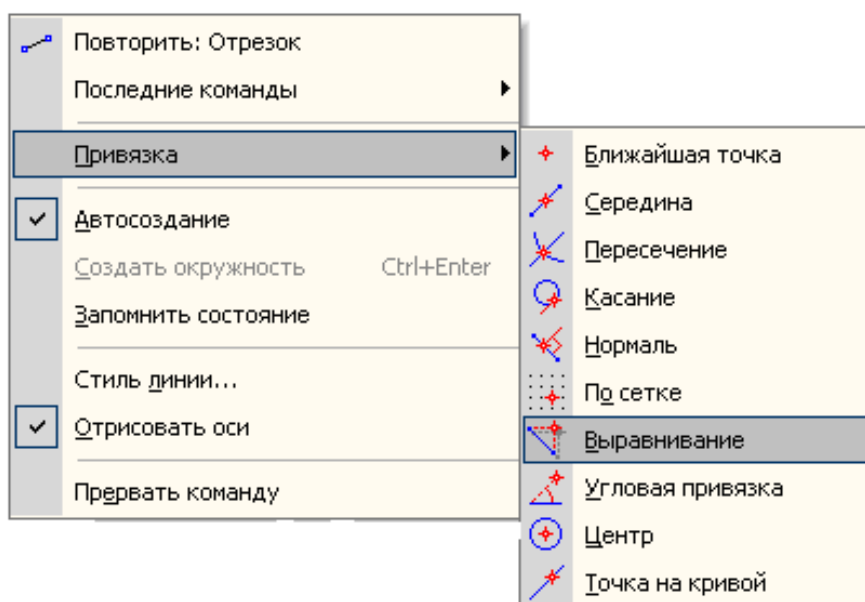
или Esc.

Г. Построить окружность с центром O_2 – на пересечении ортогональных линий, идущих от точек В и L. $R = 15$ мм.

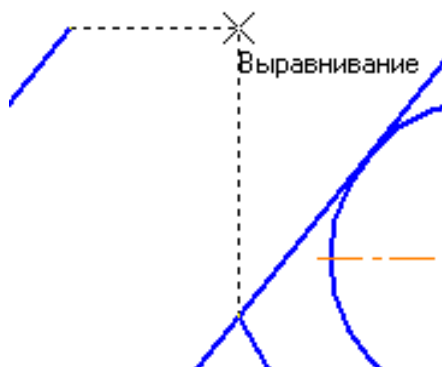


Окружность

/ перед тем, как указать точку центра окружности, щелкнуть ПК мыши и в появившемся контекстном меню выбрать Привязки /



Выравнивание / поймать точку на пересечении линий и щелкнуть



ЛК мыши / на панели Свойств указать радиус / Enter /  или Esc.

Д. Обозначить точки буквами.

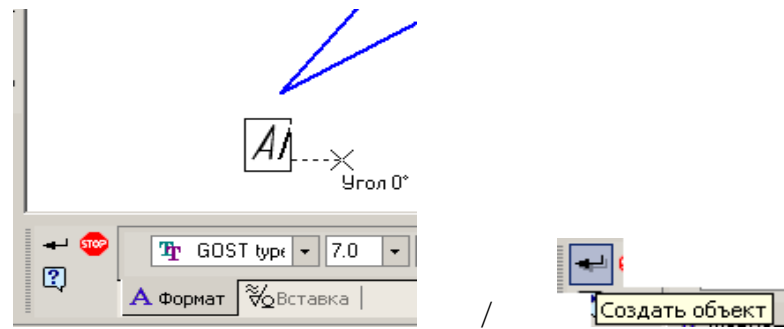


Обозначения

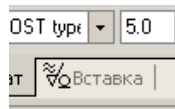


Ввод текста

Е. / ЛК мыши щелкнуть точку размещения текста / на панели Свойств указать высоту символов 7 мм / вписать у мигающего курсора символ буквы.



Чтобы написать букву с индексом, необходимо нажать на кнопку



/ в изменившейся панели Свойств выбрать и нажать ЛК мыши

Вставить индекс (рис. 27), при этом курсор переместится вверх ,

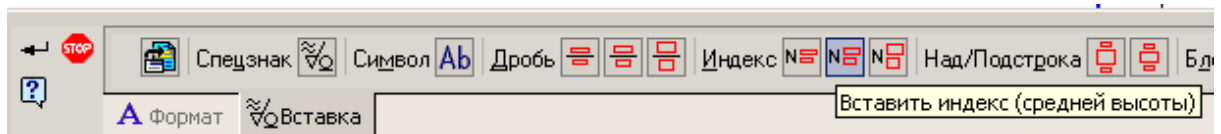




Рис. 27. Окно выбора индекса

на клавиатуре необходимо нажать на клавишу Стрелка вправо, курсор

опустится , далее, вписать индекс и нажать  'Создать объект'.

4. Рабочий интерфейс 3D-моделирования

Построение трехмерной модели детали начинается с создания основания – ее первого формообразующего элемента.

В качестве основания можно использовать любой тип формообразующих элементов:

- элемент выдавливания;
- элемент вращения;
- кинематический элемент;
- элемент по сечениям.

При разработке объемной детали в КОМПАС используется эскиз (рис. 28), т.е. чертеж на одной из плоскостей проекций. Для этого в Дереве построений выбирается плоскость, меняется состав Компактной панели (Приложение 1), при этом панель Текущее состояние становится активной. Состав панели Текущее состояние различен для разных режимов работы.

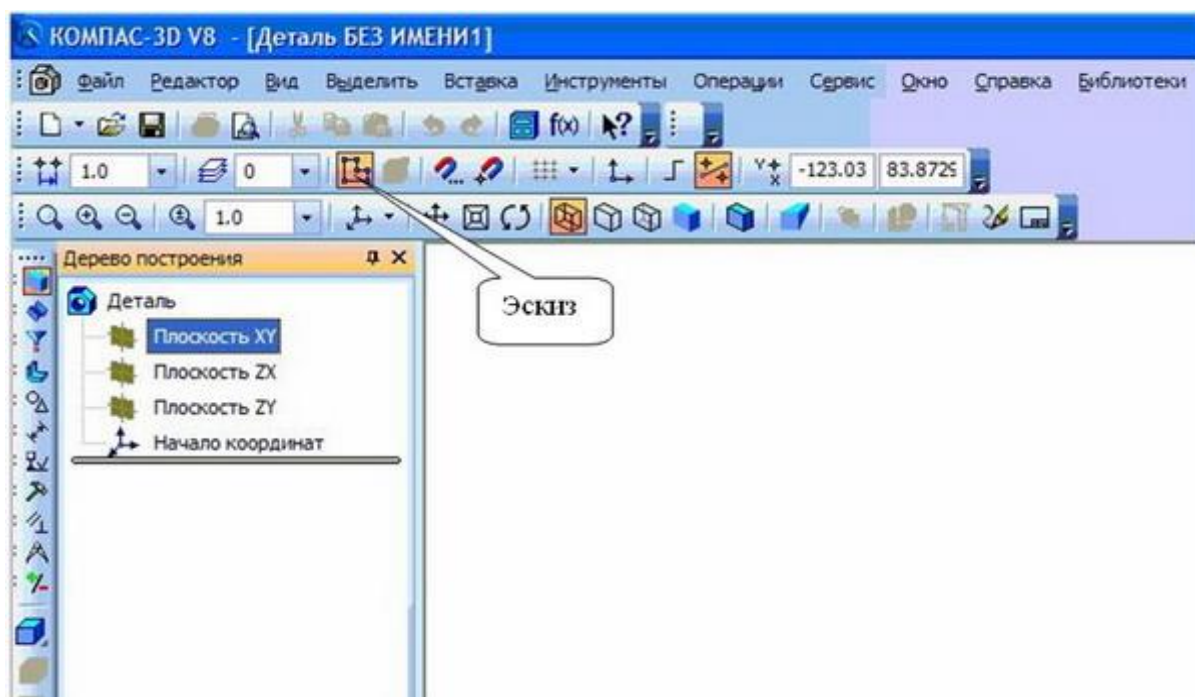



Рис. 28. Размещение кнопок в системе построения 3D-моделей


Для создания новой детали необходимо выполнить команду Файл – Создать или нажать кнопку Создать на панели Стандартная.



В диалоговом окне указать тип документа Деталь и нажать кнопку ОК. На экране появится окно новой детали.

Далее нажмите кнопку Сохранить  на панели Стандартная.

В поле Имя файла диалогового окна сохранения документов нужно ввести имя детали.

Далее следует нажать кнопку Сохранить .

В окне Информация о документе необходимо просто нажать кнопку ОК. Поля этого окна заполнять необязательно.

На панели Вид нажмите кнопку списка, справа от кнопки Ориентация (рис. 29) и укажите вариант Изометрия XYZ.

Рассмотрим порядок создания 3D-модели на примере построения крышки выключателя, рабочий чертеж которой приведен в приложении Б.

Построение детали начинается с создания основания. Построение основания начинается с создания его плоского эскиза. Как правило, для построения эскиза основания выбирают одну из стандартных плоскостей проекций.

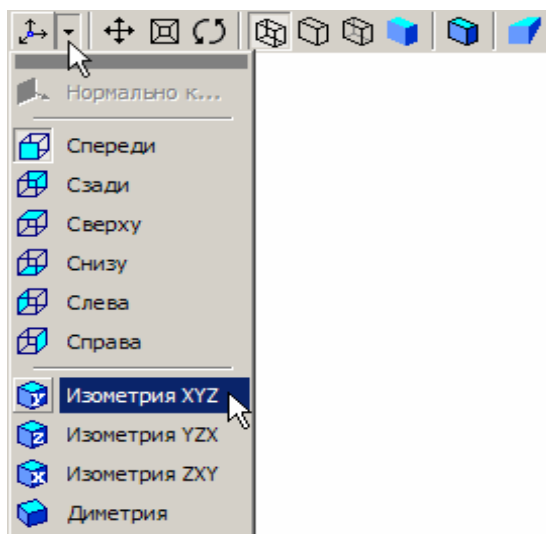




Рис. 29. Окно выбора ориентации модели

Выбор плоскости для построения эскиза основания не влияет на дальнейший порядок построения модели и ее свойства. От этого зависит положение детали в пространстве при выборе одной из стандартных ориентаций.

В Дереве модели укажите Плоскость XY (фронтальная плоскость). Пиктограмма плоскости будет выделена цветом.

Нажмите кнопку Эскиз  на панели Текущее состояние. Система перейдет в режим редактирования эскиза, Плоскость XY станет параллельной экрану.

Нажмите кнопку Геометрия  на Панели переключения. Ниже откроется одноименная Инструментальная панель.

Нажмите кнопку Прямоугольник  на панели Геометрия.

Привязки – механизм, позволяющий точно задать положение курсора, выбрав условие его позиционирования (например, в ближайшей характерной точке объекта, в его середине, на пересечении двух объектов и т.д.). Управлять привязками удобно с помощью Специальной панели Глобальные привязки.

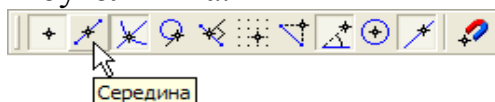
Выполните команду Вид – панели Инструментов.


В Меню панелей укажите Глобальные привязки. На экране появится панель Глобальные привязки 

Перетащите панель мышью за заголовок на свободное место над окном документа.

Нажмите кнопку Отрезок  на панели Геометрия .

Постройте линию, соединяющую середины больших сторон прямоугольника, для этого, с помощью привязки Середина укажите эти две точки прямоугольника.



Нажмите кнопку Прервать команду  на панели Специального управления.

Измените стиль построенной линии с Основная (синяя линия) на Тонкая (черная линия).

Построенная линия необходима для правильного размещения прямоугольника в эскизе (рис. 30) и является геометрическим местом точек – центров дуг контура основания детали.

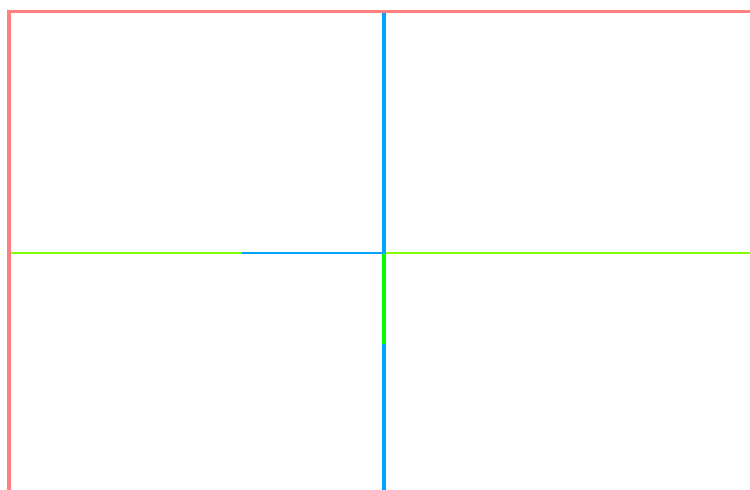
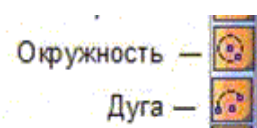
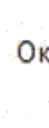
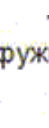


Рис. 30. Габаритный прямоугольник основания модели

В то же время, она не должна участвовать непосредственно в создании элемента – это будет нарушением одного из основных требований к эскизам.

Изменение Стиля линии решает эту проблему, так как при построении учитываются только основные (синие) линии.



Используя кнопки Окружность или дуга,   постройте овалы контура (рис. 31).

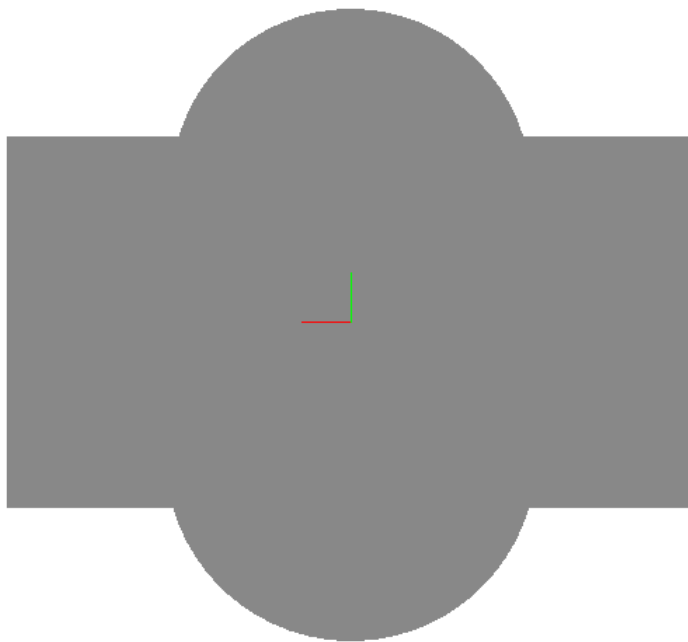
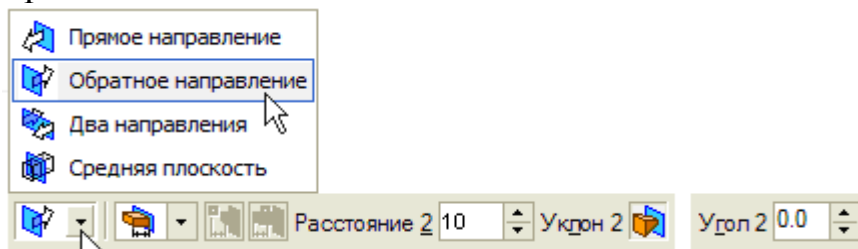


Рис. 31. Контур основания модели


Нажмите кнопку Операция выдавливания  на панели Редактирование детали .

На панели Свойств раскройте список Направление и укажите вариант направления выдавливания:



Введите с клавиатуры число 10. Значение попадет в поле Расстояние 2 на панели Свойств.

Нажмите клавишу <Enter> для фиксации значения.

Нажмите кнопку Создать объект  на панели Специального управления. Система выполнит построение основания (рис. 32).

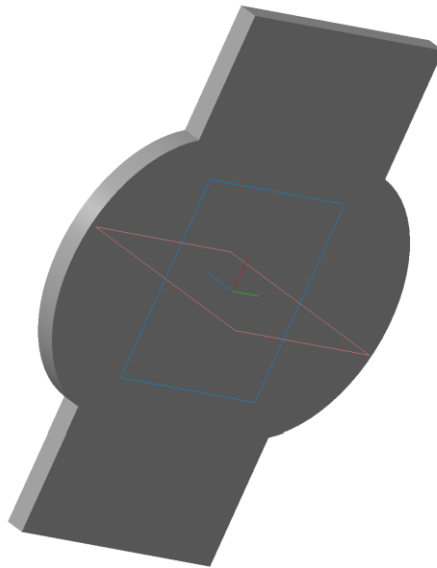






Рис. 32. Основание модели

Укажите переднюю грань основания и нажмите кнопку **Эскиз**  на панели Текущее состояние.

Выполните построения контура основания выступа. Для этого:

- с помощью кнопки **Авторазмер**  и **Дуга**  проставьте его размеры;
- нажмите кнопку **Создать объект** . Система выполнит построение контура, как это показано на рисунке 33.

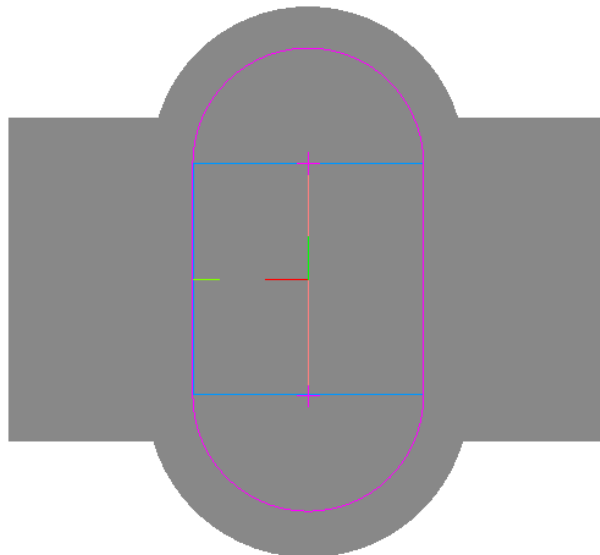
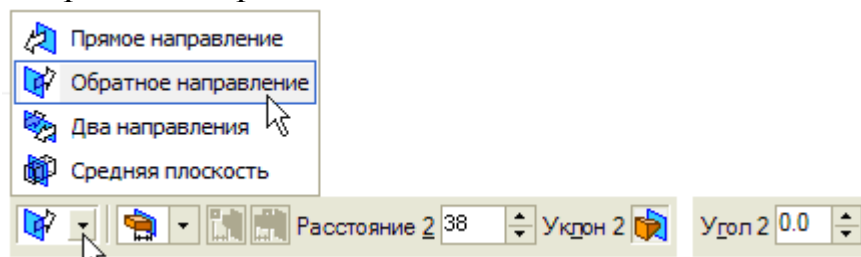


Рис. 33. Эскиз на плоскости основания для выдавливания выступа

Закройте эскиз .


Нажмите кнопку **Операция выдавливания**  на панели Редактирование детали .

На панели Свойств раскройте список Направление и укажите вариант Обратное направление.



Введите с клавиатуры число 38. Значение попадет в поле Расстояние 2 на панели Свойств.

Нажмите клавишу <Enter> для фиксации значения.

Нажмите кнопку **Создать объект**  на панели Специального управления. Система выполнит построение выступа (рис. 34).

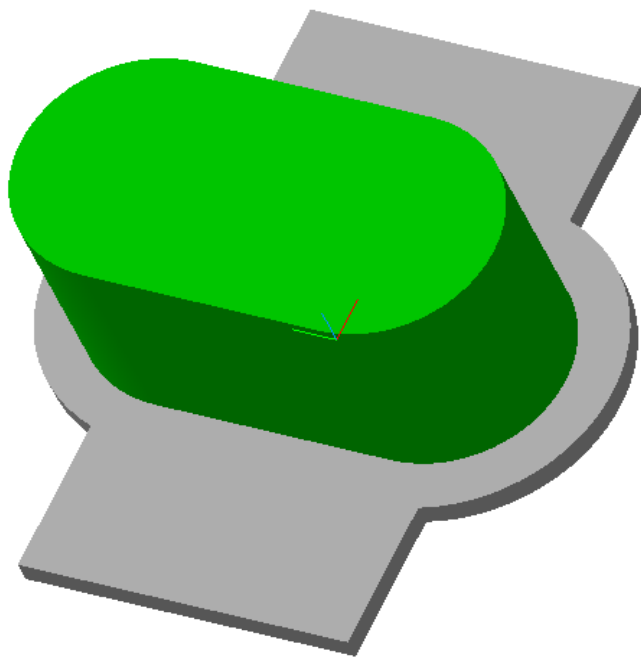






Рис. 34. Вид модели после выдавливания

Для того чтобы получить правильный контур внутренней полости, необходимо вручную добавить параметрические связи между ее контуром и плоскостью основания модели. Для этого укажите курсором плоскость основания детали и нажмите кнопку **Эскиз**  на панели Текущее состояние.

Выполните построения контура основания внутренней полости. Для этого:

- с помощью кнопки Авторамер  и Дуга  проставьте его размеры;
- нажмите кнопку Создать объект . Система выполнит построение контура, как это показано на рисунке 35;

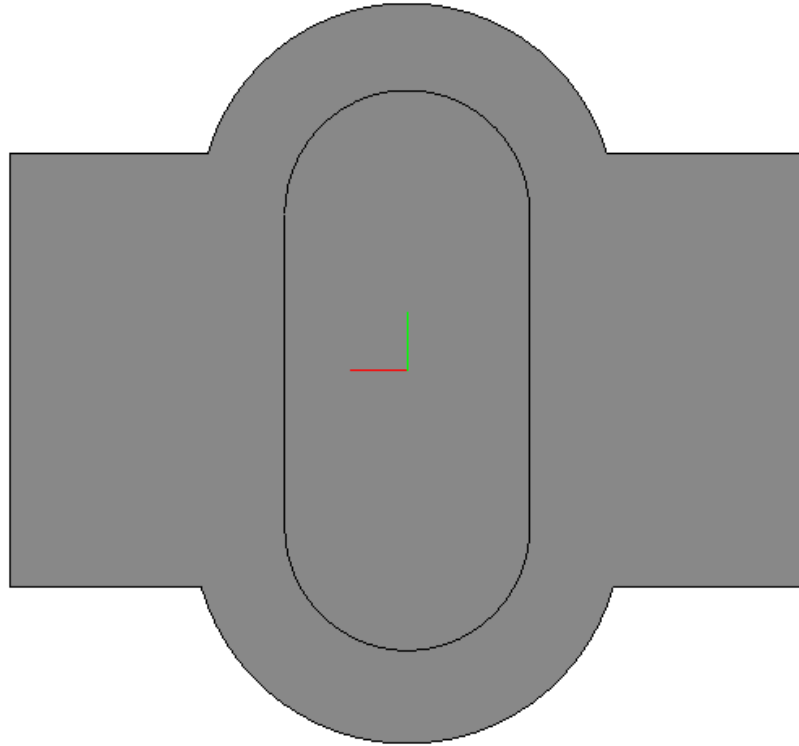





Рис. 35. Эскиз для выдавливания внутренней полости



- выберите кнопку из расширения выровнять точки по горизонтали;
- укажите курсором точки сопряжений и центры дуг;
- с помощью привязки Ближайшая точка укажите точку начала координат эскиза и точки центра дуги.

Закройте эскиз .

Нажмите кнопку Операция вырезать выдавливанием  на панели Редактирование детали .

Вырежьте выдавливанием плоскостью эскиза в обратном направлении на 48 мм (рис. 36).

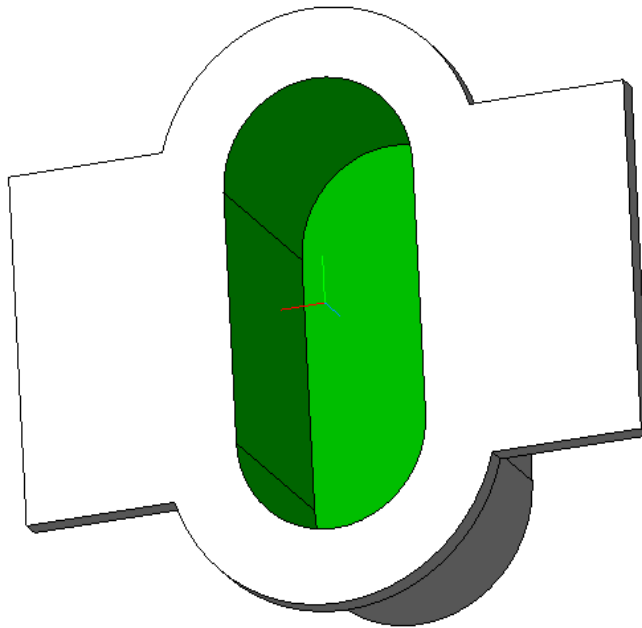





Рис. 36. Вид модели после выдавливания полости

Укажите грань верхнего основания модели.

Нажмите кнопку Эскиз  на панели Текущее состояние.

Нажмите кнопку Прямоугольник  на панели Геометрия  и выполните построение основания прямоугольного выступа на плоскости верхнего основания модели (рис. 37).

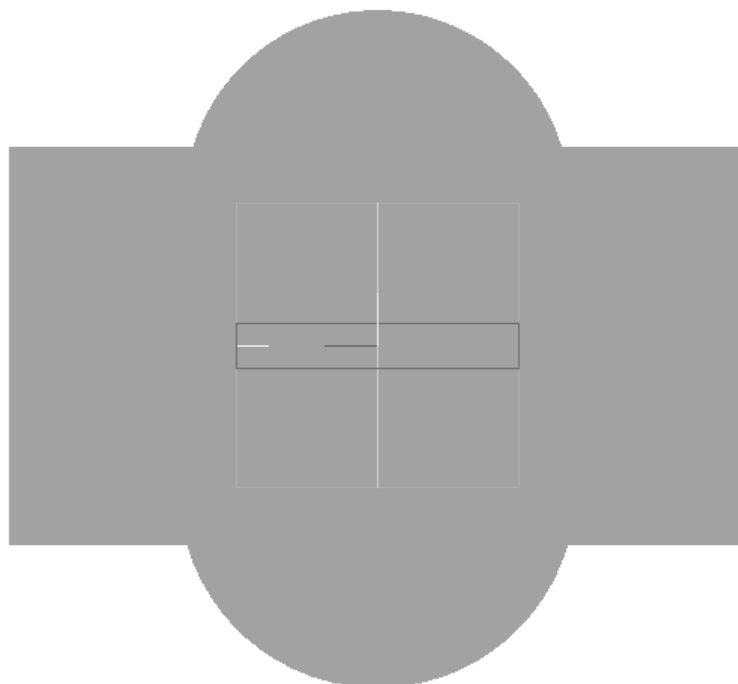




Рис. 37. Эскиз для выдавливания прямоугольного выступа

Нажмите кнопку Операция выдавливания  на панели Редактирование детали .

На панели Свойств раскройте список Направление и укажите Прямое направление .

Введите с клавиатуры число 14 на панели Свойств.

Нажмите клавишу <Enter> для фиксации значения.

Нажмите кнопку Создать объект  на Панели специального управления. Система выполнит построение выступа (рис. 38).

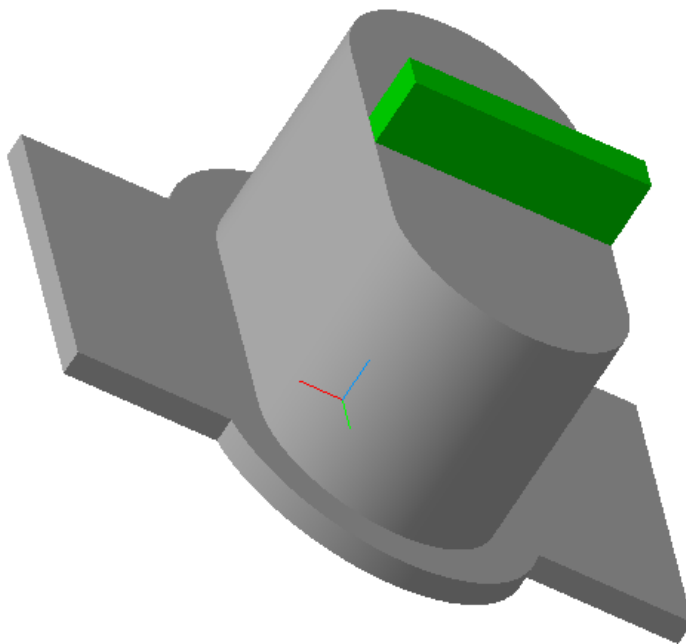



Рис. 38. Вид модели после выдавливания прямоугольного выступа

Скругление ребер

Элементы модели, участвующие в операции, можно указывать не только во время выполнения операции, но и заранее.



Нажмите кнопку Каркас  на панели Вид. После этого станут видны все ребра модели.

Укажите десять ребер на основании и гребне детали, удерживая нажатой кнопку <Ctrl> на клавиатуре.

Если вы испытываете затруднения при выборе ребер, увеличьте масштаб отображения модели вращением колеса мыши или поверните модель.

Отпустите кнопку <Ctrl>. В окне модели указанные ребра должны быть выделены цветом.

Нажмите кнопку Скругление  на панели Редактирование детали .

С клавиатуры введите значение 5 мм. Значение появится в поле Радиус на панели Свойств.

Убедитесь, что в справочном поле на панели Свойств отображается информация о десяти ребрах.

Нажмите кнопку Создать объект . Система выполнит скругление ребер (рис. 39).

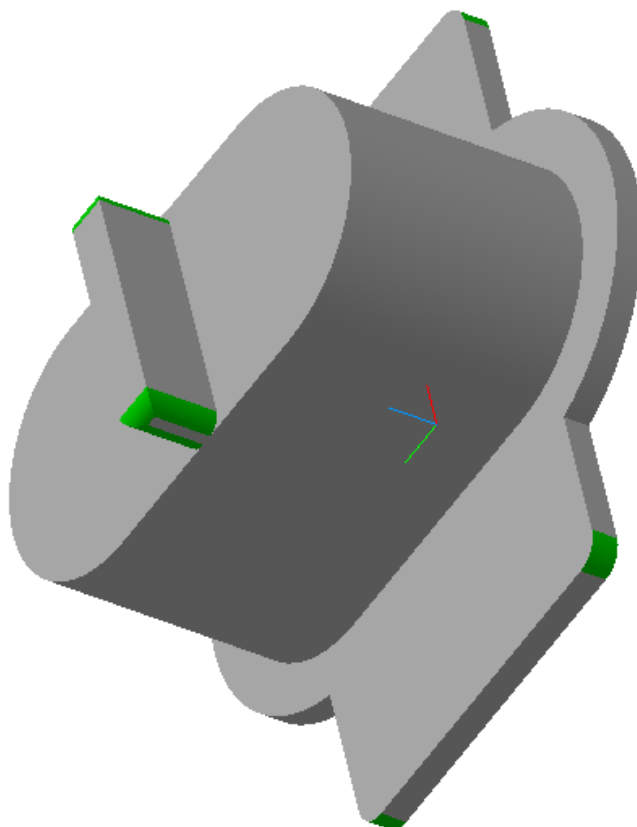









Рис. 39. Вид модели после выполненной команды Скругление ребер

Выполнение отверстий крепления детали производится командой Вырезать выдавливанием , для этого:

- укажите грань и нажмите кнопку Эскиз ;
- нажмите кнопку Окружность  на панели Геометрия .

С помощью привязки Ближайшая точка  укажите поочередно точки центра окружностей на фланце и верхнем основании. Радиус окружности укажите произвольно. Нажмите кнопку Авторамер  на



панели Размеры , укажите окружность, присвойте размеру значение 12 мм.

Закройте эскиз .

Проверьте состояние поля Направление построения и убедитесь, что установлено правильное направление.

Откройте список Тип построения и укажите Через все.

Нажмите кнопку Создать объект  на панели специального управления.

Нажмите кнопку Вырезать выдавливанием  на панели Редактирование детали . Система выполнит команду (рис. 40).

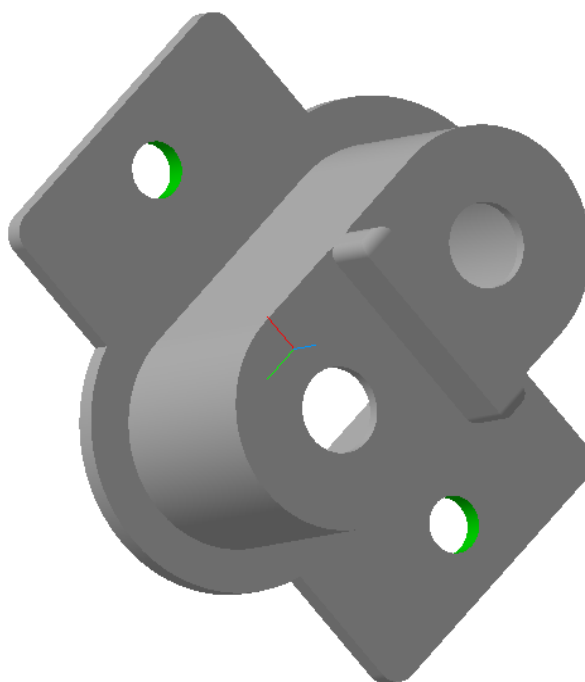



Рис. 40. Вид модели после выполненной команды Вырезать отверстия выдавливанием


Порядок построения ребер жесткости содержит следующие переходы:


1. Нанесение точек пересечения ребер жесткости с гранями модели с одной стороны (не менее трех точек для каждого ребра);
2. Построение плоскостей через три точки для каждого ребра;
3. Построение контурных линий (прямоугольников), принадлежащих этим плоскостям (граням ребер);
4. Построение ребер методом выдавливания;
5. Выполнение ребер жесткости на другой стороне модели с помощью зеркального массива.


6. Укажите грань модели и нажмите кнопку Эскиз .


7. Нажмите кнопку Точка  на панели Геометрия и нанесите на грань модели по две пары точек пересечения ребер с плоскостью грани.

При этом кнопка Ближайшая точка  на панели Глобальных привязок должна быть в активном состоянии.



8. Укажите курсором смежную плоскость (верхнюю плоскость основания) модели и нажмите кнопку Эскиз .

9. Нанесите еще по две пары точек пересечения для каждого ребра жесткости аналогичным способом. Для удобства определения их местоположения используйте Вспомогательную прямую  (как линию связи).

10. Нажмите кнопку Плоскость через три вершины  на панели Вспомогательные плоскости и укажите курсором любые три из построенных точек, принадлежащих каждому ребру.

11. Укажите поочередно курсором построенные плоскости граней ребер и нажмите кнопку Эскиз .

12. С помощью кнопки Отрезок  прочертите ребра каждой грани и линии пересечения их с поверхностью модели.

13. Нажмите кнопку Операция выдавливания  на панели Редактирование детали  и выдавите каждое ребро жесткости, как показано на рисунке 41.

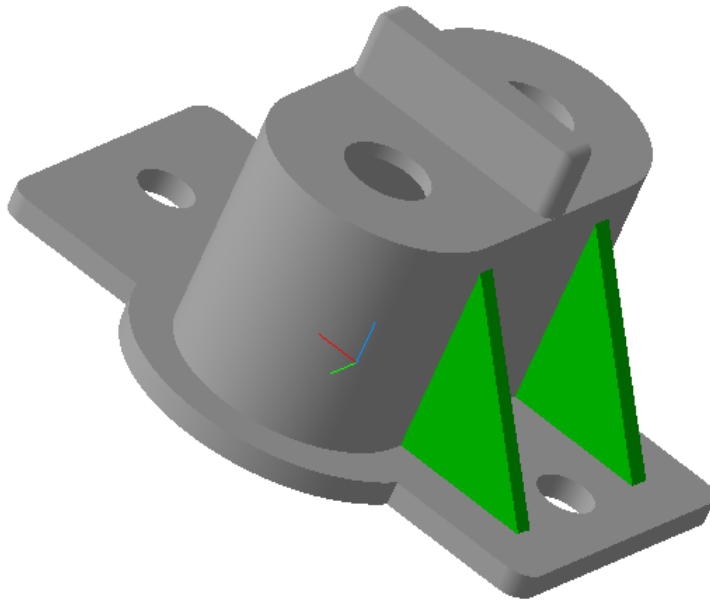





Рис. 41. Вид модели после выполненной команды Выдавливание ребер

14. Нажмите кнопку Зеркальный массив  на панели Редактирование детали .

15. Укажите курсором плоскость симметрии – зу в дереве построения либо на чертеже (выделить курсором).

16. Затем укажите по три элемента, составляющие каждое ребро.

17. Нажмите кнопку Создать объект . Система выполнит команду (рис. 42).

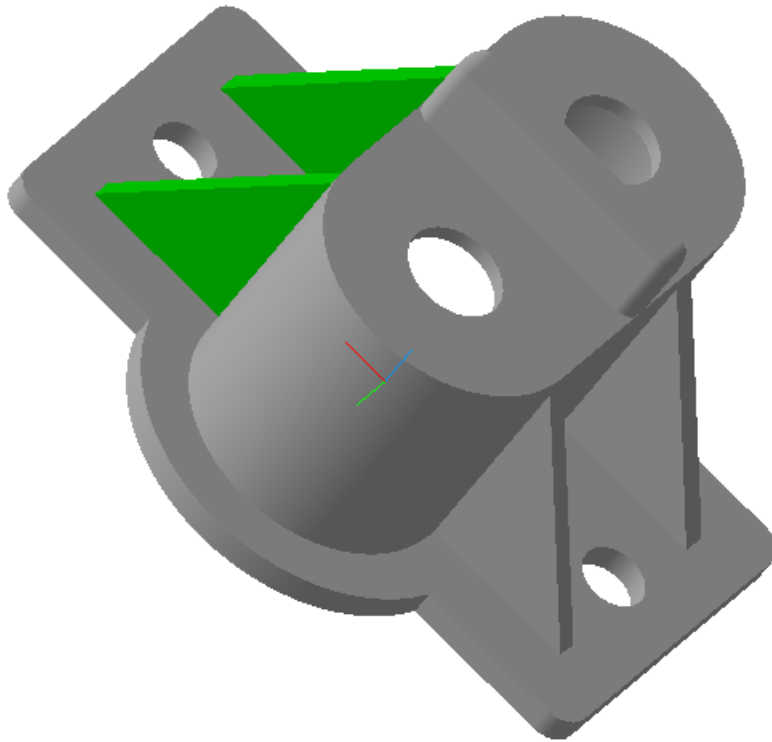






Рис. 42. Вид модели после выполненной команды Зеркальный массив

Наглядность устройства модели значительно повышается, если выполнить разрез с удалением четверти ее объема, для этого:

- укажите курсором на плоскость основания модели и нажмите кнопку Эскиз ;
- с помощью кнопки Отрезок  прочертите линии сечения модели в плоскости ее основания, а также за плоскостью таким образом, чтобы контур построенной ломаной линии обогнул отделяемую часть детали и был замкнут, как показано на рисунке 43;
- нажмите кнопку Вырезать выдавливанием  на панели Редактирование детали ;

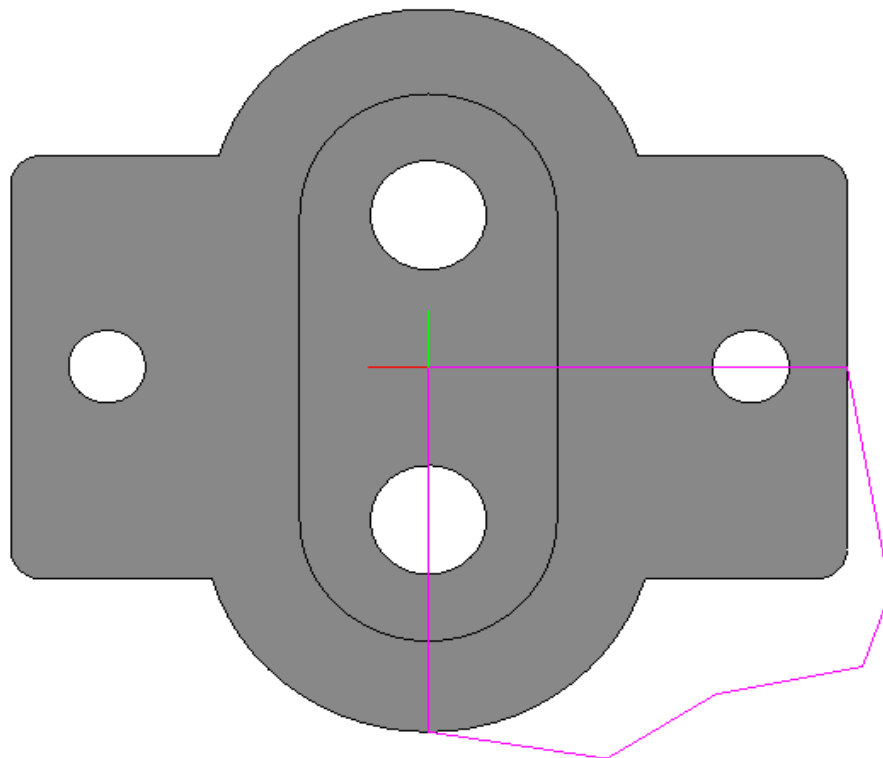


Рис. 43. Эскиз для разреза и удаления части модели

- на панели Свойств откройте список Направление построения и Способ построения (рис. 44);

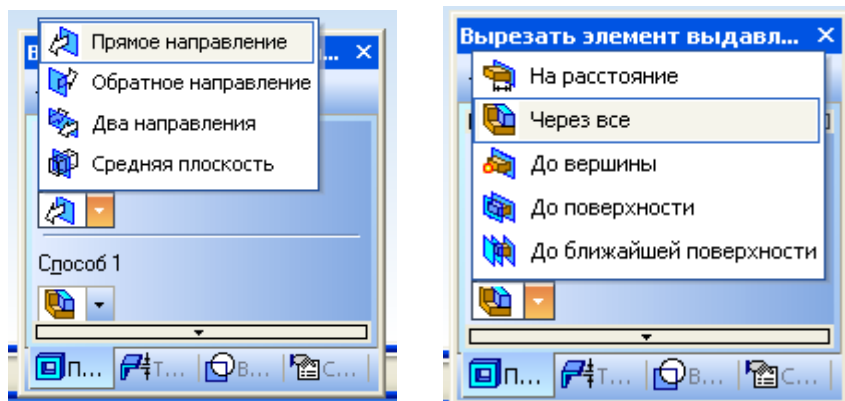


Рис. 44. Выбор параметров операции выдавливания на панели свойств

- укажите Прямое направление и Через все, соответственно;
- кроме того, нажмите кнопку Тонкая стенка и укажите «Нет», как показано на рисунке 45.

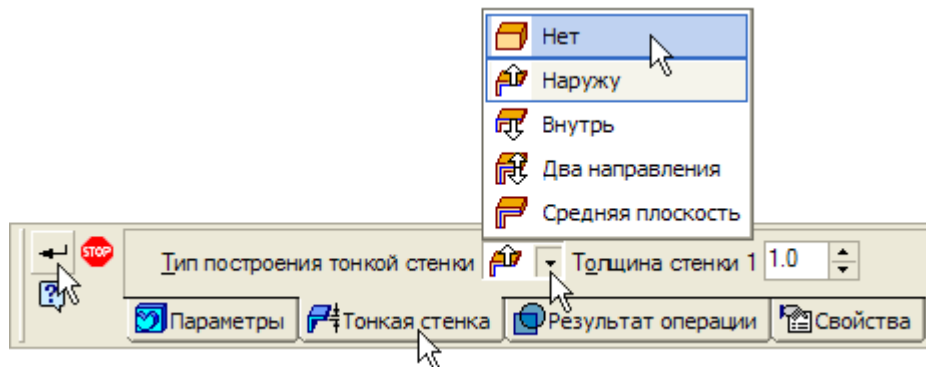



Рис. 45. Уточнение параметров операции выдавливания на панели свойств

- нажмите кнопку Создать объект . Система выполнит команду (рис. 46).

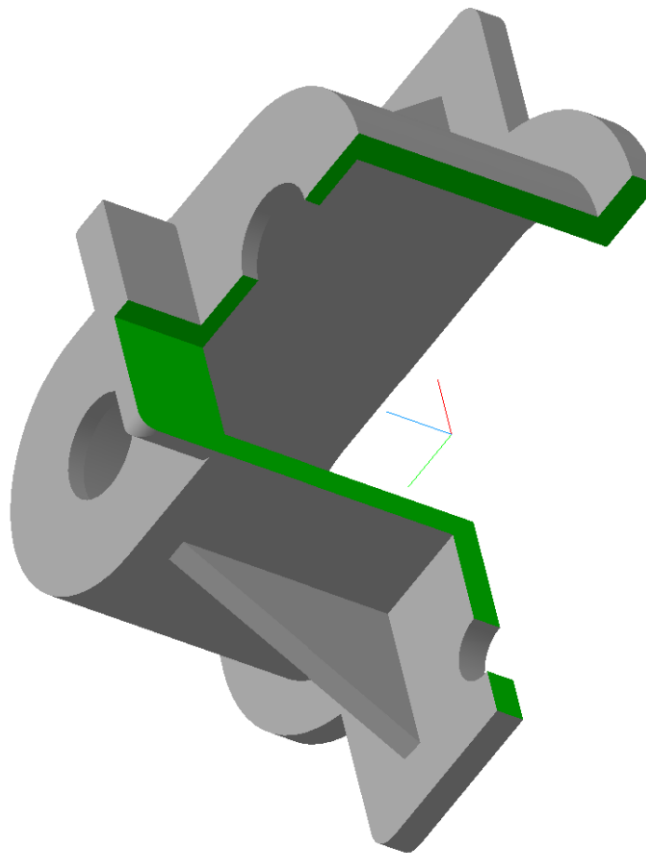



Рис. 46. Вид модели после разреза и удаления ее части


Очевидно, что создание 3D-моделей деталей машин с последующим удалением (вырезом) части (четверти), как показано на рисунке 46, в полной мере обеспечивает функциональную замену аксонометрических проекций, ручное начертание которых всегда отличалось повышенной сложностью и трудоемкостью.


5. Порядок создания ассоциативного чертежа детали с использованием трехмерной модели

Вначале необходимо открыть модель. Далее определить, какая ориентация модели наиболее подходит для главного вида, используйте стандартную ориентацию или добавьте пользовательскую.

Стандартная ориентация: на панели Вид кнопка Ориентация . Стрелка рядом с кнопкой предлагает список стандартных ориентаций, каждая из которых соответствует направлению взгляда наблюдателя на модель.

Иногда требуется, чтобы параллельно плоскости экрана оказалась вспомогательная плоскость или плоская грань модели. Для этого необходимо выделить нужный плоский объект и выбрать из списка направление Нормально к.... Модель повернется так, чтобы направление взгляда было перпендикулярно выбранному объекту.

Если модель несложная, можно использовать команду построения Стандартные виды .

При создании сборочных чертежей и чертежей сложных деталей рекомендуется использовать команду построения Произвольный вид .

Создав стандартные или произвольные виды, необходимо приступить к построению на их основе проекционных и местных видов, местных разрезов, выносных элементов, разрезов.

При необходимости следует отредактировать изображение в ассоциативных видах: назначить «неразрезаемые» компоненты, отключить отображение деталей, которые не должны показываться на чертеже.

Оформить Виды: нанести размеры, технологические обозначения, надписи, оси, технические требования.

Скомпоновать виды на листе Чертежа. Если требуется расположить Вид по стрелке в произвольном месте листа, отключить проекционные связи между видами.

Проекционный вид – укажите в окне чертежа опорный вид для создания проекционного вида. Затем начинайте перемещать курсор в направлении, соответствующем виду, который требуется создать.

Вид по стрелке – укажите в поле чертежа стрелку, показывающую направление взгляда.

Разрез/сечение – укажите в окне чертежа обозначение секущей плоскости и положение точки привязки изображения. В текущий чертеж будет вставлен новый разрез или сечение.

Выносной элемент – укажите в окне чертежа обозначение выносного элемента и положение вида на листе. В текущий чертеж будет вставлен новый вид.

Местный вид – укажите в поле чертежа замкнутый контур, ограничивающий местный вид. Содержимое вида, находящееся вне пределов указанного контура, перестает отображаться на экране.

Чтобы вновь включить полное изображение вида, вызовите контекстное меню на нем в Дереве построения и вызовите из него команду Местный вид.

Местный разрез – укажите в поле чертежа замкнутый контур, ограничивающий местный разрез. Этот контур должен быть построен заранее. Он не должен иметь самопересечений.

Компоновка чертежа значительно упрощается, если каждое изображение находится в отдельном виде. В этом случае масштаб, положение и угол поворота любого изображения могут быть быстро изменены.

Чтобы изменить масштаб вида, необходимо вызвать его контекстное меню в Дереве чертежа и выбрать из него нужный масштаб. После этого геометрические объекты (отрезки, дуги и т.п.), содержащиеся в виде, перестроятся – увеличатся или уменьшатся в соответствии с заданным масштабом. В то же время толщина линий, длина стрелок, высота шрифта в надписях, размеры знаков и т.п. не изменятся. Значения размеров также останутся прежними. Чтобы изменить положение вида, выделите его, а затем переместите с помощью мыши в нужное место. Для этого курсор устанавливается внутрь габаритной рамки вида, левую кнопку мыши необходимо нажать и, не отпуская кнопку, перемещать мышь. Вид будет перемещаться вслед за курсором. Когда нужное положение вида будет достигнуто, кнопку мыши нужно отпустить.

Чтобы изменить угол поворота вида, необходимо вызвать его контекстное меню в Дереве модели, затем команду Параметры вида... На панели Свойств появятся элементы управления, которые позволяют задать параметры выбранного вида. Значение угла поворота вводится в поле Угол на вкладке параметры панели Свойств. При необходимости на этой же вкладке можно задать масштаб вида.

Обратите внимание на то, что выполнять действия по компоновке можно только с текущим и активными видами чертежа.

5.1. Создание трех стандартных видов

1. Выполнить команду Файл / Создать.
2. Выполнить команду Сервис / Параметры. Настроить размер и расположение формата.
3. Вызвать кнопкой Стандартные виды диалог выбора модели. После выбора модели на панели Свойств нажмите кнопку Схема. Задайте зазоры по горизонтали и вертикали между видами (рис. 47).
4. Последовательно нажать кнопки: Состояние видов / Настройка Видов в окне Менеджер документа / установить флажок отображающий имена видов (рис. 48).

Один из Видов чертежа обязательно является текущим. Все вновь создаваемые объекты располагаются в текущем виде и принадлежат ему. В каждый момент времени текущим может быть только один Вид, и на чертеже отображается только его символ начала координат.

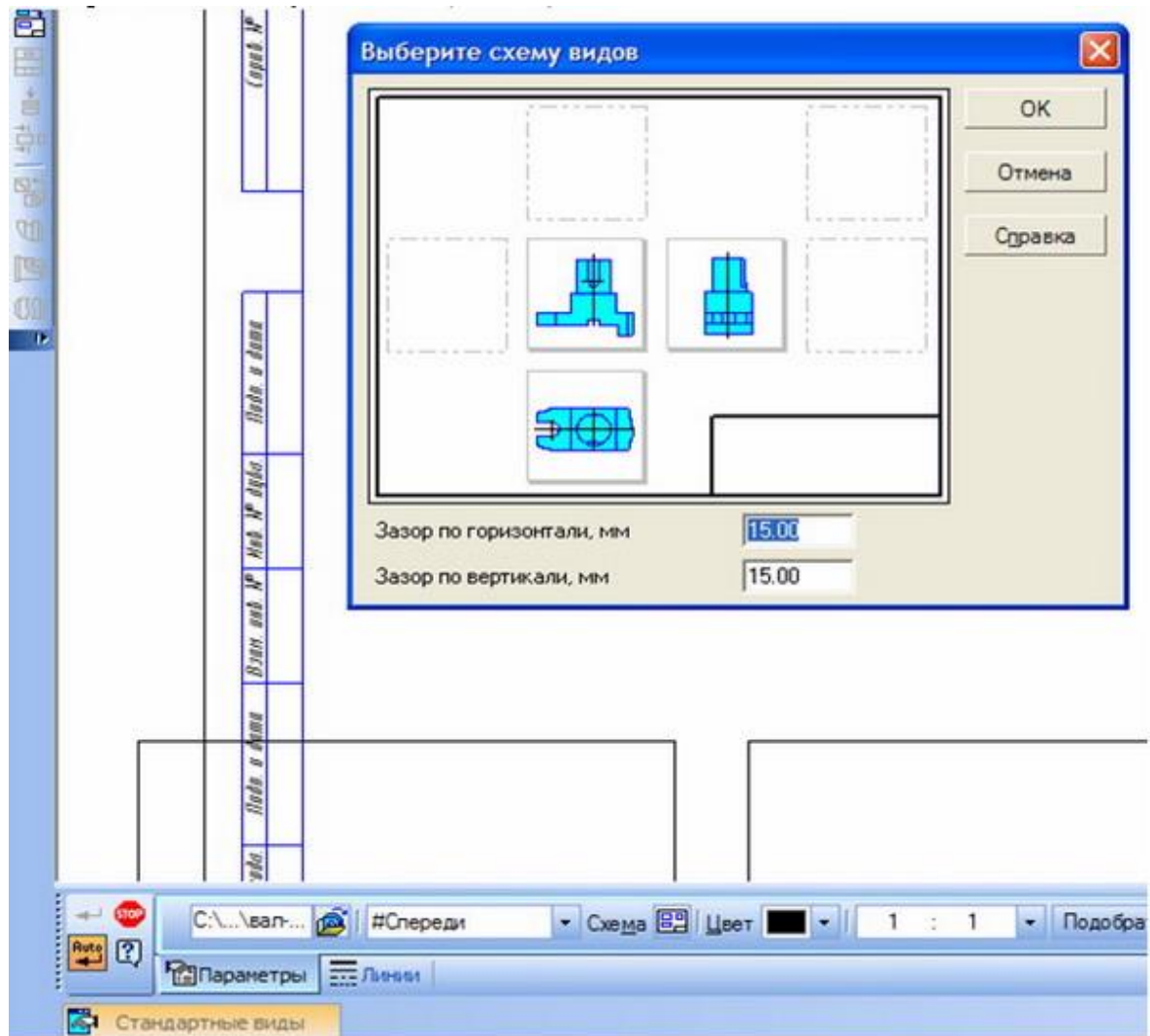


Рис. 47. Выбор схемы видов

5.2. Просмотр и изменение параметров вида

1. Щелкнуть мышью на пунктирной рамке вида Спереди. Система выделит все объекты и заключит Вид в габаритную рамку.
2. Щелкнуть правой клавишей мыши внутри габаритной рамки. Контекстное меню / Параметры вида (рис. 49).
3. На панели Свойств / Произвольный вид / Масштаб – выбрать значение 1:2 – Сохранить объект.
4. Кнопкой Отменить на панели Стандартная восстановить исходное значение масштаба.

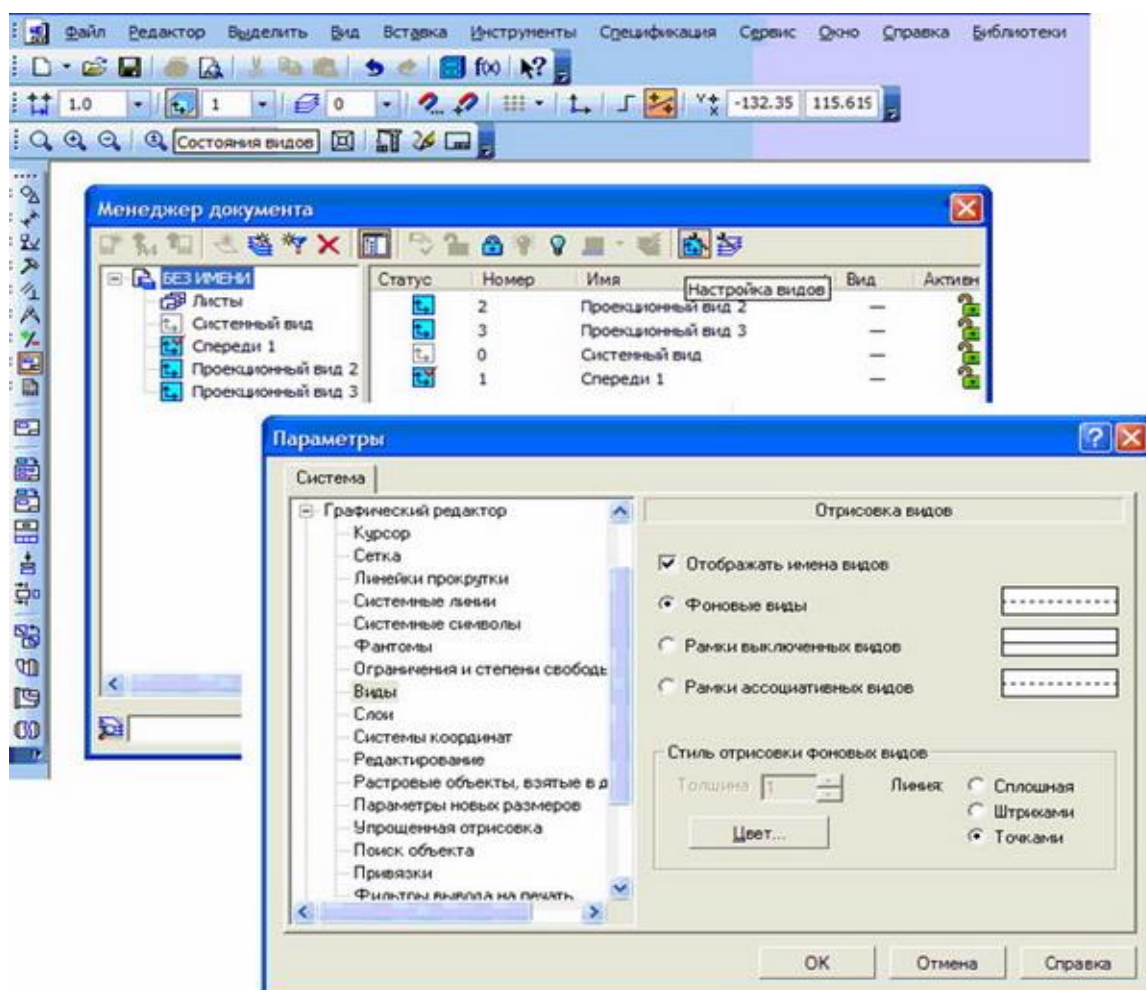


Рис. 48. Установка флажка Отображать имена видов

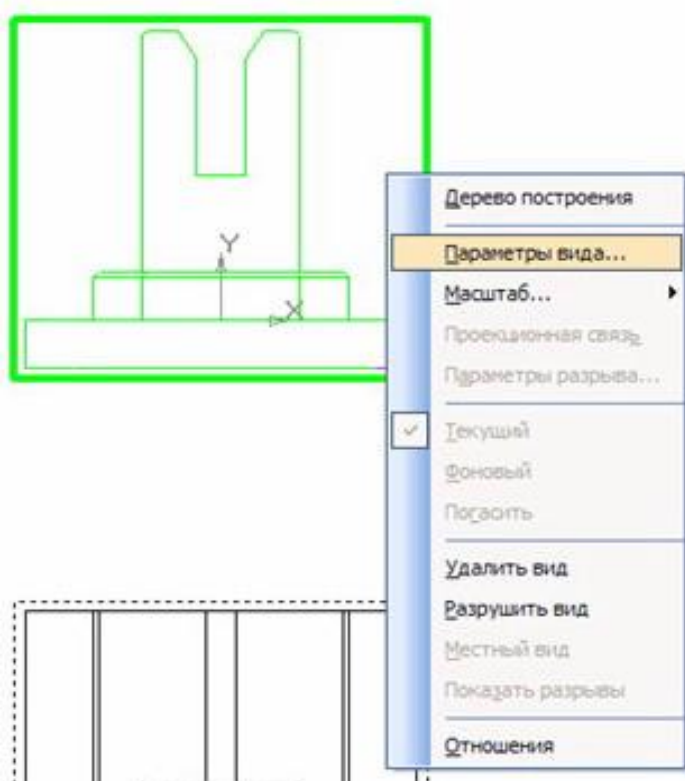
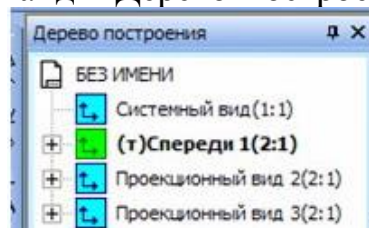


Рис. 49. Параметры вида в Дереве построения


5. Меню Вид – флажок слева от команды Дерево построения. На





экране появится Дерево построения чертежа

6. Для того чтобы удалить вид, нужно его выделить щелчком по пунктирной рамке (фантому). Клавиша <Delete> на клавиатуре удалит выделенный вид.

5.3. Построение разреза

1. Сделать текущим Проекционный вид 2. Кнопкой  Увеличить масштаб рамкой на панели Вид увеличить вид.

2. Кнопка  Установка глобальных привязок на панели Текущее состояние – включить привязку Выравнивание.

3. Включить кнопку  Линия разреза на Инструментальной панели обозначения.

4. С помощью привязки Выравнивание указать точки 1, 2, 3 и 4, через которые проходит линия разреза с учетом точек 5 и 6 – это центры окружностей (рис. 50).

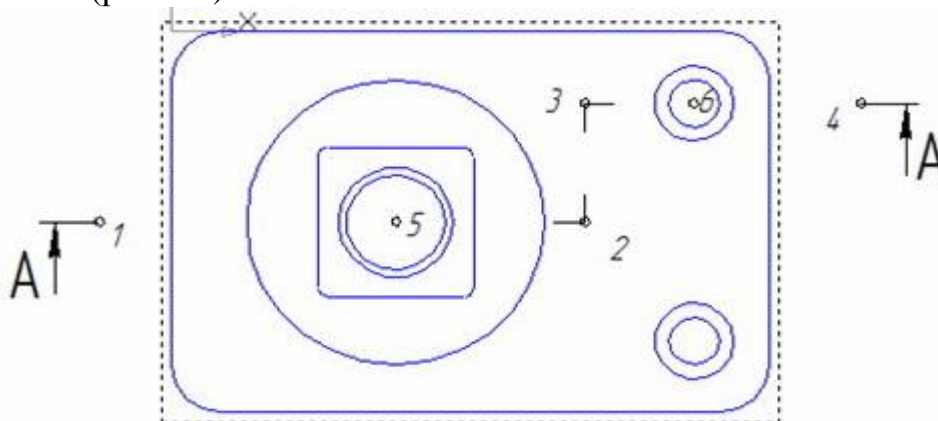


Рис. 50. Начертание линии разреза

5. На панели Свойств включить кнопку Стрелки справа для нужного направления взгляда, затем Создать объект.

6. Нажать кнопку Разрез / сечение на панели Ассоциативные виды указать на любой элемент линии разреза. Появится фантом изображения в виде габаритного прямоугольника.

7. На вкладке Штриховка можно задать параметры штриховки: стиль, шаг, угол и цвет. Оставить без изменений.

8. Указать мышкой положение фантома разреза. Система создаст новый вид с названием Разрез А-А и сделает его текущим.

9. С помощью команды Сдвиг на панели Редактирование и привязки Выравнивание Разрез А-А необходимо расположить в проекционной связи с видом Слева.

10. Сохранить документ на диске.

5.4. Оформление чертежа

Полученный чертеж необходимо оформить вручную: построить осевые линии, проставить размеры и заполнить Основную надпись.

Предварительно необходимо выполнить настройку параметров. Для того чтобы изменялись значения размеров и положение осевых линий и технологических обозначений, требуется дополнительная настройка чертежа – включение режима параметризации в следующем порядке: Сервис / Параметры /, и на вкладке Текущий чертеж укажите раздел Параметризация.

Сделайте активными все режимы, включив флажки в группе Ассоциировать при вводе для объектов оформления и для построений в группе Параметризовать (рис. 51).

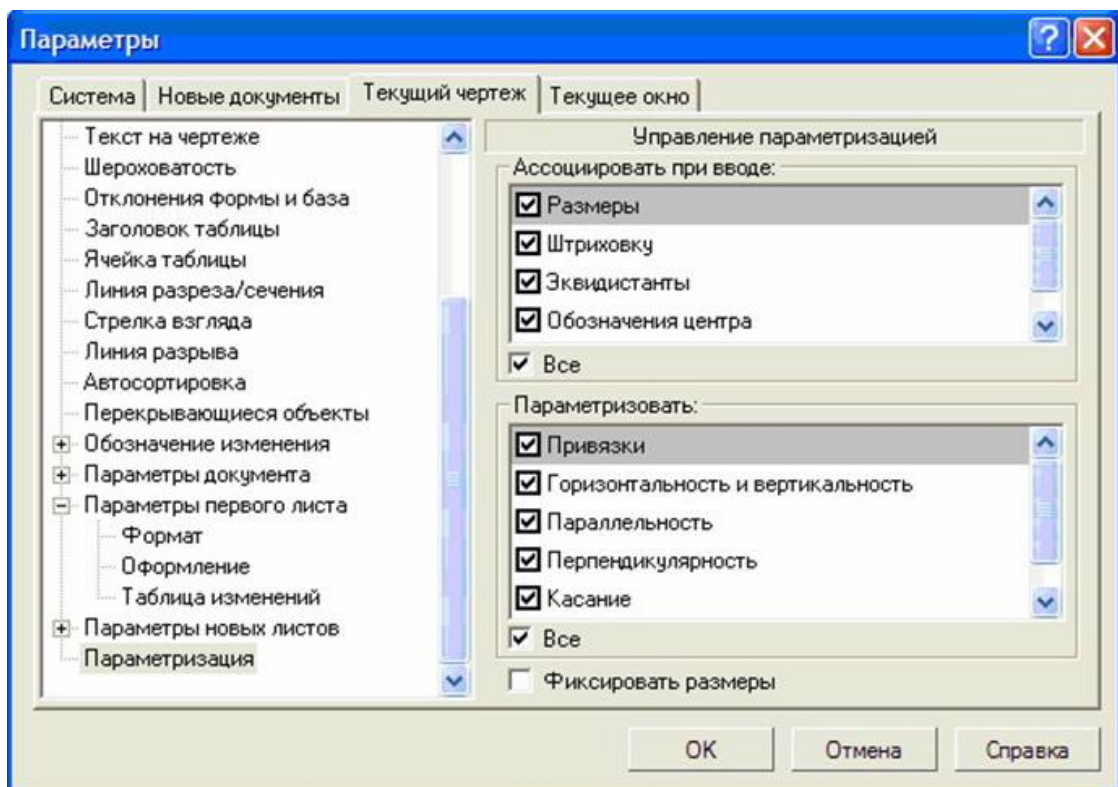


Рис. 51. Окно управления параметризацией

Построение осевых линий должно осуществляться при соблюдении следующих требований:

- необходимо обеспечить постоянный выход осевой за контур детали;
- при изменении высоты детали должна меняться длина осевой линии;
- при изменении положения отверстия должно меняться положение осевой линии.

1. Вид под названием Разрез А-А сделать текущим и увеличить его во весь экран.

2. Кнопка Отрезок на панели Геометрия. Стил линии Осевая. Кнопка Ортогональное черчение на панели Текущее состояние.

3. Построить отрезок 1-2, произвольно указав точки. Это заготовка осевой линии (рис. 52).

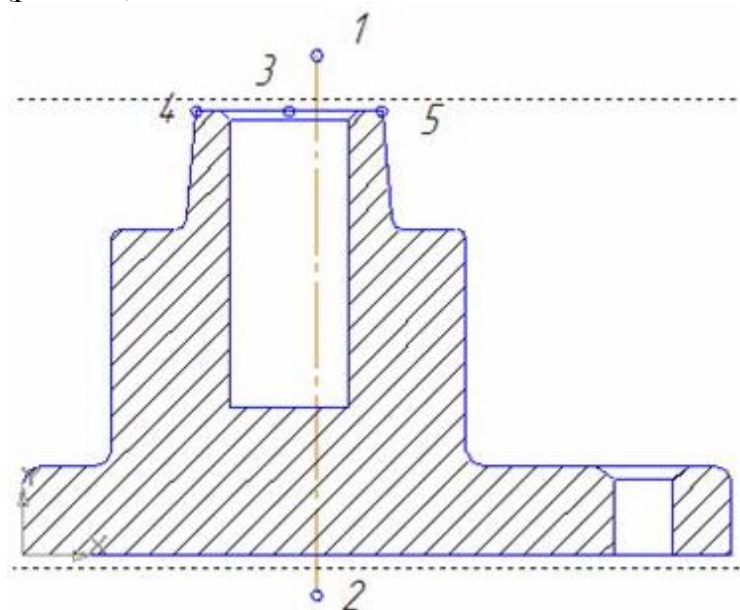


Рис. 52. Построение осевой линии

4. Построить вспомогательную точку 3 в середине отрезка 4-5. Кнопка Точка 3 – привязка (середина).

5. Нажать кнопку Выровнять точки по вертикали на панели Параметризация. Указать точки 1 и 3, осевой отрезок расположится точно по середине отверстия.

6. Проставить вертикальные размеры, определяющие выход осевой линии за пределы контура детали (рис. 53).

Построенные размеры носят вспомогательный характер и не должны быть видны на чертеже. Для этого их можно разместить на новом слое и сделать его невидимым.

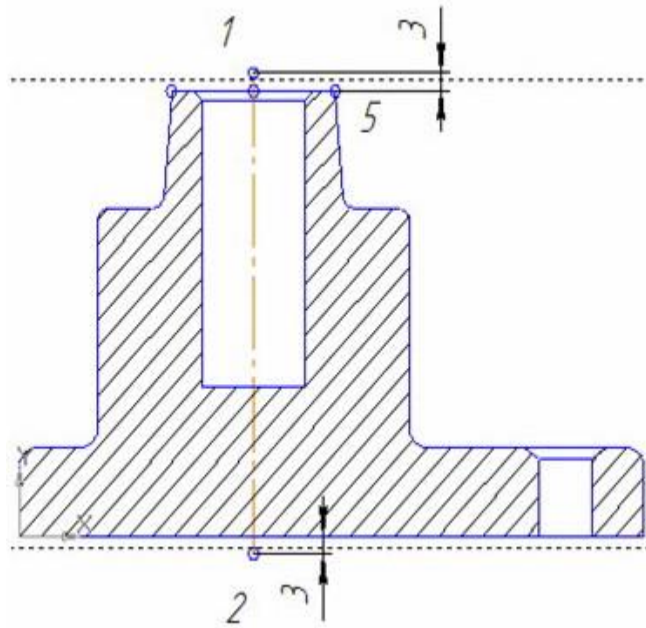


Рис. 53. Установка выхода осевой линии за пределы контура детали

5.5. Управление слоями

1. Управление слоями осуществляется вызовом команды Состояние слоев на панели Текущее состояние (рис. 54).

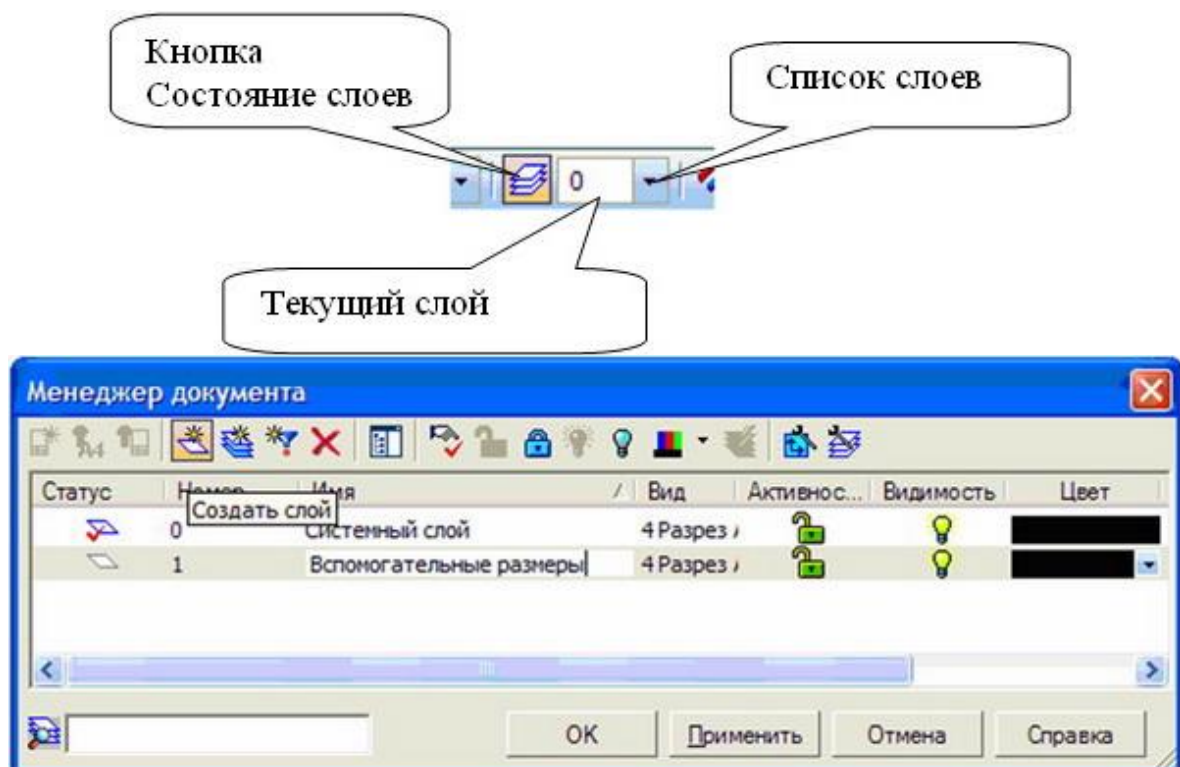


Рис. 54. Панель Управления слоями и менеджер документа

2. Кнопка Создать слой / назовите новый слой Вспомогательные размеры / ОК. Перенести вспомогательные линейные размеры на слой 1.

3. Выделить все линейные размеры. Команда Выделить – По типу или кнопка Выделить по типу на панели Выделение. В списке диалогового окна выберите Линейные размеры, нажмите ОК.

4. Правой клавишей мыши щелкнуть на любом из выделенных размеров в появившемся контекстном меню выбрать команду Изменить слой.

5. В диалоговом окне Выбрать слой сделайте текущей строку 1 и нажмите ОК.

6. Слой 1 можно погасить. Нажмите кнопку Состояние слоев и в графе Видимость в строке 1 Вспомогательные размеры «выключите» лампочку и ОК. После этого размеры исчезнут с экрана.

Итак, типовая последовательность при создании ассоциативного чертежа модели включает следующие действия:

1. Создать в КОМПАС-3D модель, ассоциативный чертеж которой вы собираетесь получить.

2. Если какие-либо объекты – компоненты, тела, поверхности, кривые, точки – не должны показываться в чертеже, отключите их отображение в модели, используя команду Скрыть.

3. Если в чертеж планируется передача размеров и обозначений из модели, проставьте их.

4. Решите, какая ориентация модели наиболее подходит для главного вида. Если выбранное положение модели невозможно установить, используя стандартные ориентации, добавьте пользовательскую ориентацию, соответствующую нужному положению.

5. Создайте чертеж КОМПАС-3D.

Если модель не очень сложная, для создания ее чертежа можно использовать команду построения Стандартных видов. Она позволяет сразу получить необходимый набор проекций, в том числе аксонометрические.

При создании сборочных чертежей, а также чертежей сложных деталей рекомендуется использовать команду построения Произвольного вида.

6. Создав в чертеже Стандартные или Произвольные виды, приступайте к построению на их основе Проекционных видов, разрезов, сечений, выносных элементов, местных видов и местных разрезов.

7. Если необходимо отредактировать изображение в ассоциативных видах, то:

- настройте отображение в видах объектов – тел, поверхностей, кривых, точек, а также элементов оформления – изображений резьбы, размеров и обозначений, имеющихся в модели;
- назначьте «неразрезаемые» компоненты;
- отключите отображение компонентов, которые не должны показываться на чертеже.

8. Добавьте в чертеж необходимые объекты оформления: размеры, технологические обозначения, надписи и другие элементы (осевые линии, обозначения центра и т.п.). Перед тем, как приступить к их созданию, рекомендуется включить ассоциативность и параметризацию при вводе всех объектов.

Благодаря этому размеры, технологические обозначения, осевые линии и другие объекты, введенные вручную, будут связаны с изображением модели и смогут «отслеживать» его изменения. Например, после изменения диаметра отверстия в детали в ассоциативном виде изменится диаметр окружности, изображающей это отверстие, а также значение размера, ассоциативно связанного с ней. Кроме того, при работе в параметрическом режиме автоматически накладываются связи и ограничения на такие объекты, как линия разреза/сечения, стрелка взгляда, обозначение выносного элемента. Благодаря этому, например, горизонтальная линия разреза, выровненная по центру окружности, изображающей отверстие, будет сохранять свою горизонтальность и следовать за окружностью при перемещении отверстия в модели.

Кроме того, для удобства дальнейшей работы с чертежом рекомендуется создавать отдельные слои для расположения объектов разных типов.

9. Скомпонуйте виды на листе чертежа. Если необходимо, отключите проекционные связи между видами (например, это может потребоваться для расположения вида по стрелке в произвольном месте листа).

Для автоматического создания чертежа и произвольного вида текущей модели в нем воспользуйтесь командой Создать новый чертеж из модели в меню Операции при работе с моделью.

Если в модели имеются несохраненные изменения, то при создании ее ассоциативного вида на экране появляется запрос на сохранение модели. Нажмите кнопку Да, чтобы немедленно сохранить файл модели, или кнопку Нет, чтобы отказаться от сохранения. В любом случае в ассоциативном виде создается изображение модели в ее текущем виде.

10. Создав в чертеже стандартные или произвольные виды, приступайте к построению на их основе проекционных видов, разрезов, сечений, выносных элементов, местных видов и местных разрезов.

11. Если необходимо, отредактируйте изображение в ассоциативных видах:

- настройте отображение в видах объектов – тел, поверхностей, кривых, точек, а также элементов оформления – изображений резьбы, размеров и обозначений, имеющих в модели;
- назначьте «неразрезаемые» компоненты;
- отключите отображение компонентов, которые не должны показываться на чертеже.

12. Добавьте в чертеж необходимые объекты оформления: размеры, технологические обозначения, надписи и другие элементы (осевые линии, обозначения центра и т.п.). Перед тем, как приступить к их созданию, рекомендуется включить ассоциативность и параметризацию при вводе всех объектов.


13. Скомпонуйте виды на листе чертежа. Если необходимо, отключите проекционные связи между видами (например, это может потребоваться для расположения вида по стрелке в произвольном месте листа).

6. Создание видов с помощью Библиотеки КОМПАС

Для ускорения процесса разработки конструкторских документов можно воспользоваться специальным, встроенным в Систему КОМПАС, приложением – Библиотекой.

В Библиотеке приведены справочные материалы по различным разделам конструирования объектов: изображения и параметры стандартных конструктивных элементов деталей (отверстий, канавок, проточек), крепежных изделий, характеристики материалов и другие данные, необходимые при разработке конструкторских документов.

Библиотека находится в ассоциативной связи с документами КОМПАС (Чертеж, Сборка, Фрагмент), что позволяет вставлять необходимые графические и параметрические данные в соответствующий документ.

Доступ к Библиотеке открывается щелчком ЛК мыши на кнопке  в Стандартной панели Строки меню или через меню Сервис, где следует выбрать Менеджер библиотек, в соответствии с рисунком 55. Можно воспользоваться непосредственно меню Библиотек.

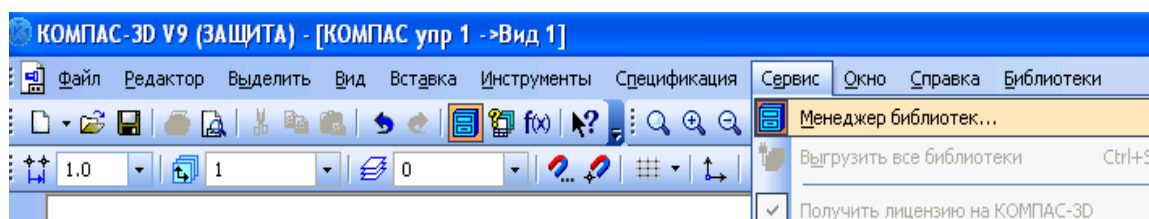


Рис. 55. Открытие Библиотеки из Строки меню

Менеджер библиотек в нижней части экрана откроет информацию о Библиотеках КОМПАС (рис. 56).

Из списка Библиотеки следует выбрать необходимое отраслевое направление и подробно изучить представленную графическую, параметрическую или текстовую информацию в соответствующих папках.

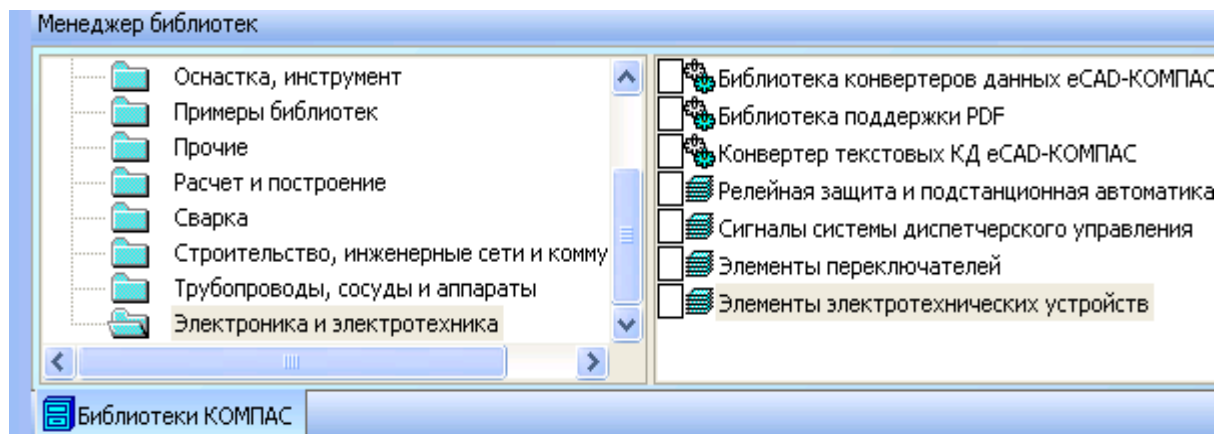


Рис. 56. Окно Менеджер библиотек

В рамках настоящего пособия рассмотрим приемы работы с Библиотекой с целью упрощения построения изображений при вычерчивании Видов в режиме КОМПАС – ГРАФИК. КОМПАС – ГРАФИК является частью любого приложения КОМПАС и обеспечивает создание соответствующих документов средствами плоского черчения.

Предположим, что при построении Чертежа необходимо вычертить резьбовое глухое отверстие. На Виде 1 – разрез по отверстию, а на Виде 2 – изображение, полученное на плоскости, перпендикулярной оси отверстия.

Из списка Библиотек следует выбрать Прочие, справа откроется новый список, далее вызвать Прикладную библиотеку КОМПАС, затем - Резьбовые отверстия в соответствии с рисунками 57 и 58.

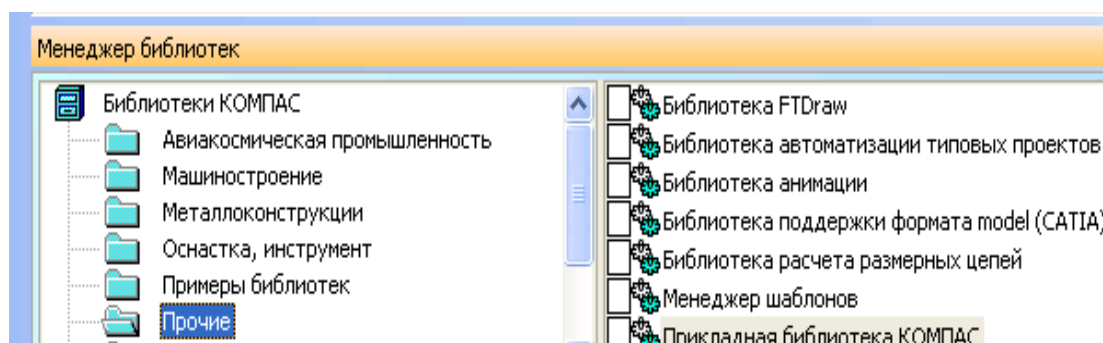


Рис. 57. Прикладная библиотека КОМПАС в списке Прочие

После открытия папки Резьбовые отверстия необходимо выбрать нужный тип отверстия и активировать данное вложение (рис. 59). В результате на экране появятся соответствующие изображения.

В данном вложении необходимое нам изображение для создания Вида 1 помещено в файл Глухое отверстие, а изображение для Вида 2 находится в файле Внутренняя резьба. Для выбора нужного изображения следует просмотреть все предложенные файлы в папке Резьбовые отверстия.

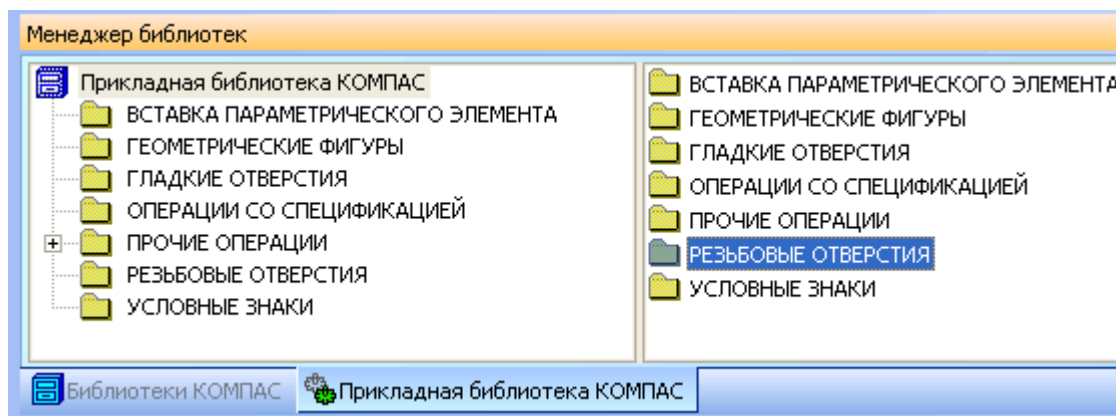


Рис. 58. Папка Резьбовые отверстия в Прикладной библиотеке КОМПАС

Изучим процесс копирования изображений резьбового отверстия в Чертеж или Фрагмент.

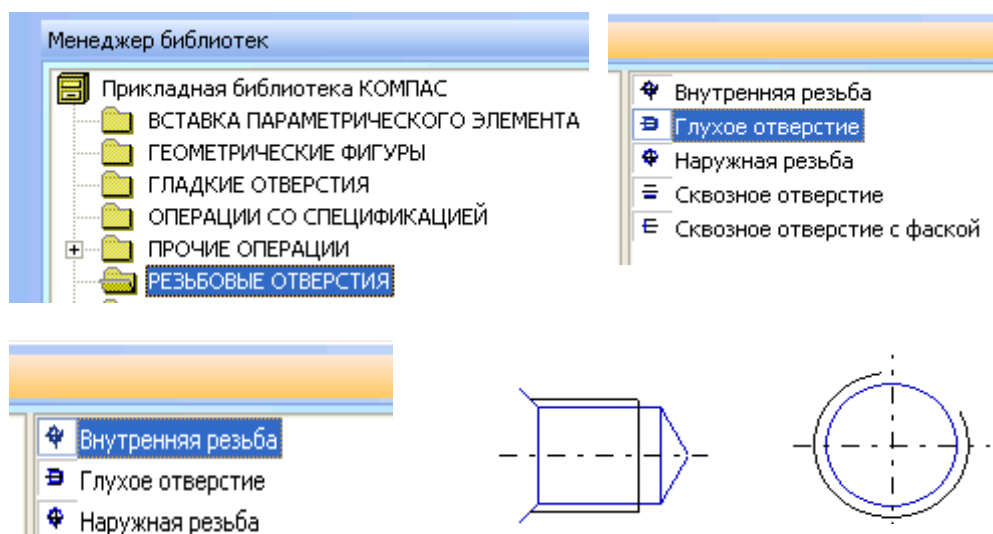


Рис. 59. Изображения отверстий в Библиотеке

Алгоритм действий

1. Двойной щелчок ЛК мыши на ярлыке выбранного файла (рис. 60), затем курсор перевести на поле документа. На экране появится окно параметров с названием выбранного файла.

2. Выбрать предложенные параметры или задать собственные, ОК. На поле документа появится подвижное изображение отверстия.

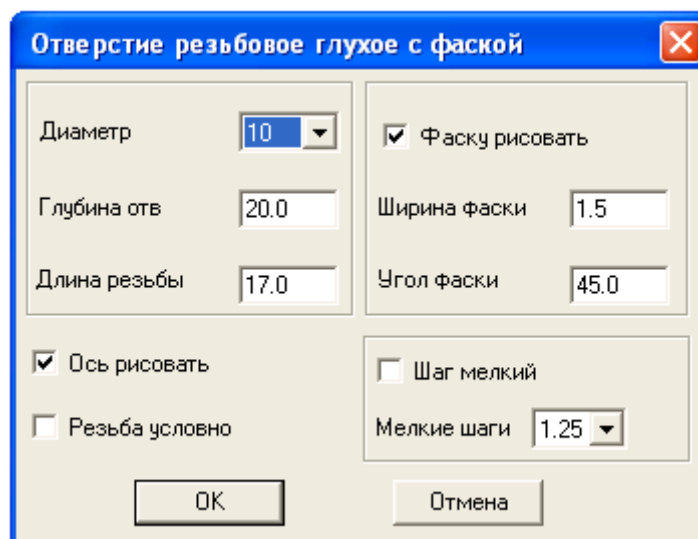


Рис. 60. Окно установки параметров отверстия

4. Щелчок ПК мыши, при этом появится выпадающее меню, в котором можно задать привязки (рис. 61), откорректировать параметры, отключить или включить функцию поворота изображения отверстия или прервать выполняемую команду.

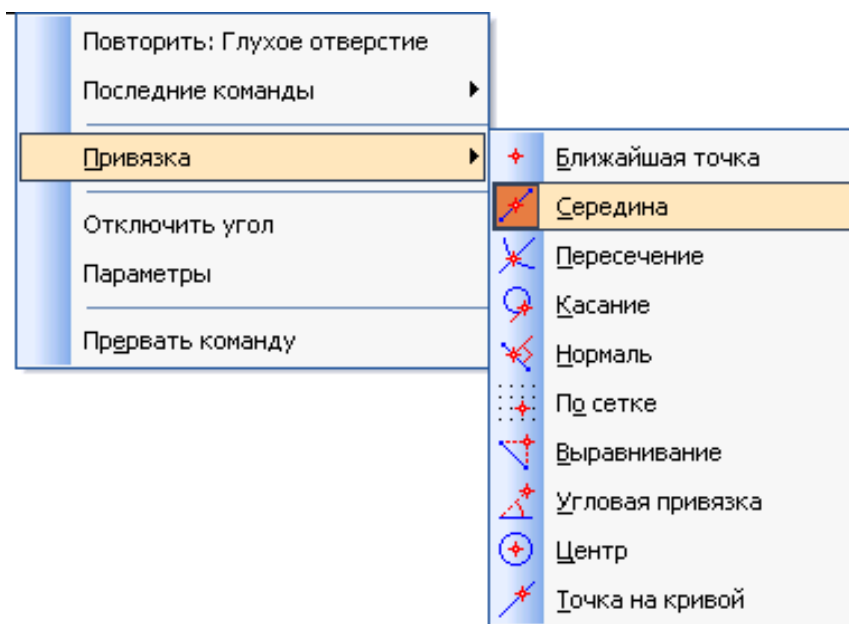




Рис. 61. Выпадающее меню при щелчке ПК мыши в момент установки изображения

3. Установить изображение отверстия в заданное место щелчком ЛК мыши и закрепить создание объекта. Возможно создание нескольких изображений последовательными щелчками ЛК мыши.

Описанные действия необходимо выполнить с каждым файлом, выбранным в Библиотеке для применения к построению изображений.

Фрагмент, созданный из двух изображений глухого отверстия с резьбой, будет выглядеть так, как показано на рисунке 62, а).

На рисунке 62, б) показано изображение, полученное после редактирования. Контур, ограничивающий местный разрез, построен с помощью инструмента  Кривая Безье, для штриховки использована одноименная команда с кнопкой  на панели Геометрия.

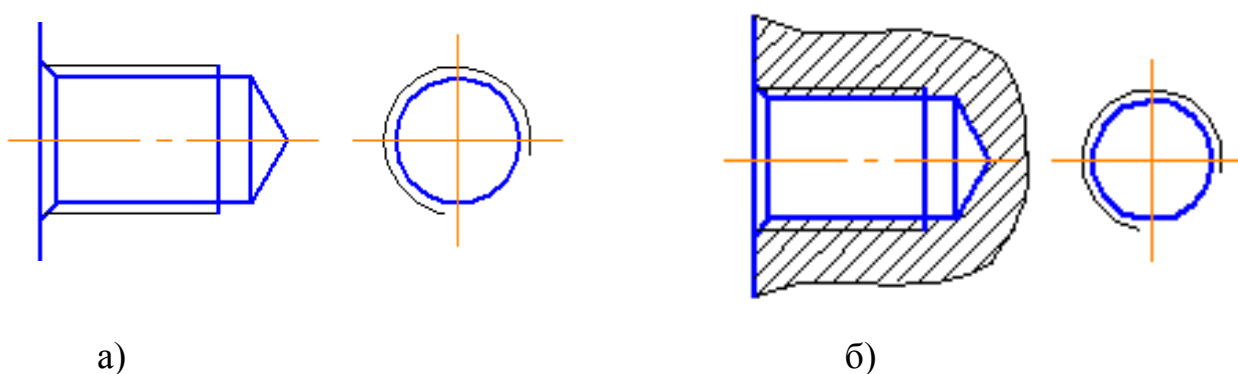


Рис. 62. Изображения отверстия после установки: а) до редактирования; б) после редактирования

Для закрепления навыков применения Библиотеки при построении изображений следует несколько раз повторить описанные действия.

Рассмотрим другой путь открытия Библиотеки, показанный на рисунке 63. Выбираем команду Вставить элемент. При этом открывается окно Библиотека стандартных изделий, назначение которого понятно по рисунку. Дальнейшие действия зависят от потребности пользователя. Например, если открыть папку Отверстия, то можно найти изображения отверстий с уже выполненной штриховкой, таблицы параметров и другие данные по отверстиям, необходимые для создания Чертежей деталей.

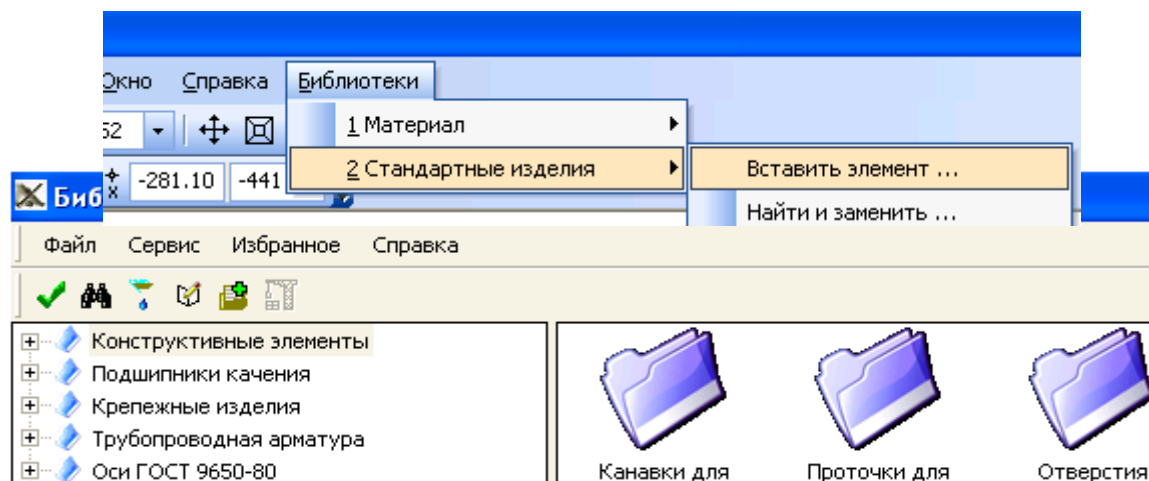


Рис. 63. Открытие Библиотеки стандартных изделий из Строки меню

Если в документ «встроено» параметризованное отверстие, то при выделении изображения ЛК мыши на чертеже появляются две точки. Около нулевой точки система показывает характеристику отверстия, а точка А используется для поворота изображения вокруг нулевой точки (рис. 64).

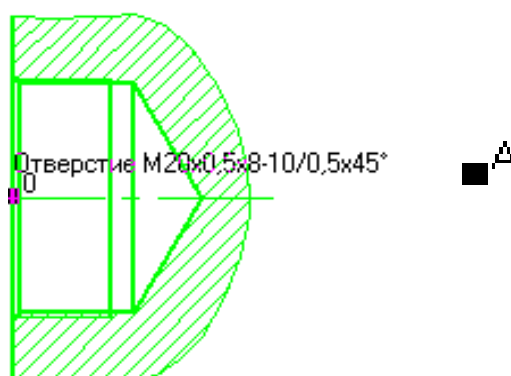


Рис. 64. Активные точки объекта

1. Вызовите команду Сервис – Параметры – Текущий документ – Параметризация.
2. В появившемся диалоге включите нужные опции параметрического режима.
3. Нажмите кнопку ОК для выхода из диалога с сохранением настроек, которые теперь будут действовать для активного графического документа.

7. Пример выполнения рабочего чертежа в режиме КОМПАС-ГРАФИК

7.1. Выполнение рабочего чертежа круглой гайки

ЗАДАНИЕ 1. Выполнить рабочий чертеж круглой гайки, показанной на рисунке 65.

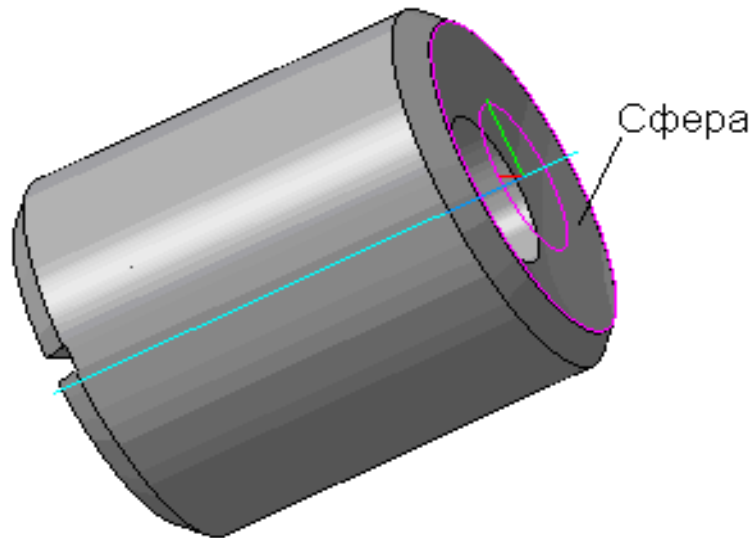


Рис. 65. Гайка

Для создания рабочего чертежа детали нажать кнопку Файл (рис. 66).

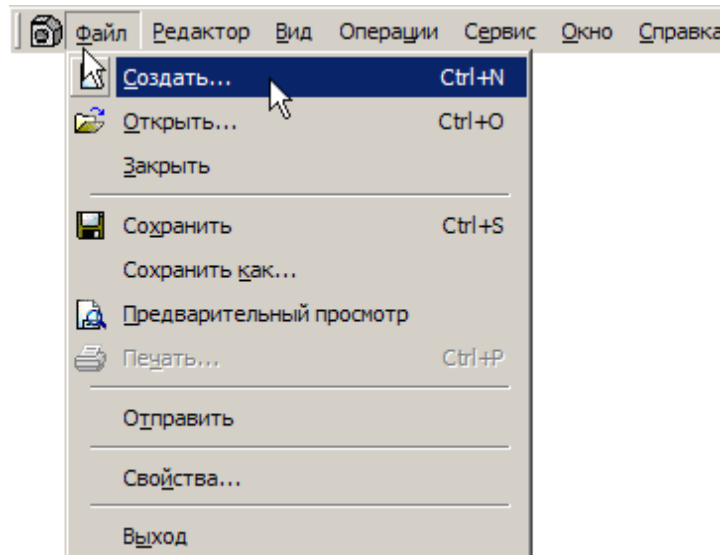


Рис. 66. Вызов Стартового окна

Затем нажатием кнопки Создать на панели Стандартная создайте новый вид документа Чертеж (рис. 67).

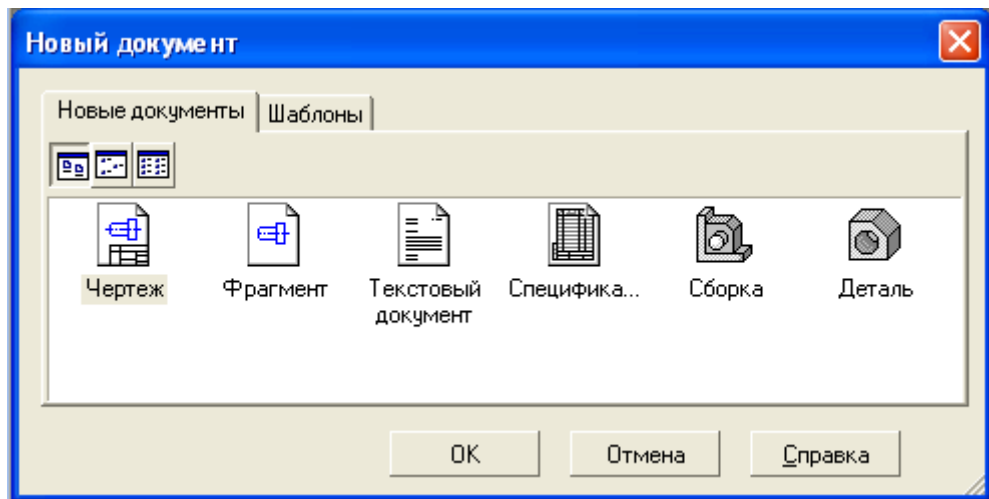


Рис. 67. Выбор вида документа

Нажмите кнопку Сохранить на панели Стандартная.



В поле Имя файла диалогового окна сохранения документов введите название детали (Гайка)

Нажмите кнопку Сохранить. 

В окне Информация о документе просто нажмите кнопку ОК. Поля этого окна заполнять необязательно.

Вызовите правой кнопкой мыши Параметры текущего чертежа.

Щелкните мышью на строке параметров первого листа (рис. 68).

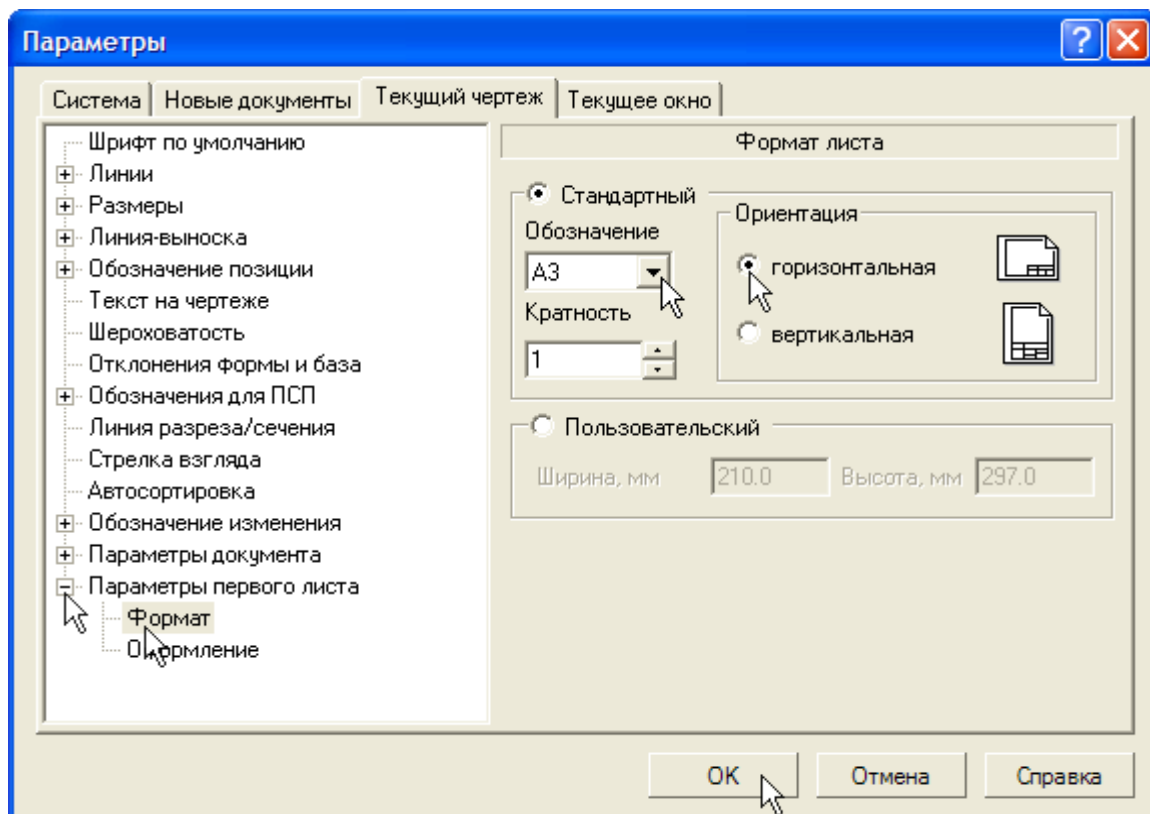


Рис. 68. Выбор формата

Раскройте список форматов и укажите А3.

Щелкните на пиктограмме Ориентация для выбора горизонтальной ориентации листа.

Нажмите кнопку ОК.

Конструктор может моделировать деталь, не принимая во внимание то, каким будет ее главный вид на чертеже. Однако следует учитывать, что общее количество изображений должно быть минимальным, но достаточным для однозначного понимания устройства детали [2, 9, 10, 11]. Очевидно, что гайка (рис. 65) относится к телам вращения, имеющим центральную ось. Кроме того, на торцевой поверхности имеются два паза. Поэтому, с учетом необходимого количества видов (2), деталь на главном виде необходимо расположить таким образом, чтобы на втором виде были видны оба паза. Исходя из формы детали, целесообразно принять горизонтальное ее расположение на главном виде. Для этого:

Нажмите кнопку Стандартные виды на инструментальной панели (рис. 69) Ассоциативные виды.

Выберите команду Произвольный вид.

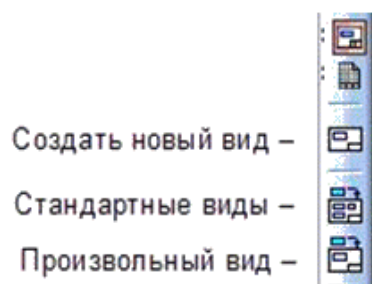



Рис. 69. Выбор команды для создания главного вида

Нажмите кнопку Осевая линия по двум точкам  на Инструментальной панели Обозначения и постройте ее на месте размещения Главного вида.






На панели Геометрия  выберите команду Отрезок  и выполните нижний контур гайки, совмещенный с фронтальным разрезом, как показано на рисунке 70.



Рис. 70. Начертание главного вида отрезком

Нажмите кнопку Фаска на Расширенной панели команд Геометрия , построение скруглений и фасок:  

Введите значение длины фаски (3 мм) и угол 45° на панели свойств:




Нажмите клавишу <Enter>.

Укажите курсором поочередно линии прямых углов, где необходимо выполнить фаски. Система автоматически исполнит команду (рис. 71);



Рис. 71. Начертание фасок

Нажмите кнопку построения Окружности по трем точкам  на расширенной панели Геометрия и постройте окружность заданного радиуса, фиксируя курсор последовательно по точкам 1, 2, как показано на рисунке 72. Центр окружности должен находиться на продолжении оси гайки;

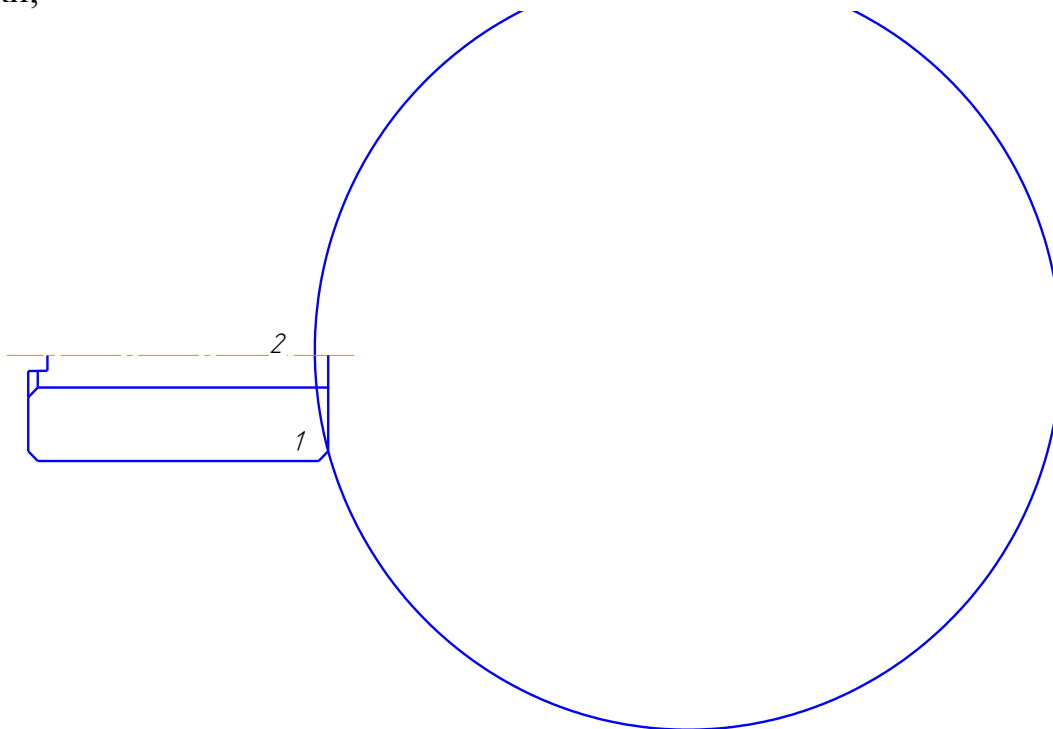



Рис. 72. Начало начертания проекции линии сферы на главном виде

С помощью команды Усечь кривую  на панели Редактирования необходимо убрать линию окружности, выступающую за габариты контура изображения, а также прямые на поле проекции сферы (рис 73).

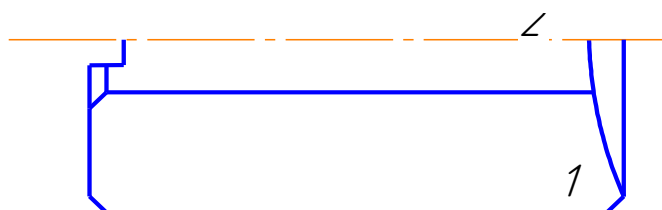



Рис. 73. Завершение начертания проекции гайки на главном виде (построение линии сферы)

Выделите курсором построенную половину вида и активируйте кнопку Симметрия на панели Редактирование .

Укажите курсором на ось вида. Система автоматически вычертит верхнюю половину вида (рис. 74).

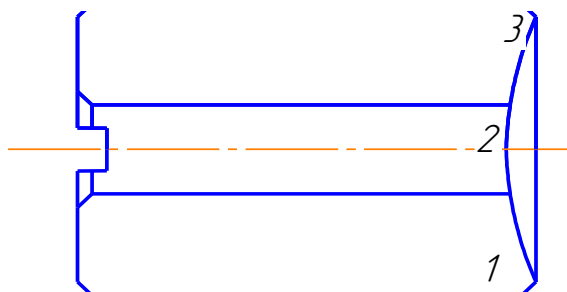




Рис. 74. Главный вид после выполнения программой команды Симметрия

Нажмите кнопку Прервать команду .

Поскольку построенный вид имеет симметричное строение относительно оси, то в соответствии с [11, 12] достаточно показать в разрезе лишь нижнюю половину вида. Для этого:

1. С помощью команды Усечь кривую  на панели Редактирования убрать внутренние линии сечения и показать видимые линии фасок с помощью команды Отрезок  (рис. 75).

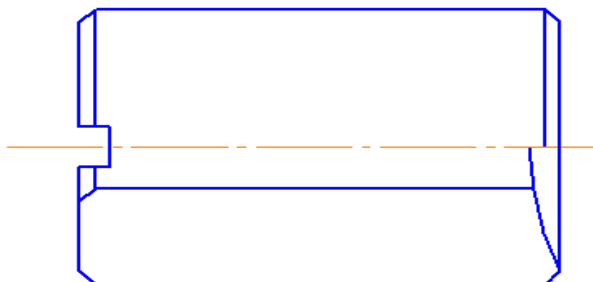




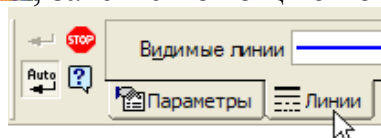


Рис. 75. Главный вид после начертания его основными линиями

2. Нажмите кнопку Штриховка  на панели Геометрия, укажите на открывшейся панели Свойств вид штриховки (в зависимости от материала детали), ее параметры;

3. Нажмите кнопку Создать объект , а затем кнопку Прервать команду .

Линии резьбы первоначально выполняем с помощью команды Отрезок , затем с помощью команды Параметры



преобразуем основные линии резьбы в тонкие (рис. 76).

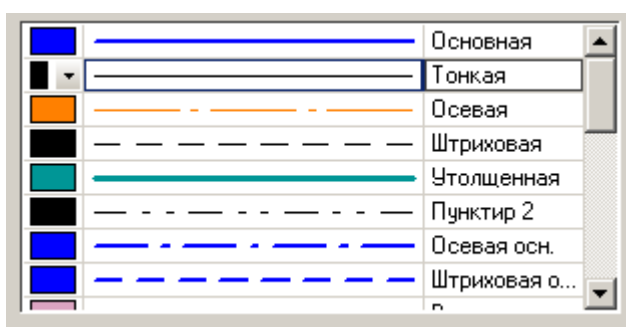


Рис. 76. Выбор тонкой линии на панели Свойств

Этим завершается создание главного вида (рис. 77).

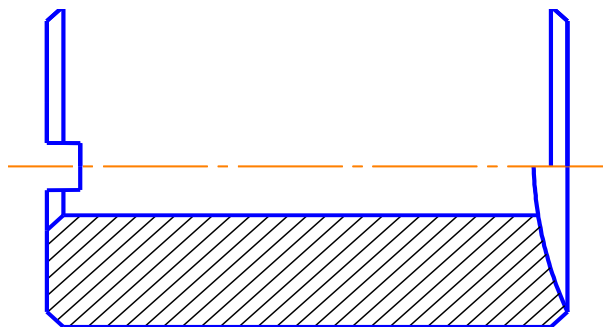


Рис. 77. Главный вид (вид спереди) гайки




На панели Текущее состояние раскройте список Состояния видов



и обозначьте построенный вид как Главный под номером 1. Панель Текущее состояние находится в верхней части окна, сразу над окном документа. Состав панели различен для разных режимов работы системы. Например, в режимах работы с чертежом, эскизом или фрагментом на ней расположены средства управления курсором, слоями, привязками и т.д.

Переходя к построению нового вида, необходимо помнить, что новые объекты создаются в текущем виде и далее принадлежат именно этому виду. Если вы ходите работать с каким-то определенным видом (проставлять в нем размеры, добавлять технологические обозначения и т.д.), обязательно сделайте этот вид текущим.

Для создания другого вида (например, вида слева) необходимо использовать команды панелей Геометрия и Редактирование:

Окружность —  Отрезок — , Усесть кривую — , а также, панель Параметры для замены стиля линии резьбы с основной на тонкую, которая должна быть незамкнутой на четверть окружности (рис. 78).

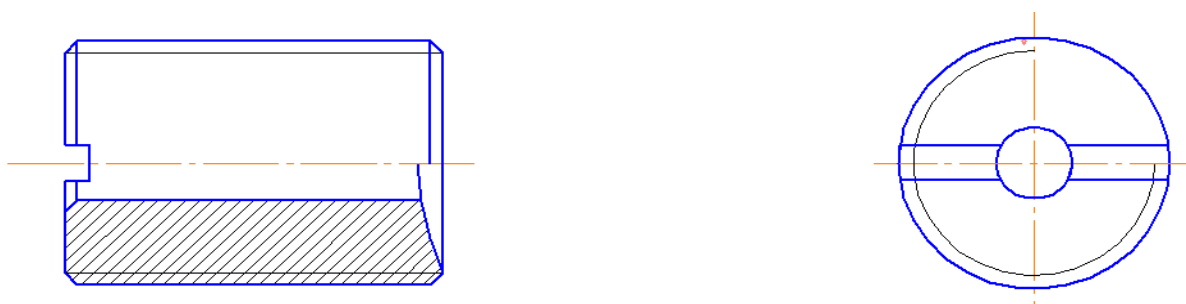


Рис. 78. Главный вид и вид слева в проекционной связи между собой

Прервать команду .

Выполнение видов закончено. Порядок создания и их количество представлены Деревом построения, которое может быть открыто соответствующей командой на панели Вид.

Простановка размеров

Правила простановки размеров должны соответствовать требованиям ГОСТ 2.307-68. Методика их нанесения значительно упрощается одновременным нанесением размерной сетки и чисел с помощью панелей Размеры и Свойства. Порядок их простановки в целом не отличается от принятого ранее (от меньших к большим, в технологической последовательности изготовления и т.д.). Итак, с помощью команд на инструмен-



тальной панели Размеры проставьте в чертеже необходимые размеры, как показано на рисунке 79.

Для редактирования надписей, порядка оформления выносных полок и др. необходимо применять панель Параметры после выделения проставленного размера левой клавишей мыши и вызова панели редактирования правой ее клавишей.

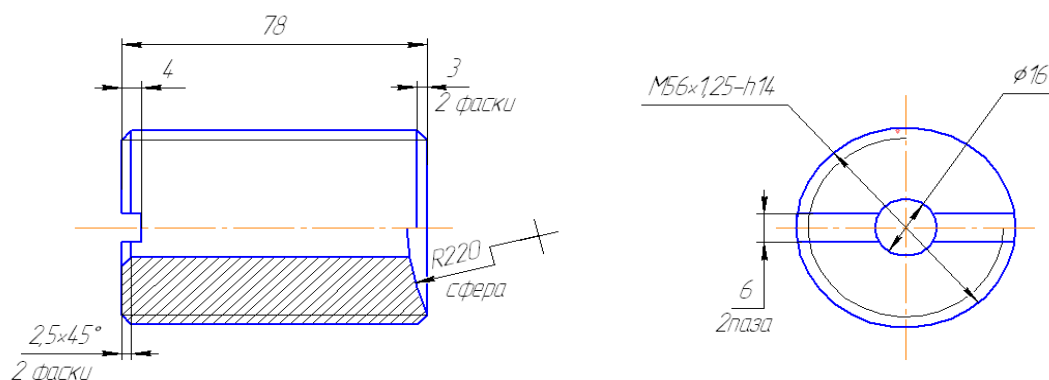
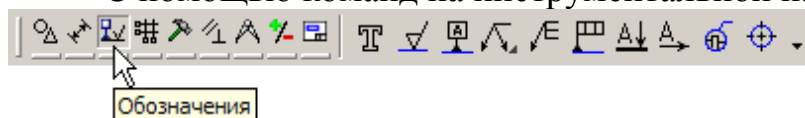


Рис. 79. Нанесение размеров гайки

Простановка технологических обозначений

С помощью команд на инструментальной панели Обозначения



проставьте в чертеже технологические обозначения (рис. 80).

Необозначенная на чертеже шероховатость всех остальных поверхностей детали задается общим значком Rz40. Для этого используется команда: Вставка – Неуказанная шероховатость – Ввод.

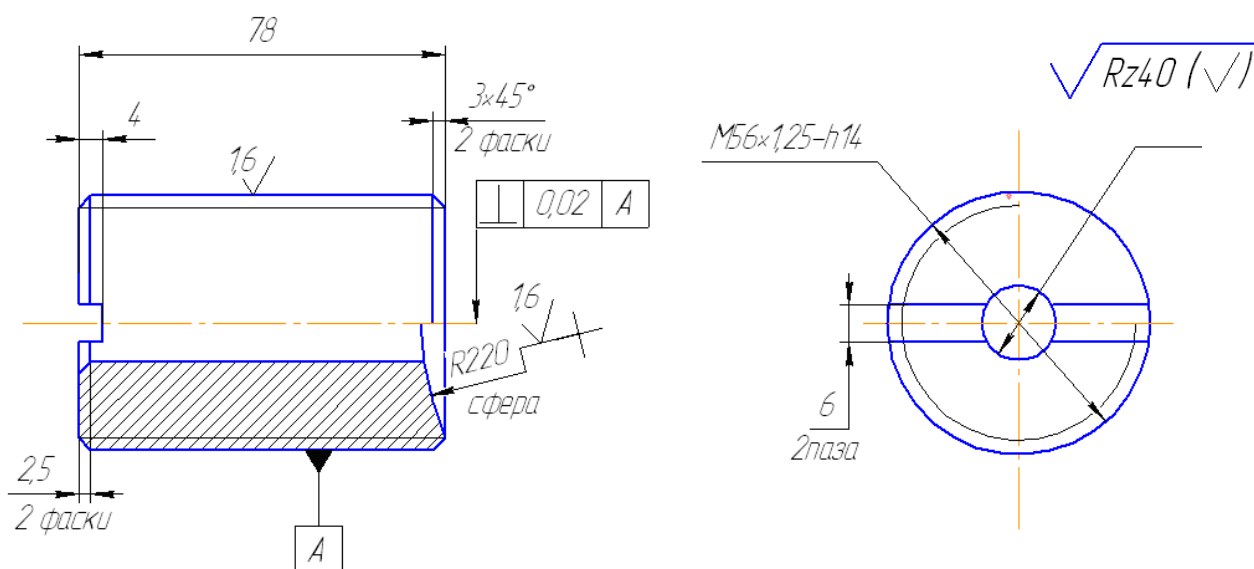


Рис. 80. Нанесение технологических обозначений

Введите значение шероховатости неуказанных поверхностей, как показано на рисунке 81.

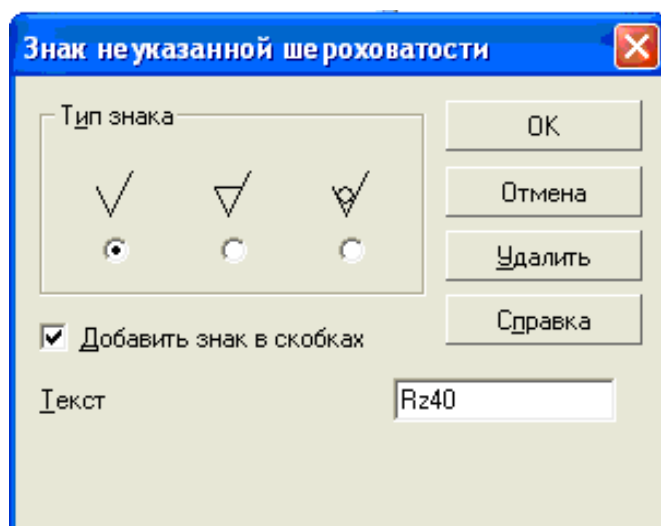


Рис. 81. Выбор условного знака обозначения шероховатости поверхностей

Наибольшее допустимое значение отклонения формы поверхности A (0,02) от номинальной также задается с использованием панели Обозначение.

Оформление технических требований


Выполните команду Вставка – Технические требования – Ввод и введите технические требования:

1. HRC 40...45.
2. Предельные отклонения (Неуказанные предельные отклонения) размеров: отверстий – по A₅; валов – по B₅; остальных по – по CM₇;
3. Покрытие – хим. окс. прм.

Для выхода из режима ввода технических требований нажмите кнопку Закр^ыть в правом верхнем углу окна.

Ответьте «Да» на запрос системы относительно сохранения изменений технических требований в чертеже, после чего вернетесь в режим работы с чертежом.

При необходимости выполните команду Вставка – Технические требования – Размещение, задайте размеры страницы технических требований и ее положение на чертеже.

Для выхода из режима размещения технических требований нажмите кнопку Прер^вать команду  на Панели специального управления.

Заполнение основной надписи:

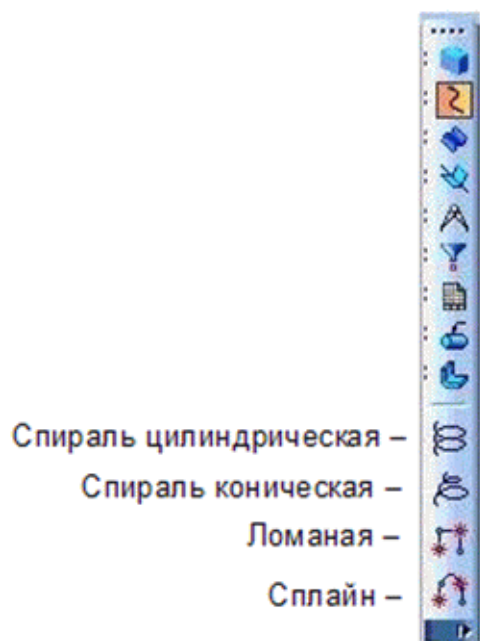
- выполните команду: Вставка – Основная надпись и заполните ее;
- выбор материала из списка материалов.

Для определения материала, из которого изготовлена деталь, нажмите кнопку Выб^рать из списка материалов.

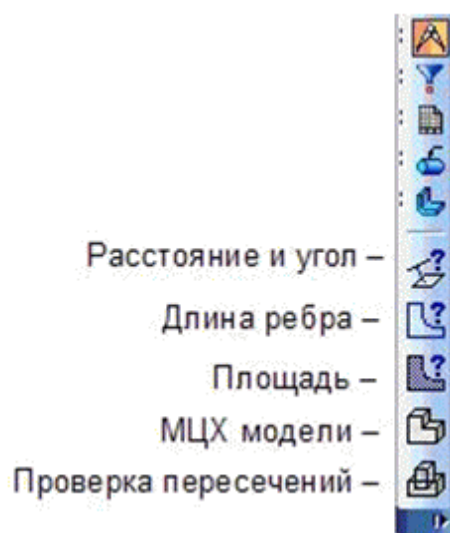
В окне Плотность материалов раскройте требуемый раздел и укажите марку материала (рис. 82).

СПИСОК ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ ПАНЕЛЕЙ И ИХ УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

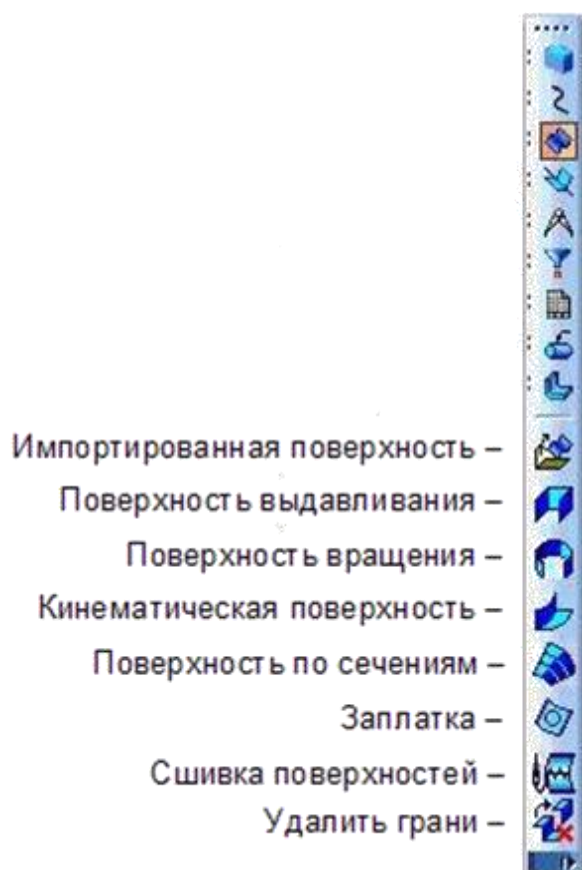
*ПАНЕЛЬ
«ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ КРИВЫЕ»*



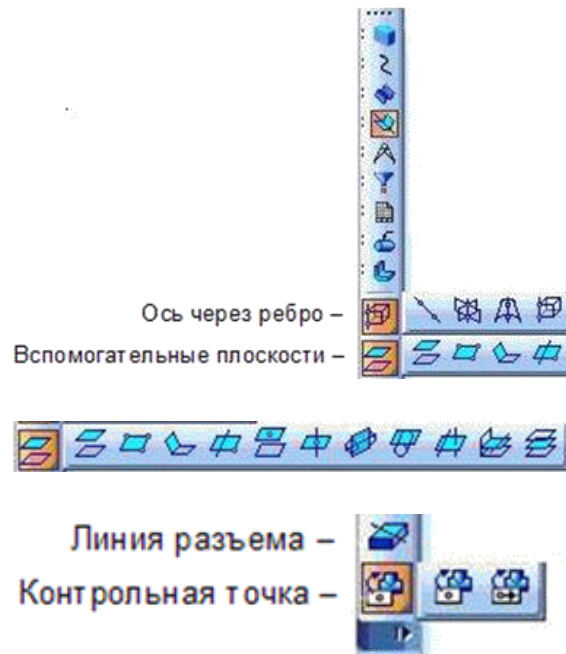
ПАНЕЛЬ «ИЗМЕРЕНИЯ 3D»



ПАНЕЛЬ «ПОВЕРХНОСТИ»



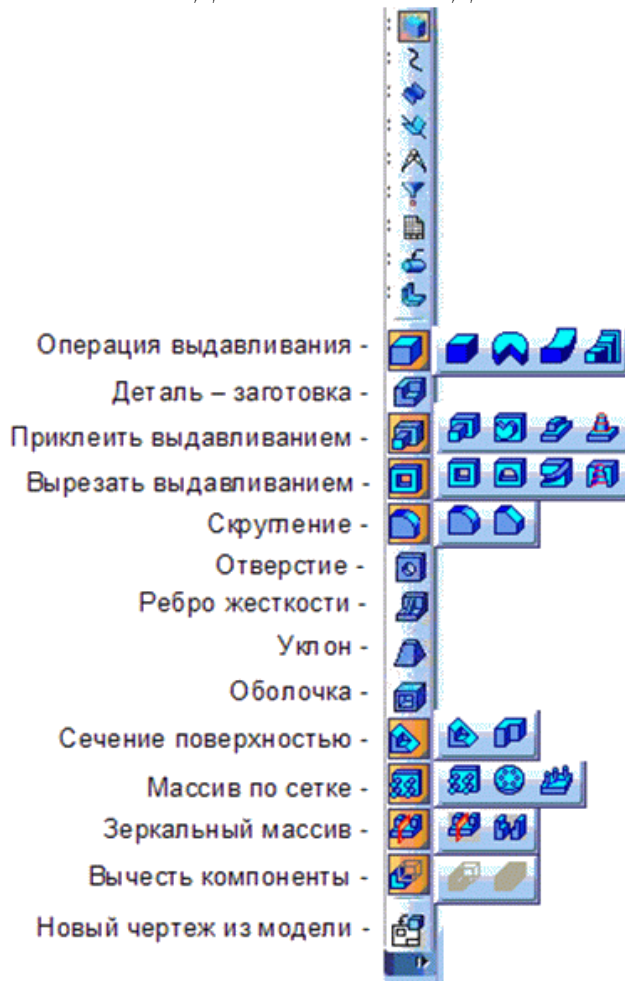
*ПАНЕЛЬ
«ВСПОМОГАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ»*



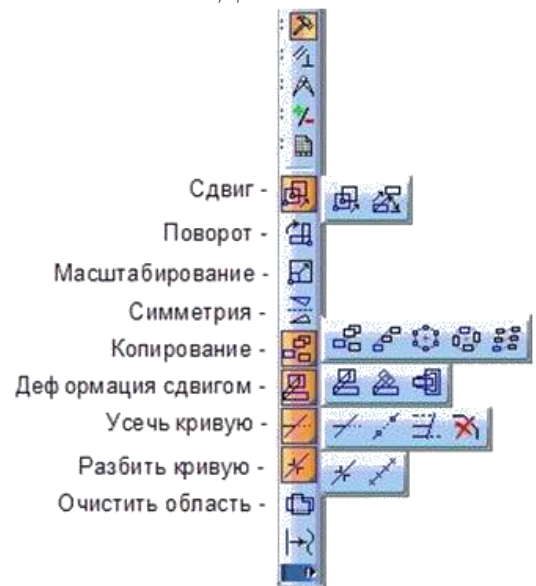
ПАНЕЛЬ

ПАНЕЛЬ

«РЕДАКТИРОВАНИЕ ДЕТАЛИ»



«РЕДАКТИРОВАНИЕ»



ПАНЕЛЬ












«УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ»

Условное изображение резьбы –



ПАНЕЛЬ

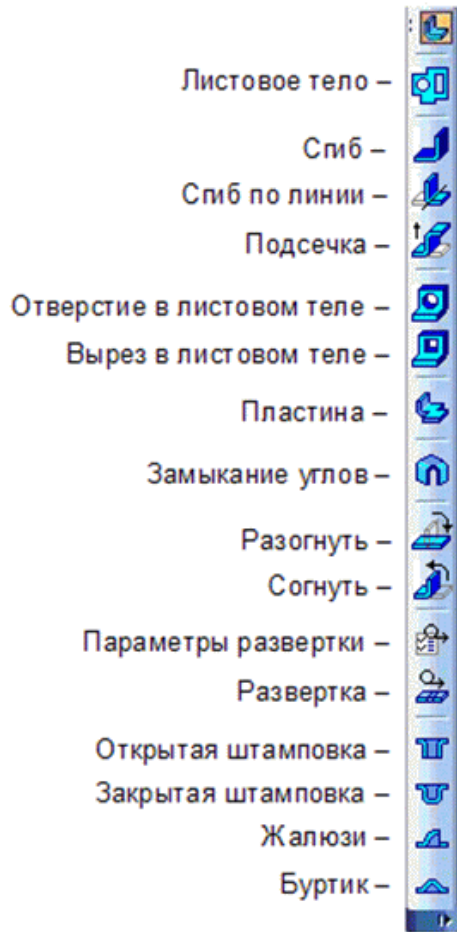
«ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ ПЛОСКОСТИ»

-  Смещенная плоскость
-  Плоскость через три вершины
-  Плоскость под углом к другой плоскости
-  Плоскость через ребро и вершину
-  Плоскость через вершину параллельно другой плоскости
-  Плоскость через вершину перпендикулярно ребру
-  Нормальная плоскость
-  Касательная плоскость
-  Плоскость через ребро параллельно/перпендикулярно другому ребру
-  Плоскость через ребро параллельно/перпендикулярно грани
-  Средняя плоскость

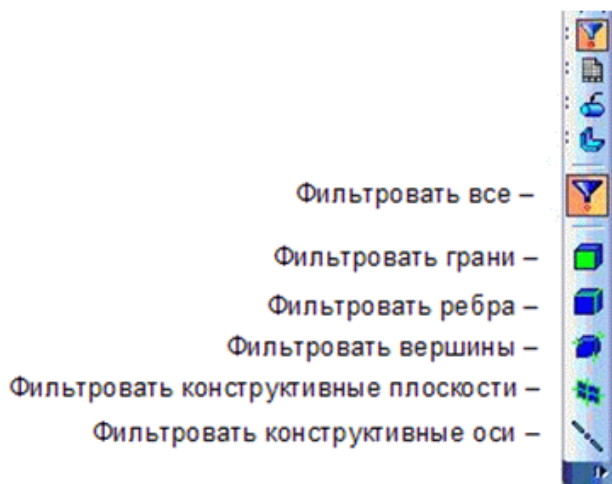
ПАНЕЛЬ

ПАНЕЛЬ «ВЫДЕЛЕНИЕ»

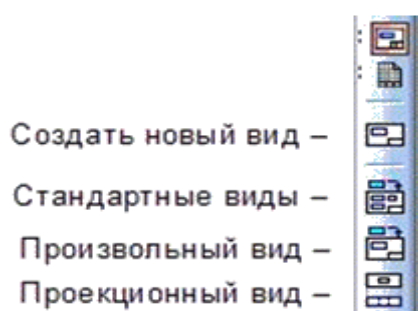
«ЭЛЕМЕНТЫ ЛИСТОВОГО ТЕЛА»



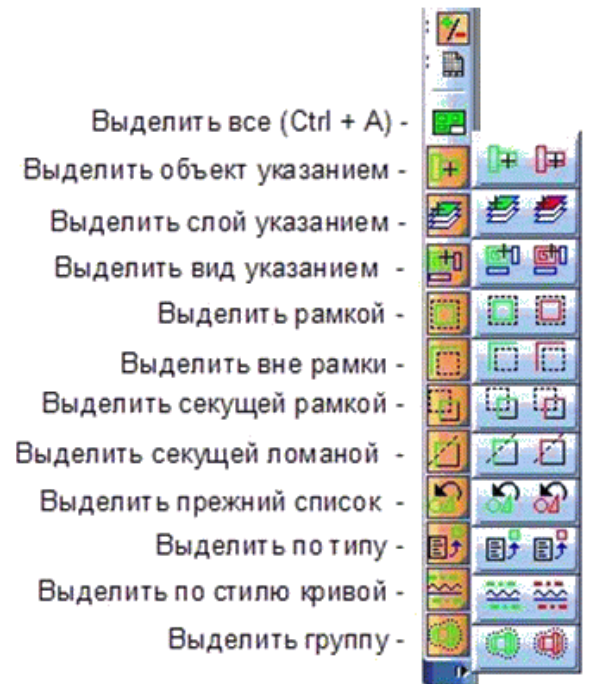
ПАНЕЛЬ «ФИЛЬТРЫ»



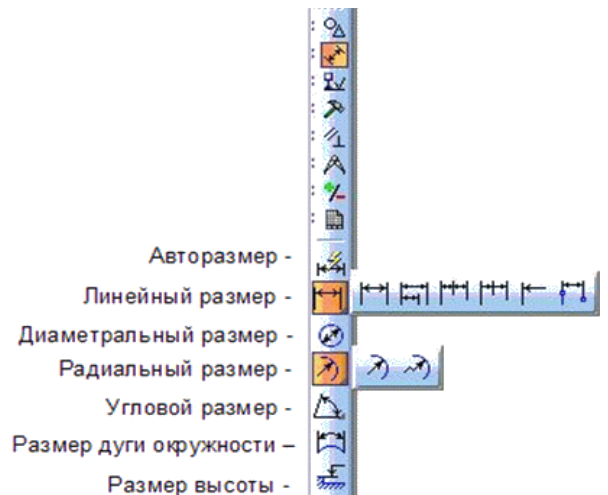
ПАНЕЛЬ ВИДОВ 2D

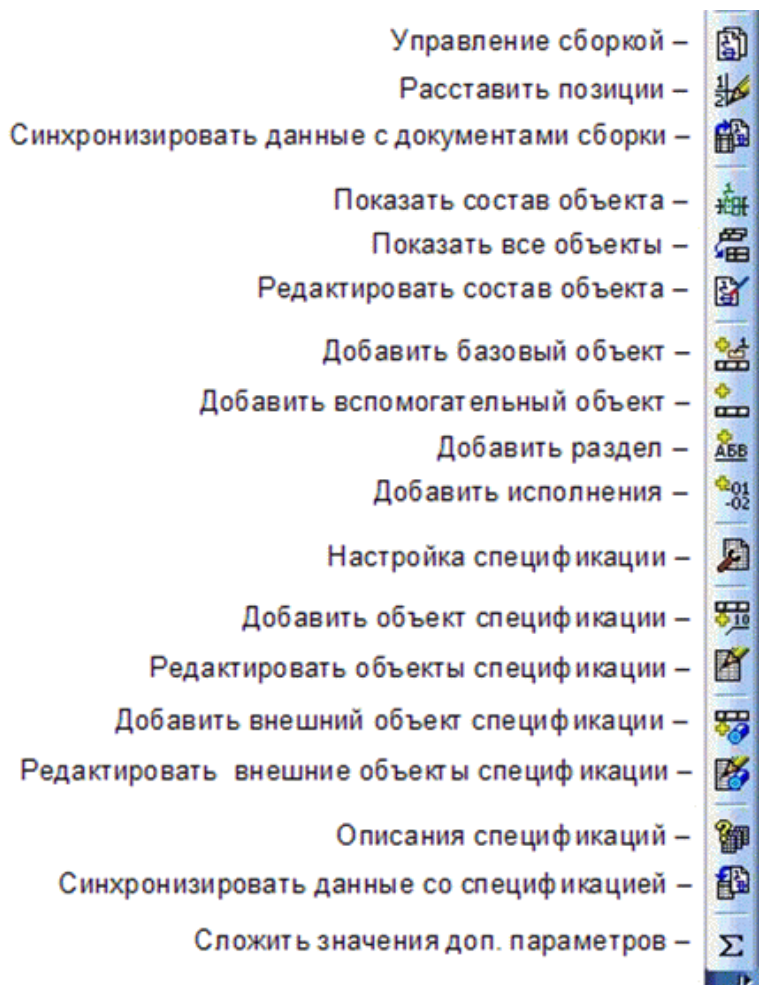


ПАНЕЛЬ «СПЕЦИФИКАЦИЯ»

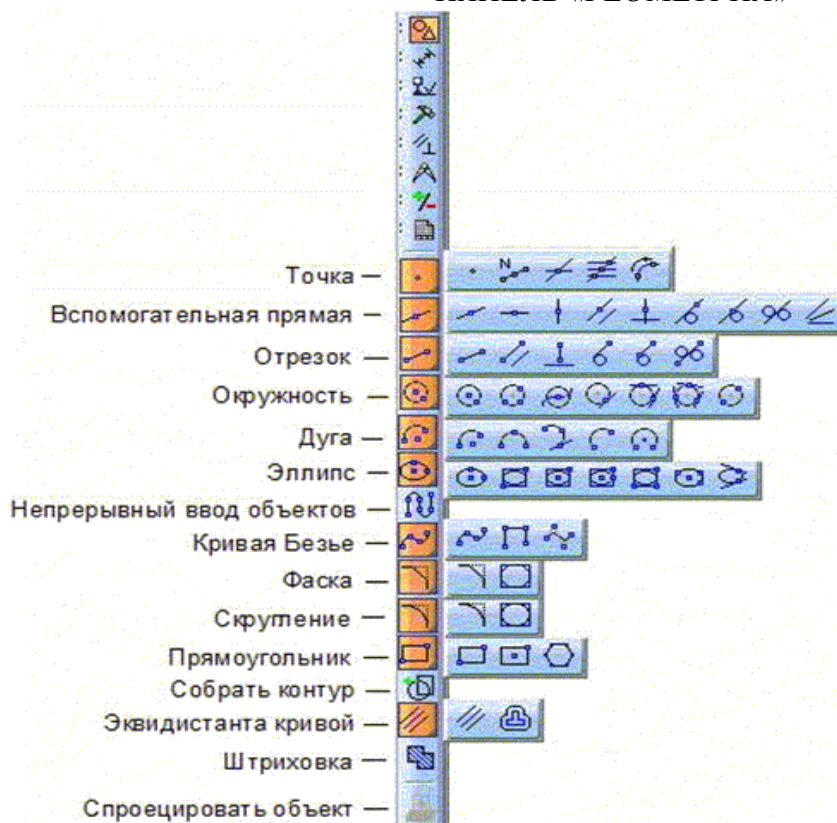


ПАНЕЛЬ «РАЗМЕРЫ»





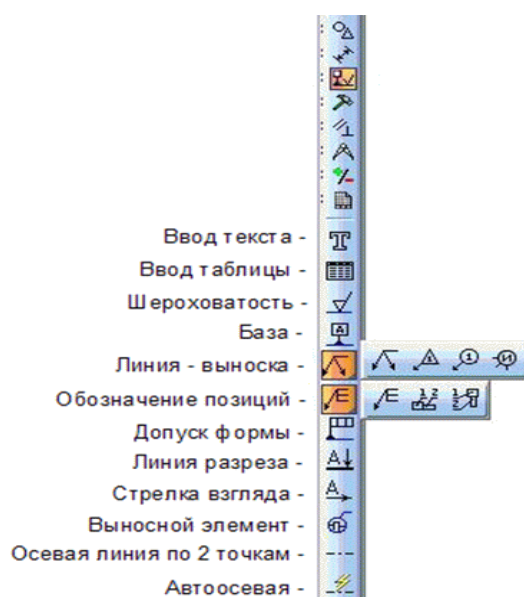
ПАНЕЛЬ «ГЕОМЕТРИЯ»



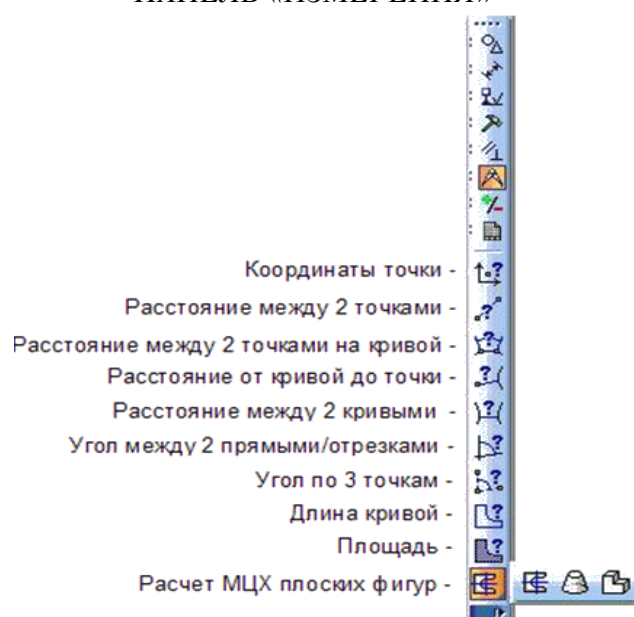
ПАНЕЛЬ «ПАРАМЕТРИЗАЦИЯ»



ПАНЕЛЬ «ОБОЗНАЧЕНИЯ»



ПАНЕЛЬ «ИЗМЕРЕНИЯ»



Литература

1. Боголюбов С.К. Задания по курсу черчения «Машиностроительное черчение». – М.: Высш. шк., 1978 – 127 с.
2. Боголюбов С.К., Воинов А.В. Черчение: учебник для машиностроительных специальностей средних специальных учебных заведений. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. Машиностроение, 1984. – 304 с. ил.
3. Вольхин К.А., Астахова Т.А. Проектирование в системе трехмерного твердотельного моделирования Компас – 3DV9: электрон. учеб. пособие. – Новосибирск: НИИЖТ, 2007.
4. Лагерь А.И., Колесникова Э.А. Инженерная графика: учебник для инж.-техн. спец. ВУЗов. – М.: Высш. шк., 1985. – 176 с.
5. Математический энциклопедический словарь / гл. ред. Ю.В. Прохоров; ред. кол.: С.И. Адян, Н.С. Бахвалов, В.И. Битюцков, А.П. Ершов и др. – М.: Сов. энциклопедия, 1988. – 847 с., с ил
6. Мефодьева Л.Я., Мефодьева Г.Д. Инженерная графика. Схемы электрические: учеб. пособие. – Новосибирск: СибГУТИ, 2005 – 55 с. с ил.
7. Миронова Р.С., Миронов Б.Г. Сборник заданий по черчению: учеб. пособие для немашиностр. спец. техникумов. – М.: Высш. шк., 1984. – 264 с. с ил.
8. Политехнический словарь / Ред. кол.: А.Ю. Ишлинский (гл. ред.) и др. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Советская энциклопедия, 1989. – 656 с. с ил.
9. Стандарты Единой системы конструкторской документации.
10. Чекмарев А.А. Инженерная графика: учебник для немашиностр. спец. ВУЗов.- 2-е изд., испр. – М.: Высш. шк. 1998. – 365 с.
11. Машиностроительное черчение: Учебник для студентов машиностроительных и приборостроительных специальностей ВУЗов/ Г.П. Вяткин, А.Н. Андреева, А.К. Болтухин и др.; под ред. канд. техн. наук проф. Г.П. Вяткина. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1985. – 368 с. с ил.
12. Бродский А.М., Фазлулин Э.М., Халдинов В.А. Инженерная графика (металлообработка): учебник для студ. учреждений сред. проф. образования. – М.: Академия, 2012. – 400 с.

Ледвягин Владимир Павлович

ИНЖЕНЕРНАЯ И КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА
В ПРОГРАММЕ «КОМПАС»

Учебно-методическое пособие

Редактор Н.К. Крупина

Подписано в печать 29 сентября 2020 г.

Формат 84×108/32. Объем 4,875 уч.-изд. л

Тираж 100 экз. Изд. № . Заказ №

Издательский центр Новосибирский ГАУ
630039, Новосибирск, ул. Добролюбова, 160