

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«Воронежский государственный технический университет»

Кафедра графики, конструирования и информационных технологий в
промышленном дизайне

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ
САМОСТОЯТЕЛЬНЫХ РАБОТ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «КОМПЬЮТЕРНАЯ
КОНСТРУКТОРСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ»**

*для обучающихся по направлению 54.03.01 «Дизайн»,
профиль «Промышленный дизайн» всех форм обучения*

Воронеж 2021

УДК 681.3(07)

ББК 30.18я7

Составители: А.В. Кузовкин, А.П. Суворов, Ю.С. Золототрубова

Методические рекомендации по выполнению самостоятельных работ по дисциплине «Компьютерная конструкторская документация» для обучающихся по направлению 54.03.01 «Дизайн», профиль «Промышленный дизайн» всех форм обучения / ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»; сост.: А.В. Кузовкин, А.П. Суворов, Ю.С. Золототрубова. – Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2021. – 38 с.

Приводится описание выполнения самостоятельных работ по курсу «Компьютерная конструкторская документация» для студентов обучающихся по направлению 54.03.01 «Дизайн», профиль «Промышленный дизайн» всех форм обучения

УДК 681.3(07)

ББК 30.18я7

Рецензент - д.т.н., профессор Болдырев А.И.

Рекомендовано методическим семинаром кафедры ГКПД и методической комиссией ФИТКБ Воронежского государственного технического университета в качестве методических материалов

ВВЕДЕНИЕ

Целью практикума к выполнению самостоятельных работ по курсу «Компьютерная конструкторская документация» является практическое освоение студентами технологии разработки графических конструкторских документов, реализованной в среде универсальной графической системы Inventor. Система Inventor является не только прикладной системой автоматизации чертежно-графических работ, но и мощным средством моделирования сложных каркасных, полигональных (поверхностных) и объемных (твердотельных) конструкций.

Первая работа посвящена освоению интерфейса системы Inventor, настройкам графического редактора, командам вычерчивания графических примитивов и выполнения надписей конструкторских документов. Во второй работе рассматриваются геометрические построения в среде Inventor и команды автоматизированного нанесения размеров. Третья работа посвящена выполнению чертежей деталей с использованием простых разрезов. В четвертой работе показано выполнение геометрических построений с использованием команд редактирования. Рассматривается также использование менеджера библиотек при получении однотипных изображений чертежей.

Пятая, шестая и седьмая работы посвящены трехмерному моделированию. В пятой работе приводятся описание и примеры использования большинства команд формообразования 3D-модели по ее эскизу. Шестая работа является развитием предыдущей. В ней, кроме рассмотренных выше команд, используются вспомогательные примитивы. Эти примитивы позволяют расширить возможности трехмерного моделирования. Показано формирование плоских изображений по полученной трехмерной модели. В седьмой работе используются команды, рассмотренные ранее, но для более сложной модели. Здесь же приведены некоторые команды для обработки 3D-модели, позволяющие выполнять фаски, скругления, отверстия, разрезы, устанавливать ребра жесткости. Рассмотрены примеры выполнения лабораторных работ.

При изучении за основу взята версия Inventor 2019.

Практикум может быть использован при выполнении самостоятельных работ студентами очной и заочной форм обучения.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

Основы работы с графическим редактором Inventor.

Выполнение основных и дополнительных видов детали

Цель: изучение программного интерфейса, настроек графического редактора, команд вычерчивания графических примитивов и геометрических изображений на чертежах.

Содержание: выполнение рабочего чертежа детали.

Пример выполнения лабораторной работы показан на рис. 1.

1.1 Программный интерфейс графической системы Inventor

Для запуска системы необходимо выбрать меню **Пуск / Все программы / Inventor**. Можно выбрать указателем мыши на поле рабочего стола ярлык программы  и дважды щелкнуть левой кнопкой мыши. Чтобы открыть документ, необходимо нажать кнопку **Открыть** на панели инструментов **Стандартная**. Чтобы начать новый документ, нажмите кнопку **Создать** на панели **Стандартная** или выполните команду **Файл/Создать** и в открывшемся диалоговом окне не выберите тип создаваемого документа и нажмите **ОК**.

Для завершения работы следует выбрать меню **Файл / Выход**, комбинацию клавиш **Alt-F4** или щелкнуть на кнопке  **Заккрыть**.

После запуска программы на экране появится окно с изображением стандартной панели, показанное на рис. 1.1.

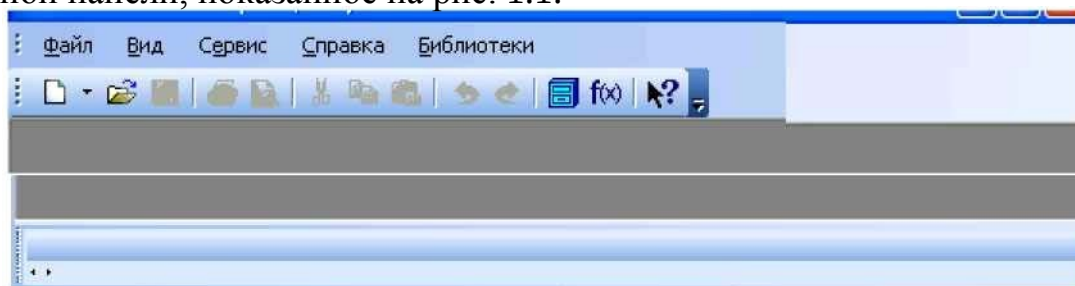


Рис. 1.1. - Главное окно программы после загрузки системы Inventor

Самая верхняя строка служит для вызова выпадающих меню. В середине экрана на располагается рабочая область, под которой рациональнее всего располагать место для **Панели свойств**. **Строка сообщений** - самая нижняя строка экрана

Вне зависимости от того, с какими документами приходится работать, на экране всегда рекомендуется отображать панели инструментов **Стандартная**, **Вид**, **Текущее состояние**, **Компактная**. Ниже приведено содержание пунктов **Главного меню**.

1.1.1 Выпадающее меню пункта **Файл**

В выпадающем меню **Файл** (рис. 1.2) находятся основные команды работы с файлами документов -

Создать, Открыть, Сохранить и т. п. Здесь же находятся команды предварительного просмотра документа, позволяющие оценить, как созданный чертеж будет выглядеть на листе, и команда вывода документа на печать. В нижней части

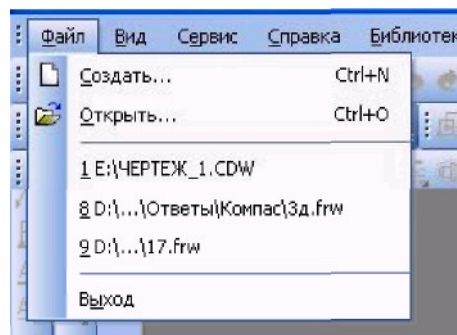


Рис. 1.2 – Выпадающее меню пункта **Файл**

меню рис. 1.2. Выпадающее меню находится список недавно редактированных пункта **Файл** документов. Можно начать работу с документом, просто выбрав его из этого списка.

1.1.2 Выпадающее меню Вид

Меню **Вид** позволяет активизировать любую панель, воспользовавшись строкой **Панели инструментов**. Для этого нужно щелкнуть левой клавишей мыши в выпадающем меню по пункту **Панели инструментов**.

Появится всплывающее меню, показанное на рис. 1.3. Щелкнув мышью по названию нужной панели инструментов во всплывающем меню, увидим, что перед выбранным названием панели появилась галочка в желтом квадрате, а сама панель отображается на экране компьютера.

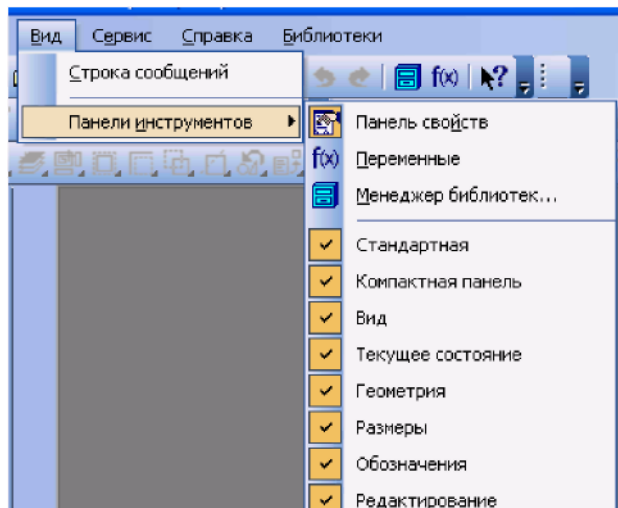


Рис. 1.3. - Содержание опций меню **Вид / Панели инструментов**

1.1.3 Выпадающее меню Сервис

В выпадающем меню **Сервис** находятся команды, при помощи которых можно настроить вид документа, тип линий, произвести настройки интерфейса, а также производить различные расчеты (площадь поверхности, объемы и т.д.). Это меню является контекстно-зависимым. Строки этого меню показаны на рис. 1.4.

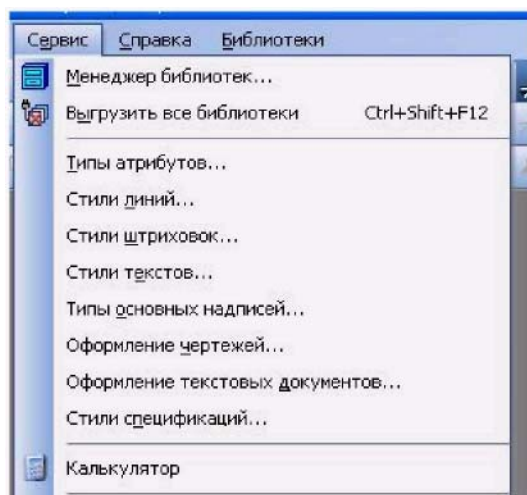


Рис. 1.4. - Выпадающее меню **Сервис**

1.1.4 Выпадающее меню *Справка*

Выпадающее меню **Справка** представляет собой определенный набор пунктов меню, который предназначен для вызова всплывающих меню, диалоговых окон или команд системы.

1.2 Типы документов

Для того чтобы создать новый документ, необходимо щелкнуть по кнопке



Создать или одновременно нажать сочетание клавиш **Ctrl+N**. После этого появится диалоговое окно **Новый документ** (рис. 1.5).

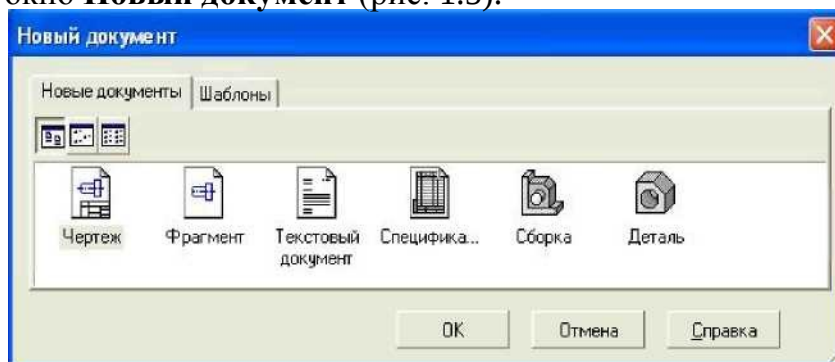


Рис. 1.5. - Диалоговое окно для выбора типа документа Данное окно позволяет выбрать тип создаваемого документа.

1. **Чертеж** - основной тип графического документа в системе Inventor. Чертеж содержит графическое изображение изделия в одном или нескольких видах, основную надпись, рамку и всегда содержит один лист заданного пользователем формата (рис. 1.6). Файл чертежа имеет расширение **.cdw**.

2. **Фрагмент** - вспомогательный тип графического документа. Фрагмент отличается от чертежа отсутствием рамки, основной надписи и других объектов оформления конструкторского документа. Во фрагментах хранятся созданные типовые решения для последующего использования в других документах. Файл фрагмента имеет расширение **.frw**.

3. **Текстовый документ** (расширение файла **.kdw**).
4. **Спецификация** (расширение файла **.spw**).
5. **Сборка** (расширение файла **.a3d**).
6. **Деталь** - трехмерное моделирование (расширение файла **.m3d**).

1.3 Панели инструментов

Для удобства работы в системе Inventor имеются многочисленные панели инструментов с кнопками, которые соответствуют определенным командам системы. Если указатель мыши задержать на какой-либо кнопке панели инструментов, то через некоторое время появится название этой кнопки, а в строке состояний - краткая расшифровка ее действия. Для активизации кнопки установите на нее указатель мыши и щелкните левой клавишей. Кнопки, имеющие маленький треугольник в правом нижнем углу, могут вызывать расширенную (дополнительную) панель инструментов. Для этого на такой кнопке нужно придержать нажатой левую клавишу мыши, и через некоторое время появится расширенная панель инструментов с кнопками, определяющими различные способы действия.

1.3.1 Панель инструментов Стандартная

Панель инструментов Стандартная присутствует практически во всех окнах в различных режимах работы с большим или меньшим набором кнопок вызова общих команд. Ниже приведена расшифровка кнопок этой панели.



Открыть - вызывает диалоговое окно **Выберите файлы для открытия**.



Сохранить - вызывает диалоговое окно **Выберите файлы для записи**, с помощью которого можно сохранить файл.

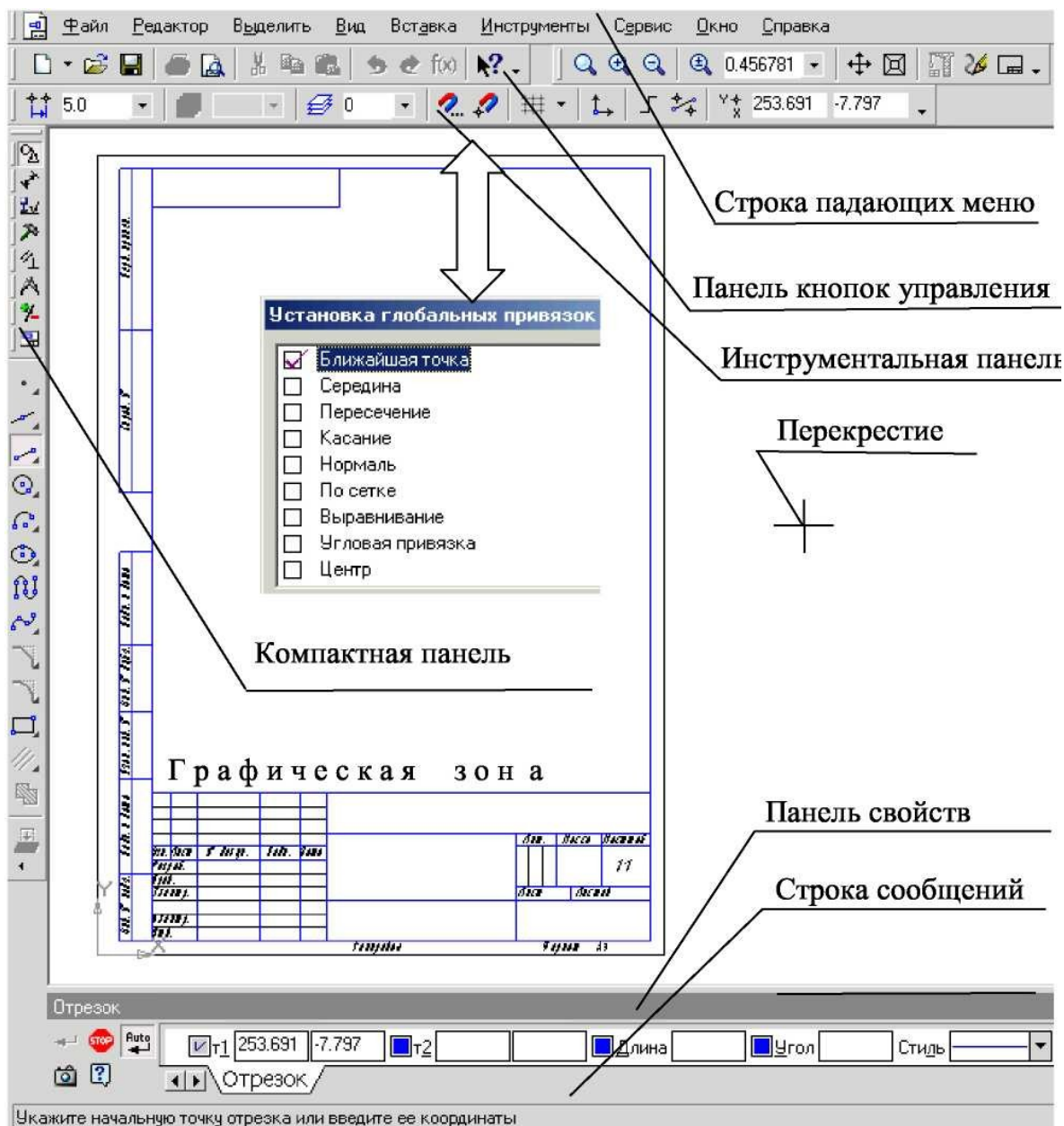


Рис. 1.6. - Рабочее окно при вызове документа **Чертеж**

 **Печать** - позволяет настроить параметры вывода текстового документа на чать. пе-



Предварительный просмотр - позволяет перейти в режим предварительного

просмотра и печати документов.

 **Вырезать** - удаляет выделенные объекты и помещает их в буфер обмена данными.

ми.



Копировать - действует так же как и кнопка **Вырезать**, только выделенные объекты остаются на месте.



Вставить - позволяет вставить копию содержимого буфера обмена.



Отменить - отменяет предыдущее действие пользователя, а кнопка **Повторить** - восстанавливает отмененное действие.



Менеджер библиотек - включает или отключает отображение на экране Менеджера библиотек - систему управления Inventor-библиотеками.



Переменные - включает или отключает отображение на экране диалогового окна на **Переменные** для работы с переменными и уравнениями графического документа **Эскиз**.

1.3.2 Панель инструментов Вид

Инструментальная панель **Вид** включает кнопки, соответствующие определенным командам:



кнопки, позволяющие управлять масштабом изображения изделия.



Управление ориентацией модели - выводит на экран диалоговое окно

Ориентация вида. Работает при включении документа **Деталь**.



Сдвинуть - позволяет сдвинуть изображение в активном окне.



Приблизить / отдалить изображение - позволяет плавно менять масштаб, приближая или отдаляя изображение.



Обновить изображение - позволяет обновить изображение в активном окне. При обновлении масштаб отображения документа в окне не изменяется.



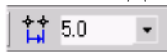
Показать все - изменяет масштаб отображения в активном окне таким образом, чтобы в нем был виден полностью весь документ.

1.3.3 Панель инструментов «Текущее состояние»



Общий вид панели инструментов **Текущее состояние** зависит от режима, в котором работает система. Так она выглядит при работе с документом **Чертеж**.

Команды режима работы системы:



Текущий шаг курсора - в поле справа отображает значение шага курсора, то есть расстояние, на которое переместится курсор при однократном нажатии клавиши перемещения.



Состояние видов - выводит на экран диалоговое окно **Состояние видов**, в котором можно изменить параметры существующих видов и создавать новые виды.



Текущий слой - выводит на экран диалоговое окно **Состояние слоев**, в котором можно изменить параметры существующих слоев и создать новые слои.



Настройка глобальных привязок - позволяет включить или отключить какие-либо глобальные привязки и настроить их работу.



Запретить привязки - отключает действие всех глобальных привязок.



Сетка - позволяет включить или отключить отображение вспомогательной сетки в активном окне.



Локальная система координат - позволяет создавать в текущем виде чертежа или фрагмента различные локальные системы координат.



черчения.

Ортогональное черчение - служит для перехода в режим ортогонального
Координаты курсора - отображают текущие значения координат курсора по осям в текущей системе координат.

1.3.4 Панель инструментов «Компактная»

Инструментальная панель **Компактная** облегчает переключение между инструментальными панелями и экономит поле рабочей области. **Панель свойств** предназначена для управления процессом выполнения команды. Вкладки **Панели свойств** содержат поля и переключатели, при помощи которых можно непосредственно определять параметры создаваемых объектов и определять их свойства. Количество вкладок зависит от конкретной команды. Чтобы перейти на нужную вкладку, необходимо щелкнуть по ней левой клавишей мыши. На рисунке 1.7 изображены кнопки, позволяющие переключаться между инструментальными панелями.

- кнопка вызова страницы «Геометрия»;
- кнопка вызова страницы «Размеры»
- кнопка вызова страницы «Обозначения»
- кнопка вызова страницы «Редактирования»
- кнопка вызова страницы «Геометрия»
- кнопка вызова страницы «Параметризации»
- кнопка вызова страницы «Измерения»
- кнопка вызова страницы «Выделения»

Рис. 1.7. - Назначение **Компактной** панели

1.3.5 Панель инструментов «Панель свойств»

Панель свойств служит для управления параметрами команды и процессом их выполнения. При этом возможны различные представления одной и той же **Панели свойств**. Например, на рис. 1.8 представлено изображение **Панели свойств** при выполнении команды **Окружность**.



Рис. 1.8. - Вид **Панели свойств** при выполнении команды **Окружность**

Слева от **Панели свойств** расположена **Панель специального управления** (рис. 1.8), которая позволяет контролировать процесс выполнения текущей команды.

В **Панели специального управления** расположены изображения следующих кнопок:

☐ **Создать объект** - фиксирует создаваемый или редактируемый объект. Ис- пользуется в том случае, если отключено автоматическое создание объекта.

 **Прервать команду** - завершает выполнение текущей команды ввода или редактирования объекта.



Автоматическое создание объектов - (по умолчанию нажата). Если оставить эту кнопку нажатой, то все объекты будут создаваться немедленно после задания необходимого количества параметров. Если кнопка не нажата - параметры можно варьировать, оценивая их правильность по фантому (контур в тонких линиях) объек-та.



Вызов справки - позволяет получить справку по выполнению текущей команды.



Запомнить состояние.

1.3.6. Панель инструментов «Геометрия»

Каждая кнопка панели инструментов **Геометрия** имеет свое назначение и расширение. Расширенные команды позволяют получать изображения примитивов различными способами (с использованием различных опций).

Назначение кнопок панели инструментов **Геометрия**.



Точка - строит произвольно расположенную точку при задании ее положе

ния.



Вспомогательная прямая - строит произвольно расположенную прямую.



Отрезок - строит произвольно расположенный отрезок.



Окружность - строит произвольную окружность. Необходимо указать

центр окружности, затем точку, лежащую на окружности.



Дуга - строит одну или несколько произвольных дуг. Необходимо указать центральную, а затем начальную и конечную точки дуги.



Эллипс - строит произвольный эллипс. Нужно указать центральную точку эллипса и конечную точку первой полуоси, а затем конечную точку второй полуоси эллипса.



Непрерывный ввод объектов - строит последовательность отрезков, дуг или сплайнов. При вводе конечная точка созданного объекта автоматически становится начальной точкой следующего объекта. Использовать эту команду удобно, например, при построении контура детали, состоящего из объектов различного типа.



Кривая Безье - строит кривую Безье. Необходимо последовательно указать точки, через которые должна пройти кривая. Для фиксации созданной кривой Безье нажмите кнопку  **Создать объект** на **Панели специального управления**.



Фаска - строит отрезок, соединяющий две пересекающиеся прямые.



Скругление - строит скругление между двумя пересекающимися объектами дугой окружности. На **Панели свойств** в поле **Радиус** нужно ввести значение радиуса скругления и указать два объекта, между которыми нужно построить скругление.



Прямоугольник - строит произвольный прямоугольник.



Собрать контур - позволяет сформировать контур, последовательно обходя пересекающиеся между собой геометрические объекты.



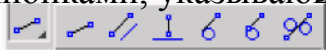
Эквидистанта кривой - строит эквидистанту какого-либо геометрического объекта.



Штриховка - выполняет штриховку замкнутого контура.

1.3.7 Расширенные команды панели инструментов «Геометрия»

Для вызова расширенной панели инструментов, как уже упоминалось ранее, необходимо удерживать левую клавишу мыши нажатой на нужной кнопке. Через некоторое время появится расширенная панель инструментов с кнопками, указывающими возможные варианты работы.



-расширенные команды кнопки **Отрезок**;



- расширенные команды кнопки **Вспомогательная прямая**;



- расширенные команды кнопки **Окружность**;



-расширенные команды кнопки **Дуга**;



- расширенные команды кнопки **Эллипс**;

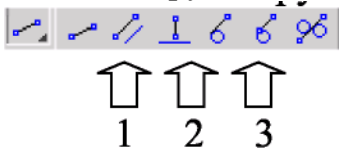


- расширенные команды построения кнопки **Многоугольник**.

Возможное использование некоторых расширенных команд кнопки

Отрезок

панели инструментов **Геометрия** показаны ниже:



- расширенные команды построения отрезка:

1) **Параллельный отрезок.** Построения на чертеже: а) указать графическим курсором прямую (точка **p1**), которой должна быть параллельна искомая прямая; б) задать численное значение расстояния между параллельными прямыми в панели свойств окна «**Расстояние**»; в) указать графическим курсором две точки **p2** и **p3**, принадлежащим вспомогательным прямым, ограничивающим длину параллельного отрезка (рис. 1.9).

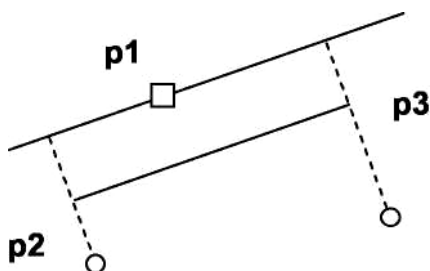


Рис. 1.9. - Построение отрезка, параллельного заданной прямой

2) **Перпендикулярный отрезок:** а) указать графическим курсором прямую (точка **p1**), которой должна быть перпендикулярна другая прямая; б) указать графическим курсором последовательно две точки **p2** и **p3** (рис. 1.10).

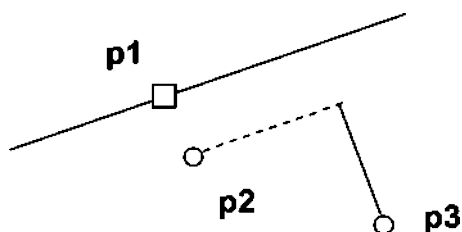
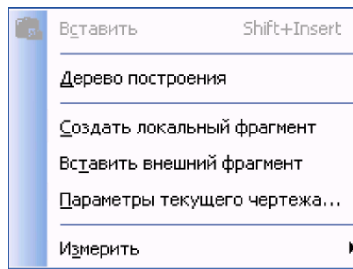


Рис. 1.10 - Построение отрезка, перпендикулярного заданной прямой

3) **Касательный отрезок через внешнюю точку:** а) указать графическим курсором кривую (точка **p1**), к которой должна быть проведена касательная прямая; б)



указать графическим курсором точку **p2**, через которую проходит касательная прямая (рис. 1.11).

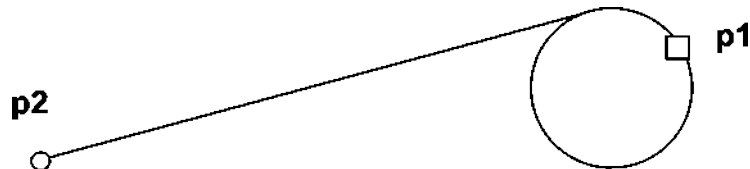


Рис. 1.11. - Построение отрезка, касательного к окружности

1.4 Последовательность выполнения рабочего чертежа «Построение видов»

1.4.1 Создание документов

Для того чтобы создать новый документ, необходимо:

- 1) из выпадающего меню пункта **Файл** выбрать команду **Создать**;
- 2) в появившемся диалоговом окне (рис. 1.5) щелкнуть мышью по пиктограмме документа, который нужно создать, - **Чертеж**.

1.4.2 Задание имени чертежа

После создания документа **Чертеж** появится рабочее поле с изображением формата A4 и наименованием чертежа - «**Чертеж без имени**». Сохраните этот документ, присвоив ему имя - «**Построение видов**». Для этого необходимо:

- 1) выбрать пункт **Файл / Сохранить как...**;
- 2) указать в появившемся окне папку, где будет сохранен данный документ (например, **Мои документы**);
- 3) в поле **Имя** ввести «**Построение видов**»;
- 4) в появившемся окне **Информация** о документе на вкладке **Общие сведения** введите свою фамилию, имя и отчество и, если необходимо, комментарии к документу в окне с соответствующим названием.

1.4.3 Настройка формата чертежа

При создании чертежа может потребоваться изменить формат листа, шрифт и внешний вид отдельных элементов. Для этого необходимо получить доступ к настройкам формата. Для этого:

- 1) на рабочем поле чертежа щелкните правой кнопкой мыши и из появившегося меню (рис. 1.12) выберите пункт **Параметры текущего чертежа**;

Рис. 1.12. - Диалоговое окно **Параметры**

2) в появившемся диалоговом окне «**Параметры**» выбрать строку **Параметры листа**, а затем строку **Формат** (рис. 1.13);

3) щелкнуть левой кнопкой мыши по строке **Формат**; появится диалоговое окно, в котором необходимо указать требуемый формат листа. За кончив выбор формата и его ориентацию на рабочем поле, необходимо щелкнуть на кнопке **ОК**.

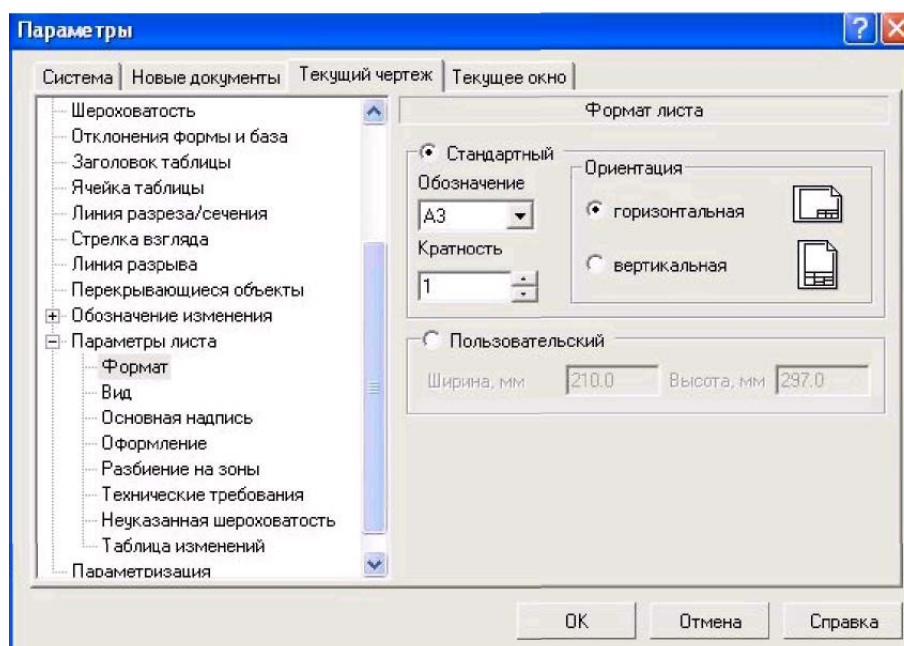


Рис. 1.13. - Диалоговое окно Параметры

1.4.4 Масштабирование изображения

На рабочем поле начало отсчета координат ведется от левого нижнего угла чертежа. На панели **Вид** указан масштаб изображения

чертежа кнопкой **0.389879** - **Текущий масштаб**. Для изменения масштаба изображения нужно указателем включить кнопку расширения и выбрать необходимый масштаб (рис. 1.14).

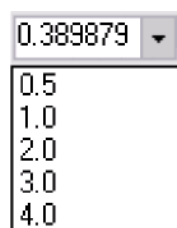


Рис. 1.14. - Команда, Текущий масштаб, и ее расширение

При необходимости увеличения или уменьшения формата чертежа при работе с изображениями прокрутить колесо мыши. Если формат чертежа неудачно расположен на рабочем поле экрана, можно курсором перемещать его, щелкая по кнопке **▲** или **▼** полосы прокрутки до тех пор, пока чертеж не займет нужное вам расположение. Можно воспользоваться также кнопкой **✚** - **Сдвинуть** на панели **Вид**.

Для увеличения масштаба изображения в окне построений можно воспользоваться инструментом **Увеличить масштаб рамкой**, расположенный на панели инструментов **Вид**. При использовании этой команды нужно графическим курсором указать область экрана изображение в которой необходимо увеличить.

Для этого необходимо:

- 1) указать щелчком мыши левый верхний угол ограничивающего прямоугольника;
- 2) указать правый нижний угол прямоугольника. После этого выделенная область будет увеличена.

1.4.5 Выбор типов линий построения изображений

При построении геометрических объектов возможно использование различных типов линий, установленных ГОСТ 2.303-68. Для этого используют расширение кнопки **Стиль**, расположенной на **Панели свойств** при включении соответствующей кнопки инструментальной панели **Геометрия** (рис. 1.15).

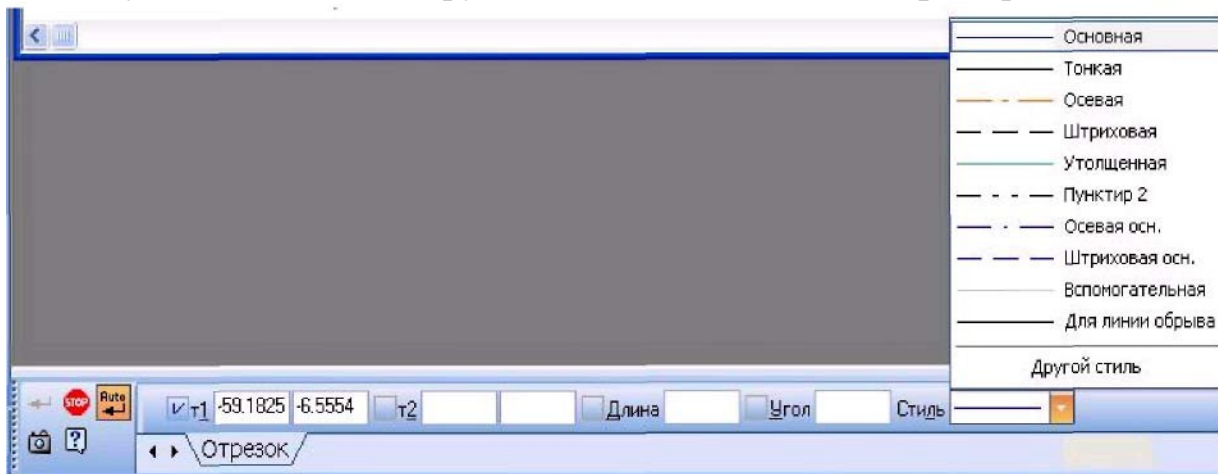


Рис. 1.15. - Выбор типов линий

1.4.6 Компоновка изображений основных видов детали

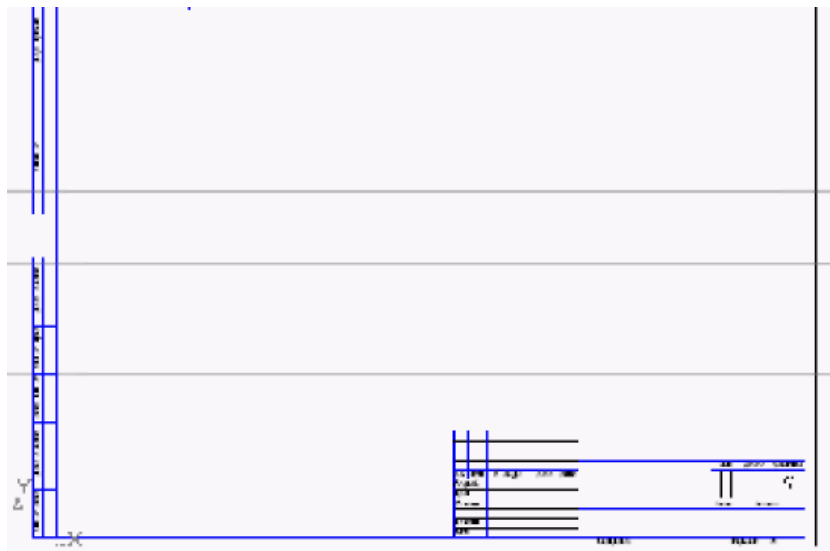


Рис. 1.16. - Вспомогательные прямые задающие положение основных видов на рабочем поле чертежа

В инженерной практике при выполнении чертежей начинают по строения с компоновки чертежа, определения количества и расположения основных видов. Под компоновкой понимается такое расположение изображений на чертеже, при котором

рабочее поле занято изображениями равно мерно. Для изображения габаритных прямоугольников целесообразно использовать команду **Вспомогательные прямые**. Кнопка  ее вызова расположена на инструментальной панели **Геометрия**. Вспомогательные прямые применяют для точного позиционирования графического курсора. Результат работы с инструментом **Вспомогательная прямая** представлен на рис. 1.16.

Для удаления вспомогательных линий используем команду **Редактор / Удалить / Вспомогательные линии и точки / В текущем виде**.

1.4.7 Построение изображений основных видов детали

Исходные данные для выполнения лабораторной работы № 1 задаются как в виде аксонометрического изображения детали со всеми необходимыми для построения размерами (рис. 1.17 а), так и координатами точек (рис. 1.17 б) ее двух видов. На рис. 1.17 показаны оба варианта для различных деталей.

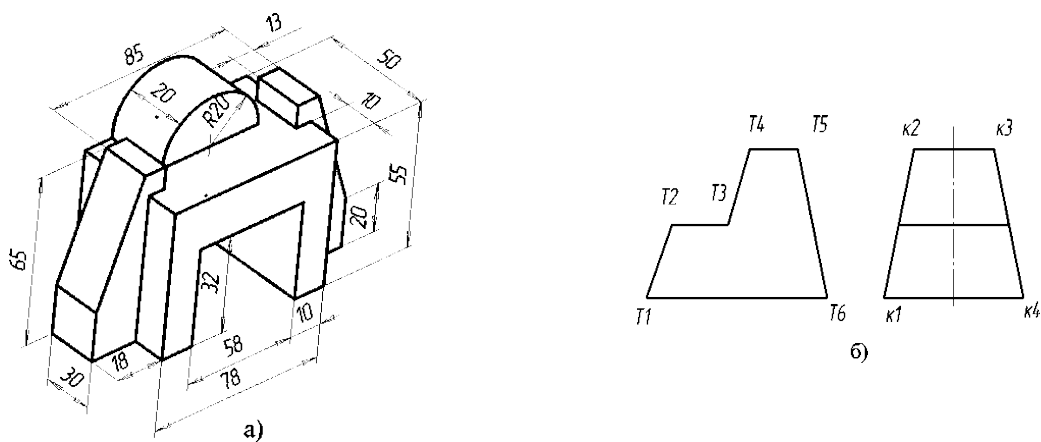


Рис. 1.17. - Исходные данные задания лабораторной работы:

а) изометрическая проекция детали; б) комплексный чертеж детали

Для построения изображений детали по заданным размерам существует несколько вариантов ввода значений в поля **Панели свойств**. Рассмотрим два варианта на примере построения отрезков.

Первый способ:

а) переместить курсор в точку, которая будет началом отрезка. По мере перемещения курсора в поле **T1** будут отображаться координаты места положения начальной точки отрезка;

б) щелкнуть мышью. В поле **T1** автоматически будут внесены значения координат указанной точки. На переключателе рядом с полем отобразится перекрестие, указывающее на то, что параметр зафиксирован;

в) переместить курсор в точку, которая будет концом отрезка. По мере перемещения курсора в поле **T2** будут указываться координаты местоположения курсора. Одновременно в поле **Длина** будет указываться расстояние от начальной точки отрезка до текущего положения курсора, а в поле **Угол** - угол фантома отрезка (рис. 1.18). Для точного позиционирования второй точки задайте длину отрезка и угол его наклона к оси X.

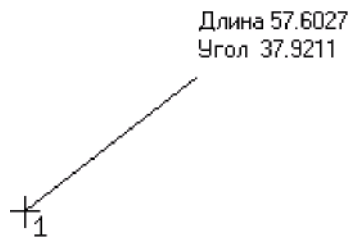


Рис. 1.18. - Построение отрезка по его длине и углу наклона

Второй способ - ввод значений координат точек:

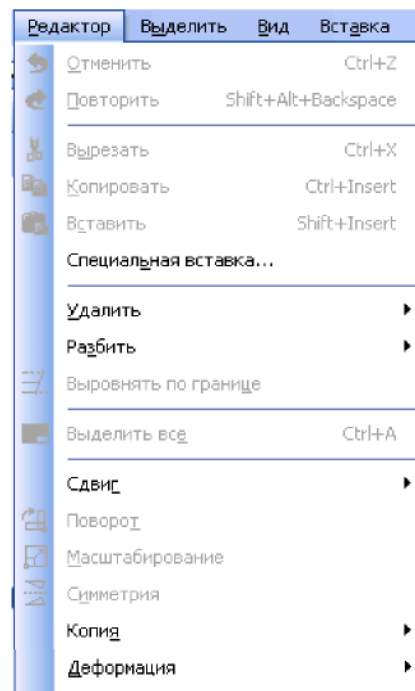
- а) щелкнуть дважды мышью на **Панели свойств** в текстовом поле координат по оси **X**. Содержимое поля выделится. Оно доступно для редактирования;
- б) ввести с клавиатуры нужное значение координаты начала отрезка по оси **X**;
- в) нажать клавишу **Tab**. Курсор переместится в текстовое поле координаты **Y**. Поле станет доступно для редактирования. После ввода координаты **Y** нажать клавишу **Enter** для фиксации ввода координат начала отрезка - **точка 1**;
- г) аналогично вводим значения координат для конечной точки отрезка.

1.4.8 Редактирование изображения детали

При построении изображений зачастую возникает потребность что-то исправить или дополнить. Для этого используется пункт меню **Редактор**, в котором расположены команды редактирования документов. Этот пункт меню является контекстно-зависимым. При работе с документом **Чертеж** в этом меню находятся команды редактирования его элементов (рис. 1.19).

Как уже было отмечено ранее, треугольники в соответствующей строке команды **Редактор** указывают на расширение этих команд. Для активизации таких команд, как **Поворот**, **Симметрия** и т.д., необходимо:

- 1) щелкнуть мышью по пункту **Выделить** в Главном меню;



2) в появившемся меню (рис. 1.20) выбрать пункт **Рамкой**;

3) выделить рамкой элемент изображения, который нужно редактировать. Например, построить симметрию какого-либо изображения. При этом активизируется панель **Редактирование** (рис. 1.21).



Рис. 1.21. - Инструментальная панель **Редактирование**

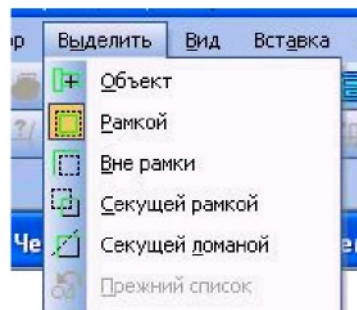


Рис. 1.20. - Выпадающее меню **Выделить**

4) щелкнуть по кнопке - **Симметрия** на инструментальной панели **Редактирование**;

5) указать последовательно первую точку **p1**, а затем вторую **p2** принадлежащих оси симметрии (рис. 1.22). Для завершения построений нажмите кнопку в **Панели свойств**

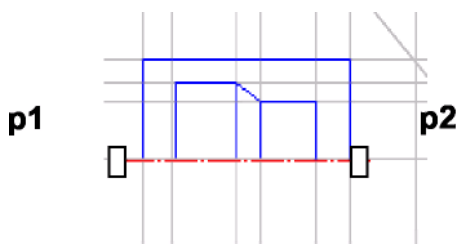


Рис. 1.22. - Построение симметричного изображения

1.4.9 Построение дополнительного вида

Дополнительный вид строится в соответствии с ГОСТ 2.305-68**. Для создания дополнительного вида необходимо использовать панель **Обозначения**, на которой выбираем кнопку **Стрелка взгляда** (рис. 1.23).



Рис. 1.23. - Инструментальная панель **Обозначения**

Инструментальная панель **Панель свойств** приобретает вид, показанный на рис. 1.24.

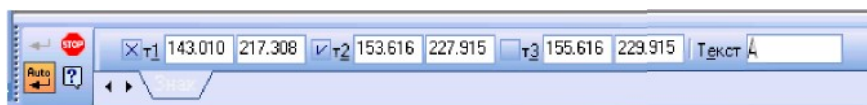


Рис. 1.24. - Инструментальная панель **Панель свойств**

Графическим курсором указываем место размещения стрелки взгляда и угол ее наклона. На инструментальной **Панели свойств** в поле **Текст** появляется надпись, которая будет проставлена на чертеже для обозначения

дополнительного вида. Если ее нужно изменить, щелкают мышью в поле **Текст** и инструментальная панель принимает вид, показанный на рис. 1.25. После этого появляется диалоговое окно **Введите текст**.

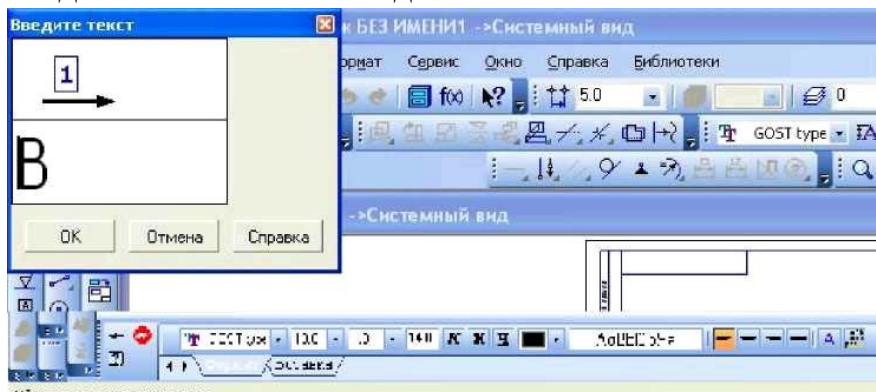
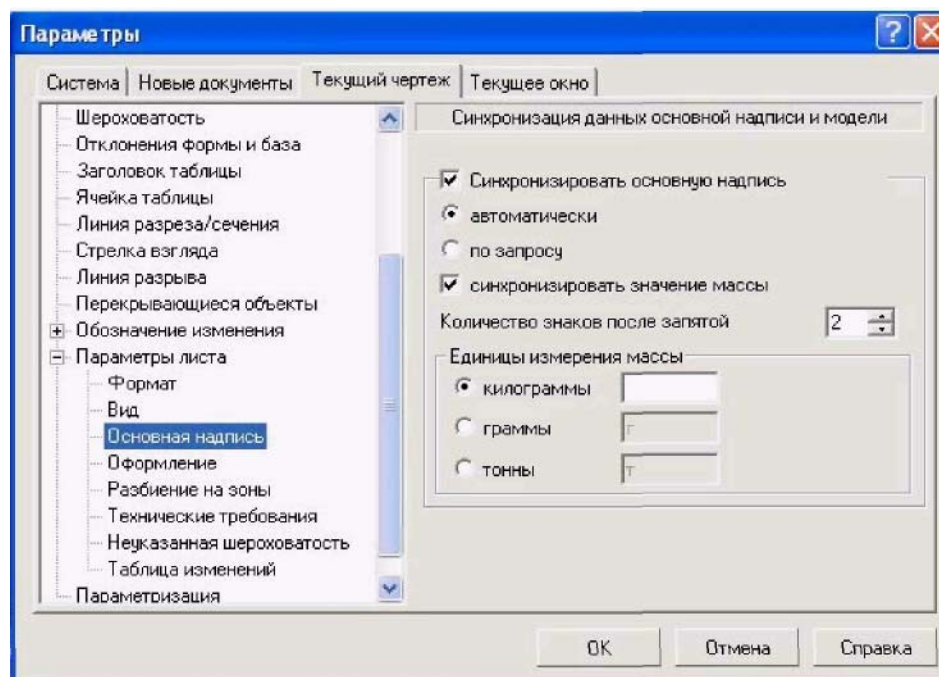


Рис. 1.25. - Вид **Панели свойств** при изменении текста команды **Стрелка взгляда**

1.4.10 Заполнение основной надписи

Команда **Основная надпись** может быть вызвана кнопками **Сервис / Параметры / Параметры листа / Основная надпись**. При помощи этой команды можно заполнять основную надпись автоматически или вручную.

Чтобы основная надпись заполнялась автоматически, необходимо поставить



галочку в окошке метки **Синхронизировать основную надпись** (рис. 1.26).

Рис. 1.26. - Окно команды **Параметры**

Пункт **Оформление** позволяет выбрать требуемый стиль оформления листа в соответствии с ГОСТ. По умолчанию используется схема оформления первого листа конструкторского чертежа согласно ГОСТ 2.104-68.

Для заполнения основной надписи необходимо:

1) дважды щелкнуть левой клавишей мыши на поле основной надписи и она примет вид, показанный на рис. 1.27;

2) заполнить требуемые графы основной надписи (размер шрифта выбирается автоматически):

3) щелкнуть мышью по кнопке **Создать**, расположенной в **Панели специального управления**

				А8ГР013500000		
Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Кустов					1:1
Проб.				Лист	Листов	
Т.контр.				ОМГТУ, ГП-116		
Н.контр.						
Утв.						

Рис. 1.27. – Основная надпись в процессе ее заполнения

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА № 2

Построение сопряжений и нанесение размеров

Данная лабораторная работа связана с выполнением в курсе инженерной гра-фики задания «Сопряжения».

Цель: изучение команд, предназначенных для нанесения размеров и построе-ние сопряжений, средствами **Inventor**.

Содержание: выполнение рабочего чертежа прокладки с использованием по-строений сопряжений и нанесением размеров (см. рис. 2.12).

2.1 Построения сопряжений в Inventor

В инженерной практике при выполнении чертежей очень часто встречается по- строение касательных к окружностям, а также сопряжений - плавных переходов от одной линии к другой, выполненных по дуге окружности.

Для выполнения указанных геометрических построений в **INVENTOR** используются расширенные команды панели **Геометрия**:

-  **Отрезок, касательный к двум кривым;**
-  **Окружность, касательная к двум кривым;**
-  **Скругление.**

2.1.1 Построение касательных прямых к двум окружностям

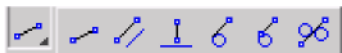
Построение касательных к двум окружностям заданных радиусов представлено на рис. 2.1. Вначале рекомендуется изобразить осевые линии, задающие центры ок- ружностей (см. рис. 2.1а). Далее необходимо изобразить сами окружности, к которым строится касательная прямая (рис. 2.1б).

Пусть необходимо построить касательную к двум окружностям, изображенным на рисунке 2.1 в.

Порядок построений:

1. Щелкнуть на пиктограмме  - **Отрезок, касательный к двум кривым.**

Указанная команда является расширенной командой построения отрезка прямой



2. Указать графическим курсором произвольную точку (точка **p1**) на первой окружности, к которой должна быть проведена касательная прямая (рис. 2.1 в).

3. Указать графическим курсором произвольную точку (точка **p2**) на второй окружности, к которой должна быть проведена касательная прямая (рис. 2.1 в).

4. Выбрать курсором нужную касательную на графической зоне и щелкнуть по кнопке  - **Создать объект** панели специального управления (точка **p3**) (рис. 2.1 в).

5. Щелкнуть на кнопке  - **Прервать команду** в панели специального управления.

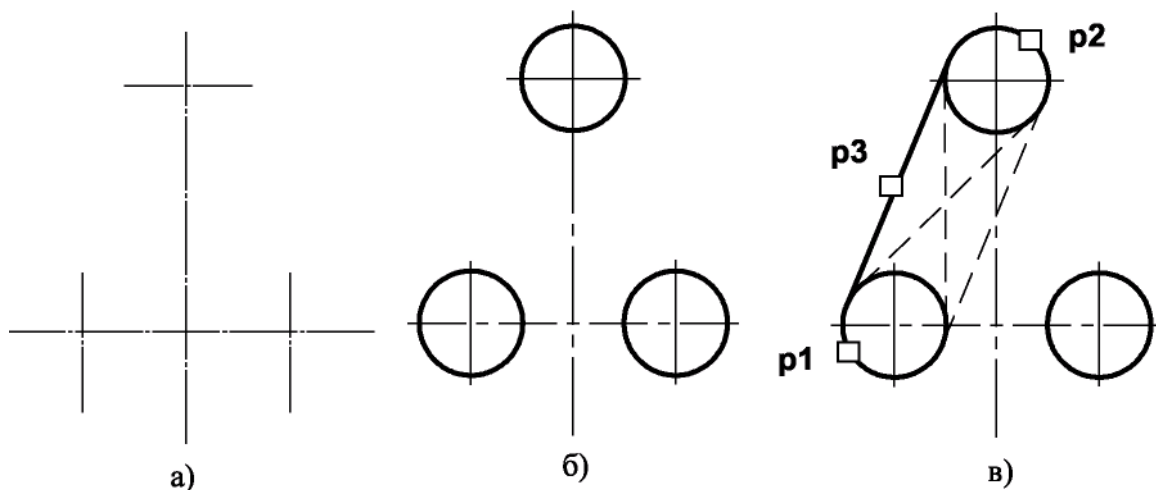


Рис. 2.1. - Построение касательных к двум окружностям

2.1.2 Построение окружности, касательной к двум заданным окружностям

Порядок построений:

1. Щелкнуть на пиктограмме  - **Окружность, касательная к двум кривым**. Указанная команда является расширенной командой построения окружности - ;

2. Указать графическим курсором произвольную точку (точка **p1**) на первой заданной окружности, с которой должна касаться искомая окружность (рис. 2.2a);

3. Указать графическим курсором произвольную точку (точка **p2**) на второй заданной окружности, с которой должна касаться та же искомая окружность (рис. 2.2a);

4. В панели свойств задать радиус сопрягаемой окружности (поле радиус);

5. Выбрать курсором на графической зоне нужную касательную окружность (указать точку **p3**) и щелкнуть по кнопке  - **Создать объект** панели специального управления (рис. 2.2a);

6. Щелкнуть на пиктограмме  - **Прервать команду** в панели специального управления.

7. Удалить ненужную часть построенной сопрягаемой окружности. Для этого щелкнуть на кнопке  - **Усечь кривую** и указать курсором точки **p4** и **p5**.

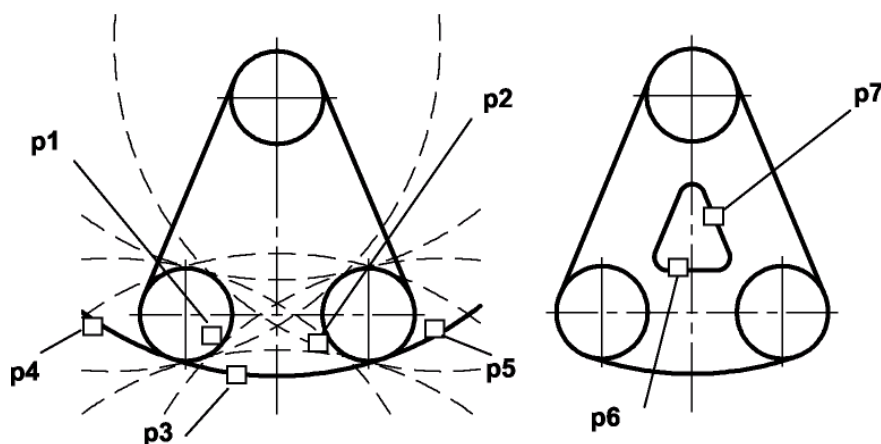


Рис. 2.2. - Построение окружности касательной к двум окружностям и двум прямым

2.1.3 Построение сопряжения между двумя прямыми

Последовательность построений:

- 1) щелкнуть на кнопке  - **Скругление** панели **Геометрия**;
- 2) в **Панели свойств** в соответствующем поле задать радиус сопряжения, задать соответствующие переключатели **Усекать** или **Не усекать** элементы 1 или 2 (рис. 2.3);

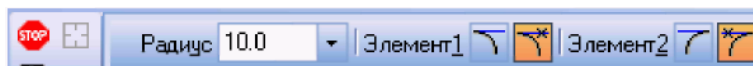


Рис. 2.3. - Переключатели **Панели свойств**

- 3) указать курсором на графической зоне прямые, между которыми строится сопряжение (на рис. 2.2 б это точки **р6** и **р7**);
- 4) щелкнуть на кнопке  - Прервать команду в панели специального управления.

2.2 Нанесение размеров в Inventor

Правила нанесения размеров на чертежах установлены ГОСТ 2.307-68. Размеры показывают геометрические величины объектов, расстояния и углы между ними. Для нанесения размеров на чертеже необходимо вывести изображение страницы **Раз- меры** компактной панели (рис. 2.4).



Рис. 2.4 - Содержание панели **Размеры**

Панель инструментов **Размеры** включает следующий набор кнопок:

 **Авторазмер** - позволяет построить размер, тип которого автоматически определяется системой в зависимости от того, какие объекты указаны для простановки размеров;



Линейный размер - проставляет простой линейный размер;



Диаметральный размер - строит размер диаметра окружности;



Радиальный размер - строит размер радиуса дуги окружности;



Угловой размер - проставляет простой угловой размер;



Размер дуги окружности - строит размер, характеризующий дугу окружности;



Размер высоты - позволяет строить размер высоты.

2.2.1 Оформление размерных примитивов

Размерный примитив в **Inventor** состоит из следующих элементов:

- **размерная линия** - линия со стрелками, выполненная параллельно соответствующему измерению (рис. 2.5 а);
- **размерные стрелки**;
- **выносные линии** - проводятся от объекта к размерной линии;
- **размерный текст** - текстовая строка, содержащая величину размера и другую информацию

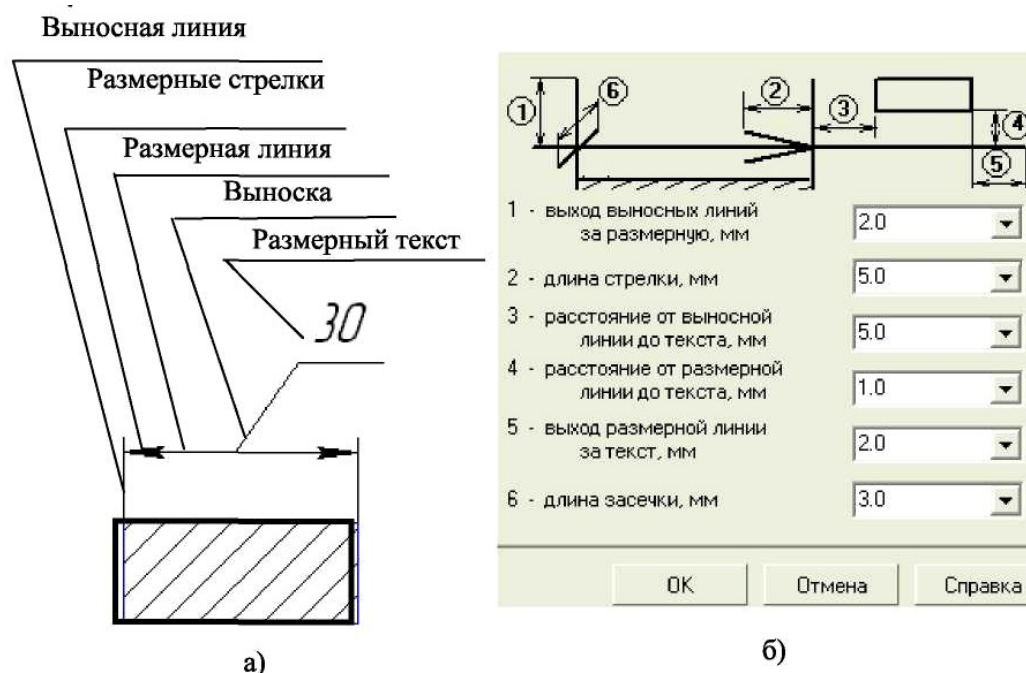
- **выноски** - используются, если размерный текст размещается на полке (рис. 2.5а).

Оформление размерных примитивов в графической системе осуществляется с помощью параметров отрисовки размеров. Для установки параметров отрисовки размеров:

- щелкните в **Главном меню** по пункту **Сервис**, а затем в Выпадающем меню по пункту **Параметры**. Появится диалоговое окно **Параметры** с открытой вкладкой **Текущий чертеж**;

- щелкните по пункту **Размеры**, а затем по пункту **Параметры**.

В правой части появится панель **Параметры отрисовки размеров**, показанная



на рис. 2.5 (б).

Рис. 2.5. - Параметры отрисовки размеров

Панель **Параметры отрисовки размеров** позволяет настроить внешний вид проставляемых размеров. Для большего удобства в панели включен поясняющий рисунок. Параметрами отрисовки размеров являются:

- выход выносной линии за размерную, мм;
- длина стрелки, мм;
- расстояние от выносной линии до текста, мм;
- расстояние от размерной линии до текста, мм;
- выход размерной линии за текст, мм;
- длина засечки, мм.

Можно использовать значения параметров по умолчанию, а можно ввести или выбрать их из раскрывающихся списков. Введенные значения будут добавляться в список и сохраняться в течение сеанса работы системы INVENTOR.

2.2.2 Задание точностей размерных надписей

Для задания точностей размерных надписей:

- щелкните в **Главном меню** по пункту **Сервис**, а затем в Выпадающем меню по пункту **Параметры**. Появится диалоговое окно **Параметры** с открытой вкладкой **Текущий чертеж**;
- щелкните по пункту **Размеры**, а затем **Точности**. В правой части появится панель **Точности размерных надписей** (условимся в дальнейшем для краткости изложения указанные выше пункты записывать вид схемы **Сервис** → **Параметры** → **Размеры** → **Точности**). Далее необходимо установить для размерных надписей число знаков после запятой (рис. 2.6а).

2.2.3 Задание параметров размерных надписей

Для установки параметров размерной надписи щелкните по пунктам падающего меню и открытой вкладки текущий чертеж **Сервис** → **Параметры** → **Размеры** → **Надпись**. В правой части появится панель **Параметры размерной надписи**, представленная на рис. 2.6.

Панель **Параметры размерной надписи** позволяет назначить параметры, которые будут использоваться по умолчанию при вводе текстовых фрагментов в документы.

Для установки нужного шрифта:

- щелкните в раскрывающемся списке **Шрифт** по стрелке, направленной вниз. Частично раскроется список, установленных в систем шрифтов;
- щелкните мышью по нужному шрифту. В окне **Пример** будет показан вид выбранного шрифта;
- щелкните по кнопке **ОК** для подтверждения сделанного выбора. Раскрывающийся список **Высота, мм**, служит для установки высоты шрифта надписи. Раскрывающийся список **Сужение, мм** служит для установки величины сужения. Текстовое поле **Шаг строк, мм** служит для введения значения расстояния (в миллиметрах) между строками текста. Флажки **Курсив**, **Жирный**, **Подчеркнутый** устанавливают вид надписи. После завершения настройки параметров текста нажмите кнопку **ОК**.

2.2.4 Линейные размеры

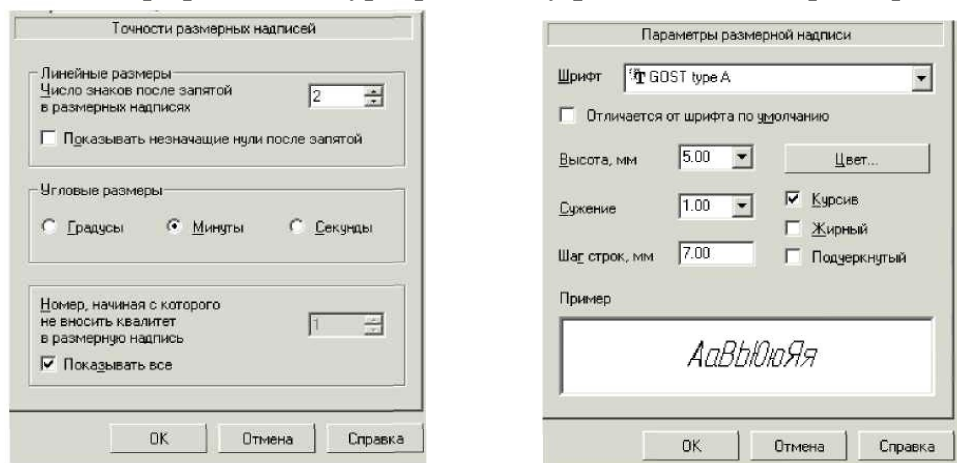
Панель свойств команд простановки линейных размеров имеет две закладки (рис. 2.4). Закладка **Размер** позволяет задавать положение характерных точек размера, управлять его ориентацией и содержанием размерной надписи. Закладка **Параметры** предназначена для настройки отображения создаваемых размеров. Простановка линейного размера начинается с задания точек привязки выносных линий. Если точки привязки принадлежат одному объекту (отрезку или дуге), то удобно пользоваться автоматической привязкой размера к граничным точкам этого объекта с помощью кнопки  Выбор базового объекта на панели специального назначения.

Для простановки линейного размера необходимо:

1. Щелкнуть на кнопке  линейный размер.
2. В Панели свойств задать вертикальный, горизонтальный или параллельный размер (рис. 2.7).
3. Указать графическим курсором точку **p1** - начало первой выносной линии (рис. 2.8а).
4. Указать графическим курсором точку **p2** - начало второй выносной ли-

нии.

5. Указать графическим курсором точку **p3** - положение размерной линии.



а)

б)

Рис. 2.6. - Окна «Точности размерных надписей» и
«Параметры размерных надписей»

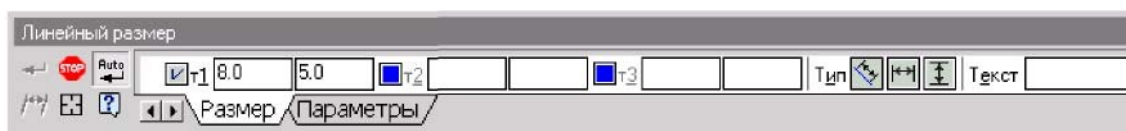


Рис. 2.7 - Вид **Панели свойств** при нанесении линейных размеров

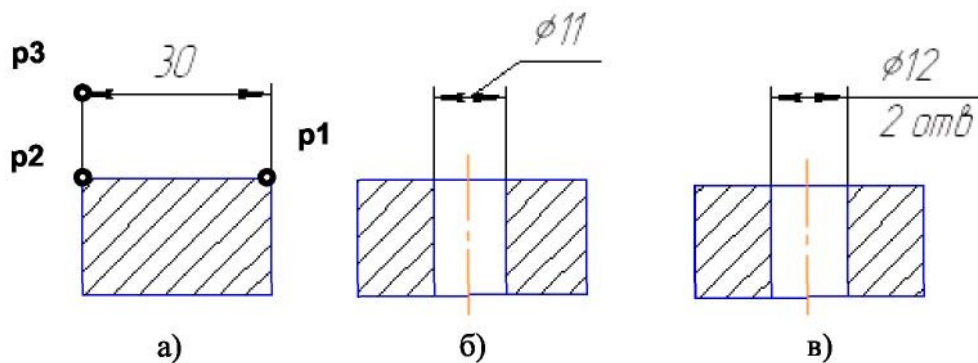


Рис. 2.8. - Варианты нанесение линейных размеров

Для нанесения линейного размера со знаком диаметра и на полке (рис. 2.8 б) необходимо после задания двух точек начала выносных линий (точек **p1** и **p2**) щелкнуть графическим курсором в окне **Текст Панели свойств**, затем в окне **Задание размерной надписи** указать необходимый символ (рис. 2.9 а).

Для изображения размера с полкой необходимо указать в **Панели свойств** элемент **Параметры**. Далее необходимо указать нужную опцию: **на полке влево**, **на полке вправо** ... (рис. 2.9 б).

Для нанесения линейного размера со знаком диаметра с указанием количества отверстий (см. рис. 2.9 в) необходимо после задания двух точек начала выносных линий (точек **p1** и **p2**) щелкнуть графическим курсором в окне **Текст Панели свойств**, в окне **Задание размерной надписи** указать символ

знака диаметра, а затем щелкнуть

на кнопке  и в окне **Текст под размерной надписью** набрать текст **2 отв.**

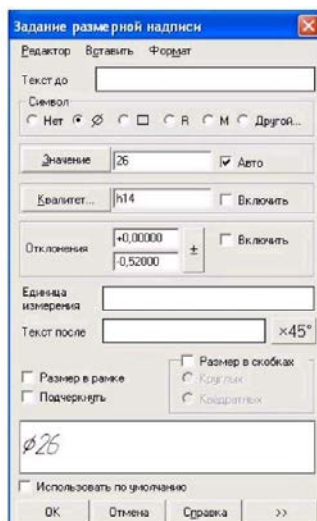
После этого щелкнуть на кнопке **ОК** (рис. 2.9 а).

2.2.5 Размеры радиусов и диаметров

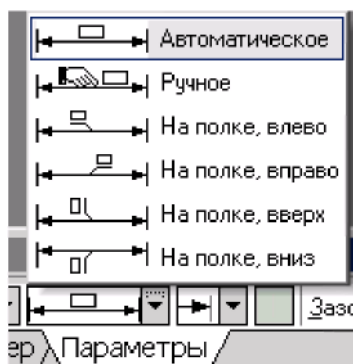
Расширенная панель радиальных размеров содержит команды простановки  - простого радиального размера и радиального размера  с изломом размерной линии.

Для нанесения размеров радиуса или диаметра необходимо:

- 1) щелкнуть на пиктограмме  **Радиальный размер** или  **Диаметральный размер**;
- 2) указать графическим курсором точку на изображении дуги или окружности - точка **p1** (рис. 2.10а, б);



а)



б)

Рис. 2.9. - Содержание окна **Задание размерной надписи** и закладки **Параметры**

- 3) указать графическим курсором точку, определяющую положение размерной линии - точка **p2** (рис. 2.10а, б).

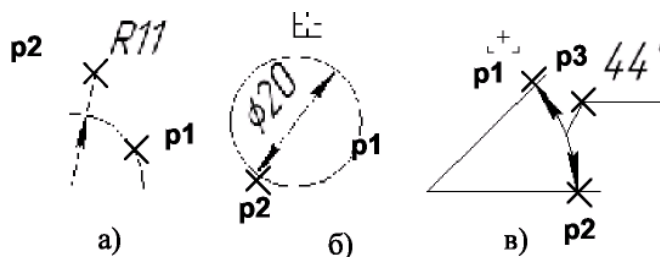


Рис. 2.10 - Нанесение размеров дуги, диаметра окружности и углового размера

2.2.6 Угловой размер

Панель расширенных команд ввода угловых размеров включает в себя:

 - Угловой размер,  - Угловой размер от общей базы,  - Угловой цепной размер,  - Угловой размер с общей размерной линией,  - Угловой размер с обрывом. Панель свойств при вводе угловых размеров содержит поля ввода и пере-



ключатели, позволяющие задавать положение характерных точек

Рис. 2.11 - Параметры углового размера

размера, управлять его ориентацией и содержанием размерной надписи (рис. 2.11). По умолчанию система строит угловой размер -  для острых углов. Переключатель типа размера -  строит размер на максимальный (тупой) угол, а переключатель -  создает размер больше 180°.

Для нанесения углового размера необходимо:

- 1) щелкнуть на кнопке  - **Угловой размер**;
- 2) указать графическим курсором точку на изображении первой прямой - точка **p1** (рис. 2.10 в);
- 3) указать графическим курсором точку на изображении второй прямой - точка **p2** (рис. 2.10 в);
- 4) указать графическим курсором точку, определяющую положение размерной линии - точка **p3** (рис. 2.10 в).

2.3 План лабораторной работы «Очертания технических форм»

1. Выбрать формат А3 с основной надписью вдоль короткой стороны.
2. Изобразить осевые линии (рис. 2.12 а).

Для этого:

- а) активизировать панель **Геометрия**;

б) щелкнуть по пиктограмме **Отрезок**, задать стиль линии **Осевая**, а затем изобразить осевые линии (рис. 2.12 а). При формировании изображений осевых линий использовать расширенную команду  - **Параллельный отрезок** -



В **Панели свойств** задать расстояние между осевыми линиями. Изображения вертикальных и горизонтальных линий рекомендуется выполнять при включенном режиме  - **Ортогональное черчение** панели **Текущее состояние**.

3. Изобразить заданные окружности (рис. 2.12 а). Для точного указания точек использовать объектную привязку **Пересечение**. Для этого щелкнуть на кнопке  - **Установка глобальных привязок** и в открывшемся окне установить опцию **Пересечение**.

4. Построить окружности, касательные к заданным окружностям (рис. 2.12 б). Для этого использовать команду  - **Касательная окружность к двум кривым**.

5. Удалить ненужные части окружностей. Использовать команду  - **Усечь кривую** панели **Редактирования** (рис. 2.12 в).

6. Построить дугу окружности **m** на заданном удалении от внешнего контура и прямую **n**, параллельную вертикальной оси симметрии (рис. 2.12 г). Использовать команду  - **Эквидистанта кривой** панели **Геометрия**.

7. Построить сопряжения между прямой **n** и дугой окружности **m**. Для построения сопряжений использовать команду  - **Скругление** (рис. 2.12 д, ж).

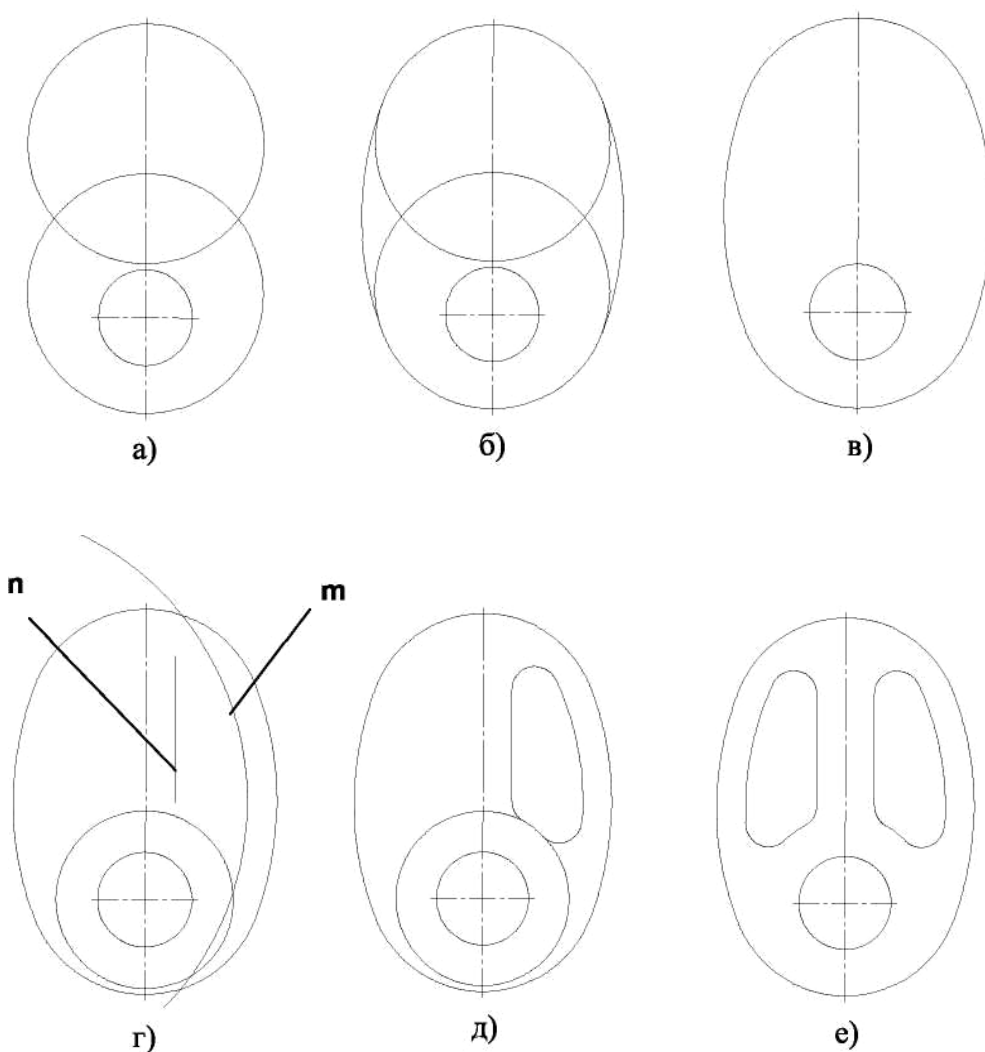
8. Построить окружности и касательные к ним. Для построения касательных использовать опцию  - **Отрезок, касательный к двум кривым** (рис. 2.12 з, и).

9. Удалить ненужные части окружности с использованием команды  - **Усечь кривую** (рис. 2.12 к).

10. Установить точность размерных надписей - число знаков после запятой 0 (рис. 2.12). Выполнить изображения размеров.

11. Заполнить основную надпись.

Пример выполненной работы представлен на рис. 2.13.



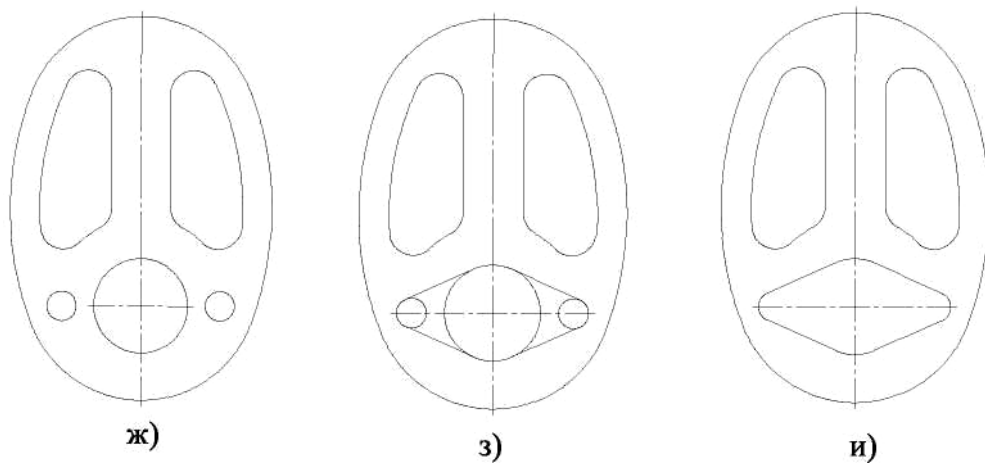


Рис. 2.12 - Последовательность выполнения работы

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 2.305-68. Изображения - виды, разрезы, сечения. - М.: изд-во ГОССТАНДАРТ, 1991.-236 с.
2. ГОСТ 2.307-68. Нанесение размеров и предельных отклонений. - М.: изд-во ГОССТАНДАРТ, 1991. - 236 с.
3. Вяткин Г.П. Машиностроительное черчение. - М.: Машиностроение, 2000. - 432 с.
4. Чекмарев А.А. Инженерная графика: учеб. для немаш. спец. вузов. - М.: Высш. шк., 2000. - 335 с.
5. Федоренко В. А., Шошин А. И. Справочник по машиностроительному черчению. -Л.: Машиностроение, 1986.
6. Шпур Г., Краузе Ф.-Л. Автоматизированное проектирование в машиностроении: пер. с нем. - М.: Машиностроение, 1988. - 875 с: ил.
7. Потемкин А. П. Инженерная графика. - М.: Лори, 2002. - 44 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
Самостоятельная работа № 1. Основы работы с графическим редактором INVENTOR. Выполнение основных и дополнительных видов детали. 4	
1.1 Программный интерфейс графической системы INVENTOR.....	4
1.2 Типы документов	5
1.3 Панели инструментов	6
1.4 Последовательность выполнения рабочего чертежа «Построение видов»....	12
1.5 План выполнения лабораторной работы «Построение видов»	19
Самостоятельная работа № 2. Построений сопряжений и нанесение размеров	21
2.1 Построения сопряжений в Inventor	21
2.2 Нанесение размеров в Inventor	23
2.3 План лабораторной работы «Очертания технических форм».....	28
Список литературы	37

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНЫХ РАБОТ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «КОМПЬЮТЕРНАЯ КОНСТРУКТОРСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ»

*для обучающихся по направлению 54.03.01 «Дизайн»,
профиль «Промышленный дизайн» всех форм обучения*

Составители:

Кузовкин Алексей Викторович
Суворов Александр Петрович
Золототрубова Юлия Сергеевна

Подписано в печать 04.06.2021

Формат 60x84 1/8 Бумага для множительных аппаратов

Уч.-изд. л. 3,3 Усл. печ. л. 3,0.

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»
396026 Воронеж, Московский просп., 14

Участок оперативной полиграфии издательства ВГТУ
396026 Воронеж, Московский просп., 14