

**Учебная дисциплина ЕН.02 ИНФОРМАТИКА**

**Дата:** 05.05.2020г.

**Группа № 47**

**Специальность СПО 23.02.03. «Техническое обслуживание и ремонт автомобильного транспорта»**

**№ урока 76-77**

**Тема:** Создание деталей. Как работать в Компас 3D. Приемы создания детали. Сервисные возможности.

**Задание:** Изучить материал, сделать конспект в тетради, Выполнить практические работы 4-6.

# ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ В САПР «КОМПАС»

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ОГЛАВЛЕНИЕ .....	3
Введение .....	6
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1 .....	7
Рабочий экран КОМПАС 3D LT .....	7
1.1. Назначение графического редактора КОМПАС-ГРАФИК .....	7
1.3. Знакомство с основными панелями КОМПАС 3D LT ...	10
1.4. Информация строки состояния объектов.....	11
1.4. Изменение размера изображения .....	12
ЗАДАНИЯ .....	13
I.....	13
II.....	14
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2.....	15
Построение геометрических примитивов.....	15
2.1. Системы координат.....	15
2.2. Работа с геометрическими примитивами.....	16
2.3. Команды ввода многоугольника и прямоугольника .....	16
2.4. Команда ввод окружности .....	17
УПРАЖНЕНИЕ. ....	18
ЗАДАНИЕ 1. ....	20
ЗАДАНИЕ 2. ....	21
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3.....	24
Понятие привязок. Конструирование объектов .....	24
3.1. Привязки.....	24
3.2. Редактирование чертежа.....	26
ЗАДАНИЕ. ....	32
ЗАДАНИЕ .....	37
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4.....	37
Построение геометрических объектов по сетке.....	37
УПРАЖНЕНИЕ .....	37
ЗАДАНИЕ 1. ....	38
ЗАДАНИЕ 2. ....	41
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №5.....	41
Построение сопряжений в чертежах деталей .....	41

УПРАЖНЕНИЕ 1. ....	43
УПРАЖНЕНИЕ 2. ....	46
ЗАДАНИЕ. ....	49
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №6.....	50
Основы трехмерного моделирования и проектирования.....	50
УПРАЖНЕНИЕ. ....	51
ЗАДАНИЕ №1.....	54
ЗАДАНИЕ №2.....	54
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №7.....	55
Трехмерное моделирование многогранников.....	55
УПРАЖНЕНИЕ 1. ....	55
УПРАЖНЕНИЕ 2. ....	57
УПРАЖНЕНИЕ 4. ....	60
ЗАДАНИЯ.....	61
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №8.....	61
Трехмерное моделирование тел вращения.....	61
УПРАЖНЕНИЕ 1. ....	62
УПРАЖНЕНИЕ 2. ....	63
УПРАЖНЕНИЕ 3. ....	64
ЗАДАНИЯ.....	65
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №9.....	65
Моделирование сложного геометрического объекта. Операции программы Компас 3D LT «приклеить выдавливанием», «вырезать выдавливанием».....	65
УПРАЖНЕНИЕ №1.....	65
УПРАЖНЕНИЕ 2. ....	67
ЗАДАНИЯ.....	71
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 10.....	72
Построение кинематических поверхностей способом.....	72
параллельного переноса («по сечениям»).....	72
УПРАЖНЕНИЕ 1. ....	73
ЗАДАНИЯ.....	78
Список литературы.....	79

## Введение

Настоящие методические указания содержат описание комплекса лабораторных работ по освоению дисциплины «Учебная практика по компьютерной графике» на персональных компьютерах (ПК) на примере программы "Компас 3D LT".

Целью лабораторных работ является знакомство с системой трехмерного моделирования и проектирования и приобретение практических навыков в создании проектно-конструкторской документации.

Методические указания содержат 10 лабораторных работ.

Работы 1-5 посвящены моделированию на плоскости. Работы 6-10 – трехмерному моделированию.

Каждая лабораторная работа включает:

- общие сведения по теме;
- задания с алгоритмом выполнения;
- задания для самостоятельного выполнения.

Контроль выполнения упражнений осуществляется преподавателем, ведущим лабораторные занятия.

# ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1

## Рабочий экран КОМПАС 3D LT

### 1.1. Назначение графического редактора КОМПАС-ГРАФИК

Задача КОМПАС 3D LT – подготовка и выпуск чертежно-конструкторской документации.

#### Основные возможности:

- геометрические построения средствами «электронного кульмана»;
- редактирование изображения (сдвиг, поворот, копирование, масштабирование, деформация, симметрия т.д.);
- форматирование текстовых надписей;
- оформление технических требований и основных надписей;
- сохранение типовых фрагментов чертежа и их перенесение в другой чертеж;
- использование библиотек типовых параметрических изображений;
- создание сборочных чертежей и т.д.

### 1.2. Запуск программы. Основные элементы рабочего окна

Запустить программу КОМПАС 3D LT можно щелчком ЛК мыши



на пиктограмме КОМПАС-3D LT 5.11. После запуска системы на экране появится главное окно системы, в котором пока нет ни одного открытого документа и присутствует минимальный набор командных кнопок (рис.1).

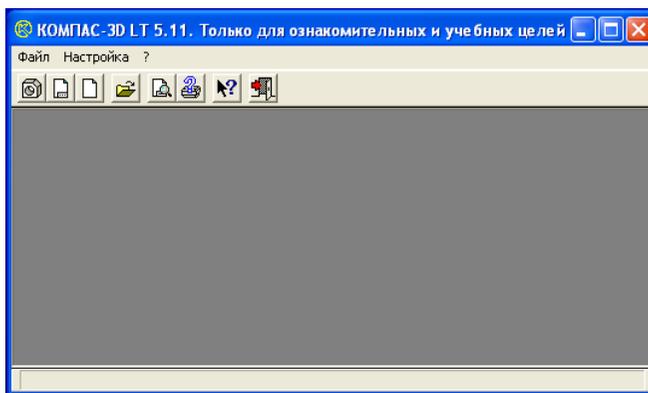


Рис. 1

Щелкните мышью (ЛК) в строке меню на слове **Файл**. Появится выпадающее меню, в первой строке которого будет команда **Создать**. Укажите на нее курсором мыши.

Выберите **Лист** (**Файл** ⇒ **Создать** ⇒ **Лист**). Возникнет изображение формата (М 1:1) с основной надписью. Одновременно с этим в первой строке экрана появится извещение о присвоенном по умолчанию имени вновь созданного файла: Лист БЕЗ ИМЕНИ: 1 (рис. 2).

*Основные элементы указаны цифрами:*

**1-заголовок окна** – содержит название документа;

**2- строка меню** – в ней расположены все основные меню системы, в каждом меню хранятся связанные с ним команды;

**3-панель управления** – в ней собраны команды, которые часто употребляются при работе с системой;

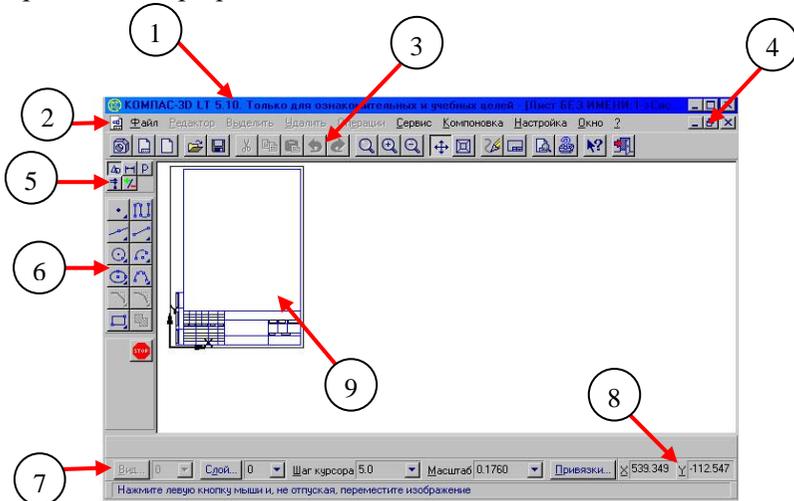


Рис. 2

**4- кнопки управления окнами:**



Кнопка, закрывающая окно.



Кнопка «Свернуть», щелчком по ней убирается окно с рабочего стола, при этом приложение продолжает выполняться.



Кнопка «Развернуть» увеличивает окно до размера экрана.



Кнопка «Восстановить» переводит окно в промежуточное состояние.

**5- панель переключения** - производит переключение между панелями;

**6-панель инструментов** - состоит из нескольких отдельных страниц (панель геометрии, размеров, редактирования);

**7-строка состояния объекта** – указывает параметры объекта;

**8-текущие координаты;**

**9- поле чертежа с рамкой (формат А4).**

Рассмотрим типы графических документов КОМПАС 3D LT (рис.3)

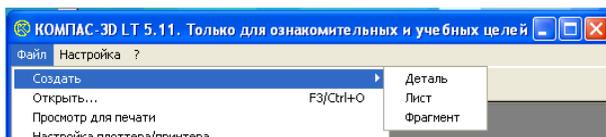


Рис. 3

Название документа	Содержание
Лист чертежа	Лист чертежа представляет собой чертеж объекта и его оформление: <ul style="list-style-type: none"> <li>• чертежи (файлы .CDW);</li> <li>• задание формата листа бумаги;</li> <li>• тип основной надписи (штампа);</li> <li>• технические требования;</li> <li>• неуказанная шероховатость;</li> <li>• объекты связанной с листом спецификации</li> </ul>
Лист фрагмента	<ul style="list-style-type: none"> <li>• отличается от чертежа только отсутствием элементов оформления и предназначается для хранения типовых решений и конструкций для последующего использования (вставки) в других документах;</li> <li>• фрагменты (файлы .FRW);</li> <li>• фрагмент можно в любой момент времени поместить в чертеж и наоборот</li> </ul>
Деталь	Предназначен для построения детали в объеме

Для закрытия открытого документа достаточно щелкнуть на кнопке «Закрыть»

Для завершения работы можно:

- открыть меню **Файл** ⇨ **Выход**;

- использовать клавиатурную команду <Alt>+<F4>;
- нажать кнопку .

### 1.3. Знакомство с основными панелями КОМПАС 3D LT

*Инструментальная панель* находится в левой части главного окна и состоит из двух частей. В верхней части расположены девять кнопок переключателей режимов работы, а в нижней части – панель того же режима работы, переключатель которого находится в нажатом состоянии. Отдельные кнопки в правой нижней части имеют небольшой черный треугольник. При щелчке мышью на такой кнопке и удержании ее в нажатом состоянии некоторое время рядом с ней появляется новый ряд кнопок-пиктограмм с подкомандами.

Каждая панель соответствующего режима работы содержит до двенадцати кнопок-пиктограмм для вызова конкретной команды. Основные панели показаны на рис.4.

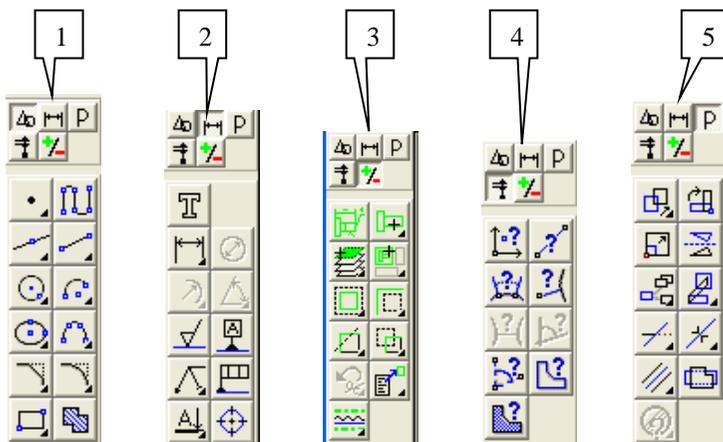


Рис. 4

1	<i>Инструментальная панель геометрии</i> обеспечивает возможность начертить любую линию или фигуру любым стандартным типом линии, а также выполнить штриховку любой области.
2	<i>Инструментальная панель размеров и технологических обозначений.</i> На этой панели расположены кнопки, позволяющие обратиться к командам простановки размеров и технологических обозначений. Для вызова какой-либо команды нажмите соответствующую кнопку панели.

3	<i>Инструментальная панель выделения.</i> На этой панели расположены кнопки, позволяющие обратиться к командам выделения графических объектов документа и командам снятия выделения. Для вызова какой-либо команды нажмите соответствующую кнопку панели.
4	<i>Инструментальная панель измерений.</i> На ней расположены кнопки вызова команд, позволяющих измерить длину объекта, расстояние или угол между объектами, площади и массоцентровочные характеристики объектов.
5	<i>Инструментальная панель редактирования</i> содержит команды, позволяющие проводить редактирование элементов чертежа – копирование, масштабирование, поворот, сдвиг, зеркальное отображение, деформацию и многое другое.

#### 1.4. Информация строки состояния объектов

В главном окне расположены строки атрибутов объекта (рис.5):

1. Строка параметров объектов
2. Строка текущего состояния
3. Строка сообщений

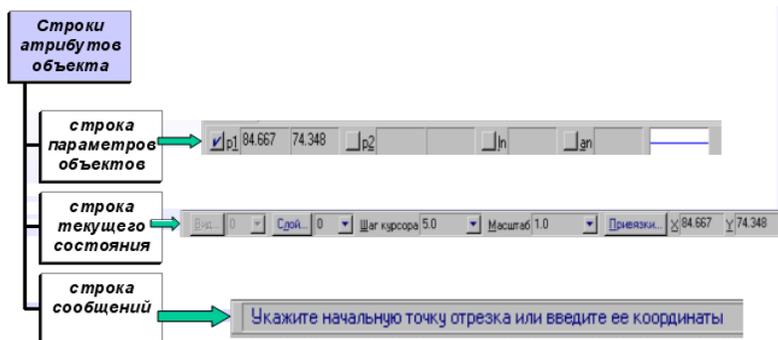


Рис.5

- Строка параметров объектов содержит значения характерных параметров элемента, который в настоящий момент редактируется или создается на чертеже. Например, при рисовании отрезка на ней отображаются координаты начальной и конечной точек, длина отрезка и угол наклона, а также тип линии, которым этот отрезок будет вычерчен.

- Строка текущего состояния отображает текущие параметры КОМПАС 3D LT, а именно: вид (в чертеже), слой, масштаб

отображения в окне, шаг курсора, координаты текущего положения курсора. Также там находятся кнопки управления объектными привязками, сеткой и локальными системами координат.

- Строка сообщений подсказывает очередное действие для выполнения текущей команды или дает пояснения для элемента, на который в данный момент указывает курсор.

На рис. 5 приведены атрибуты объекта (при вводе отрезка).

#### 1.4. Изменение размера изображения

Для увеличения какой-либо области документа используется кнопка *Увеличить масштаб рамкой* . Для плавного

изменения масштаба используется кнопка *Ближе/дальше* . Перемещение изображения в окне документа без изменения масштаба

достигается нажатием кнопки *Сдвинуть изображение* . Для отображения в окне всего документа служит кнопка *Показать все*

. Для обновления изображения служит кнопка *Обновить* .

#### Выбор формата чертежа и основной надписи.

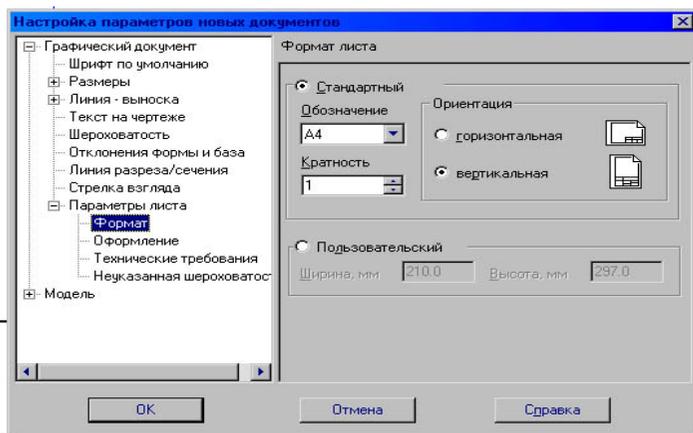


Рис.6

- Для изменения формата и вида штампа следует выбрать (рис.6):

1. Меню *Настройка*.
2. Команду *Настройка новых параметров*.

- Для выбора формата:  
*Графический документ/Параметры листа/Формат.*
- Для выбора типа основной надписи.  
*Графический документ/Параметры листа/Оформление.*

## ЗАДАНИЯ

**ЗАДАНИЕ 1.** Выполнить построение отрезка по указанному алгоритму и проанализировать строку объекта.

До начала работы необходимо создать папки для сохранения документов. В вашей папке создайте папку, например Лаб\_компас. Далее, в вашей личной папке создайте папки: Лаб\_1, Лаб\_2, Лаб\_3, Лаб\_4, Лаб\_5, Лаб\_6, Лаб\_7, Лаб\_8, Лаб\_9, Лаб\_10.

### Алгоритм построения отрезка.

1. Запустить программу КОМПАС LT  (ЛК мыши).

2. Щелкните мышью (ЛК) в строке меню на слове **Файл**. Появится выпадающее меню, в первой строке которого будет команда **Создать**. Укажите на нее курсором мыши.

Выберите **Лист (Файл ⇨ Создать ⇨ Лист)**. Возникнет изображение формата (М 1:1) с основной надписью. Одновременно с этим в первой строке экрана появится извещение о присвоенном по умолчанию имени вновь созданного файла:

Лист БЕЗ ИМЕНИ: 1.

3. Включите кнопку *Геометрические построения*  на панели инструментов (ЛК мыши).

4. На панели управления найдите кнопку *Показать все*  и щелкните по ней (ЛК мыши). Появится целое изображение формата в уменьшенном виде.

5. Выберите кнопку-пиктограмму *Ввод отрезка*  на инструментальной панели геометрии и щелкните на ней кнопкой мыши. Появится строка параметров объекта при вводе отрезка.

6. Для построения отрезка необходимо ввести координаты точек  $p1(X1;Y1)$  и  $p2(X2;Y2)$ , Координаты вводятся с клавиатуры. Для этого следует дважды щелкнуть мышью в поле (окошечке) справа от

надписи  $p1$  параметра первой точки и, не перемещая больше мыши, набрать на клавиатуре значение координаты  $X1$  (60).

7. Переместите указатель мыши, не выходя из строки параметров объекта, в следующее поле и, дважды щелкнув, наберите значение координаты  $Y1$  (100). Зафиксируйте значения первой точки отрезка нажатием клавиши **Enter** или щелчком на кнопке  $p1$ .

8. Таким же образом назначьте координаты второй точки отрезка  $p2$  (150;200). После нажатия **Enter** на чертеже появится изображение отрезка.

9. Система остается в режиме ожидания для построения второго отрезка. Если в этом нет надобности в построении, то необходимо прервать текущую команду. Для этого надо щелкнуть на кнопке со знаком **Stop** слева от рабочего экрана.

10. Щелкнуть на кнопке со знаком **Stop**.

#### Алгоритм стирания отрезка.

11. Укажите на построенный отрезок. Для этого нужно установить прицел перекрестия на отрезке и щелкнуть левой кнопкой мыши. Отрезок выделится (инвертируется) другим цветом, а на его концах появятся черные квадратики (маркеры), обозначающие границу выделения.

12. Нажмите клавишу **Delete** на клавиатуре. Отрезок будет удален.

13. Выполните команду **Редактор**  $\Rightarrow$  **Отменить**. Отрезок появится снова.

14. Выполненное задание сохранить в папке **Лаб\_1** с именем **Задание\_1**.

**ЗАДАНИЕ 2.** Построение отрезков и замкнутых контуров по координатам.

1. Выберите **Лист** (**Файл**  $\Rightarrow$  **Создать**  $\Rightarrow$  **Лист**).

2. Построить горизонтальный отрезок: первая точка (30;230), вторая точка (60;230).

3. Построить вертикальный отрезок: первая точка (80,220), вторая точка (80;240).

4. Построить отрезок (110;220) и (150;240).

5. Построить ломаную по координатам (40;170), (40;190), (40;190), (60;190), (60;190), (60;150), (60;150), (100;150), (100;150), (100;160), (100;160), (150;160).

6. Построить ломаную по координатам (40;100), (60;120), (60;120), (100;90), (100;90), (110;100), (110;100), (150;85).

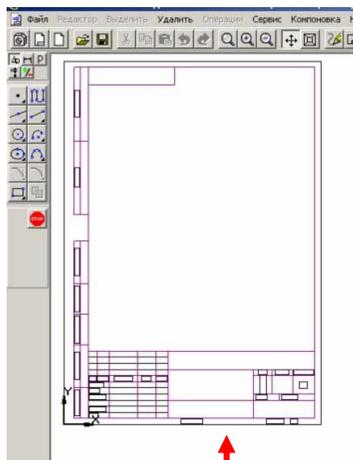
7. Построить замкнутый контур из отрезков (контур придумать самостоятельно).

8. Выполненное задание сохранить в папке **Лаб\_1** (Задание\_2).

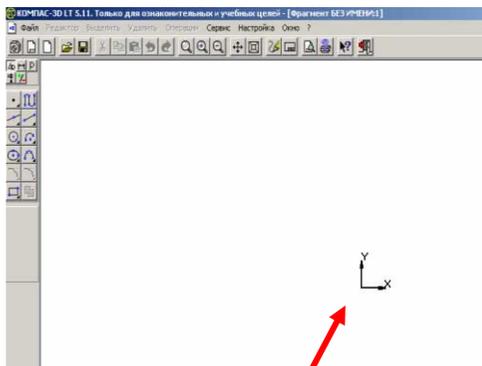
## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2 Построение геометрических примитивов

### 2.1. Системы координат

В КОМПАС-ГРАФИК используется правая декартова система координат. Начало абсолютной системы координат, задаваемых системой по умолчанию, всегда находится в левом нижнем углу формата. Для фрагмента, в виду отсутствия у него формата, понятие левого нижнего угла отсутствует, поэтому при создании нового фрагмента начало системы координат отображается в центре окна.



Для формата



Для фрагмента

На практике часто бывает более удобно отмерять расстояние от какой-то точки на детали, а иногда под каким-то углом. В этом случае целесообразно поместить в эту точку начало системы координат. Такая система координат называется локальной (ЛСК). При этом все координаты будут рассчитываться и отображаться именно в этой текущей системе. Количество ЛСК на чертеже не ограничено. Для удобства поиска каждой ЛСК присваивается уникальное имя, а после

того как надобность в ней отпадает, ЛСК может быть быстро удалена с чертежа.

Для создания первой ЛСК служит команда **Локальная СК...** из меню **Сервис** либо кнопка Локальная СК , расположенная в строке текущего состояния.

После вызова команды на экране появляется изображение осей ЛСК, которое можно перемещать мышью в нужную точку чертежа. До фиксации точки начала координат ЛСК и угла наклона осей целесообразно назначить для этой системы новое имя, т.к. по умолчанию система предложит имя **cs1**. Имя набирается в строке параметров объекта. Так же следует ввести координаты начала и угол наклона ЛСК. После фиксации ЛСК на поле чертежа следует нажать кнопку **Создать** объект на панели специального управления.

Оси текущей ЛСК могут по желанию пользователя отображаться на экране, а могут и не отображаться (**Настройка** ⇨ **Настройка параметров системы** ⇨ **Графический редактор – Виды, слои, СК – Оси локальной системы координат – Показывать**). Здесь же можно выбрать стиль отрисовки осей системы координат (тип линии и ее цвет).

## 2.2. Работа с геометрическими примитивами

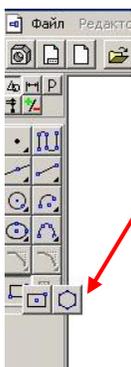
- Все команды построения геометрических примитивов, которые сгруппированы по типам объектов и вызываются кнопками, расположенными на **инструментальной панели геометрии**. Кнопки, позволяющие вызвать дополнительную панель команд, помечены треугольником в правом нижнем углу.

- 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.

- Каждый графический примитив может быть выполнен линиями определенного типа, толщины, цвета и расположен на определенном слое чертежа.



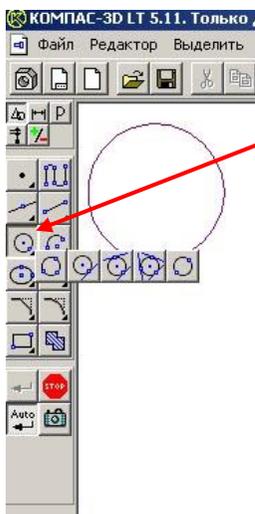
## 2.3. Команды ввода многоугольника и прямоугольника



- Для построения правильного многоугольника служит команда **Многоугольник**, а для ее вызова надо нажать одноименную кнопку на инструментальной панели геометрии.
- В строке параметров объекта необходимо назначить число сторон будущего многоугольника.
- После чего указать курсором центр многоугольника и точку на описанной (вписанной) окружности, определяющей его размер.

Прямоугольник может быть построен двумя способами - по любой диагонали либо по центру и углу. Для вызова построения прямоугольника используются кнопки:

- кнопка Прямоугольник по диагональным точкам 
- кнопка Прямоугольник по центру и углу 



## 2.4. Команда ввод окружности

- Для вычерчивания окружности служит команда **Окружность**, для вызова которой нажмите одновременно кнопку на инструментальной панели геометрии.
- Эта команда позволяет начертить окружность по двум точкам. Сначала запрашивается координата центра окружности, которую можно указать курсором, после чего на экране возникают фантом окружности.

Кроме окружности по координатам центра и точке на окружности, вычерчиваются окружности и с другими входными параметрами. Вызов команд для вычерчивания таких окружностей осуществляется кнопками:



- кнопка Окружности по трем точкам;



- кнопка Окружность, касательная к кривой;



- кнопка Окружность, касательная к двум кривым;



- кнопка Окружность, касательная к трем кривым;



- кнопка Окружность по двум точкам.

## ЗАДАНИЯ

**ЗАДАНИЕ 1.** Выполнить построение основных линий чертежа.

*Алгоритм выполнения линии чертежа.*

1. Запустить программу КОМПАС 3D.
2. Меню **Настройка** ⇨ **Настройка новых документов**.
3. В окне диалога «Настройка параметров новых документов» выбрать **Параметр листа** ⇨ **Формат** и установить параметры в **Формате листа** (рис. 6):
  - Обозначения: A4;
  - Ориентация: горизонтальная.
4. Выбрать **Лист** (**Файл** ⇨ **Создать** ⇨ **Лист**).
5. Выбрать инструмент: отрезок .
6. Начертить горизонтальный отрезок по координатам:
  - 1 точка (40;185): нажать с клавиатуры <Alt>+<1> или дважды щелкнуть мышью в поле (окошечке) справа от надписи *p1* параметра первой точки;
  - клавиша <Tab>;
  - 2 точка (200;185): нажать с клавиатуры <Alt>+<2>.
7. Построить второй горизонтальный отрезок: 1 точка – (40;170), 2 точка – (200;170).
8. Выделить вторую прямую, щелкнуть 2 раза ЛКМ по прямой и на столе параметров объекта (рис.5) выбрать другой тип линии (тонкая) (рис. 8).
9. Выполнить надписи линий – **Основная и Тонкая**. Для этого необходимо сделать активной панель ЛКМ - **Размеры и технологические обозначения** (рис.7).



Рис.7

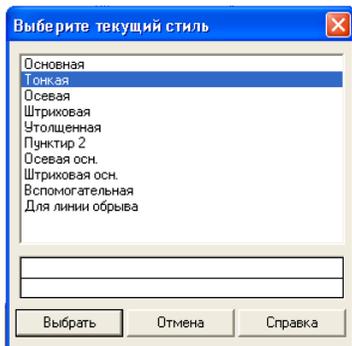


Рис. 8

- нажать кнопку любой другой команды;
- нажать кнопку **Прервать команду** на панели специального управления.

12. Заполните основную надпись – штамп. Активизируйте основную надпись одним из способов:

- с помощью курсора ЛКМ выберите верхнее меню **Компоновка** ⇒ **Основная надпись**;
- двойным щелчком ЛКМ в любой точке штампа;
- нажатием ПКМ на штампе с последующим выбором ЛКМ команды контекстного меню **Заполнить основную надпись** и подтверждением команды ЛКМ или клавишей <Enter>.

13. Перед заполнением штампа увеличьте его во весь экран с помощью команды **Сервис** ⇒ **Увеличить масштаб рамкой** или кнопкой **Увеличить масштаб** .

14. Заполните ячейки штампа. Установите курсор на ячейке, зафиксируйте его положением нажатием ЛКМ и начните заполнение с клавиатуры (рис. 9):

В графу «Наименование изделия» введите – Линии.

I. В графу «Масштаб» - 1:1.

II. В графу «Выполнил» введите – свою фамилию.

III. В графу «Проверил» введите - фамилию преподавателя.

IV. В графу № изделия – Графическая работа №1.

V. В графу организация – Филиал СПбГИЭУ.



10. Сделать активным инструмент

ЛКМ **Ввод текста** .

11. Около начерченной линии щелкнуть ЛКМ и ввести надпись линии. Прервать команду можно, нажав клавишу ESC.

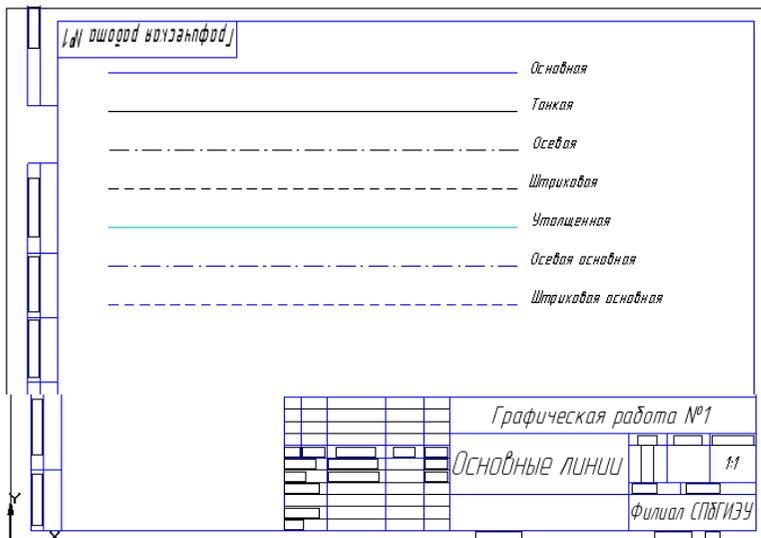
*Для завершения текущей команды ввода или редактирования нужно выполнить одно из следующих действий:*

- нажать клавишу <Esc>;
- отжать кнопку команды;

15. После заполнения ячеек выполнить команду **Создать объект** .
16. Выполненное задание сохранить в папке **Лаб\_2** (Задание\_1).

**ЗАДАНИЕ 2.** Построить прямые и выполнить надписи линий.

1. Открыть файл Задание\_1 (папка Лаб\_2).
2. Продолжить построение линий:
  - осовая (40;155), (200;155);



- штриховая (40;140); (200;140);
- утолщенная (40;125), (200;125);
- осовая основная (40;110); (200;110);
- штриховая основная (40;95); (200;95).

**ЗАДАНИЕ 3.** Построение прямоугольников, отрезков и многоугольников.

1. Выбрать **Фрагмент** (**Файл** ⇨ **Создать** ⇨ **Фрагмент**).
2. Построить прямоугольник по координатам 1(25,30), 2(70,60).
3. Построить прямоугольники по начальным точкам:
  - 1(160,30), h=25, w=35
  - 1(60;120), h=-30, w=-20
  - 1(160;90), h=15, w=-45
4. Построить прямоугольник по центру и углу O(250;65), (300;180).
5. Построить отрезки по точке, длине и углу:
  - (20;200), ln=100, an=45°
  - (80;200), ln=100, an=-30°
  - (175;200), ln=150, an=-300°
6. Построить параллельные отрезки:
  - построить отрезок 1(50;10), 2(50;-40);
  - выбрать кнопку **Параллельный отрезок** , ввести координату начальной точки (100;10) и длину отрезка ln=50. Щелкнуть мышью по отрезку;
  - ввести координату начальной точки (185;10), длину отрезка ln=25. Щелкнуть мышью по последнему отрезку и задать расстояние между отрезками d=70.
7. Построить многоугольники: *по центру вписанной окружности и по центру описанной окружности, ее радиусу или точке.*

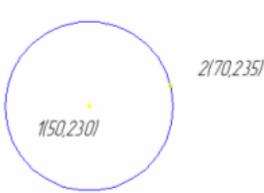
Выбрать кнопку **Ввод многоугольника** , в строке параметров объекта установить:

- n=5, c(500;200), rad=50, **Способ построения** 
  - n=6, c(500;-30), p(500;60), **Способ построения** 
  - n=5, c(700;200), p(700;250), **Способ построения** 
  - n=6, c(800;-30), r=150, **Способ построения** 
8. Выполненное задание сохранить в папке **Лаб\_2** (Задание\_2).

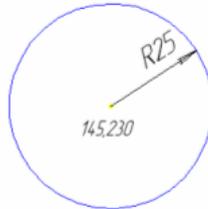
**ЗАДАНИЕ 4.** Построение окружностей.

1. Выбрать **Фрагмент** (**Файл** ⇨ **Создать** ⇨ **Фрагмент**).
2. Начертить окружность по двум точкам 1(40,130), 2(20,140).

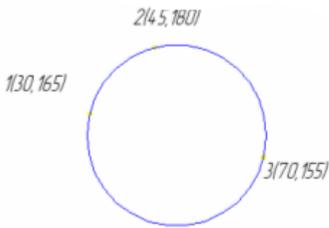
3. Начертить окружность, касательную к трем кривым, предварительно построив треугольник по координатам 1(100;100), 2(150, 100), 3(140,140).
4. Начертить дугу по центру и двум точкам 0(35,35), 1(55,35), 2(15,35).
5. Начертить дугу по центру, радиусу, начальной величине дуги, конечной величине дуги 0(150,35),  $R=35$ ,  $\alpha_1=60^\circ$ ,  $\alpha_2=290^\circ$ .
6. Начертить дугу по трем точкам 1(125,180), 2(155,170), 3(145,140).
7. Построить шестиугольник центр вписанной окружности 0(40,35),  $R=20$ .
8. Построить восьмиугольник центр описанной окружности 0(130,40),  $R=30$ .
9. Далее построить фигуры, показанные на рисунке.
10. Выполненное задание сохранить в папке **Лаб\_2** (Задание\_3).



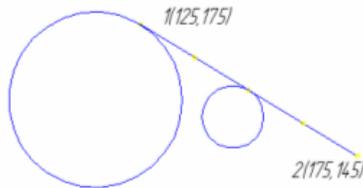
по 2-м точкам



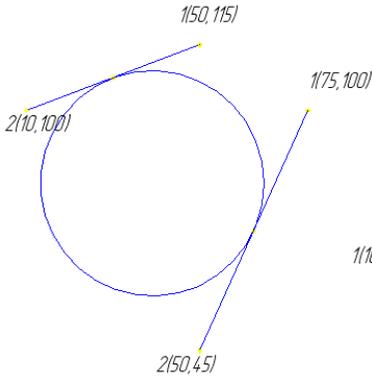
по точке(центру окружности) и радиусу



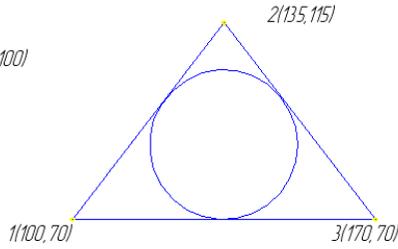
по 3-м точкам



касательной к одной кривой



касательной к двум кривым

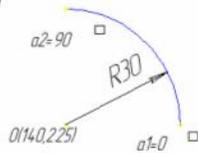


касательной к трем кривым

Построение дуги



по центру дуги и двум точкам

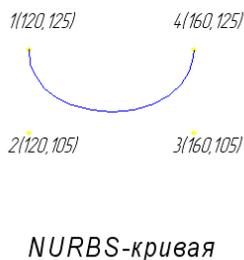
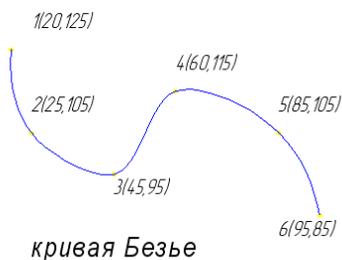


по центру дуги, радиусу, начальной величине дуги и конечной величине дуги

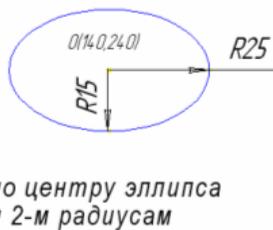
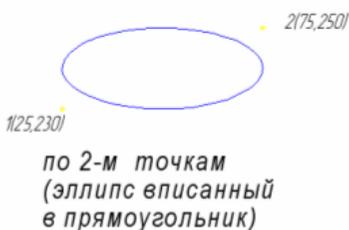


по трем точкам

## Построение кривых



## Построение эллипса



## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3 Понятие привязок. Конструирование объектов

### 3.1. Привязки

При работе с чертежом иногда бывает удобно включить изображение сетки на экране и назначить привязку к ее узлам. При этом курсор, перемещаемый мышью, начнет двигаться не плавно, а дискретно по узлам сетки, т.е. с определенным шагом. Такой режим работы можно сравнить с вычерчиванием изображения на листе миллиметровой бумаги (рис. 10).

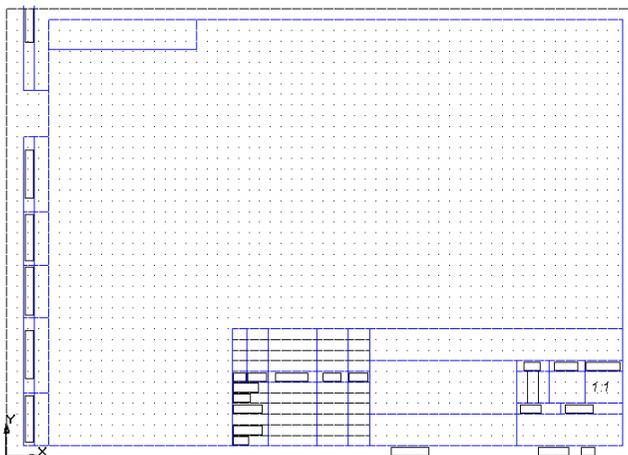


Рис. 10

Для того чтобы включить изображение сетки в активном окне, нажмите кнопку Сетка в Строке текущего состояния системы. При этом кнопка останется нажатой (рис. 11).

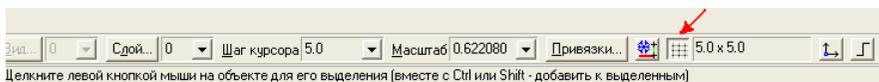


Рис. 11

Другим способом включения сетки является нажатие комбинации клавиш <Ctrl> + <G>.

Для установки глобальных привязок нужно щелкнуть ЛКМ на кнопке Привязки, расположенной в Строке текущего состояния. Затем выберите в появившемся списке вариант По сетке.

Для того чтобы выполнить однократную привязку по сетке, выберите нужный вариант (По сетке) в меню локальных привязок, вызвав его на экран щелчком ПКМ.

### Настройка параметров сетки:

1. Выберите в меню команду **Настройка** ⇨ **Настройка системы...**
2. В появившемся диалоге раскройте раздел **Графический редактор** и выберите пункт **Сетка**.

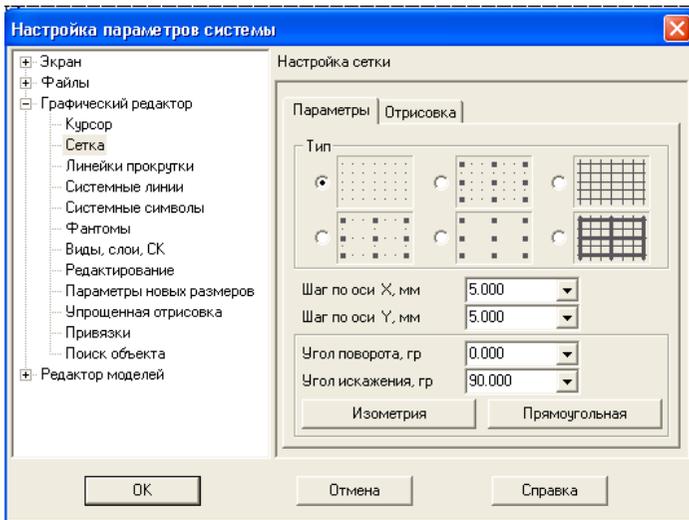


Рис. 12

3. В окне диалога Настройка параметров текущего окна установите параметры сетки по оси  $X=5\text{мм}$ , по оси  $Y=5\text{мм}$  и нажмите кнопку ОК (рис. 12).

Теперь при включении сетки в окне вновь созданного документа, она будет изображаться в соответствии с заданными параметрами.

### 3.2. Редактирование чертежа

Для отмены ошибочно выполненного действия нажмите на кнопку **Отменить** на панели управления, и система вернет чертеж в то

состояние, в котором он был до выполнения последней команды .

Для восстановления отмененного состояния надо нажать на рядом расположенную кнопку **Повторить** .

Остановить выполнение команды можно с помощью кнопки  - **Прервать команду**.

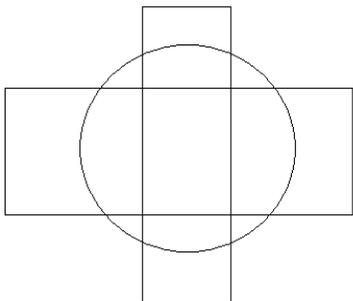
Выделение объектов мышью можно осуществить следующими способами:

1. Подведите курсор к нужному объекту. Щелкните ЛКМ. Цвет объекта изменится – он будет прорисован тем цветом, который установлен для выделенных объектов в настройках системы.

2. Если необходимо выделить несколько объектов, нажмите клавишу <Shift> и удерживайте ее нажатой, одновременно щелкая ЛКМ на нужных объектах.
3. Можно выделить несколько объектов другим способом – с помощью прямоугольной рамки. Установите курсор на свободное место (так, чтобы он не захватывал никаких объектов), нажмите ЛКМ и перемещайте курсор, удерживая кнопку нажатой. На экране будет отображаться рамка, следующая за курсором. Захватите несколько объектов этой рамкой и отпустите кнопку мыши. Все объекты, целиком попавшие внутрь рамки, будут выделены. После этого с ними можно выполнять различные операции – удалять, перемещать, копировать, заносить в буфер обмена и т.д.

В процессе работы над чертежом часто используются различные вспомогательные построения (аналог построений в тонких линиях на кульмане). Если нужно очистить весь чертеж от ставших ненужными вспомогательных построений и точек, выберите в меню **Удалить** команду **Вспомогательные кривые и точки**, а в развернувшемся списке вариантов – команду **Во всех видах**. Если требуется очистить от вспомогательных построений только текущий вид, то выбирается в меню **Удалить** команду **Вспомогательные кривые и точки**, а в развернувшемся списке вариантов – команду **В текущем виде**.

### *Удаление области*



*Рис. 13. Исходное изображение*

1. Выберите в меню **Удалить** команду **Область** или нажмите соответствующую кнопку на **Инструментальной** панели редактирования.



- кнопка **Удалить область**.

2. По умолчанию система ожидает указания замкнутого геометрического объекта как границы области. В нашем примере необходимо указать окружность.

3. Если требуется сформировать границы удаляемой области другими способами (ручным рисованием или обходом по стрелке), используются кнопки на **Панели специального управления**.



-кнопка **Ручное рисование границ**.



-кнопка **Обход границы по стрелке**.

4. В нашем примере очищается область внутри указанной границы. Если нужно переключиться на удаление снаружи от границы, используйте кнопку **Параметры очистки области** на **Панели специального управления**.



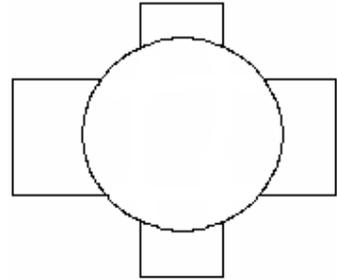
-кнопка **Параметры очистки области**.

5. Для запуска удаления указанных областей нажмите кнопку **Создать объект** на **Панели специального управления**.



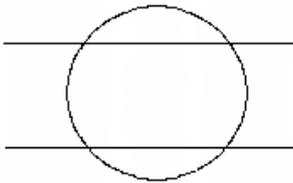
- кнопка **Создать объект**.

Результат выполнения команды показан на рисунке.



*Рис. 14. Изображение после очистки области*

### **Усечение объекта**



*Рис.15. исходное изображение*

соответствующую кнопку на Инструментальной панели редактирования.

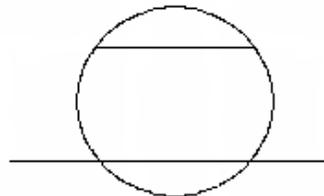


- кнопка **Усечь кривую**.

2. Укажите курсором часть геометрического объекта, которую необходимо удалить (усечь). В нашем примере для верхнего отрезка

КОМПАС-ГРАФИК позволяет быстро и удобно удалять части объектов, ограниченные точками пересечения с другими объектами (иначе говоря, усекать объекты).

1. Выберите в меню **Удалить** команду **Часть кривой** или нажмите



*Рис. 16. Изображение после очистки области*

указан участок, лежащий внутри окружности, а для нижнего – участка снаружи от окружности (рис.16).

Если нужно остановить указанный участок кривой и удалить внешние относительно него участки, переключите кнопку Удалить/остановить участок в Строке параметров объектов.



- Удалить указанный участок (по умолчанию).



- Оставить указанный участок.

Усекать можно геометрические объекты (окружности, кривые Безье, эллипсы и т.д.).

### ***Усечение объекта по указанным точкам***

Для удаления части объекта, ограниченной двумя явно заданными точками, выполните следующее.

1. Нажмите кнопку **Усечь кривую двумя точками** на Инструментальной панели редактирования.

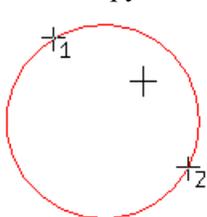


Рис. 17.



- кнопка **Усечь кривую двумя точками**.

2. Укажите курсором геометрический объект для операции.

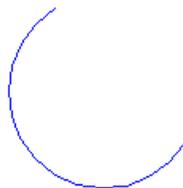


Рис. 18.

3. Последовательно укажите две точки, ограничивающие ту часть кривой, которую следует

удалить. Не обязательно указывать точки, точно расположенные на объекте.

4. Укажите точку внутри удаляемого участка. Результат выполнения команды показан рис.17,18.

Если нужно оставить указанный точками участок кривой и удалить внешние относительно него участки, переключите кнопку Удалить/остановить участок в Строке параметров объектов. Усекать по точкам можно любые геометрические объекты.

### ***Выравнивание объекта по границе***



Рис. 19. Исходное изображение



Рис. 20. Изображение после выравнивания

Иногда требуется выровнять несколько объектов по указанной границе при построении тел вращения. Рассмотрим выравнивание по границе на примере, где нужно выровнять линии по оси вращения (рис.19).

1. Нажмите кнопку Выровнять по границе на Инструментальной панели редактирования.



- кнопка Выровнять по границе.

2. Укажите в качестве границы ось вращения (после указания она будет подсвечена).

3. Последовательно указывайте курсором вертикальные линии, которые должны быть выровнены по оси.

4. Результат выполнения показан на рис. 20.

### ***Редактирование объектов с помощью команд***

Команды для редактирования чертежа вызываются из меню **Операции** или с помощью соответствующих кнопок на инструментальной панели редактирования.

**Команда сдвиг.** Позволяет выполнить сдвиг одного или нескольких выделенных объектов.



- кнопка *Сдвиг*.

После этой команды появится меню, в котором содержатся варианты выполнения сдвига: *Указанием*; *По углу и расстоянию*. Если ни один элемент не выделен, команда недоступна.

**Команда Поворот.** Позволяет выполнить поворот выделенных объектов. Для вызова команды выбрать ее из меню **Операции** или нажмите кнопку *Поворот* на Инструментальной панели редактирования.



- кнопка *Поворот*.

После вызова команды необходимо указать центр поворота, базовую точку и новое положение базовой точки. Работа завершается

кнопкой  - Прервать команду или клавишей <Esc>.

**Команда масштабирования.** Позволяет выполнить масштабирование выделенных объектов документа. Вызов команды:

**Операции** ⇨ **Масштабирование** или кнопкой *Масштабирование*.



- кнопка *Масштабирование*.

Задайте в соответствующем поле ввода Строки параметров объектов нужное значение коэффициента масштабирования выделенных объектов и зафиксируйте курсор в точке центра масштабирования. Можно вручную ввести координаты точки центра масштабирования в Строке параметров объектов. Работа завершается

кнопкой  - Прервать команду или клавишей <Esc>.

**Команда Симметрия.** Позволяет симметрично отобразить выделенные объекты документа. Вызов команды: **Операции** ⇨ **Симметрия** или кнопкой *Симметрия*.



- кнопка *Симметрия*.

Последовательно укажите первую и вторую точки, через которые проходит ось симметрии. Вы можете явно задать параметры оси симметрии (угол наклона и координаты точек), введя их в поля Строки параметров объектов.

Для того чтобы использовать в качестве оси симметрии начерченный ранее отрезок или прямую, нажмите кнопку *Выбор объекта* на Панели специального управления, а затем укажите курсором нужный элемент.



- кнопка *Выбор объекта*.

Работа завершается кнопкой  - Прервать команду или клавишей <Esc>.

**Команда Копия.** Позволяет выполнить копирование выделенных объектов документа. Вызов команды: **Операции** ⇨ **Копия** или кнопкой *Копия*.



- кнопка *Копия*.

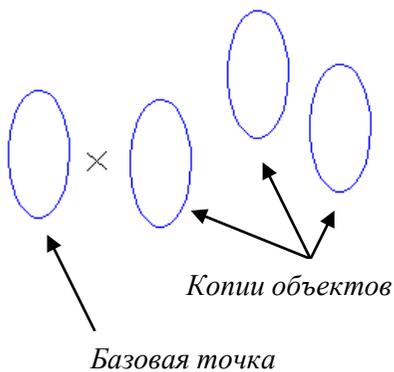


Рис.21. Пример копирования эллипса

Укажите курсором базовую точку копирования и ее новое положение. Вы также можете ввести величину сдвига копии вдоль осей  $X$  и  $Y$  в соответствующие поля Строки параметров объектов.

После фиксации нового положения базовой точки система копирует выделенные элементы и ожидает указания следующего места для копирования.

Работа завершается кнопкой



- Прервать команду или отменить ее.

### **ЗАДАНИЕ. Построить деталь на рис.22 и проставить размеры.**

*Алгоритм выполнения практической работы*

1. Запустить программу КОМПАС 3D LT.
2. Выберите Лист (Файл → Создать → Лист).
3. Меню Настройка → Настройка новых параметров.
4. В окне диалога «Настройка параметров новых документов» выбрать Параметр листа → Формат и установить параметры в Формате листа (рис.23):
  - Обозначения: A4;
  - Ориентация: горизонтальная.

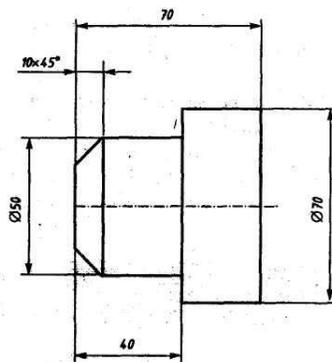


Рис. 22

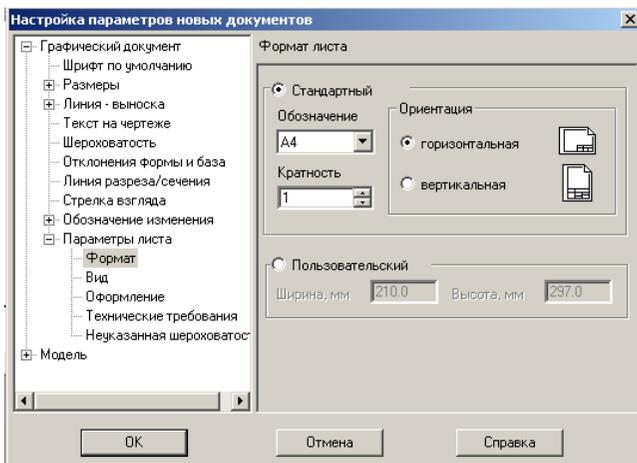


Рис. 23

5. На панели управления найдите кнопку . Показывать все и щелкните на ней ЛКМ. Появится целое изображение формата в уменьшенном виде .
6. Включите кнопку *Геометрические построения*  на панели инструментов ЛКМ.
7. Выберите кнопку-пиктограмму Ввод Прямоугольника на инструментальной панели геометрии и щелкните на ней ЛКМ. Появится строка параметров объекта прямоугольника (рис.24).

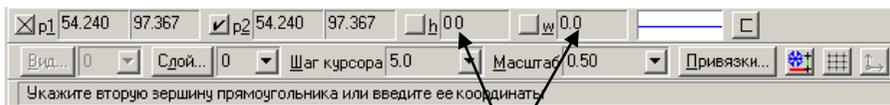


Рис. 24

8. Зафиксируйте первую точку прямоугольника ЛКМ (примерно в середине листа).
9. Построим прямоугольник (рис.24):
  - два раза щелкнув ЛКМ в поле высоты, введем значение  $h=50$  и нажмем **<Enter>**;
  - два раза щелкнув ЛКМ в поле ширины, введем значение  $w=40$  и нажмем **<Enter>**;

- выполните завершение текущей команды, нажав кнопку **Создать объект** на панели специального управления;
  - для завершения текущей команды необходимо нажать клавишу **<Esc>**.
10. Построим на этом чертеже ниже другой прямоугольник:
- два раза щелкнув ЛКМ в поле высоты, введем значение **h=70** и нажмем **<Enter>**;
  - два раза щелкнув ЛКМ в поле ширины, введем значение **w=30** и нажмем **<Enter>**;
  - выполните завершение текущей команды, нажав кнопку **Создать объект** на панели специального управления;
  - для завершения текущей команды необходимо нажать клавишу **<Esc>**.
11. Щелкните ЛКМ на кнопке Привязки на панели текущего состояния (рис. 24).
12. Установите привязки точек по СЕРЕДИНЕ и нажмите на ОК (рис. 25).
13. Установите режим Редактирования и ЛКМ выделите второй прямоугольник, цвет прямоугольника должен измениться на зеленый.
14. Далее будем производить совмещение двух прямоугольников. Для этого необходимо выбрать последовательно команды **Операция** ⇒ **Сдвиг** ⇒ **Указанием**.
15. Подведите курсор к середине левой стороны второго прямоугольника; когда курсор изменит свой вид, нажмите ЛКМ и, удерживая ее, перетащите прямоугольник к середине первого прямоугольника (рис.26), зафиксируйте середины прямоугольников ЛКМ (нажав 1 раз). Выполните завершение текущей команды, нажав кнопку **Создать объект** на панели специального управления.

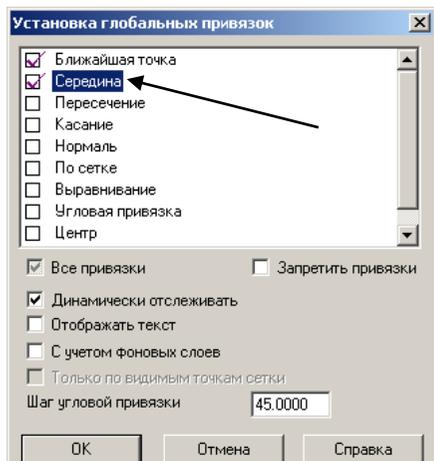


Рис. 25

- Чтобы перейти к другой команде, не забывайте нажать клавишу <Esc>.

16. Выделите ЛКМ первый прямоугольник (рис.26), при выделении объект меняет цвет (зеленый).

17. Выбрать ЛКМ последовательно команды **Операции** ⇒ **Разрушить**.

18. Выберите кнопку



пиктограмму Фаска на инструментальной панели геометрии и щелкните на ней ЛКМ.

Появится строка параметров объекта Фаска. В строке

параметров выберите длину фаски 10 и угол 45 градусов (рис.27).

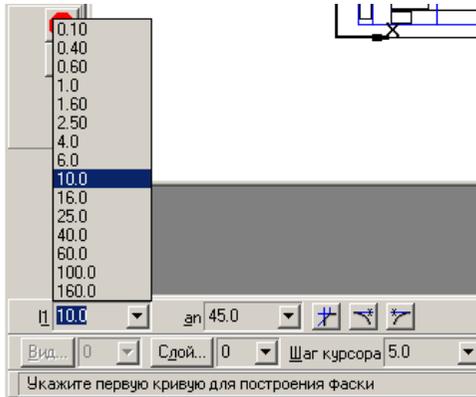


Рис. 27

Далее последовательно выберите стороны прямоугольника ЛКМ (выделенные объекты будут иметь красный цвет); при нажатии ЛКМ на второй стороне – появится фаска. Аналогично постройте с другой стороны.

19. Установите привязку

ПЕРЕСЕЧЕНИЕ и нажмите на ОК (рис.25).

20. Включите кнопку **Геометрические построения** на панели инструментов ЛКМ.

21. Выберите кнопку Ввод отрезка на инструментальной панели геометрии и щелкните на ней ЛКМ.

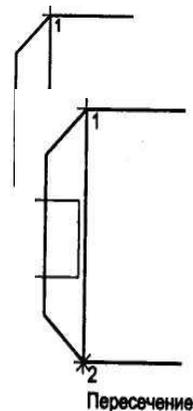


Рис. 30

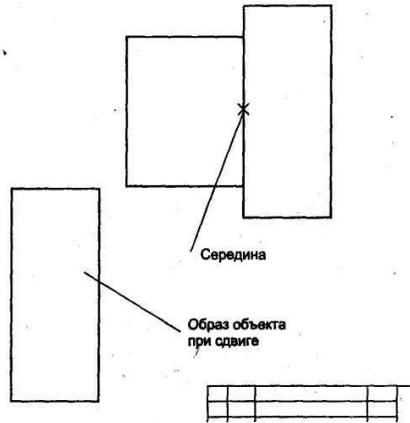


Рис. 26

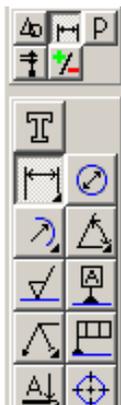


Рис. 29

22. Соедините полученные точки при построении фаски отрезком (рис. 28).

23. Проставим размеры детали. Включите кнопку Размеры и технологические обозначения на панели инструментов ЛКМ (рис. 29).

24. Активизировать кнопку линейный размер (рис.29), перейти в поле чертежа и зафиксировать на детали сначала первую точку ЛКМ, затем вторую, нажав ЛКМ (рис.30), и вынесите размерную линию на необходимое расстояние от контура детали, по ГОСТу – 7 – 10мм от контура детали.

25. Введем обозначение диаметра окружности.

В строке состояния щелкнуть ЛКМ в поле txt (рис.31).

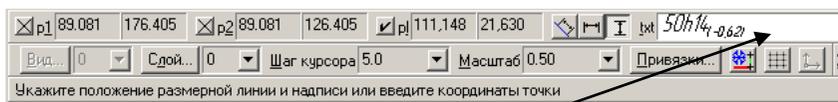


Рис. 31

26. В окне диалога Задание размерной надписи установить обозначение диаметра (рис.32).

Выполните завершение текущей команды, нажав кнопку **Создать объект** на панели специального управления.

Чтобы перейти к другой команде, не забываете нажать клавишу <Esc>.

Остальные размеры выполняются аналогично.

27. Постройте осевую линию детали. Выберите кнопку Ввод отрезка на инструментальной панели геометрии и щелкните на ней ЛКМ.

Щелкните ЛКМ на строке параметров объекта (рис.33) и выберите другой тип линии (осевая).

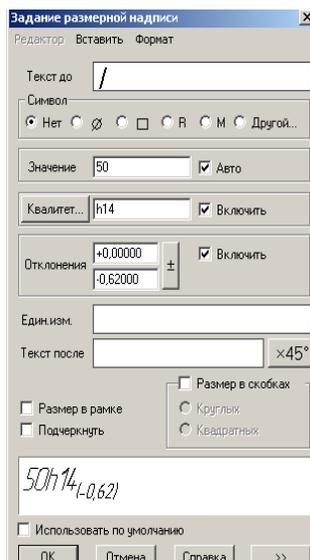


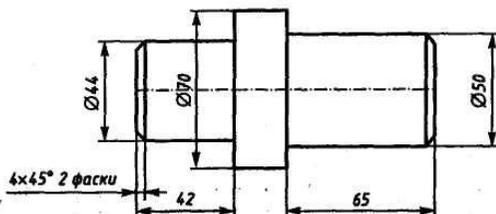
Рис.32



Рис. 33

28. Заполните штамп (занятие №2, пункт 2.5).  
29. Сохраните лист **Файл** ⇒ **Сохранить** имя файла:  
Втулка\_Фамилия\_группа.

**ЗАДАНИЕ.** Выполнить построение детали (Вал), проставить размеры, и заполнить штамп рис. 34.



#### ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4 Построение геометрических объектов по сетке

**УПРАЖНЕНИЕ.** Построить с привязкой по сетке прямоугольник (ширина 50 мм, длина 100мм).

*Алгоритм выполнения работы*

1. Запустить программу КОМПАС 3D LT.
2. Выберите **Лист** (**Файл** ⇒ **Создать** ⇒ **Лист**).
3. Включите отображение сетки на экране. Кнопка сетка в Строке текущего состояния (рис.11).
4. Выберите в меню команду **Настройка** ⇒ **Настройка системы...**
5. В появившемся диалоге раскройте раздел **Графический редактор** и выберите пункт **Сетка**.
6. В окне диалога настройка параметров текущего окна установите параметры сетки по оси X=5мм, по оси Y=5мм и нажмите кнопку ОК (рис.12).
7. Установите привязки точек по СЕТКЕ и нажмите на ОК (рис.35).
8. Включите кнопку **Геометрические построения** на панели инструментов  ЛКМ.

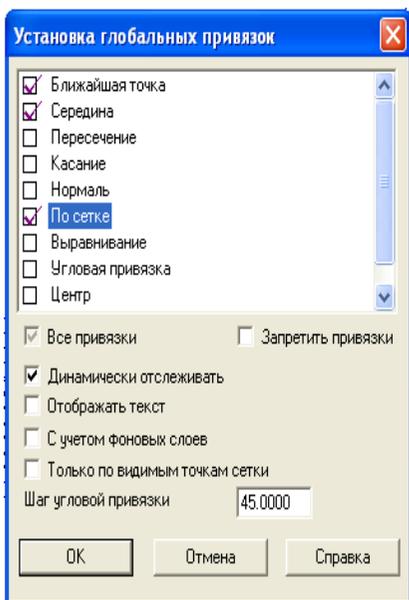


Рис.35 Чтобы перейти к другой команде, не забывайте нажать клавишу <Esc>.

9. Выберите кнопку-пиктограмму



Ввод отрезка на инструментальной панели геометрии и щелкните на ней кнопкой мыши. Появится строка параметров объекта при вводе отрезка.

10. Зафиксируйте ЛКМ первую точку отрезка и начните построение отрезка при нажатой ЛКМ, отсчитывая количество узлов и фиксируя вершины прямоугольника (ширина 50мм, длина 100 мм).

11. Выполните завершение текущей команды, нажав кнопку **Создать объект** на панели специального управления.

12. Выключите отображение сетки на экране.

13. Сохраните прямоугольник.

**ЗАДАНИЕ 1.** Выполнить чертеж детали в трех проекциях, при построении использовать сетку (рис.36). Масштаб 2:1.

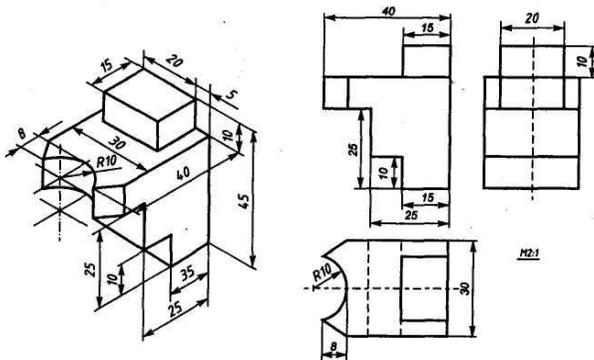


Рис. 36

Алгоритм выполнения задания 1:

1. Запустить программу КОМПАС 3D LT.
2. Выберите **Лист** (**Файл** ⇨ **Создать** ⇨ **Лист**).
3. Включите отображение сетки на экране. Кнопка сетка в Строке текущего состояния.
4. Выберите в меню команду **Настройка** ⇨ **Настройка системы...**
5. В появившемся диалоге раскройте раздел **Графический редактор** и выберите пункт **Сетка**.
6. В окне диалога настройка параметров текущего окна установите параметры сетки по оси X=5мм, по оси Y=5мм и нажмите кнопку ОК.
7. Установите привязки точек по СЕТКЕ и нажмите на ОК.
8. Включите кнопку *Геометрические построения* на панели инструментов  ЛКМ.
9. На панели инструментов выбираем по очереди команды Ввод вспомогательной горизонтальной прямой и Ввод вспомогательной вертикальной прямой, проводим их примерно в середине формата А4. Вспомогательные прямые привязывают три вида детали на чертеже по вертикали и горизонтали.
10. Выберите кнопку-пиктограмму Ввод отрезка  на инструментальной панели геометрии и щелкните на ней кнопкой мыши. Появится строка параметров объекта при вводе отрезка.
11. Зафиксируйте с помощью ЛКМ первую точку отрезка на пересечении вспомогательных прямых (точка А рис.37) и начните построение отрезка длиной 45мм, отсчитывая 9 узлов сетки от точки А с помощью кнопки **вверх** на клавиатуре.

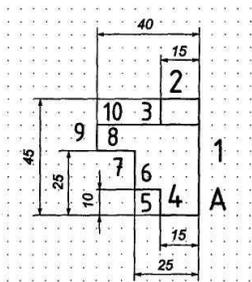


Рис. 37

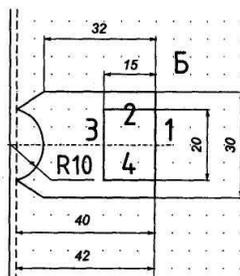


Рис. 38

12. Выполните завершение текущей команды, нажав кнопку **Создать объект** на панели специального управления или на кнопку <Enter>.
13. Повторяем пп.10-12 для других отрезков (см. рис.37). Стрелки – это соответствующие кнопки на клавиатуре.
- |            |                                   |        |
|------------|-----------------------------------|--------|
| 1 отрезок  | 9 узлов <b>вверх</b> ↑ от точки А | -45мм; |
| 2 отрезок  | 3 узла сетки <b>влево</b> ←       | -15мм; |
| 3 отрезок  | 2 узла сетки <b>вниз</b> ↓        | -10мм; |
| 4 отрезок  | 3 узла сетки <b>влево</b> ←       | -15мм; |
| 5 отрезок  | 2 узла сетки <b>вверх</b> ↑       | -10мм; |
| 6 отрезок  | 2 узла сетки <b>влево</b> ←       | -10мм; |
| 7 отрезок  | 3 узла сетки <b>вверх</b> ↑       | -15мм; |
| 8 отрезок  | 3 узла сетки <b>влево</b> ←       | -15мм; |
| 9 отрезок  | 2 узла сетки <b>вверх</b> ↑       | -10мм; |
| 10 отрезок | 8 узлов сетки <b>вправо</b> →     | -40мм. |
14. Для завершения вида спереди необходимо построить вид сверху. Отступаем от точки А (рис.37) 8 узлов сетки вниз – это правая верхняя точка вида сверху (рис.38, точка Б).
15. Повторяем пп.10-12 для отрезков 1-6 (см. рис.38).
- |           |                             |        |
|-----------|-----------------------------|--------|
| 1 отрезок | 6 узлов <b>вниз</b> ↓       | -30мм; |
| 2 отрезок | 3 узла сетки <b>влево</b> ← | -15мм; |
| 3 отрезок | 3 узла сетки <b>влево</b> ← | -15мм; |
| 4 отрезок | 4 узла сетки <b>вниз</b> ↓  | -20мм; |
- Остальные построения на виде сверху производятся обычным порядком, не «по сетке».
16. Производим построения «по сетке» вида слева аналогично построениям видов спереди и сверху.
17. Используя вид сверху, достраиваем вид спереди и затем вид слева.
18. Удаляем вспомогательные линии с чертежа **Удалить** ⇨ «**Вспомогательные кривые линии и точки**».
19. Проставляем размеры детали на чертеже.
20. Плоский чертеж трех видов детали готов (рис.39).

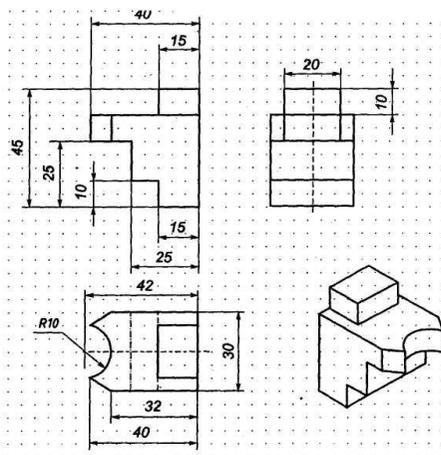


Рис. 39

**ЗАДАНИЕ 2.** Выполнить чертежи деталей в трех проекциях (рис.40,41).

Рис. 40

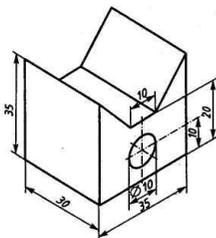
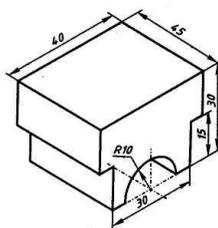


Рис. 41



## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №5

### Построение сопряжений в чертежах деталей

#### Основные понятия сопряжений

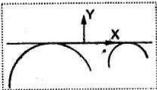
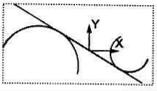
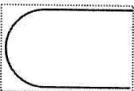
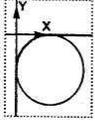
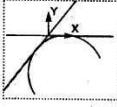
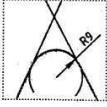
В чертеже на практике сопряжением называют плавный переход одной линии в другую. Общую точку, в которой осуществляется плавный переход, называют *точкой сопряжения*. Непременное условие плавного перехода – существование в точке сопряжения общей касательной.

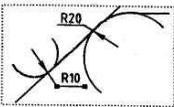
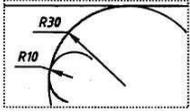
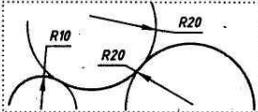
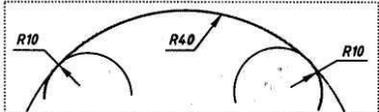
Большое значение имеет *порядок гладкости* сопряжения. Различают: *нулевой порядок* – касательные в точке сопряжения (здесь ее лучше называть точкой излома) образуют угол, отличный от  $0^\circ$  и

180°; *первый порядок* – касательные совпадают, но кривизна линий в точке сопряжения различна; *второй порядок* – совпадают касательные и центры радиусов кривизны.

Простейшие сопряжения, особо широко используемые в технике, – плавные переходы прямой линии в дугу окружности и дуги одной окружности в дугу другой, хотя эти переходы дают только гладкость первого порядка 1. Для решения этих задач необходимо уметь строить касательную в данной точке окружности, проводить из внешней точки прямую, касательную к окружности, помнить, что центры окружностей, соприкасающихся внешним образом, находятся на расстоянии суммы их радиусов, а внутренним – на расстоянии разности их радиусов, причем точка касания (сопряжения) всегда лежит на прямой, проходящей через их центры. В таблице 1 представлены различные виды сопряжений.

Таблица 1

№ пп.	Вид сопряжения	Рисунок сопряжения
1	Внешняя касательная к двум данным дугам	
2	Внутренняя касательная к двум данным дугам	
3	Две данные прямые параллельны	
4	Две данные прямые пересекаются под прямым углом (скругление прямого угла)	
5	Две данные прямые пересекаются под тупым углом (скругление тупого угла)	
6	Две данные прямые пересекаются под острым углом (скругление острого угла)	

7	Касание дуг внешнее	
8	Касание дуг внутреннее	
9	Касание дуг внешнее	
10	Касание дуг внутреннее	

**УПРАЖНЕНИЕ 1. Построение детали подвески по заданным размерам с использованием сопряжений (см. рис. 42).**

1. Запустите программу КОМПАС 3D LT.
2. В «Дереве построений» КОМПАС 3D LT нажатием ЛКМ выберите Фронтальную плоскость, в которой будет производиться построение эскиза вида спереди детали подвески.

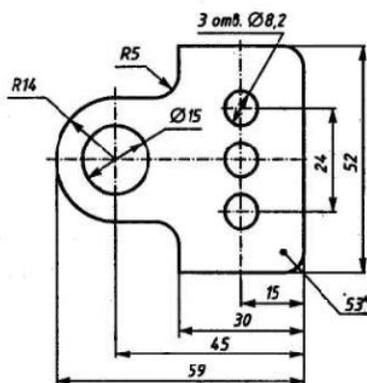


Рис. 42

3. В панели управления системы Компас нажатием кнопки Новый эскиз перейдите в 2-мерный графический редактор, в котором будет производиться построение



эскиза

4. Включите кнопку Геометрические построения на панели инструментов  (ЛКМ).

5. На панели инструментов выбираем по очереди команды Ввод вспомогательной горизонтальной прямой и Ввод вспомогательной вертикальной прямой, проводим через начало системы координат

окна документа (команда <Ctrl>+<0> на цифровой клавиатуре). Нажмите <Enter> (см. рис.43).

- С помощью параллельных вспомогательных прямых по команде Ввод вспомогательной параллельной прямой на панели инструментов строим каркас нашей детали (оранжевый цвет) относительно прямых, полученных на рис. 43, по размерам, указанным на рис. 44. Параметры для параллельных прямых вводим в окне **ds** «строки параметров» по команде <Alt>+<s>.

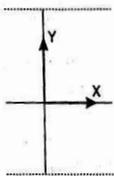


Рис. 43

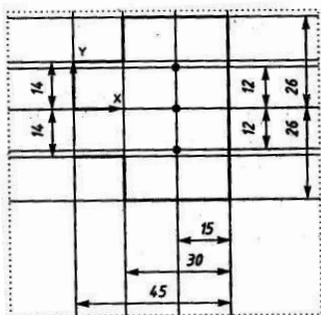


Рис. 44

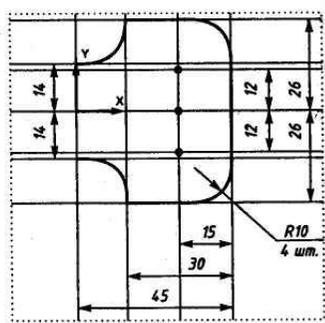


Рис. 45

- По команде **Скругление**



в панели инструментов выполняются скругления для 4-х углов детали радиусом  $R=10$  мм. Этот размер вводится в строке параметров скругления (см. 45, 46).



Рис. 46

- По команде Ввод окружности строим окружности диаметром 15 и 8,2 мм, вводя в Строке параметров окружности в окне <rad> радиус окружности по команде <Alt>+<R> (см. рис. 47). Нажмите <Enter>.

*Примечание: Цифровая клавиатура должна быть включена кнопкой Num Lock на клавиатуре.*

- По команде Ввод дуги  строим дугу радиусом R14, вводя в Строке параметров окружности в окне <rad> радиус окружности 14 по команде <Alt>+<R>. Нажмите <Enter> (см. рис. 48).

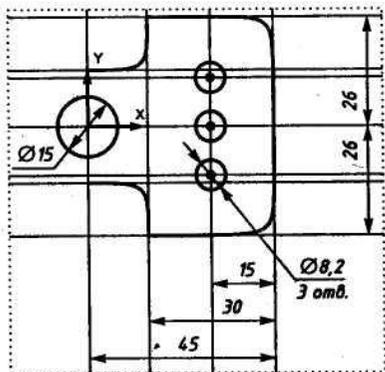


Рис. 47

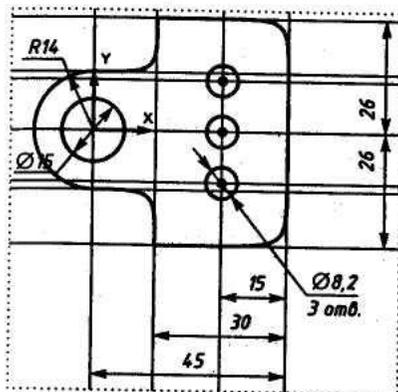


Рис. 48

10. По команде Удалить ⇨ Вспомогательные кривые и точки на панели управления удаляем вспомогательные прямые на эскизе. Проставляем размеры на эскизе, эскиз подвески готов (см. рис. 49).

11. По команде Закончить редактирование в Панели управления

системы Компас  перейти в 3-мерный Компас.

12. В панели инструментов 3-мерного Компаса выбираем команду

Операция выдавливания .

13. В появившемся диалоговом окне Параметры для выдавливания 3-мерной модели подвески задайте параметр толщины подвески  $s_3=3\text{мм}$  – «На расстояние» 3мм (см. рис.50).

*Примечание: В Windows должна быть включена английская раскладка клавиатуры (команда <Ctrl>+<Shift> или <Alt>+<Shift>).*

14. Нажмите кнопку создать в диалоговом окне Параметры. Получаем –мерную модель подвески без невидимых линий. Выберите в Панели управления программы

команду Полутоновое .

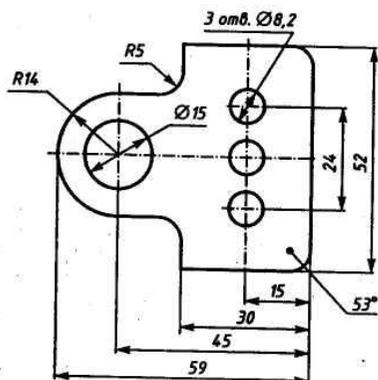


Рис. 49

Получим 3-х мерное полутоновое изображение модели подвески (см. рис. 51).

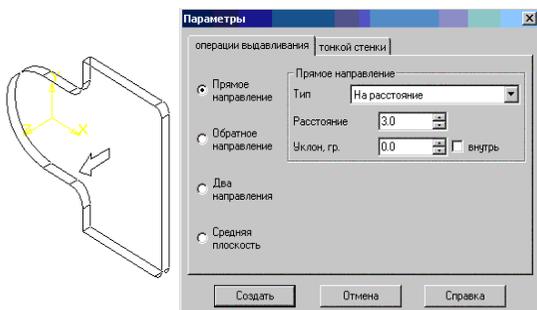


Рис. 50

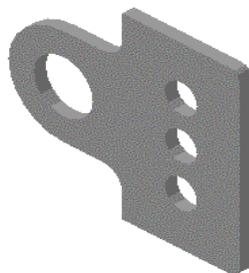


Рис. 51

**УПРАЖНЕНИЕ 2. Построение детали державки по заданным размерам с использованием сопряжений (см. рис.52).**

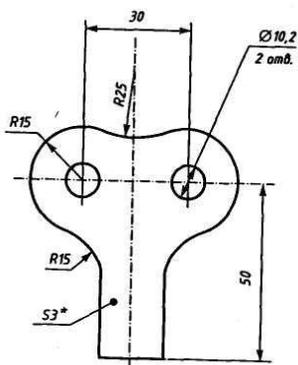


Рис. 52

1. Запустите программу КОМПАС 3D LT.
2. В «Дереве построений» КОМПАС 3D LT нажатием ЛКМ выберите Фронтальную плоскость, в которой будет производиться построение эскиза вида спереди детали державки.
3. В панели управления системы Компас нажатием кнопки Новый эскиз перейдите в 2-мерный графический редактор, в котором будет производиться построение эскиза.
4. Включите кнопку Геометрические построения на панели инструментов  (ЛКМ).
5. На панели инструментов выбираем по очереди команды Ввод вспомогательной горизонтальной прямой и Ввод вспомогательной вертикальной прямой, проводим через начало системы координат окна документа (команда <Ctrl>+<0> на цифровой клавиатуре). Нажмите <Enter> (см. рис.43).

6. С помощью параллельных вспомогательных прямых по команде Ввод вспомогательной параллельной прямой на панели инструментов строим каркас нашей детали (оранжевый цвет) относительно прямых, полученных на рис. 43, по размерам, указанным на рис. 53. Размеры для параллельных прямых вводим в окне **ds** «строки параметров» по команде **<Alt>+<s>**.

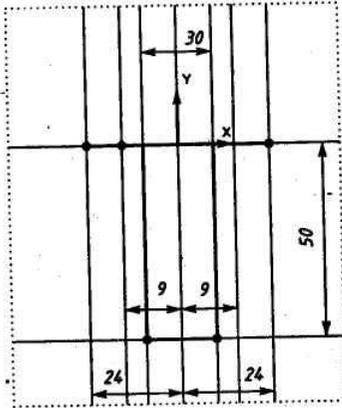


Рис. 53

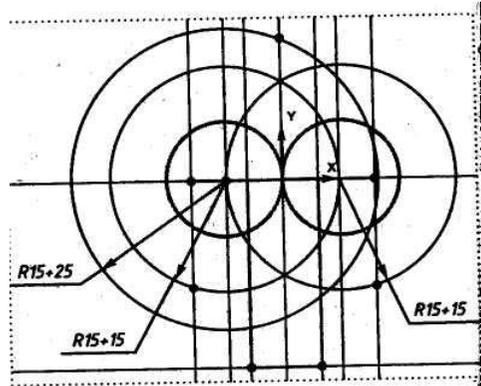


Рис. 54

7. По команде Ввод окружности на панели инструментов проводим две окружности радиусом  $R=15\text{мм}$  сплошной толстой линией. Делаем вспомогательные построения: две окружности  $R(15+15)$  для нахождения центров дуг сопряжения  $R15$ , окружность  $R(15+25)$  для нахождения центра окружности сопряжения  $R25$  (см. рис.54).

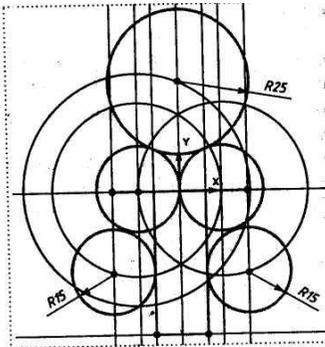


Рис. 55

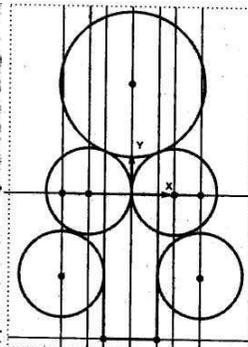


Рис. 56

8. По команде Окружность, касательная к двум кривым  на панели инструментов строим окружности  $R15$  и  $R25$  (см.рис.55). По табл. 1 вид сопряжений— п.9.

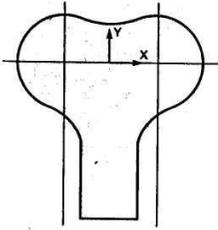


Рис. 57

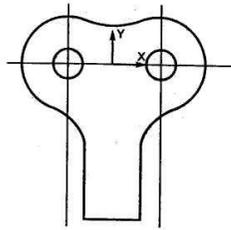


Рис. 58

9. По команде Касательный отрезок через внешнюю точку  на панели инструментов строим два отрезка, касательные к окружностям R15, соединяем эти отрезки другим отрезком по команде Ввод отрезка  (см. рис. 56). По табл. 1 вид сопряжения – п.4.

*Примечание: Цифровая клавиатура должна быть включена кнопкой Num Lock на клавиатуре.*

10. По команде Удалить  Вспомогательные кривые и точки на панели управления удаляем вспомогательные прямые на эскизе. По команде Усечь кривую  на панели «Редактирования»  удаляем лишние элементы на эскизе (см. рис.57).

11. По команде Вод окружности  строим две окружности диаметром 10,2 мм, вводя в «строке параметров» окружности в окне <rad> радиус окружности 10,2/2 по команде <Alt>+<R>. Нажмите <Enter> (см. рис. 58).

12. Проставляем размеры на эскизе, эскиз державки готов (см. рис. 52).

13. По команде Закончить редактирование в Панели управления системы Компас перейти в 3-мерный Компас.

14. В панели инструментов 3-мерного Компаса выбираем команду

Операция выдавливания .

15. В появившемся диалоговом окне Параметры для выдавливания 3-мерной модели державки задайте параметр толщины державки s3=3мм «На расстояние» 3мм (см. рис.50).

16. Нажмите кнопку «Создать» в диалоговом окне Параметры. Получаем 3-мерную модель державки без невидимых линий.

Выберите в Панели управления программы команду Полутонное .

Получим 3-мерное полутоновое изображение модели державки (см.рис.59,60).

*Примечания:* Для задания объёма с помощью операции выдавливания грань объекта должна быть выделена.

Чтобы видеть изображение эскиза квадрата, сдвиньте мышкой окно Параметры в сторону. В «строке состояния» программы КОМПАС 3D LT выбрать ориентацию Изометрия.

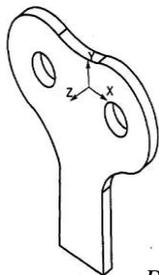


Рис. 59



Рис. 60

**ЗАДАНИЕ.** Построить детали крюка рис. 61 и подвески рис. 62 по заданным размерам с использованием сопряжений и примера, рассмотренного в упражнении 1.

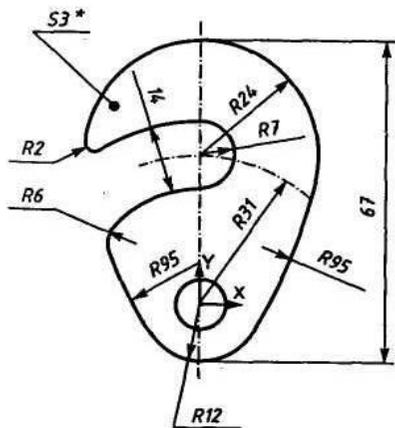


Рис. 61

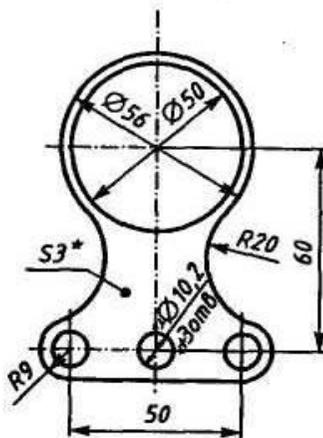


Рис. 62

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №6

### Основы трехмерного моделирования и проектирования

При выполнении технических чертежей оказывается необходимым иметь наряду с комплексным чертежом данного оригинала и более наглядное его изображение, обладающее свойством обратимости. С этой целью применяют чертеж, состоящий только из одной параллельной проекции данного оригинала, дополненной проекцией пространственной системы координат, к которой предварительно отнесен изображаемый оригинал. Такой метод получения однопроекционного обратимого чертежа называется *аксонометрическим методом*.

Таким образом, построение аксонометрических проекций сводится к применению координатного метода на проекционном чертеже. Так как при пользовании координатным методом приходится производить измерения по координатным осям, то отсюда и получил свое название рассматриваемый метод. Слово *аксонометрия* означает буквально осеизмерение.



К применению на чертежах всех отраслей промышленности и строительства рекомендуют пять видов аксонометрий: две ортогональных (изометрическую и диметрическую) и три косоугольных (фронтальную и горизонтальную изометрические проекции, фронтальную

диметрическую).

В машиностроении в основном применяют ортогональную изометрическую проекцию (далее будем рассматривать ее). Положение осей изометрической проекции показано на рисунке. Оси X и Y располагают под углом  $30^\circ$  к горизонтальной линии ( $120^\circ$  между осями). При построении изометрической проекции по осям X, Y, Z и параллельно им откладывают натуральные размеры предмета.

При создании плоского чертежа конструктор оперирует терминами таких «плоских» геометрических примитивов, как точка, линия, окружность, прямоугольник и др., а при создании трехмерной модели терминалами трехмерных геометрических объектов: цилиндр, конус, основание, отверстие и др.

Современные чертежные графические редакторы располагают эффективными средствами моделирования трехмерных моделей деталей и сборок.

Программа КОМПАС предназначена для создания и редактирования трехмерных моделей геометрических объектов и деталей. Программа дает возможность создать рабочий чертеж объекта в необходимом количестве видов по его трехмерной модели. В любой момент можно выполнить разрез модели любыми плоскостями, что позволяет «заглянуть внутрь» модели и любой ее части.

### *Основные элементы рабочего окна программы КОМПАС 3D LT*

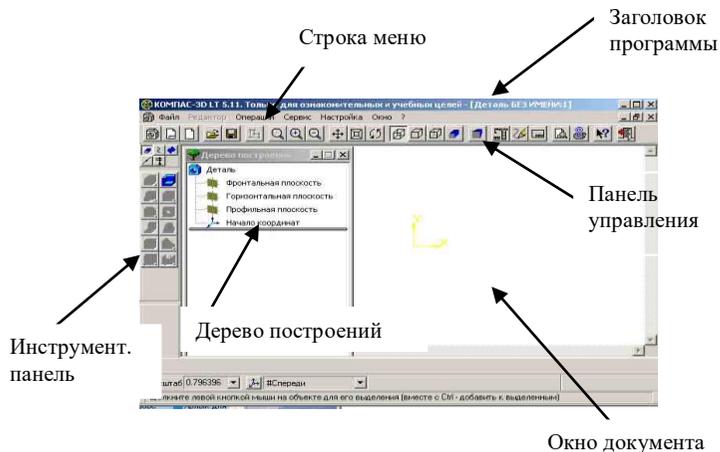


Рис. 63

**УПРАЖНЕНИЕ.** Построить 3-х мерную модель параллелепипеда с помощью графического редактора Компас 3D LT по указанному алгоритму Операцией выдавливания.

**Создать параллелепипед с размерами:**  $x = 40$ ,  $z = 20$ ,  $y = 50$

1. Запустить программу КОМПАС-ГРАФИК 3D. Закрыть справочное окно.
2. Выберите Деталь (Файл  $\Rightarrow$  Создать  $\Rightarrow$  Деталь).
3. Развернуть окно (т.е. распахнуть рабочее поле на весь экран).

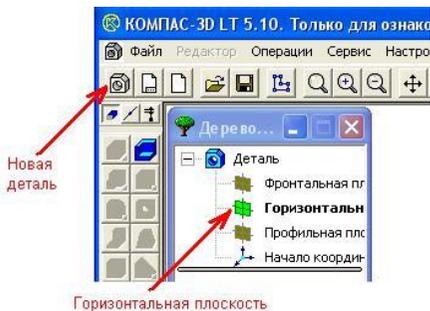


Рис. 64

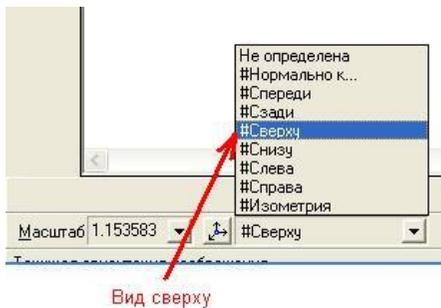


Рис. 65

4. Щелкнуть по кнопке «Новая деталь» (Рис. 64).
5. Выбрать **Горизонтальную плоскость** (Рис. 64).
6. Выбрать вид **Сверху** из списка стандартных ориентаций в **Строке текущего состояния** (Рис. 65).
7. На панели управления выбрать ЛКМ кнопку



Рис. 66

8. На геометрической панели построений выбрать кнопку «**Ввод прямоугольника**» (рис.66).
9. Ввести параметры:  $p1=0,0$ ;  $h=20$ ;  $w=40$  (Рис.67);
  - Для ввода первой точки ( $p1$ ) дважды щелкнуть ЛКМ в поле координаты X, с клавиатуры набрать  $<0>$ , для перехода в поле координаты Z нажать клавишу  $<Tab>$  и ввести значение с клавиатуры  $<0>$ , затем нажать клавишу  $<Enter>$ ;

- Для ввода высоты прямоугольника одновременно нажать две клавиши  $<Alt+h>$ , с клавиатуры набрать «20», затем нажать клавишу  $<Enter>$ ;
  - Для ввода ширины прямоугольника одновременно нажать две клавиши  $<Alt+w>$ , с клавиатуры набрать «40», затем нажать клавишу  $<Enter>$ ;
10. На панели управления выбрать ЛКМ кнопку **Закончить редактирование** (Рис 68).

11. Выбрать вид **Изометрия** из списка стандартных ориентаций в



Рис.67

Строке текущего состояния (Рис.69).

12. На Инструментальной панели ЛКМ нажать на кнопку «**Операция выдавливания**» (Рис.70).

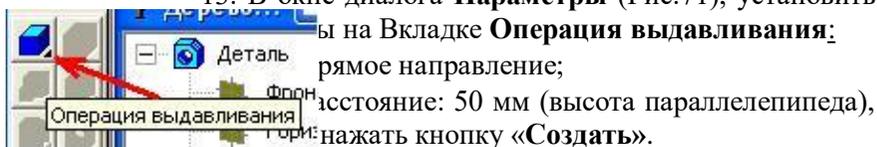
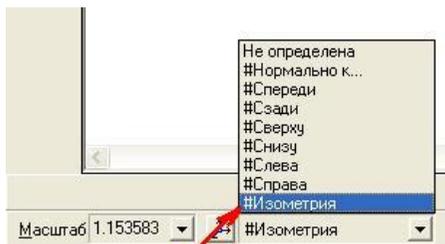


Рис. 68

13. В окне диалога **Параметры** (Рис.71), установить на Вкладке **Операция выдавливания**:  
- направление: **прямое** направление;  
- расстояние: **50 мм** (высота параллелепипеда),  
нажать кнопку «**Создать**».

14. На экране появиться проволочная модель параллелепипеда (каркас) (см. рис.72).



Вид изометрия

Рис. 69



Рис.70

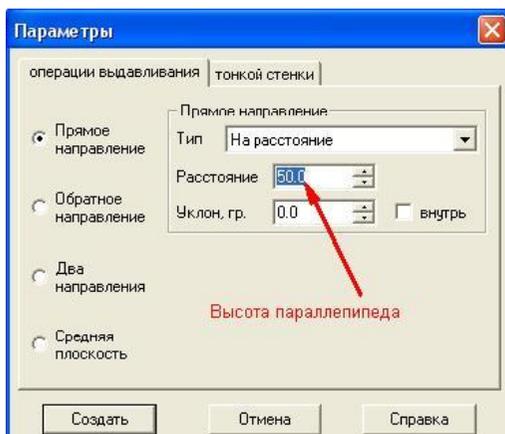


Рис.71

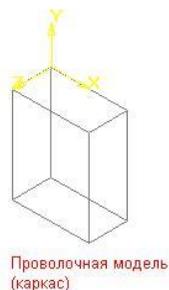


Рис.72

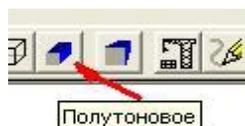


Рис.73

15. На панели управления выбрать ЛКМ кнопку «Полутоновое» (Рис.73);

16. На экране появится цветное изображение (Рис.74);

17. Чтобы изменить цвет детали, то надо ПКМ щелкнуть по эскизу, и в контекстном меню выбрать **Цвет детали**. Затем нажать кнопку «Цвет» и в палитре выбрать понравившийся вам оттенок, потом щелкнуть по кнопке «Ок» и в другом меню нажать кнопку «Ок» (Рис.75).

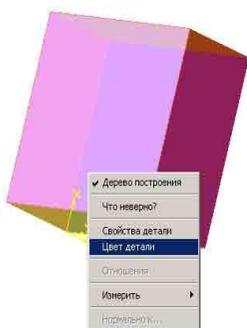


Рис. 75

**ЗАДАНИЕ №1.**  
Построить 3-х мерную модель параллелепипеда с размерами:  $x=10$ ,  $z=20$ ,  $y=30$ .

**ЗАДАНИЕ №2.**  
Построить 3-х мерную модель параллелепипеда с размерами:  $x=50$ ,  $z=50$ ,  $y=50$ .



Рис.74

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №7

### Трехмерное моделирование многогранников

**Правильные многогранники** – это геометрические фигуры, состоящие из конечного числа плоских правильных многоугольников (см. рис. 76);

Многогранник называется **выпуклым**, если он расположен по одну сторону плоскости каждого плоского многоугольника на его поверхности.

Общая часть такой плоскости и поверхности выпуклого многогранника называется **гранью**.

Грани выпуклого многогранника являются плоскими выпуклыми многоугольниками.

Стороны граней называются **ребрами многогранника**, а вершины — **вершинами многогранника**

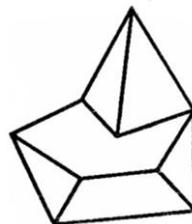


Рис.76

#### **УПРАЖНЕНИЕ 1. Построить трехмерную модель куба.**

Построение 3-х мерной модели куба аналогично построению 3-х мерной модели параллелепипеда (см. лаб. раб. №6), кроме задания параметров сторон куба.

*Алгоритм построения модели куба*

1. Запустите программу **Компас 3D LT** (Пуск⇒Программы⇒Компас3D LT 5.11⇒ярлык **Компас3D LT 5.11**).
2. Для построения трехмерной модели геометрических объектов щелкните ЛКМ на кнопке **Новая деталь** , находящейся в Панели управления КОМПАС 3D LT.
3. В **Дереве построений** КОМПАС 3D LT нажатием ЛКМ выберите **Фронтальную плоскость**, в которой будет производиться построение эскиза вида спереди куба.
4. В Панели управления системы Компас нажатием кнопки **Новый эскиз**  перейдите в 2-х мерный графический редактор, в котором будет производиться построение эскиза.
5. Включите кнопку **Геометрические построения**  на панели инструментов.

6. На панели инструментов выбираем команду Ввод прямоугольника .
7. Размещаем левый нижний угол создаваемой грани куба в начало системы координат окна документа (команда <Ctrl+0> на цифровой клавиатуре (см. рис.77).
8. В Строке параметров прямоугольника вводим равные значения сторон граней куба (высота  $h=30$  по команде Alt+h, ширина  $w=30$  по команде Alt+w).

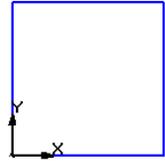


Рис.77



9. По команде Закончить редактирование  в Панели управления программы Компас.
10. Для задания объема куба в Панели инструментов 3-х мерного Компаса выбираем команду Операция выдавливания .
11. В появившемся диалоговом окне Параметры для выдавливания куба задайте параметр глубины куба - На расстояние 30 мм (см.рис.78);

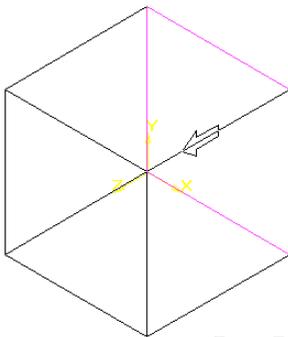
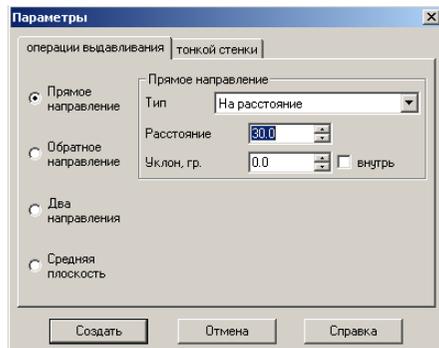


Рис.78



12. Нажмите кнопку Создать в диалоговом окне Параметры. Получили трехмерный куб без невидимых линий (см. рис.79).

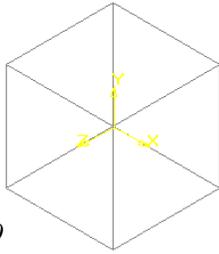


Рис. 79

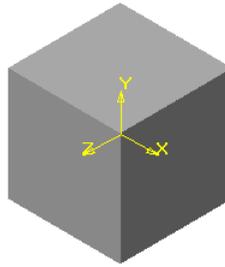


Рис. 80

*Примечания: \*Цифровая клавиатура должна быть включена кнопкой Num Lock на клавиатуре.*

*\*\*В Windows должна быть включена английская раскладка клавиатуры (команда Ctrl+Shift или Alt+Shift).*

*\*\*\*Чтобы видеть изображение эскиза квадрата, сдвиньте мышкой окно Параметры в сторону. В Строке состояния программы КОМПАС 3D LT выбрать ориентацию Изометрия.*

13. Выберите в Панели управления программы команду **Полутоновое**



. Вы получите трехмерный куб (см. рис.80).

## **УПРАЖНЕНИЕ 2. Построить трехмерные модели правильной и неправильной четырехгранной пирамид.**

Четырехгранная пирамида отличается от параллелепипеда и куба тем, что ее боковые грани сходятся в точку на вершине напротив основания. Для построения 4-хгранной пирамиды в начале выполняем п/п 1-9 упражнения №1 лаб. раб. №7 (строим эскиз основания пирамиды). Далее в диалоговом окне Параметры, добавляется

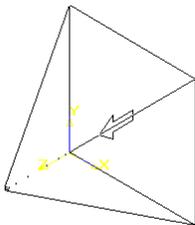
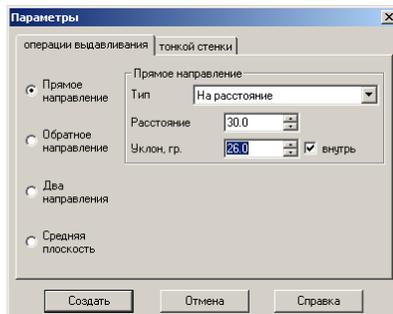


Рис.81



действие, создающее уклон и одновременно убирающее грань параллелепипеда или куба, расположенную напротив основания (см.пп. № 10-1, 10-2).

**10-1.** Правильная пирамида строится из кубической модели. В диалоговом окне **Параметры** установите галочку в команде **Уклон**

**Внутри** и постепенно увеличивайте значение уклона, пока верхняя грань не сойдется в точку. Уберите для операции «тонкой стенки» галочку «создавать тонкую стенку» (см. рис.81).

11. Нажмите кнопку Создать в диалоговом окне Параметры. Получили правильную пирамиду без невидимых линий (см. рис.82), ее окрашенный вариант на рис.83.

12. Выберите в Панели управления программы команду

**Полутоновое** . Вы получите трехмерную правильную пирамиду (см. рис.83).

**10-2.** Неправильная пирамида строится из модели параллелепипеда. В диалоговом окне Параметры

установите галочку в команде Уклон и

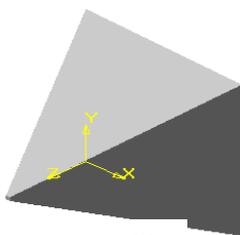


Рис. 82

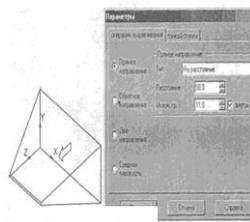


Рис.83

постепенно увеличивайте значение Уклона, пока верхняя грань не сойдется в ребро. Уберите для операции «тонкой стенки» галочку «создавать тонкую стенку». Нажмите кнопку Создать в диалоговом окне Параметры. Получили неправильную пирамиду без невидимых линий (см. рис.84).

11. Выберите в Панели управления программы команду **Полутоновое**



Вы получите трехмерную неправильную пирамиду (см. рис.85).

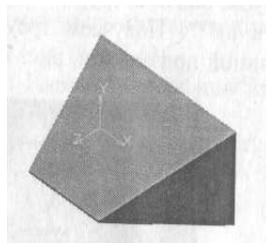


Рис.85

Рис.84

### УПРАЖНЕНИЕ 3. Построение трехмерной модели трехгранной призмы.

Повторите пп.1-4 упражнения №2 лаб. раб. №7. Видом спереди (т.е. основанием) трехгранной призмы выберем правильный треугольник (в панели инструментов – панели расширенных команд Ввод многоугольника).

5. На панели инструментов выберите команду Ввод прямоугольника, далее, не отпуская ЛКМ, выбираем в панели расширенных

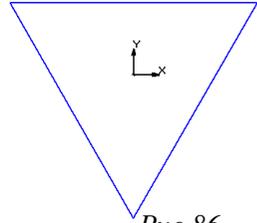


Рис.86



команд Ввод многоугольника

6. Размещаем центр многоугольника в начало системы координат окна документа (команда <Ctrl>+<0> на цифровой клавиатуре) см. рис.86.

7. В Строке параметров для многоугольника введите 3 грани (т.е. тре-



угольник), введите значение радиуса описанной вокруг треугольника окружности  $r=30$  по команде Alt+r и угла наклона треугольника  $a=90$  градусов по команде Alt+a.

Получаем треугольник – эскиз основания трехгранной призмы (см. рис.87).

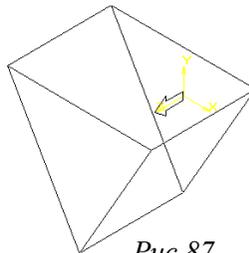
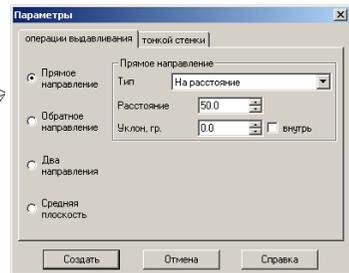


Рис.87



8. Команда Закончить редактирование  в Панели управления системы Компас.

*Примечания: \*Цифровая клавиатура должна быть включена кнопкой Num Lock на клавиатуре.*

*\*\*В Windows должна быть включена английская раскладка клавиатуры (команда Ctrl+Shift тули Alt+Shift).*

9. Задайте объем призмы. В панели инструментов трехмерного

Компаса выбираем команду Операция выдавливания .

10. В появившемся диалоговом окне Параметры для выдавливания трехгранной призмы задайте параметр глубины трехгранной призмы – На расстояние 50мм. Уберите для операции «тонкой стенки» галочку «создавать тонкую стенку».

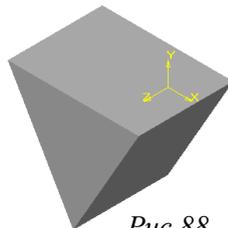


Рис.88

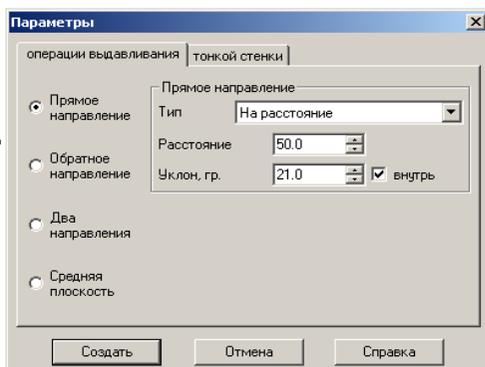
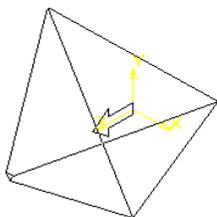
11. Нажмите кнопку Создать в диалоговом окне Параметры. Получили трехмерную модель трехгранной призмы без невидимых линий (см. рис.87).

12. Выберите в Панели управления программы команду Полутоновое . Вы получили трехмерную модель трехгранной призмы (см. рис. 88).

#### **УПРАЖНЕНИЕ 4. Построение трехмерной модели трехгранной пирамиды.**

Правильная трехгранная пирамида строится из модели трехмерной трехгранной призмы (см. упражнение 3, лаб.раб. №7).

10. В диалоговом окне Параметры установите галочку в команде Уклон Внутрь и постепенно увеличивайте значение уклона, пока верхняя грань не сойдется в точку. Уберите для операции «тонкой стенки» галочку «создавать тонкую стенку». Нажмите кнопку Создать в диалоговом окне Параметры. Получили правильную трехгранную пирамиду без невидимых линий (см. рис.89).

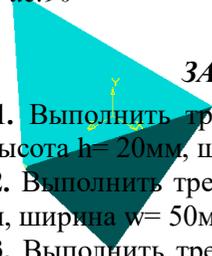


Примечания: \*Цифровая клавиатура должна быть включена кнопкой Num Lock на клавиатуре.

\*\*Аналогично построению трехмерных моделей трехгранной призмы строятся и другие правильные трехмерные N-гранные (4-,5-,6-,8-,9-,10-гранные) модели.

11. Выберите в Панели управления программы команду Полутоновое . Вы получили правильную трехмерную трехгранную пирамиду (см. рис. 90).

Рис.90



### ЗАДАНИЯ

**ЗАДАНИЕ №1.** Выполнить трехмерную модель параллелепипеда с параметрами: высота  $h=20$ мм, ширина  $w=30$ мм, глубина  $=10$ мм.

**ЗАДАНИЕ №2.** Выполнить трехмерную модель куба с параметрами: высота  $h=50$ мм, ширина  $w=50$ мм, глубина  $=50$ мм.

**ЗАДАНИЕ №3.** Выполнить трехмерную модель 8-гранной призмы с параметрами: радиус вписанной окружности основания 8-гранника  $rad=50$ мм, угол наклона 8-гранника  $an=90$  градусов, высота призмы  $=50$ мм.

**ЗАДАНИЕ №4.** Выполнить трехмерную модель 9-гранной пирамиды с параметрами: радиус вписанной окружности основания 9-гранника  $rad=50$ мм, угол наклона 9-гранника  $an=90$  градусов, высота пирамиды - до схождения боковой стенки пирамиды в точку.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №8

### Трехмерное моделирование тел вращения

**Цилиндром** (точнее, круговым цилиндром) называется тело, состоящее из двух кругов, не лежащих в одной плоскости и совмещаемых параллельным переносом, и всех отрезков, соединяющих соответствующие точки этих кругов. Круги называются **основаниями цилиндра**, а отрезки, соединяющие соответствующие точки окружностей кругов, — **образующими цилиндра**.

Так как параллельный перенос есть движение, то **основания цилиндра равны**. Так как при параллельном переносе плоскость переходит в параллельную плоскость (или в себя), то у **цилиндра основания лежат в параллельных плоскостях**.

Так как при параллельном переносе точки смещаются по параллельным (или совпадающим) прямым на одно и то же расстояние, то у цилиндра образующие параллельны и равны.

**Поверхность** — это непрерывное двухпараметрическое (двумерное) множество точек.

**Кинематический способ образования поверхностей** основан на непрерывном перемещении линии (образующей) в пространстве по определенному закону (кинематические поверхности). Каждая точка образующей при ее движении описывает некоторую линию, заданную по некоторому закону. По виду образующей различают линейчатые (образующая - прямая), циклические (образующая - окружность) и другие поверхности, по закону перемещения образующей - поверхности вращения.

**УПРАЖНЕНИЕ 1. Построить трехмерную модель цилиндра.**

Повторите п/п 1-4 упражнения №1 лаб. раб. №7. Видом спереди (т.е. основанием) выберем окружность.

Далее продолжаем пп.5-1 и другие.

5-1. На Инструментальной панели геометрии программы Компас выберите команду Ввод

окружности 

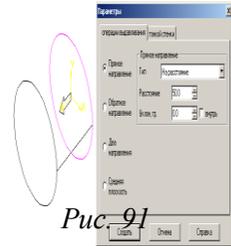


Рис. 91

6-1. Разместите (центр окружности) основания цилиндра в начало системы координат окна документа (команда <Ctrl>+<0> на цифровой клавиатуре (см. рис.91).

7-1. В Строке параметров окружности задайте радиус окружности 30мм по команде Alt+R. Нажмите Enter (см. рис.92).

8-1. Перейдите в 3-хмерный Компас: выполните команду Закончить

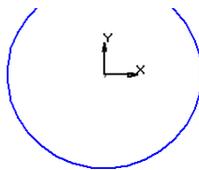
редактирование 

в Панели управления программы Компас.

9-1. Задайте объем.

В панели инструментов трехмерного

Компаса выбираем команду Операция



выдавливания 

10-1. В появившемся диалоговом окне Параметры для выдавливания цилиндра задайте параметр глубины цилиндра – На расстоянии 50 мм. Уберите для операции «тонкой стенки» галочку «создавать тонкую стенку».

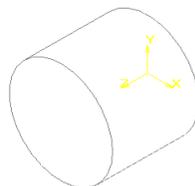


Рис. 93

11-1. Нажмите кнопку Создать в диалоговом окне Параметры. Получили модель цилиндра без невидимых линий (см.рис.93).

12-1. Выберите в Панели управления программы команду Полутоновое . Получили трехмерное полутоновое изображение модели цилиндра.

*Примечания: \*Цифровая клавиатура должна быть включена кнопкой Num Lock на клавиатуре.*

*\*\*В Windows должна быть включена английская раскладка клавиатуры (команда Ctrl+Shift или Alt+Shift).*

## **УПРАЖНЕНИЕ 2. Построить трехмерную модель конуса.**

Конус строится из модели цилиндра (см. упр.1, лаб.раб. №7) созданием уклона его боковых граней.

1. В диалоговом окне Параметры установите галочку в команде Уклон Внутрь и постепенно увеличивайте значение уклона, пока верхняя грань цилиндра не сойдется в точку. Уберите для операции «тонкой стенки» галочку «создавать тонкую стенку». Нажмите кнопку Создать в диалоговом окне Параметры. Получили модель конуса без невидимых линий (см.рис.94, 95).

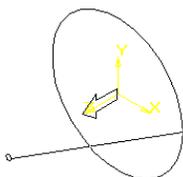
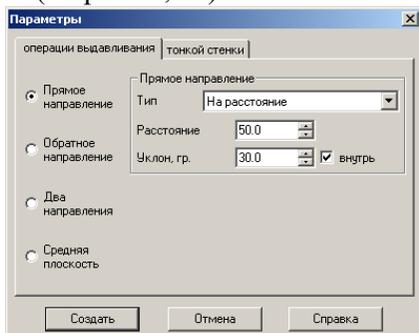


Рис. 94



2. Выберите в Панели управления программы команду

Полутоновое . Вы получили трехмерную модель конуса (см.рис.96).



Рис.95

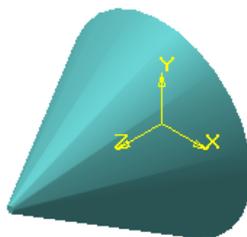


Рис. 96

### **УПРАЖНЕНИЕ 3. Построение трехмерной модели тела вращения (конуса) по заданной образующей линии.**

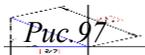
1. Запустите программу КОМПАС 3D LT.
2. Для построения трехмерной модели геометрических объектов щелкните ЛКМ на кнопке Новая деталь , находящейся в Панели управления.
3. В Дереве построений нажатием ЛКМ выберите Фронтальную плоскость, в которой будет производиться построение эскиза вида спереди куба.
4. В Панели управления системы Компас нажатием кнопки Новый

эскиз  перейти в двухмерный графический редактор, в котором будет производиться построение эскиза.

5. Включите кнопку Геометрические построения  на панели инструментов.

6. На панели инструментов выбираем команду Непрерывный ввод объекта.

7. Производим построения, показанные на рис.97.



8. Выберите команду Закончить редактирование



в Панели

управления программы Компас.  
9. Для задания объема в панели инструментов трехмерного Компаса выбираем команду Операция вращения.



10. В диалоговом окне Параметры (рис. 98) Создать трехмерную модель тела вращения (конуса).

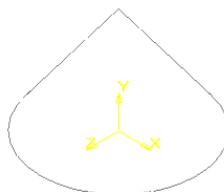
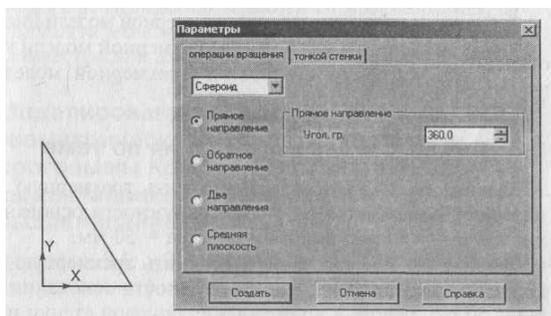


Рис. 99

Рис. 98

11. Нажмите кнопку Создать в диалоговом окне Параметры. Получили трехмерный конус без невидимых линий (см. рис. 99).

12. Выберите в Панели управления программы команду Полутоновое . Вы получили модель трехмерного конуса.

### ЗАДАНИЯ

**ЗАДАНИЕ 1.** Выполнить трехмерную модель цилиндра с параметрами: радиус окружности основания цилиндра  $rad=50$  мм, высота цилиндра  $=50$  мм.

**ЗАДАНИЕ 2.** Выполнить трехмерную модель конуса с параметрами: радиус окружности основания конуса  $rad=50$  мм, уклон – до схождения боковой стенки цилиндра в точку.

### ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №9

**Моделирование сложного геометрического объекта. Операции программы Компас 3D LT «приклеить выдавливанием», «вырезать выдавливанием»**

**УПРАЖНЕНИЕ №1. Моделирование сложного геометрического объекта (рис.100,101).**

Этот объект состоит из таких простых геометрических элементов, как трехгранная пирамида, цилиндр, шестигранная призма, цилиндр и цилиндрическое отверстие через всю модель. Его построение (моделирование) как сложного геометрического объекта

- это соединение («приклеивание», «сборка») простых геометрических тел в единое целое, т.е. в сложную деталь.

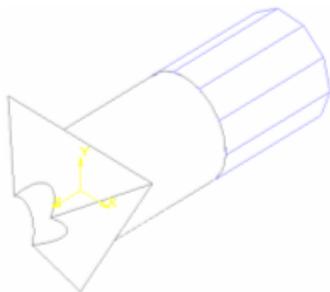


Рис. 100

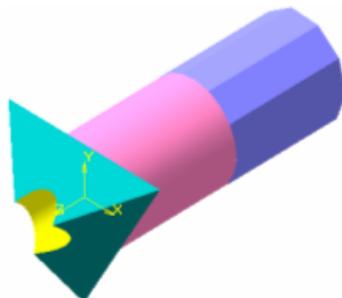


Рис. 101

Начнем построение данного объекта с модели трехгранной пирамиды.

1. Для построения трехгранной пирамиды выполняем действия, рассмотренные в упражнении №4 лаб. раб. №7.

*Построение цилиндра, «приклеенного» к основанию пирамиды.*

2. Выберем плоскость основания пирамиды, щелкнув ЛКМ на плоскости основания. В нижнем окне выберем ориентацию основания пирамиды Нормально к, т.е. лицом к нам. В этой плоскости начинаем построение эскиза основания цилиндра,



нажатием кнопки Новый эскиз.

3. Далее выполняем построение цилиндра по алгоритму, показанному в упражнении №1 лаб. раб. №7, указав радиус окружности основания 20мм (см. п. 7-1). Вместо команды

Операция выдавливания, указанной в п.9 выполняется команда Приклеить



Рис. 102

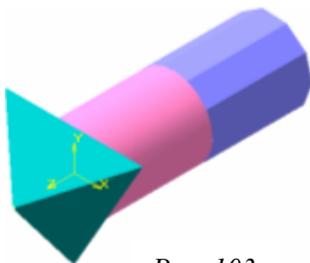


Рис. 103

выдавливанием . Параметры у команд одинаковы. Вы получили фигуру,

представленную на рис.102.

*Построение шестигранной призмы, «приклеенной» к основанию цилиндра*

4. Выберем плоскость основания цилиндра, щелкнув ЛКМ на плоскости. В нижнем окне выберем ориентацию основания цилиндра Нормально к<sub>2</sub> т.е. лицом к нам. В этой плоскости начинаем построение эскиза основания шестигранной призмы,



нажатием кнопки Новый эскиз.

5. Далее выполняем построение шестигранной призмы по алгоритму, указанному в упражнении №3 лаб.раб. №7 указав количество сторон многогранника – 6, радиус описанной окружности для шестигранника 20мм (см. п.7) и высоту шестигранной призмы 50мм (см.п.10). Вместо команды Операция выдавливания, указанной в п.9



выполняется команда Приклеить\_выдавливанием. Параметры у команд одинаковы. Получили фигуру, представленную на рис. 103.

*Построение отверстия через всю модель*

6. Выберем плоскость основания шестигранной призмы, щелкнув ЛКМ на плоскости. В нижнем окне выберем ориентацию основания шестигранной призмы Нормально к, т.е. лицом к нам. В этой плоскости начинаем построение эскиза окружности основания



отверстия через всю модель нажатием кнопки Новый эскиз.

7. Выполняем построение эскиза отверстия аналогично построению цилиндра (форма объектов одинакова) см. упражнение №1 лаб.раб. №7 указав радиус окружности основания отверстия 10мм (см. п..7-1, получим эскиз на рис.100) и параметр глубины отверстия (цилиндра)- Через все, т.е. через всю модель (см.рис.101). Вместо команды Операция выдавливания, указанной в п.9 выполняется



команда Вырезать выдавливанием. Параметры у команд одинаковы.

**УПРАЖНЕНИЕ 2. Построение трехмерной модели сложного геометрического объекта, представленного на рис. 104, по трем проекциям.**

1. Запустите программу Компас 3D LT.
2. Постройте исходный параллелепипед для построения детали.

3. В Дереве построений Компас 3D LT нажатием ЛКМ выберите

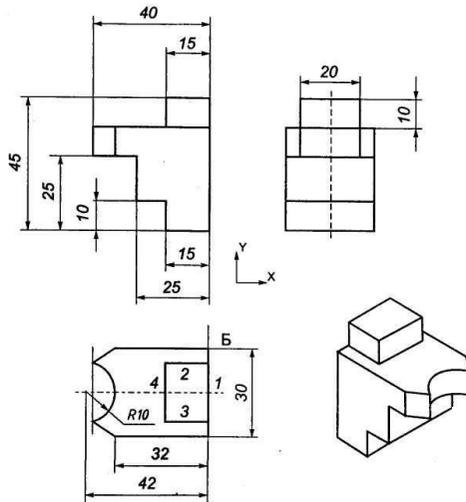


Рис. 104

Фронтальную плоскость, в которой будет производиться построение эскиза вида спереди параллелепипеда детали.

4. В Дереве построений Компас 3D LT нажатием ЛКМ выберите Фронтальную плоскость, в которой будет производиться построение эскиза вида спереди параллелепипеда детали.

5. В Панели управления системы Компас 3D LT нажатием кнопки



Новый эскиз перейти в двухмерный графический редактор, в котором будет производиться построение эскиза.

6. Включите кнопку Геометрические построения  на панели инструментов.

7. Выберите команду Ввод прямоугольника  в Панели геометрических построений. Установите левый угол прямоугольника в начало координат. Введите параметры прямоугольника в начало координат. Введите параметры прямоугольника в строке параметров: высоту  $h=35\text{мм}$  и ширину  $w=40\text{мм}$ .



Получим основание для выдавливания параллелепипеда (см. рис.105).

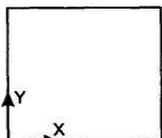


Рис. 105

8. По команде Закончить редактирование  в Панели управления системы Компас перейдите в трехмерный Компас.

9. Задайте объем в панели инструментов трехмерного Компаса. Для этого выбираем команду Операция

выдавливания .

10. В появившемся диалоговом окне Параметры для выдавливания

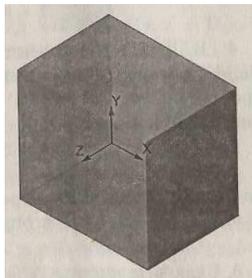


Рис. 106

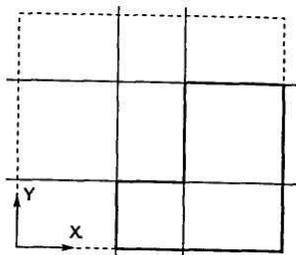


Рис. 107

параллелепипеда задайте параметр глубины параллелепипеда – На расстояние 30мм. Получим исходный параллелепипед для построения детали (см. рис.106).

### 3. Постройте сквозной вырез на виде спереди детали.

11. Выделите плоскость «вида спереди» детали.

12. Для получения сквозного выреза повторите пп.3,4 настоящего упражнения для эскиза выреза.

13. Постройте эскиз вырезов, показанный на рис. 107.

14. По команде Закончить редактирование  в Панели управления программы Компас перейдите в трехмерный Компас.

*Примечание: Цифровая клавиатура должна быть включена кнопкой Num Lock на клавиатуре.*

### 4. Вырез в детали по эскизу рис. 107.

15. Выполнить вырез в детали по эскизу. Для этого выберите команду

Вырезать выдавливанием  в панели инструментов трехмерного Компаса.

16. В появившемся диалоговом окне Параметры для выреза задайте параметр глубины выреза Через все (см. рис.108). Получим вырез детали (см. рис. 109).

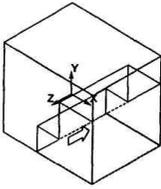


Рис. 108

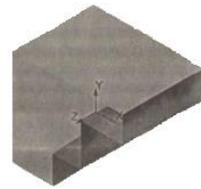
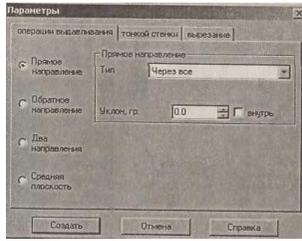


Рис. 109

## 5. Постройте полукруглый вырез на виде сверху детали.

17. Выберите плоскость вида сверху детали.
18. Для получения сквозного выреза повторите пп.4 настоящего упражнения для эскиза выреза рис.110.
19. Постройте эскиз полукруглого выреза, показанный на рис.110.
20. Для получения полукруглого выреза повторите пп. 12-16 настоящего упражнения для эскиза выреза. Получим вырез, показанный на рис. 111.

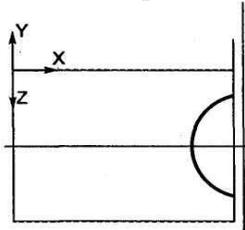


Рис. 110

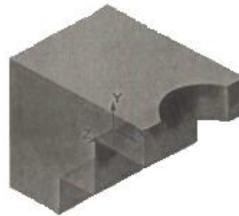


Рис. 111

## 6. Постройте эскиз треугольных вырезов на «виде сверху» детали.

21. Выделите плоскость «вида сверху» детали.
22. Постройте эскиз треугольных вырезов, показанный на рис. 112.

*Примечание: Чтобы видеть изображение эскиза квадрата, сдвиньте мышкой окно Параметры в сторону. В «строке состояния» программы Компас выбрать ориентацию Изометрия.*

23. Для получения треугольных вырезов повторите пп.12-16 настоящего упражнения для эскиза выреза рис.112. Получим вырез, показанный на рис.113.

**7. Приклейте прямоугольную «бобышку» на виде сверху детали.**

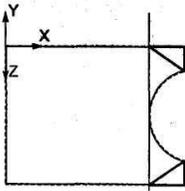


Рис. 112

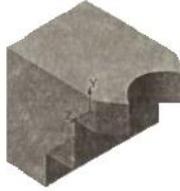


Рис. 113

24. Выберите плоскость вида сверху детали.

25. Для получения прямоугольной «бобышки» повторите пп.3-4 настоящего упражнения для эскиза «бобышки» (см.рис.114).

26. Постройте эскиз прямоугольной «бобышки», показанный на рис. 114.

27. Для получения прямоугольной «бобышки» выполните команду Приклеить



выдавливанием для эскиза

«бобышки» рис.114. Получим деталь, показанную на рис.115.

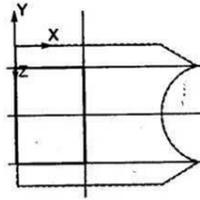


Рис. 114

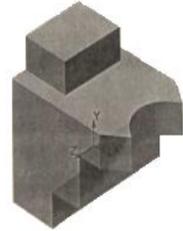
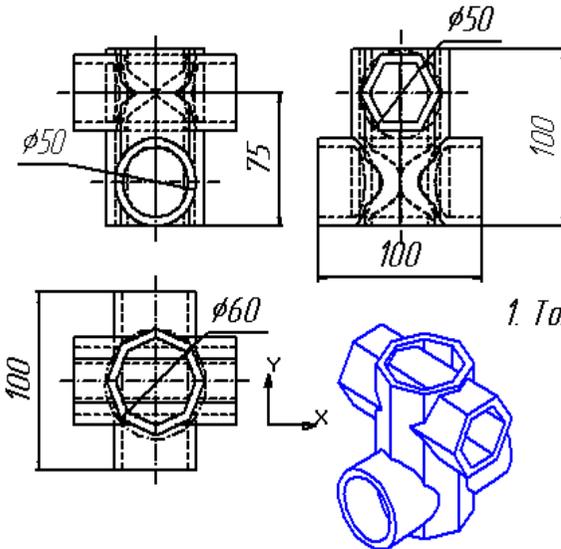


Рис. 115

**ЗАДАНИЯ**



1. Толщина всех стенок 5мм.

Рис.116

**ЗАДАНИЕ 1.** Построить трехмерную модель фигуры рис.116, состоящую из пересекающихся геометрических тел: двух шестигранных призм и цилиндра.

**ЗАДАНИЕ 2.** Построить трехмерную модель фигуры, показанную на рис.117.

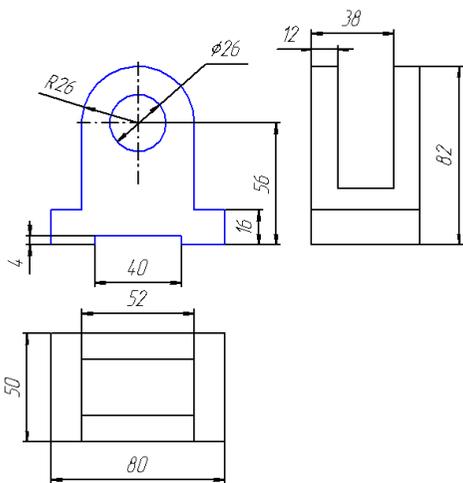


Рис.117

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 10

### Построение кинематических поверхностей способом параллельного переноса («по сечениям»)

Наиболее широкое применение в инженерной практике получил **кинематический способ** образования поверхностей.

**Кинематический способ задания поверхностей** основан на непрерывном перемещении образующей линии в пространстве по определенному закону.

Поверхность, образованная таким способом называется **кинематической поверхностью**.

По виду образующей линии различают:

- **линейчатые поверхности** (образующая — прямая);
- **циклические поверхности** (образующая — окружность) и другие поверхности.

По закону перемещения образующей:

- **поверхности вращения;**
- **поверхности параллельного переноса;**

**- поверхности винтовые.**

При этом некоторые поверхности могут быть отнесены одновременно к различным классам. Например, цилиндрическая поверхность вращения является линейчатой и поверхностью вращения

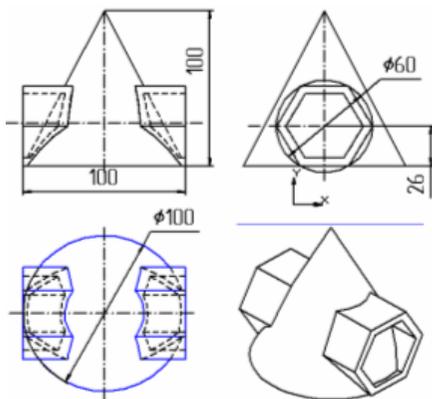


Рис. 118

**УПРАЖНЕНИЕ 1.** Построить фигуру, состоящую из шестигранной призмы и пересеченного с ней конуса, построенного «по сечениям» (см.рис.118) по приведенному алгоритму.

**1. Запустите программу Компас 3D LT.**

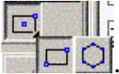
1. Запустите программу Компас 3D LT и операцию построение «новой детали», как показано в упражнении №7.1 лаб.раб.№7.

**2. Постройте плоский эскиз шестигранной призмы.**

2. В «Дереве построений» Компас нажатием ЛКМ выберите Профильную плоскость, в которой будет производиться построение эскиза шестигранной призмы.

3. В Панели управления системы Компас нажатием кнопки Новый эскиз  перейдите в двухмерный графический редактор, в котором будет производиться построение эскиза.

4. Включите кнопку Геометрические построения  на панели инструментов (ЛКМ).

5. На панели инструментов выбираем команду Ввод многоугольника .

6. В Строке параметров многоугольника выбираем:

- число вершин  $n=6$  (6-тиугольник);
- радиус вписанной окружности  $ad=25\text{мм}$ .

Строим окружность касательно к точке – началу координат. Получаем шестиугольник – основание шестигранной призмы(см.рис.119).

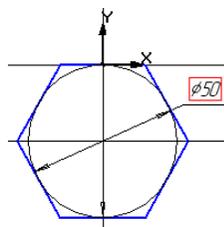


Рис. 119

7. По команде Закончить редактирование  в Панели управления программы Компас переходим в 3-х мерный Компас.

**3. Постройте трехмерную модель 6-тигранной призмы.**

8. Задайте объем призмы. В панели инструментов трехмерного

Компаса выбираем команду Операция выдавливания .

9. В появившемся диалоговом окне Параметры (см. рис.120) для выдавливания трехгранной призмы задайте параметр глубины шестигранной призмы – На расстояние 100мм. Для операции «тонкой стенки» «создать тонкую стенку» толщиной 5мм (см. рис.121)\*.

*Примечание: \*Чтобы видеть изображение эскиза квадрата, сдвиньте мышкой окно Параметры в сторону. В «строке состояния» программы КОМПАС 3D LT выбрать ориентацию Изометрия.*

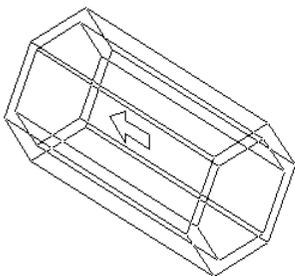


Рис. 120

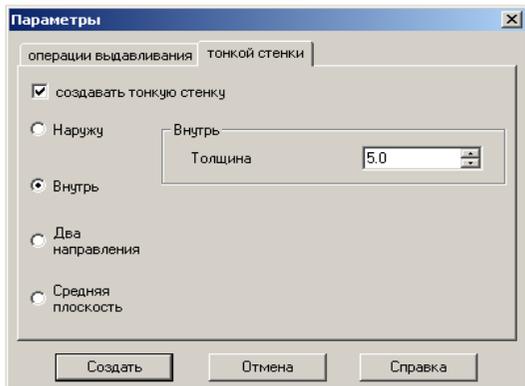
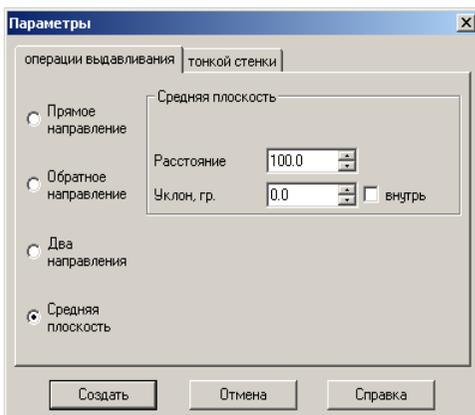


Рис. 121

11. Нажмите кнопку Создать в диалоговом окне Параметры. Получили трехмерную модель шестигранной призмы без невидимых линий (см. рис.122).

12. Выберите в Панели управления программы

команду Полутоновое 

получите полутоновое изображение трехмерной модели шестигранной призмы. Окрашив модель по алгоритму, приведенному в упражнении №1 лаб. раб. 5 пп15-17 получите окрашенную модель шестигранной призмы (см. рис.123).

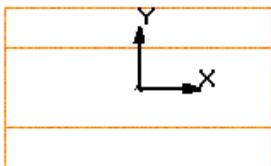


Рис.122

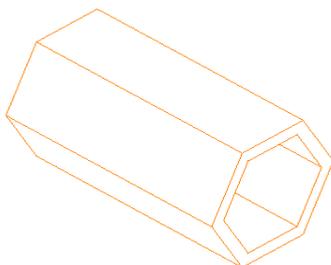


Рис.123

#### 4. Постройте трехмерную модель конуса «по сечениям»

13. В Дереве построений выберите Горизонтальную плоскость, вид Нормально к. Получите вид рис.124.
14. В Панели управления системы Компас

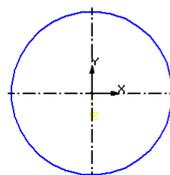


Рис.124

нажатием кнопки Новый эскиз  перейдите в двухмерный графический редактор, в котором будет производится построение эскиза.

15. Включите кнопку Геометрические построения  на панели инструментов по нажатию ЛКМ.
16. На Инструментальной панели геометрии выбираем команду Ввод

окружности .

17. Размещаем центр окружности основания конуса в начало системы координат окна документа (команда <Ctrl>+<0> на цифровой клавиатуре (см. рис.125)).

18. В Строке параметров окружности задайте радиус окружности 50мм по команде <Alt>+<R>. Нажмите <Enter>.

19. Введите команду Закончить редактирование



в Панели управления программы Компас.

Рис.125



20. Постройте Смещенную плоскость, в которой будет строиться второе «сечение» конуса, т.е. его вершина – «точка». Смещенная плоскость строится со смещением относительно основания конуса (т.е. горизонтальной плоскости) на расстояние, равное высоте конуса 100мм. Для этого выберите команды Вспомогательная



геометрия – Смещенная плоскость. В строке параметров «смещенной плоскости» введите расстояние для смещения 100мм



. Нажмите кнопку.

*Примечание: Цифровая панель должна быть включена кнопкой Num Lock на клавиатуре.*

Создать объект . В Дереве построений появилась запись «смещенной плоскости», в окне документа появился фантом самой плоскости.

21. Выделите в Дереве построений созданную «смещенную плоскость».

22. Повторите пп. 14,15 настоящего упражнения.

23. На Инструментальной панели геометрии выбираем команду Ввод точки



24. Ставим точку в начало системы координат «смещенной плоскости» (см. рис.126).

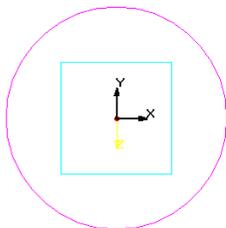


Рис.126

25. Введите Закончить



редактирование в Панели управления программы Компас.



Рис.127

26. Выберите последовательно по сечениям (см. рис.127).

27. При этом в Дереве построений должен быть выбран один из эскизов сечения конуса.

28. В появившемся окне Параметры (см.рис.128) добавьте недостающие сечения конуса, выделяя их в Дереве построений. Нажмите кнопку Создать.

29. Выберите ориентацию полученной модели Вид спереди. Получим вид модели, показанный на рис.129.

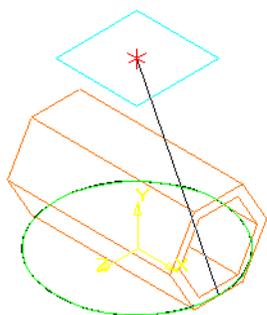
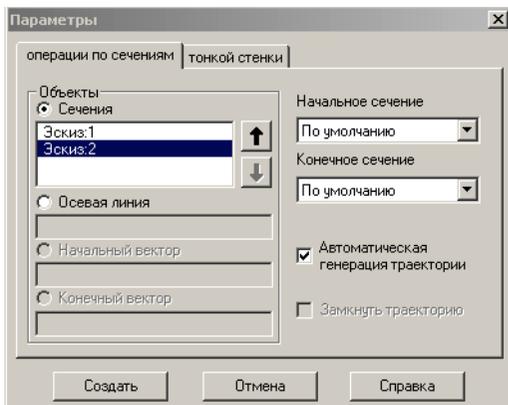


Рис.128



30. Для ориентации Изометрия модель имеет вид рис.130.

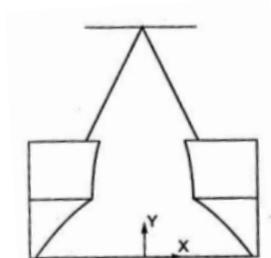


Рис.129

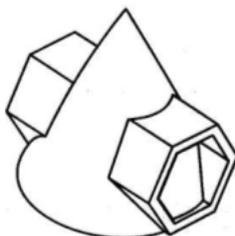


Рис.130

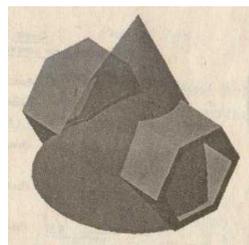


Рис.131

31. После выполнения процедуры окрашивания модели (по алгоритму, приведенному в упражнении №1 лаб.раб. 5, пп.15-17) она имеет вид рис. 131.



## Список литературы

### Основная:

1. Третьяк Т.М., А.А. Фарафонов. Пространственное моделирование и проектирование в программной среде Компас 3D LT.-М.: СОЛОН-Пресс, 2004.-128с.:ил.
2. А. Потемкин Инженерная графика. Просто и доступно. Издательство «Лори», 2000г. Москва.-491с.
3. Потемкин А. Трехмерное твердотельное моделирование.- М.: Компьютер Пресс, 2002-296с.ил

### Дополнительная:

4. Автоматизация инженерно-графических работ/Г. Красильникова, В. Самсонов, С. Тарелкин- СПб: Издательство «Питер», 2000.- 256с.
5. Третьяк Т.М. «Компьютерные технологии на уроках черчения» // тезисы седьмой Международной конференции «Информационные технологии в образовании»3- 6 ноября 1998г. Москва.

### Интернет-ресурсы

6. <http://kompas-edu.ru> - методические материалы размещены на сайте "Компас в образовании"
7. <http://www.ascon.ru/news/news.htm> - сайт фирмы Аскон.
8. <http://www.kompas-edu.ru/pages.nsf/ru/html/checks/noscript/noscript.html> - Компас в образовании.
9. <http://head.informika.ru/text/inftech/edu/kompas/> - Методические материалы по САПР Компас, Богуславский А.А., Коломенский педагогический институт
10. <http://lab18.ipu.rssi.ru/labconf/title.asp> - Материалы конференции и выставки "Системы проектирования, технологической подготовки производства и управления этапами жизненного цикла промышленного продукта. CAD/CAM/PDM-2001".