МИНИСТЕРСТВО ЦИФРОВОГО РАЗВИТИЯ СВЯЗИ И
МАССОВЫХ КОММУНИКАЦИЙ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ И ИНФОРМАТИКИ»

Кафедра Прикладная информатика

Е.А. Богданова

ИНЖЕНЕРНАЯ И КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА

Методические указания к лабораторным работам для студентов заочной формы обучения

Самара
2024

УДК 741.02
ББК 22.151.3
Б73

Рекомендовано к изданию методическим советом ПГУТИ,
протокол №, от г.

Богданова, Е.А.
Б 73 **Инженерная и компьютерная графика**: методические указания к лабораторным работам для студентов заочной формы обучения / Е.А. Богданова. – Самара: ПГУТИ, 2024. – с.

Методические указания предназначены для студентов 1 и 1у курсов заочной формы обучения (в том числе с использованием дистанционных образовательных технологий) по направлению подготовки 11.03.02 и 2 и 2у курсов по направлениям подготовки 09.03.01, 09.03.02, 09.03.03.

Методические указания служат практическим руководством работы в графическом пакете КОМПАС-3D в рамках лабораторных работ по дисциплине Инженерная и компьютерная графика.

© Богданова, Е. А., 2024
© Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2024

Содержание

Введение…… 4
1 Требования к выполнению заданий лабораторных работ…….. 5
2 Знакомство с основами работы в системе КОМПАС-3D……. 6
2.1 Запуск системы КОМПАС-3D. Открытие нового документа……... 6
3 Знакомство с основными элементами окна КОМПАС-График……..... 7
4 Основные приемы работы с изображениями…….. 13
5 Задания лабораторных работ в КОМПАС-График.... 15
6 Основные понятия трехмерного моделирования…… 40
7 Команды в КОМПАС-3D……... 42
8 Задания лабораторных работ в КОМПАС-3D…….. 48
Список использованных источников…….. 72

Введение

Важнейшую роль в инженерном образовании играет умение строить математические твердотельные модели. Для инженеров-программистов, которые должны уметь совершенствовать имеющиеся системы автоматизированного проектирования математических твердотельных моделей, необходимо понимать то, как работают основные инструменты в системах автоматизированного проектирования.

Твердотельная модель – это трехмерная электронная геометрическая модель, представляющая форму изделия как результат композиции заданного множества геометрических элементов с применением операций булевой алгебры к этим геометрическим элементам [1]. Иными словами, твердотельная модель – это трехмерная модель, состоящая из множества геометрических элементов (линий и узлов), которая хранит в себе информацию обо всех размерах моделируемой детали.

С твердотельными моделями работают специальные приложения, называемые системами автоматизированного проектирования (далее по тексту САПР). Пользователь САПР работает в основном с векторной графикой.

Векторная графика – способ представления объектов и изображений (формат описания) в компьютерной графике, основанный на математическом описании элементарных геометрических объектов, обычно называемых примитивами, таких как: точки, линии, сплайны, дуги, окружности, многоугольники.

В лабораторной работе по описанию необходимо выполнить несколько заданий для освоения базовых операций твердотельного моделирования.

1 Требования к выполнению заданий лабораторных работ

По дисциплине Инженерная и компьютерная графика для студентов заочной формы обучения учебным планом предусмотрено выполнение лабораторных работ.

Студенты заочной формы обучения выполняют задания лабораторных работ в аудиториях вуза.

Студенты, обучающиеся на заочной форме обучения с использованием дистанционных образовательных технологий выполняют задания лабораторных работ самостоятельно и загружают выполненные задания в личный кабинет системы moodle для проверки в полном объеме.

Для выполнения лабораторных работ следует установить на Ваш компьютер учебную версию системы трехмерного моделирования КОМПАС-3D, которую можно скачать с официального сайта компании АСКОН: https://kompas.ru/kompas-educational/about/.

Зачтенные лабораторные работы являются допуском к прохождению промежуточной аттестации по дисциплине (зачет, экзамен).

Лабораторные работы включает восемь заданий: четыре задания для выполнения в КОМПАС-График (входит в КОМПАС-3D) и четыре для выполнения в КОМПАС 3D.

2 Знакомство с основами работы в системе КОМПАС-3D

2.1 Запуск системы КОМПАС-3D. Открытие нового документа

Запуск системы

1) При запуске системы КОМПАС-3D появится стартовая страница программы (рис. 2.1).



Рис. 1.1

Открытие нового документа

1) Для открытия нового документа щелкните указателем мыши на необходимую пиктограмму в центре стартовой страницы.

Деталь – модель изделия, изготавливаемого из однородного материала, без применения сборочных операций. В файлах данного типа обычно создают 3D-модели.

Сборка – модель изделия, состоящего из нескольких деталей с заданным взаимным положением. Предназначена для создания сборочных чертежей.

Чертеж – основной тип графического документа в КОМПАС-3D. Файлы предназначены для создания плоскостных чертежей. Чертеж содержит графическое изображение изделия, основную надпись, рамку, иногда – дополнительные элементы оформления.

Фрагмент – вспомогательный тип графического документа в КОМПАС. Фрагмент отличается от чертежа отсутствием рамки, основной надписи и других объектов оформления документа.

Спецификация – документ, содержащий информацию о составе сборки, представленную в виде таблицы.

Текстовый документ – документ, содержащий преимущественно текстовую информацию.

3 Знакомство с основными элементами окна КОМПАС-График

В САПР КОМПАС главное окно делится на элементы управления (рис. 3.1):

1 – ***главное меню***, где сосредоточены все инструменты и настройки;

2 – ***строка вкладок документов***, где располагаются вкладки с открытыми документами для быстрого переключения в статус «текущий»;

3 – ***инструментальная область*** (на рис. 3.1 обведена рамкой) (рис. 3.2), обеспечивающая быстрый доступ к инструментам построения и изменения, как твердых тел, так и эскизов:

3.1 – список наборов инструментальных панелей;

3.2 – системная панель;

3.3 – 3.4 – инструментальные панели Геометрия, Правка и другие;

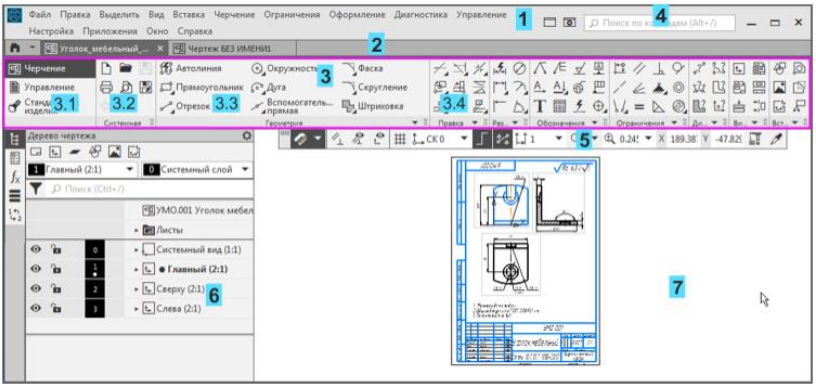


Рис. 3.1

4 – ***строка поиска команд***, где можно вызвать команду по слову или части слова;

5 – ***панель быстрого доступа***, где содержатся кнопки вызова команд выбора режима, управления изображением активного документа и другие;

6 – ***панель управления***, предназначенная для изменения параметров документа;

7 – ***графическая область документа***, где осуществляется построения изображений.

Инструментальная область

В инструментальной области видимы команды, пиктограммы которых расположены на трех строках. Команды распределены по панелям в соответствии с их назначением: ***Системная***, ***Геометрия***, ***Правка***, ***Размеры*** и другие. Для компактности некоторые команды объединены в группы, и на панели представлена только одна команда группы. Рядом с пиктограммой команды группы изображен треугольник.

Чтобы вызвать команду, нужно щелкнуть левой клавишей мыши по ее пиктограмме или названию.

Если команда или группа команд невидима. Разверните панель. Для этого щелкните мышью по полю названия панели (рис. 2.2).

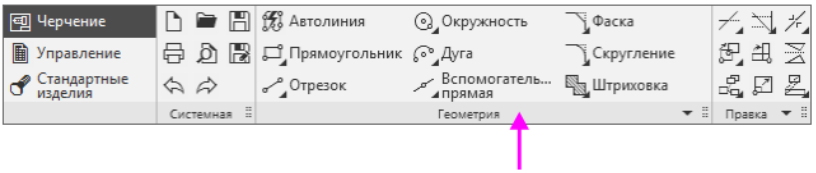


Рис. 3.2

Если команда находится в группе, щелкните мышью по пиктограмме с треугольником и, не отпуская мышь, выберите из раскрывшегося меню нужную команду (рис. 3.3).

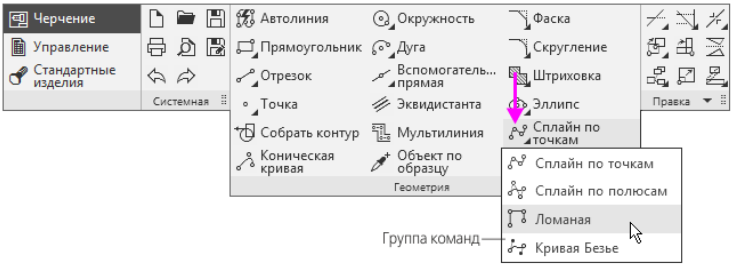


Рис. 3.3

Можно вызвать команду из группы другим способом. Нажмите на команду рядом с пиктограммой, у которой есть треугольник (например, ***Сплайн по точкам*** ). Затем на ***Панели параметров*** можно выбрать нужную команду (например, ***Ломаная***  (рис. 3.4)).

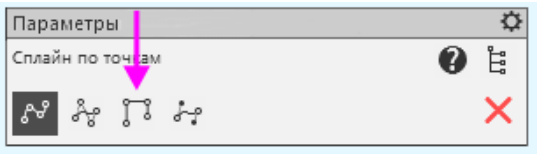


Рис. 3.4

Панель управления и Панель параметров

Панель управления предназначена для изменения параметров документа. На ***Панели управления*** по умолчанию доступны ***Панель параметров*** и ***Дерево документа***. При этом ***Дерево документа*** показывается, а ***Панель параметров*** скрыта. Переключение между панелями производится с помощью кнопки у вертикальной границы окна (рис. 3.5).

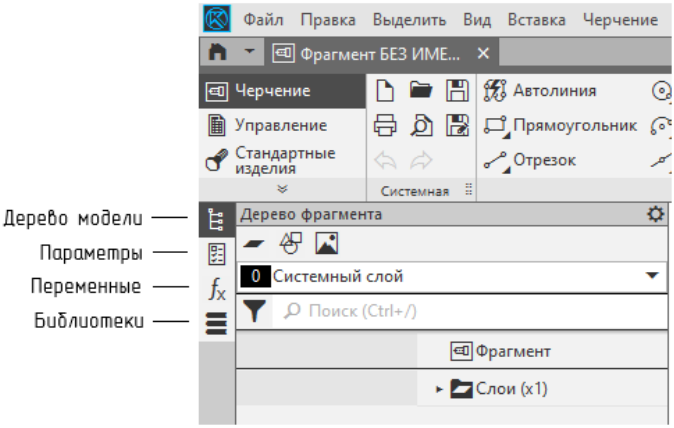


Рис. 3.5

Если вызвать какую-либо команду, ***Панель параметров*** автоматически появляется и остается на экране до завершения команды.

Панель параметров включает в себя три области (рис. 3.6):

– область заголовка содержит название команды, кнопки вызова команд группы и кнопку настройки ;

– основная область содержит элементы управления для задания параметров и свойств объекта;

– область сообщений содержит подсказки (в процессе работы команды – описание ожидаемого действия) и сообщения системы.

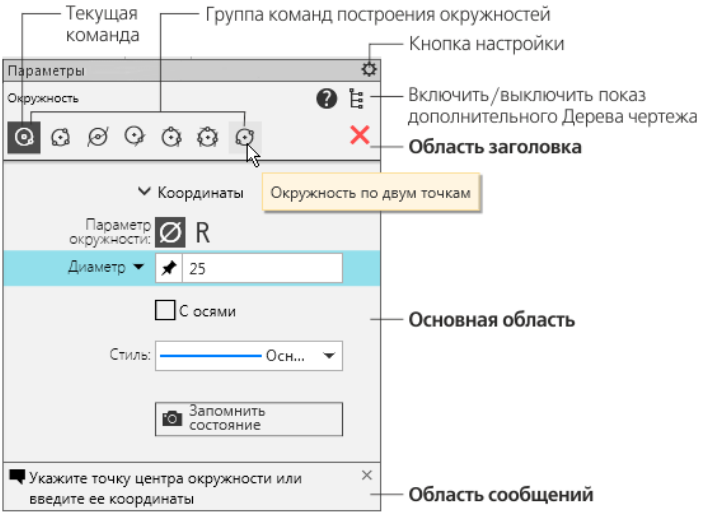


Рис. 3.6

Поиск команд

Чтобы вызвать команду по слову или части слова, находящимся в ее названии, следует ввести их с клавиатуры в ***Строку поиска*** и нажать клавишу ***Enter***, а затем в появившемся списке щелкнуть мышью по названию команды (рис. 3.7).

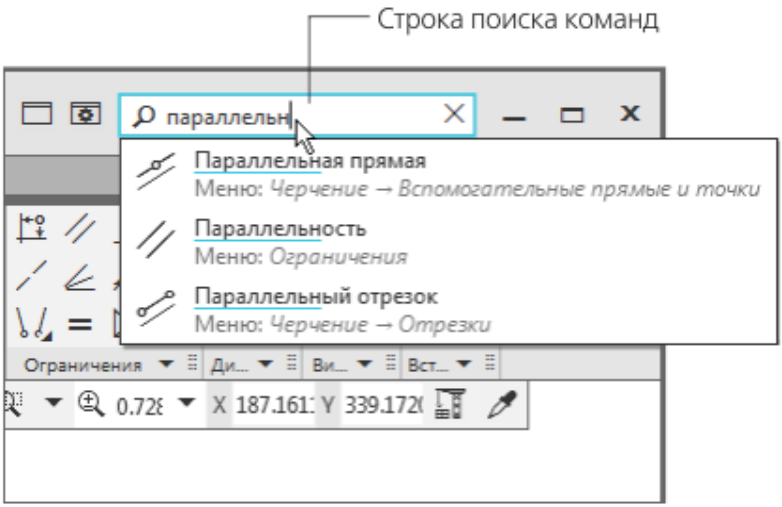


Рис. 3.7

Короткая справка

Короткая справка о работе команды появляется на экране, если подвести курсор к ее пиктограмме в инструментальной области или на Панели параметров и задержать его на 2-3 секунды. Например, на рис. 3.8 короткая справка показана для команды ***Масштабировать*** .

Более подробное описание команды можно получить, наведя курсор на кнопку ***Масштабировать*** и нажав на клавишу ***F1***.

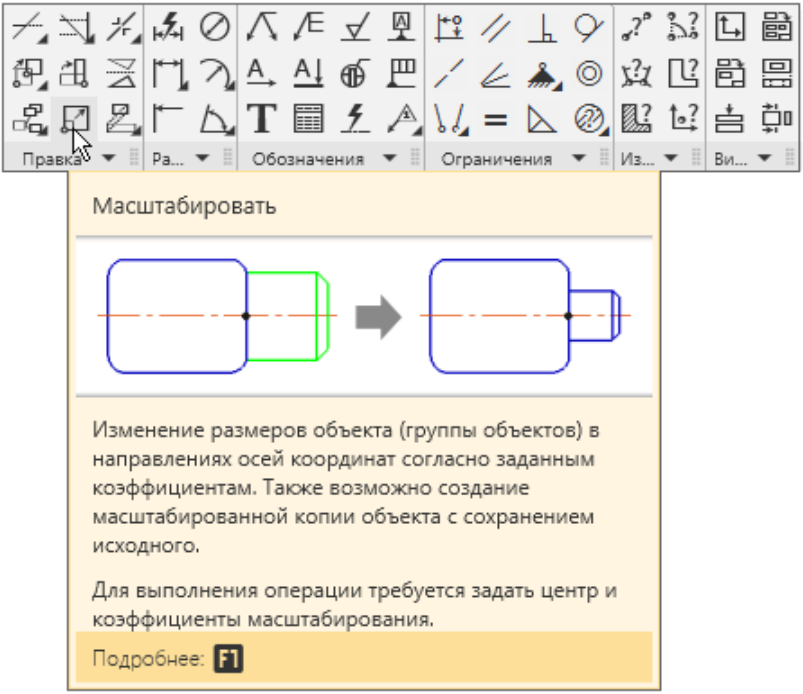


Рис. 3.8

4 Основные приемы работы с изображениями

Перемещение изображения

Чтобы переместить изображение, нажмите на колесо мыши и, не отпуская его, перетащите в нужном направлении.

Курсор при этом изменит свой вид на .

Изменение масштаба

Поместите курсор в любую точку графической области, которая будет являться центром

масштабирования. Вращая колесико мыши вверх – увеличение изображения, вниз – уменьшение.

Автосоздание объектов

В КОМПАС-График большинство геометрических объектов создается в автоматическом режиме. Это означает, что после задания достаточного количества параметров для построения данного типа объекта, происходит автоматическое завершение процесса. Результатом работы команды является появление объекта в графической области.

Можно управлять работой команды – нажимать кнопки ***Создать объект*** или ***Завершить*** – как на ***Панели параметров***, так и на ***Панели быстрого доступа*** (рис. 4.1).



Рис. 4.1

5 Задания лабораторных работ в КОМПАС-График

<u>Задание 1.</u> Работа с инструментальной панелью

Построить деталь, используя команды инструментальной панели (рис. 5.1).

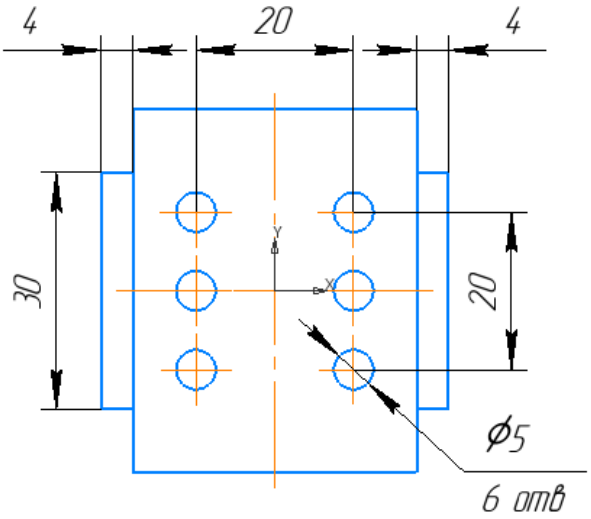


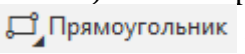
Рис. 5.1

Порядок выполнения

Построение прямоугольника

1) Создайте документ ***Фрагмент*** 

.

2) Активируйте команду ***Прямоугольник*** 

на панели ***Геометрия***.

3) Выберите ***Прямоугольник по центру и вершине*** .

4) Задайте параметры: ***Высота*** – 46 мм, ***Ширина*** – 36 мм, ***С осями***.

5) Подведите появившийся фантом прямоугольника к центру координат и зафиксируйте построение щелчком по левой клавише мыши (рис. 5.2).

6) Нажмите кнопку ***Завершить*** .

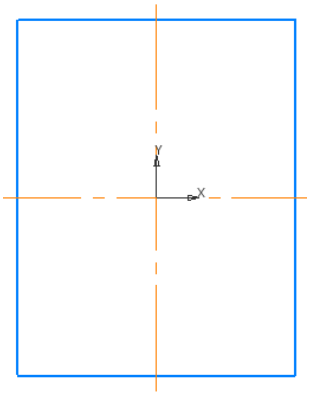
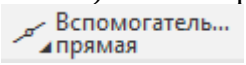


Рис. 5.2

Построение ломаных линий

1) Активируйте команду ***Вспомогательная прямая*** 

на панели ***Геометрия***. Выберите ***Параллельная прямая*** .

2) Постройте с двух сторон прямоугольника вспомогательные прямые (рис. 5.3). Для этого задайте параметр ***Расстояние*** – 4 мм, щелкните по левой стороне прямоугольника и отведите курсор влево, щелкните мышью по появившейся параллельной линии.

3) Аналогично постройте параллельную вспомогательную прямую справа от прямоугольника (перемещая мышь вправо от выделенной стороны).

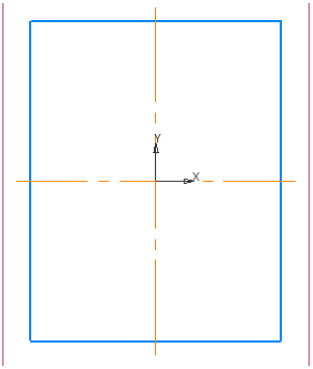


Рис. 5.3

4) Для ограничения ломаной линии по высоте постройте две параллельные вспомогательные линии симметрично горизонтальной осевой линии на расстоянии по 15 мм (рис. 5.4). В ***Панели параметров*** поставьте галочку ***Две прямые***.

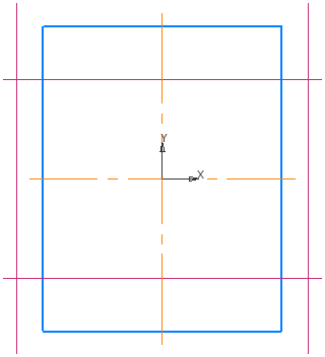
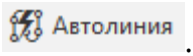


Рис. 5.4

5) Активируйте команду ***Автолиния*** 

. Постройте контур ломаной линии, последовательно щелкая мышью в характерных точках.

6) Завершите работу в команде ***Автолиния***.

7) Удалите вспомогательные линии (рис. 5.5). Для этого щелкните мышью по линии (окрасится в зеленый цвет) и нажмите на кнопку ***Delete***.

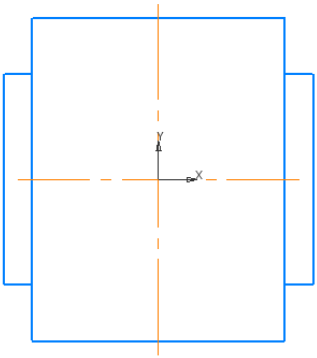
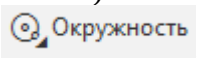


Рис. 5.5

Построение окружностей

1) Определите местоположение центров окружностей. Для этого задайте параллельные вспомогательные прямые относительно вертикальной и горизонтальной осевых линий детали на расстоянии по 10 мм по обе стороны от них (рис. 5.6).

2) Активизируйте команду ***Окружность*** 

.

3) Задайте параметры: ∅5 мм, ***С осями***. Появится фантом окружности.

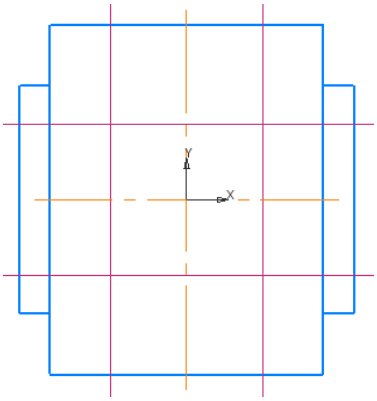


Рис. 5.6

4) Для того, чтобы построить несколько одинаковых окружностей, на ***Панели Параметров*** нажмите кнопку ***Запомнить состояние***



.

5) Перемещая фантом окружности в точки пересечения вспомогательных прямых создайте шесть окружностей (рис. 5.7).

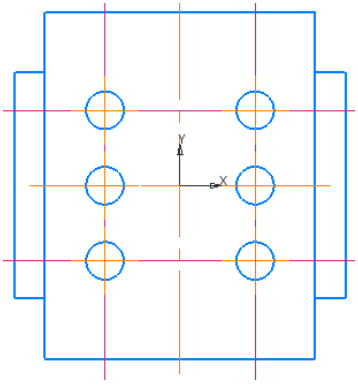


Рис. 5.7

6) Завершите построение: нажмите ***Завершить*** и удалите вспомогательные прямые.

Внимание: размеры не проставляйте!

<u>Задание 2.</u> Использование вспомогательных прямых, инструментов правки. Простановка размеров

Построить деталь, используя Вспомогательные прямые. Проставить размеры (рис. 5.8).

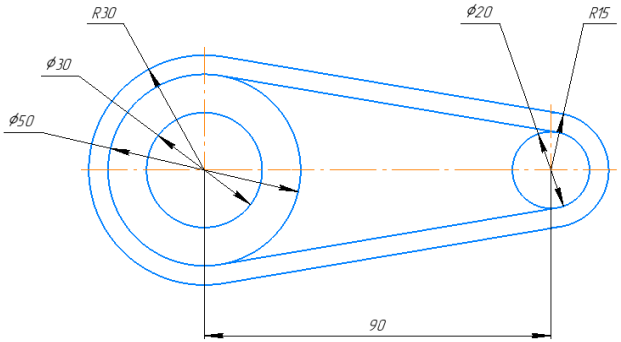


Рис. 5.8

Порядок выполнения

Построение детали

1) Создайте новый документ – ***Фрагмент***.

2) Активизируйте команду ***Вспомогательная прямая*** на панели ***Геометрия***.

3) Начертите вспомогательную горизонтальную прямую, используя команду ***Горизонтальная прямая*** с координатами точки, через которую должна проходить эта линия (60, 150) (координаты точки задаются на ***Панели параметров***).

4) Выберете команду ***Параллельная прямая*** , задайте расстояние - 15, установите галочку ***С двух сторон*** и укажите курсором на построенную горизонтальную линию (цвет линии изменится на красный). Автоматически появятся две симметричные линии (рис. 5.9).

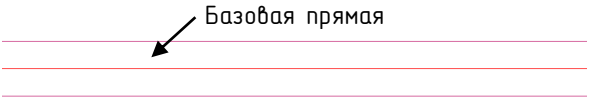


Рис. 5.9

5) Не выходя из команды ***Вспомогательная прямая,*** переключитесь на режим ***Вертикальная прямая***  и задайте координаты точки на прямой (75, 150).

6) Переключитесь на ***Параллельная прямая,*** снимите галочку ***С двух сторон*** и постройте вторую вертикальную линию на расстоянии 90 мм (рис. 5.10).



Рис. 5.10

7) Выйдите из команды ***Вспомогательная прямая***, нажав на кнопку ***Завершить***.

8) Раскройте панель ***Глобальные привязки*** (рис. 5.11) на ***Панели быстрого доступа*** поставьте галочки напротив ***Центр*** и ***Касание***.

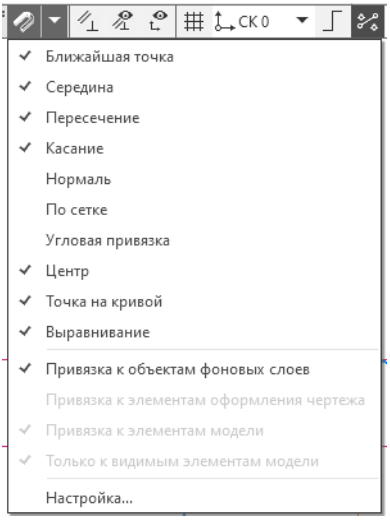


Рис. 5.11

9) Активизируйте команду ***Окружность***, переключитесь на ***Панели параметров*** на ***Параметр окружности*** – ***Радиус*** (рис. 5.12).

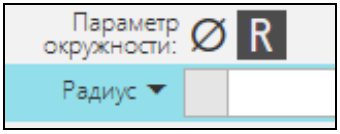


Рис. 5.12

10) Задайте радиус – 30 мм, поставьте галочку ***С осями***, подведите курсор к пересечению вспомогательных

линий слева, зафиксируйте положение окружности в центре щелчком мыши.

11) Постройте окружность радиусом – 15 мм с центром в точке пересечения вспомогательных линий справа (рис. 5.13).

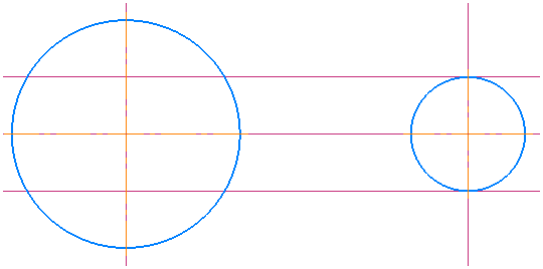


Рис. 5.13

12) Активизируйте команду ***Отрезок***, выберите ***Отрезок, касательный к двум кривым*** .

13) Поочередно щелкните по построенным окружностям (окрасятся в красный цвет), появятся фантомы линий (рис. 5.14).

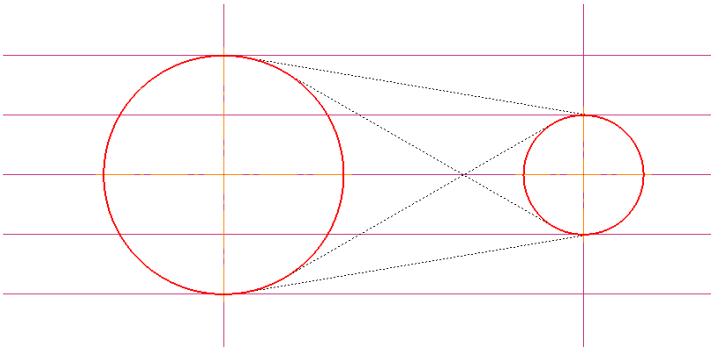


Рис. 5.14

14) Затем щелкните поочередно сначала по верхней пунктирной линии (окрасится в синий цвет - отобразится стилем линии ***Основная***), потом опять щелкните по окружностям и по нижней пунктирной линии – касательные построены.

15) Для того, чтобы убрать «лишние» линии у построенных окружностей, переключитесь на команду ***Усечь кривую***  на панели ***Правка*** инструментальной области.

16) Щелкайте мышью по внутренним частям окружностей, до получения модели как на рис. 5.15.

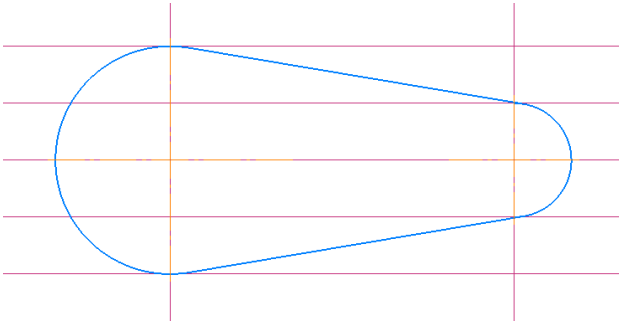


Рис. 5.15

17) Аналогично постройте две окружности: R25 слева и R10 справа с центрами в точках пересечения вспомогательных линий в режиме ***Без осей***.

18) Завершите построение заданием окружности R15 слева (рис. 5.16).

19) Выйдите из режима построения окружностей, нажав на ***Завершить***.

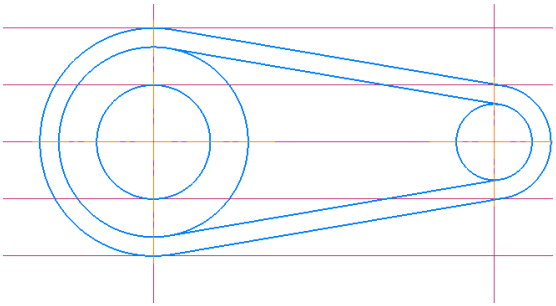


Рис. 5.16

20) Достройте горизонтальную осевую линию для всей модели. Щелкните по горизонтальной осевой линии окружности большего радиуса, появятся четыре квадрата на осевой – точки манипулирования размерами осевой линии. Потяните вправо за правый квадрат до соединения с горизонтальной осевой линией правой окружности.

21) Уберите вспомогательные линии.

Простановка размеров

1) Проставьте размеры (рис. 5.8). Для этого активируйте команду ***Линейный размер*** на панели ***Размеры*** инструментальной области, выберите режим – ***Горизонтальный*** и поочередно щелкните в центры построенных окружностей. Появится фантом размера со значением 90, переместите мышью размер вниз и щелкнув мышью зафиксируйте положение размерной линии. Размерное число (90) должно быть размещено по центру размерной линии.

2) Для простановки размеров на окружности активируйте команду ***Диаметральный размер*** . Щелкните по окружности, на которую ставите размер, в

разделе ***Дополнительные параметры*** (рис. 5.17) выберите размещение текста – ***Вправо*** или ***Влево***.

3) Для простановки размеров R30 и R15 активируйте команду ***Радиальный размер*** . Щелкните по дуге окружности, на которую ставится размер и разместите размерную надпись ориентируясь на образец.

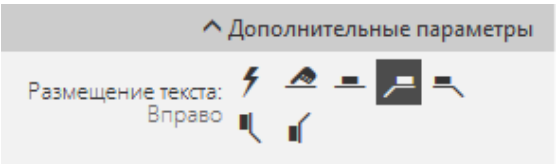


Рис. 5.17

<u>Задание 3.</u> Построение детали с использованием массива элементов по окружности

Начертить деталь ***Решетка*** с делением окружности на равные части (рис. 5.18). Размеры приведены для построения детали, проставлять на чертеже не надо.

Порядок выполнения

1) Создайте новый документ – ***Чертеж***. По умолчанию откроется формат чертежа А4, ***Ориентация*** – вертикальная.

2) Активизируйте команду ***Окружность***. Постройте ряд окружностей со следующими параметрами (рис. 5.19):

– стиль линии – ***Тонкая***, ∅ 150, ***С осями***;
– стиль линии – ***Осевая***, ∅ 110, ***Без осей***;
– стиль линии – ***Основная***, ∅ 80, ***Без осей***;
– стиль линии – ***Осевая***, ∅ 56, ***Без осей***;

– стиль линии – ***Основная***, ∅ 28, ***Без осей***.

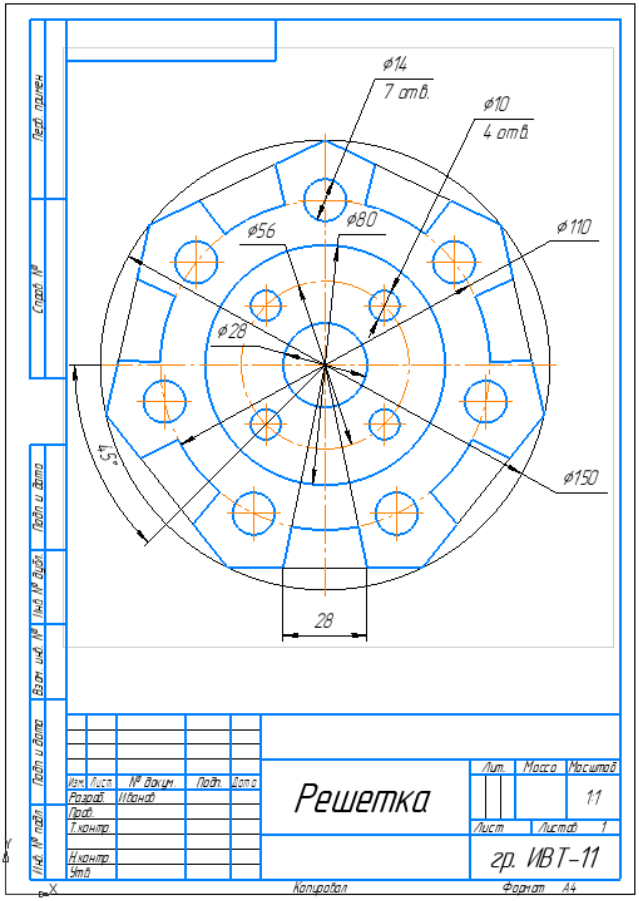


Рис. 5.18

3) На окружности ∅56 начертите четыре окружности ∅10. Для точного задания воспользуйтесь командой ***Вспомогательная прямая*** с заданием параметра: ***Угол*** – 45^0 (рис. 5.20).

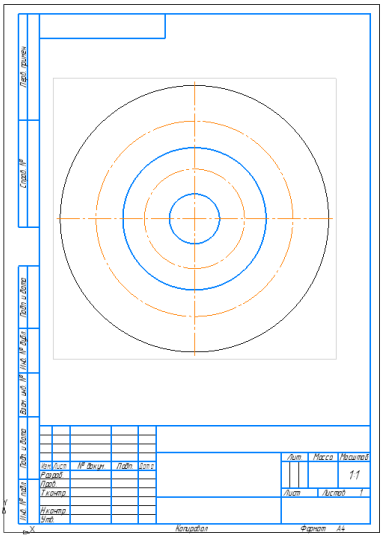


Рис. 5.19

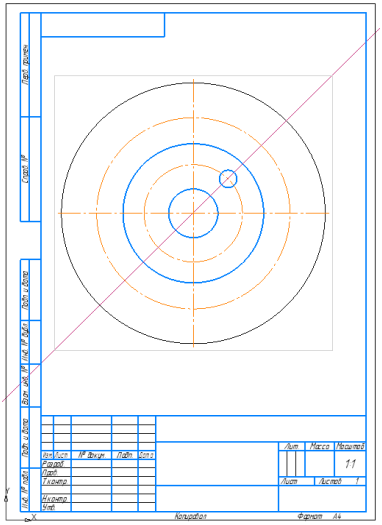


Рис. 5.20

4) Щелкните по построенной окружности ∅10 (окрасится зеленым цветом) и задайте массив отверстий с параметрами: ***Размещения копий*** – ***Вдоль всей окружности***, ***Количество копий*** – 4 (рис. 5.21).

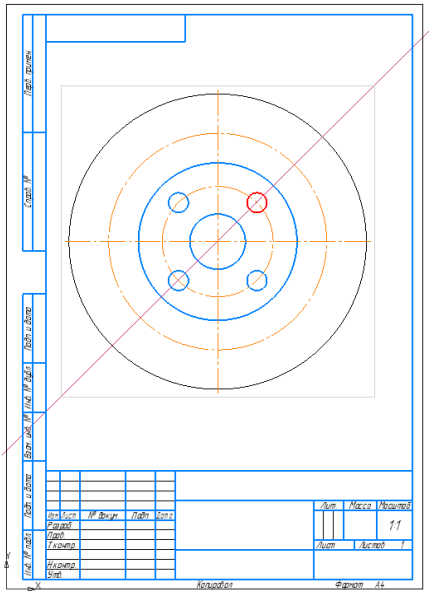


Рис. 5.21

5) В окружность ∅150 впишите равносторонний семиугольник. Для этого в группе ***Геометрия Инструментальной панели*** выберите ***Прямоугольник***. В панели ***Параметры*** активируйте команду ***Многоугольник*** с параметрами: ***Количество вершин*** – 7, ***По описанной окружности***, ∅150, ***Угол*** – 90^0, стиль линии – ***Основная*** (рис. 5.22).

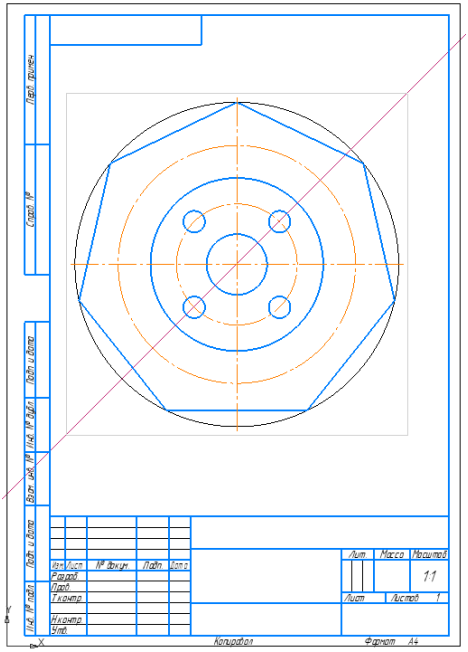


Рис. 5.22

6) Для построения контура выреза при помощи команды ***Вспомогательные параллельные прямые*** задайте границы выреза на расстоянии по 14 мм от вертикальной осевой линии в обе стороны (рис. 5.23). Для этого активируйте команду ***Вспомогательная параллельная прямая***, задайте параметр: ***Расстояние*** – 14, установите галочку ***С двух сторон,*** нажмите ***Enter***. Подведите курсор к вертикальной осевой линии модели, щелкните по ней, появятся две вспомогательные прямые, зафиксируйте построение. Стилем линии – ***Тонкая*** постройте две линии к центру окружности внизу модели (рис. 5.23).

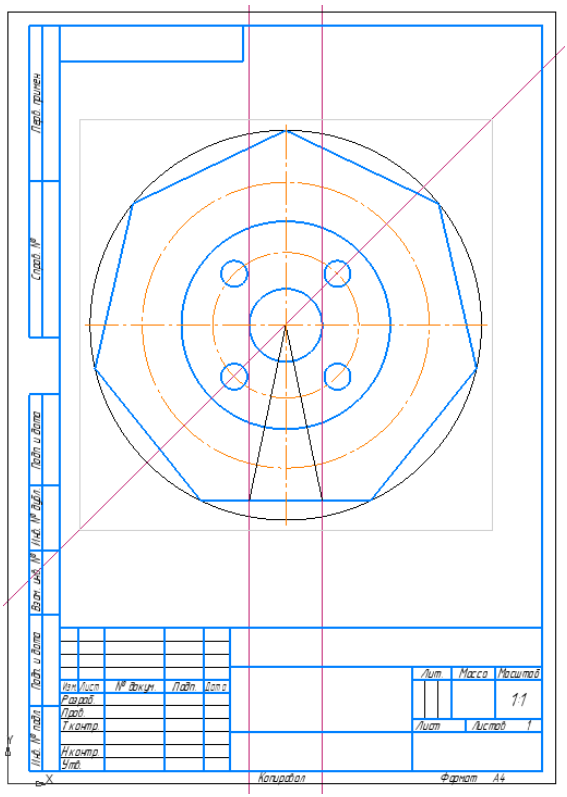


Рис. 5.23

7) При помощи команды ***Дуга*** (способ построения: по центру и двум точкам ) начертите дугу в нижней части детали с параметрами: стиль линии – ***Основная***, ∅110 (рис. 5.24). Для построения дуги выберите команду ***Дуга*** в группе ***Геометрия***, задайте диаметр дуги, щелкните в центре модели, затем в одной из точек местоположения дуги, потом в другой точке.

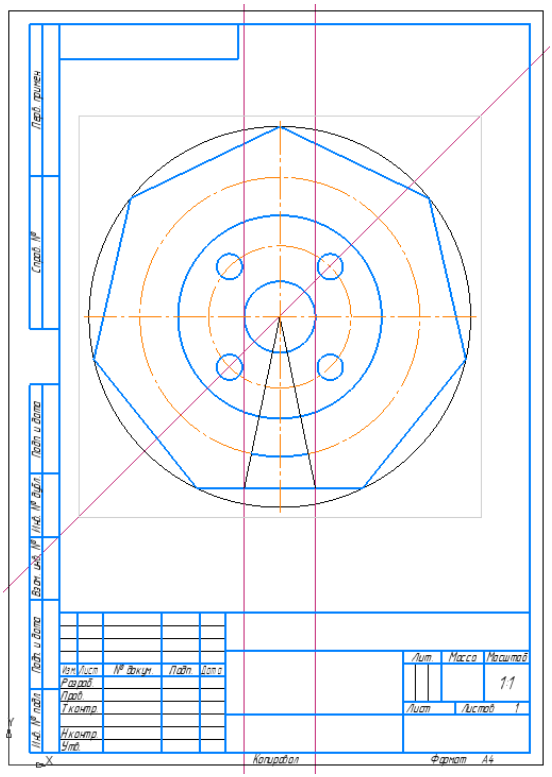


Рис. 5.24

8) Скопируйте дугу по окружности. Для этого: выделите дугу (щелкните по ней мышью – окрасится в зеленый цвет) → ***Правка → Копия указанием → Копия по окружности***. Режим ***Размещения копий*** – ***Вдоль всей окружности***, ***Количество копий*** – 7. Нажмите ***Enter***.

Щелкните в центр модели, затем ***Создать объект*** (рис. 5.25).

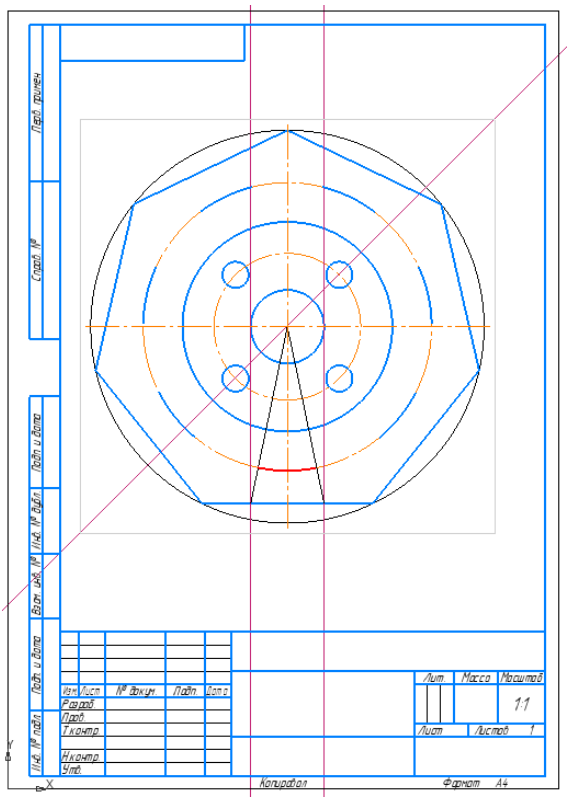


Рис. 5.25

9) Через центр окружности и построенные дуги проведите вспомогательные прямые. Обведите нужные элементы при помощи команды ***Отрезок*** с параметром: стиль линии – ***Основная.*** Удалите вспомогательные линии (рис. 5.26).

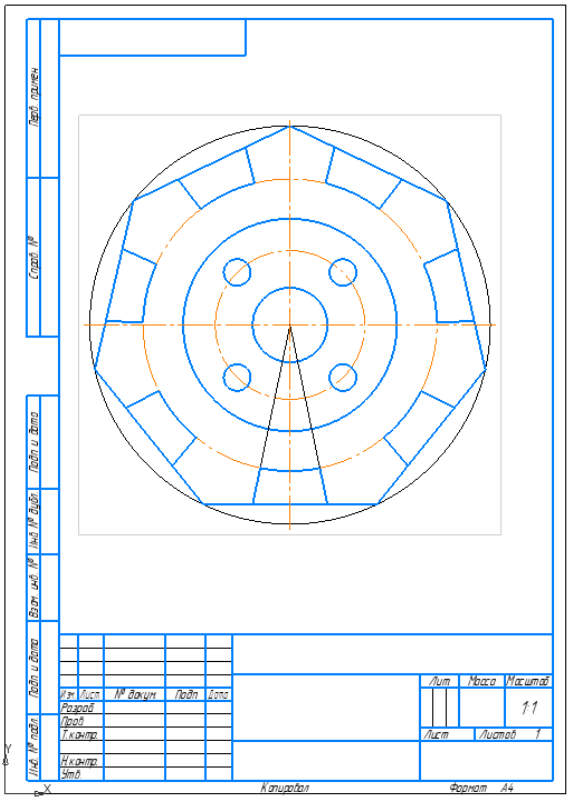
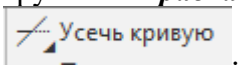


Рис. 5.26

10) Для удаления элементов между выступами в группе ***Правка*** выберите команду ***Усечь кривую*** 

. Для удаления подведите курсор к «лишнему» элементу (выделится красным) и щелкните левой клавишей мыши (рис. 5.27).

11) Доведите линии между элементами командой ***Отрезок***, стиль линии – ***Тонкая*** (рис. 5.28).

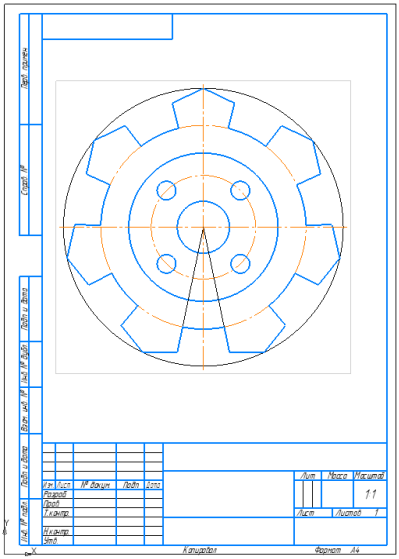


Рис. 5.27

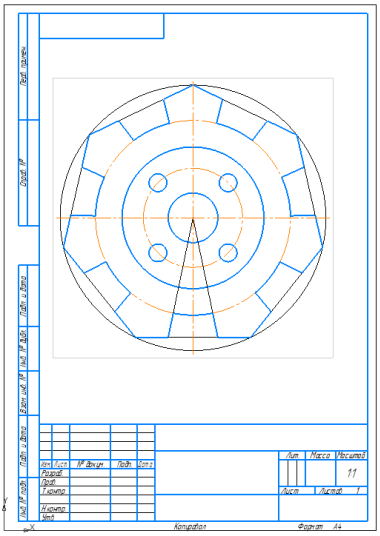
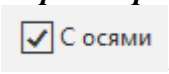


Рис. 5.28

12) Начертите окружности ∅14, используя последовательность команд: ***Правка → Копия указанием → Копия по окружности***. Режим ***Размещения копий*** – ***Вдоль всей окружности***, ***Количество копий*** – 7. Нажмите ***Enter***. Щелкните в центр модели, затем ***Создать объект***  (рис. 5.29).

13) Добавьте оси для отверстий. Для этого дважды щелкните по окружности (выделится зеленым), в панели ***Параметры*** поставьте галочку в поле ***С осями*** 

, далее на ***Создать объект***. Повторите для всех окружностей ∅14 и ∅10 (рис. 5.29).

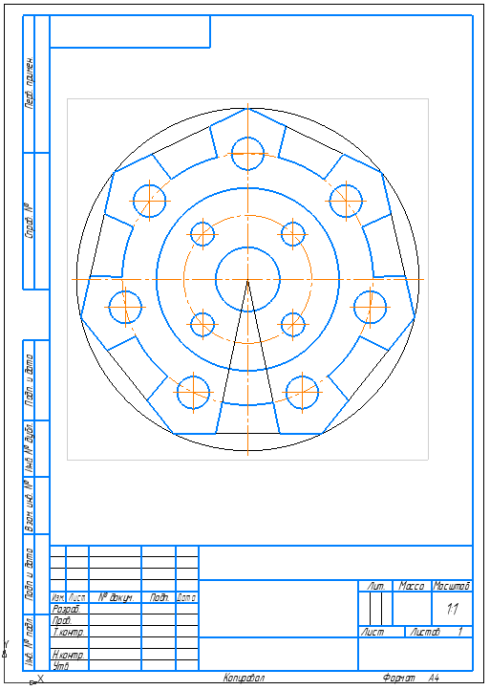


Рис. 5.29

14) Заполните основную надпись (рис. 5.30):

– название детали – ***Решетка***;

– фамилия студента;

– номер группы.

Чтобы заполнить основную надпись необходимо активировать ее двойным щелчком левой клавиши мыши – все поля основной надписи станут окантованными штриховыми линиями. После внесения данных, зафиксируйте изменения нажатием на кнопку ***Создать объект*** .

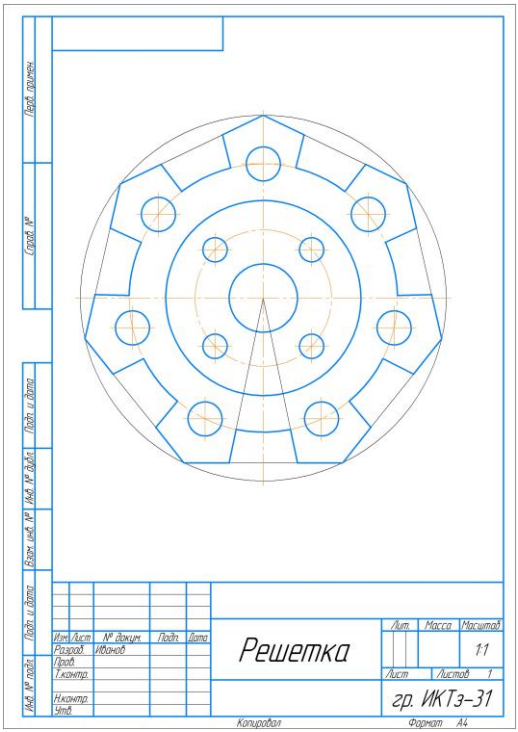


Рис. 5.30

<u>Задание 4.</u> Самостоятельная работа

Начертить деталь ***Пластина*** (рис. 5.31).

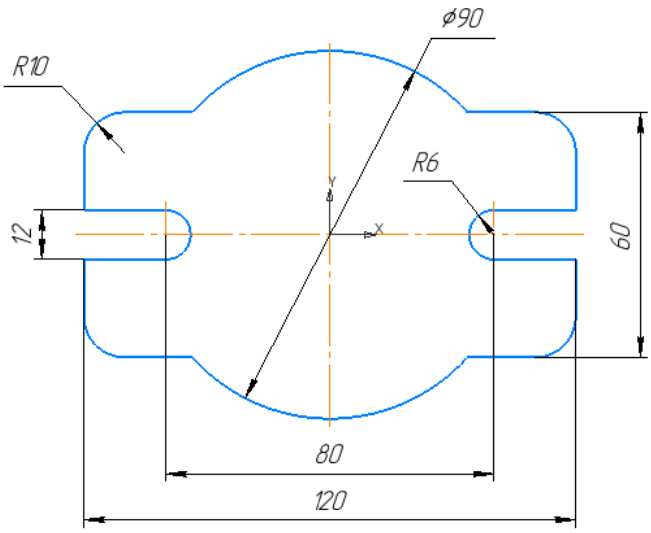


Рис. 5.31

Советы:

1) Основой для построения детали должны быть прямоугольник и окружность с центрами в начале координат (рис. 5.32).

2) Для создания скруглений R10 воспользуйтесь командой ***Скругление → Скругление на углах объекта*** , режим ***Обработать углы – Все*** .

3) Лишние линии удаляйте командой ***Усечь кривую***.

4) Для построения пазов воспользуйтесь командой ***Вспомогательная прямая***.

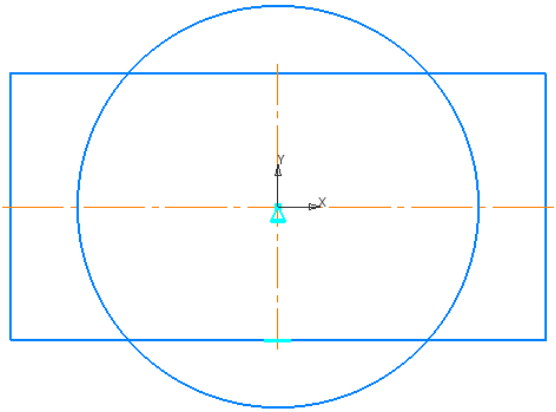


Рис. 5.32

5) Проставьте размеры согласно образцу.

6 Основные понятия трехмерного моделирования

Модель в КОМПАС-3D состоит из геометрических объектов – эскизов, пространственных кривых и точек, поверхностей, тел (рис. 6.1).

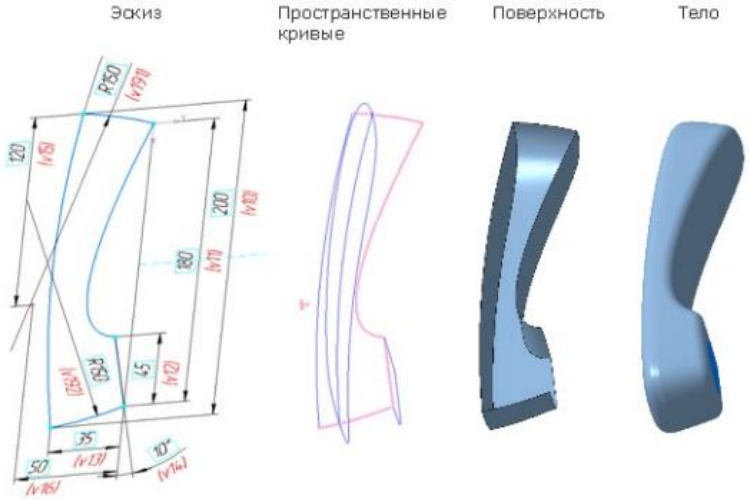


Рис. 6.1

Геометрические объекты, в свою очередь, состоят из примитивов – вершин, ребер, граней (рис. 6.2).



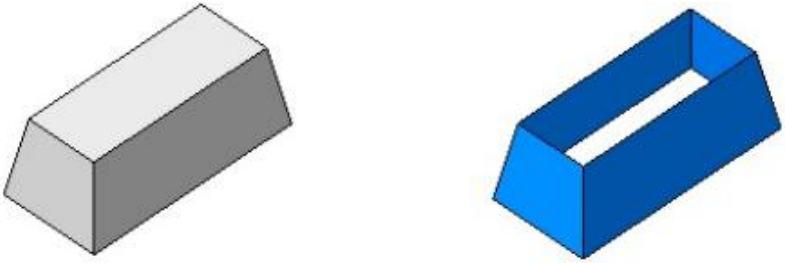
Рис. 6.2

Модель в КОМПАС-3D может быть:

– твердотельной – представленной телами и обладающей ненулевой массой (рис. 6.3а);

– поверхностной – представленной поверхностями и обладающей нулевой массой (рис. 6.3б),

а также сочетающей результаты твердотельного и поверхностного моделирования.



а) б)

Рис. 6.3

Для создания объемных элементов и самых простых поверхностей используется перемещение плоских фигур в пространстве. Плоская фигура, в результате перемещения

которой образуется объемное тело или поверхность, называется ***эскизом***, а само перемещение – ***операцией***.

Эскизы. Эскиз может располагаться на одной из стандартных плоскостей проекций, на плоскости грани созданного ранее элемента (или поверхности) или на вспомогательной плоскости. Эскизы создаются средствами модуля плоского черчения и состоят из одного или нескольких контуров.

Контур – одно из основных понятий при описании эскиза. При построении эскиза под контуром понимается графический объект (отрезок, дуга, сплайн, прямоугольник и т.д.) или совокупность последовательно соединенных графических объектов.

Операции в системе КОМПАС-3D служат для построения объемных элементов и поверхностей при помощи соответствующих команд. Система располагает основными и дополнительными командами.

Фантом – временное изображение, появляющееся в графической области при выполнении какой-либо операции и показывающее текущее состояние создаваемых или редактируемых объектов.

7 Команды в КОМПАС-3D

Объекты модели создаются с помощью команд. Условно в твердотельном моделировании команды построения тел можно разделить на формообразующие, добавляющие материал и дополнительные. Основными формообразующими командами являются:

– элемент выдавливания;
– элемент вращения;
– элемент по траектории;
– элемент по сечениям.

Элемент выдавливания – выдавливание эскиза перпендикулярно его плоскости или с заданием параметров выдавливания (рис. 7.1).

Для применения команды создается эскиз – плоскостной контур – основа модели стилем линии ***Основная***.

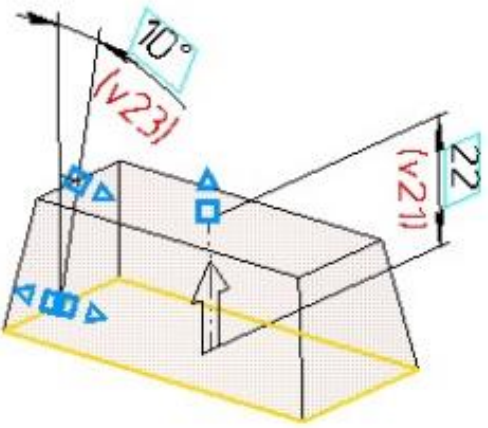


Рис. 7.1

Элемент вращения – вращение эскиза вокруг оси, лежащей в его плоскости (рис. 7.2).

Эскиз тела вращения состоит из одного или нескольких контуров со стилем линии ***Основная*** и оси вращения в виде отрезка со стилем линии ***Осевая.*** Ни один из контуров не должен пересекать ось вращения или ее продолжение.

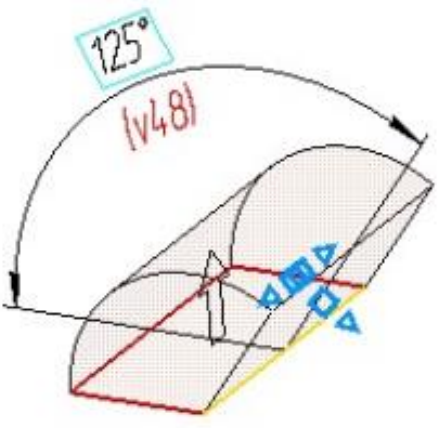


Рис. 7.2

Элемент по траектории – перемещение сечения вдоль направляющей (рис. 7.3).

Для применения операции необходимо задание двух эскизов – сечения и траектории стилем линии ***Основная***.

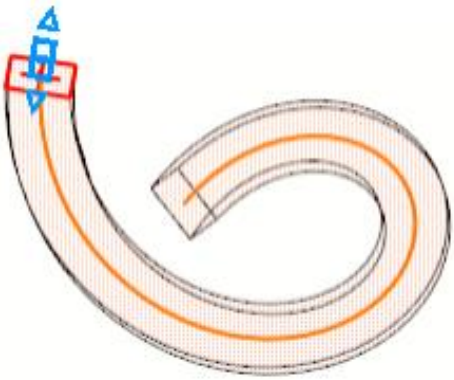


Рис. 7.3

Элемент по сечениям – построение объемного элемента путем соединения нескольких сечений произвольной формы и расположения (рис. 7.4).

В качестве сечений элемента по сечениям могут использоваться эскизы, контуры, про-странственные кривые, грани. Крайние сечения могут быть точками.

Если сечения замкнутые, возможен выбор между сплошным и тонкостенным элементом. При разомкнутых сечениях возможно построение только тонкостенного элемента. Если в крайнем сечении используется точка, то возможно построение только сплошного элемента, при условии, что все остальные сечения замкнуты.

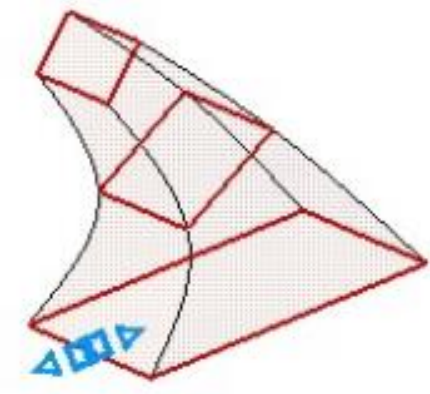


Рис. 7.4

Дополнительные команды позволяют требуемым образом скорректировать результаты формообразующих операций.

Примерами дополнительных команд являются:

– ***Вырезать выдавливанием*** – создание элемента перемещением сечения по прямолинейной направляющей (рис. 7.5);

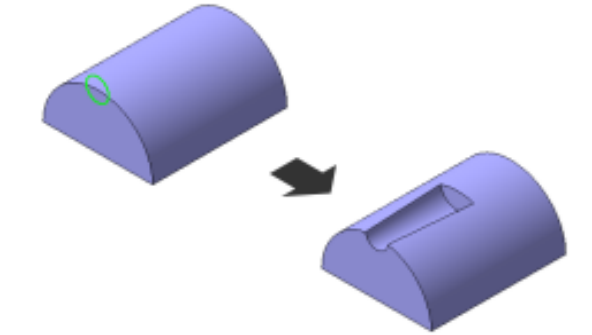


Рис. 7.5

– ***Вырезать вращением*** – создание элемента поворотом сечения вокруг оси (рис. 7.6);

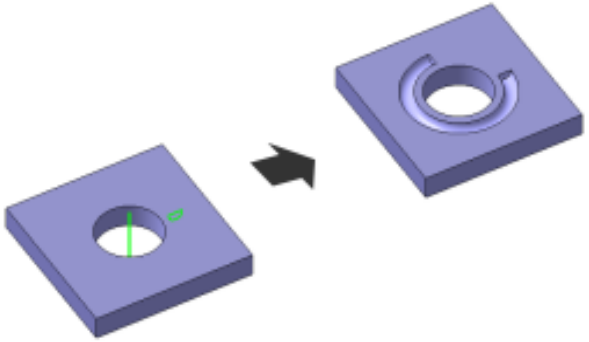


Рис. 7.6

– ***Вырезать по траектории*** – создание элемента перемещением эскиза или тела вдоль заданной траектории – пространственной кривой, линии эскиза или ребра (рис. 7.7);

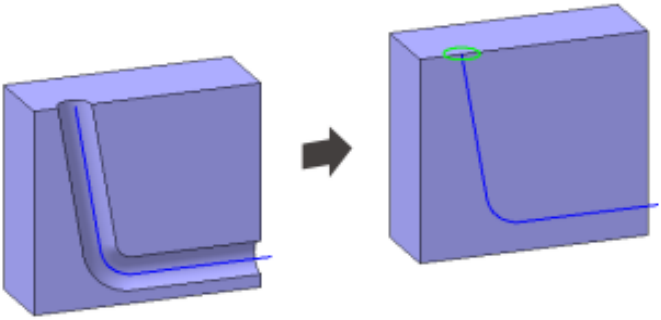


Рис. 7.7

– ***Вырезать по сечениям*** – создание элемента соединением нескольких (минимум двух) сечений произвольной формы (рис. 7.8).

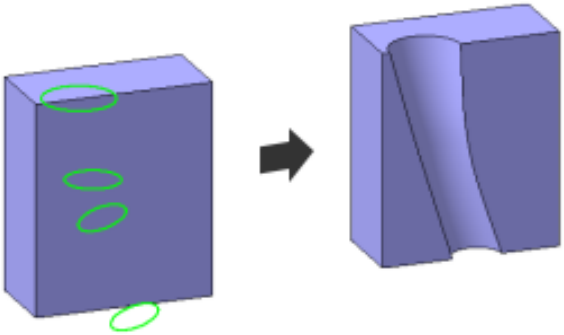


Рис. 7.8

8 Задания лабораторных работ в КОМПАС-3D

<u>Задание 5.</u> Построение модели с использованием операций: *Элемент выдавливания*, *Вырезать выдавливанием*

При помощи операций: ***Элемент выдавливания***, ***Вырезать выдавливанием*** построить модель (рис. 8.1).

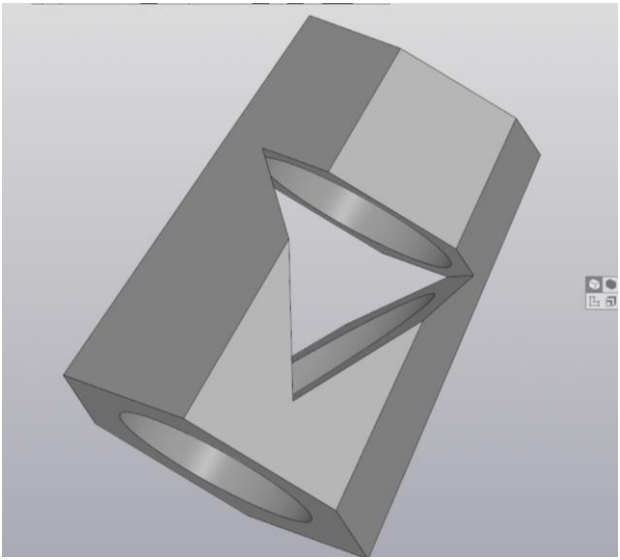


Рис. 8.1

Порядок выполнения

Построение шестигранной пирамиды

1) Создайте новый документ ***Деталь***.

2) В дереве модели раскройте раздел ***Начало координат*** щелчком на значке списка слева от названия (маленький треугольник) и укажите ***Плоскость ZX*** (рис. 8.2) или щелкните по ней на пространственной системе плоскостей в центре окна построения. ***Плоскость ZX*** выделена зеленым контуром.

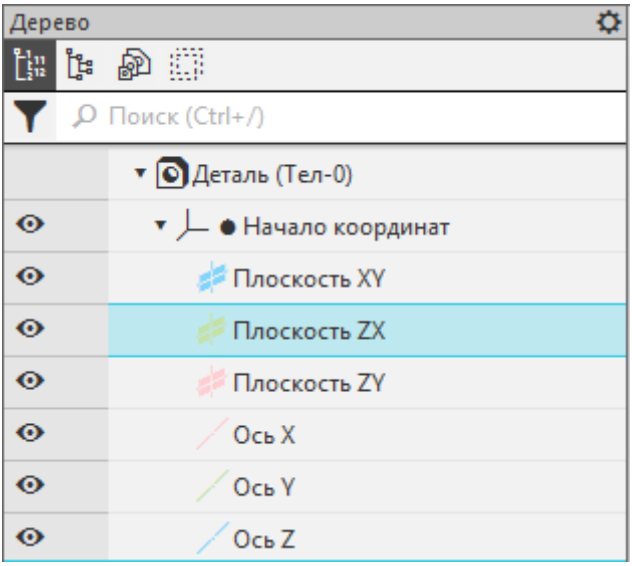


Рис. 8.2

3) Щелкните по кнопке ***Создать эскиз***  на ***Панели быстрого доступа***. Система перейдет в режим редактирования эскиза, плоскость ***ZX*** развернется в окне построения и станет параллельной экрану.

4) Нажмите кнопку ***Параметрический режим***  на ***Панели быстрого доступа*** или убедитесь, что она нажата (темный фон).

Нажмите кнопку ***Отображать ограничения***  на ***Панели быстрого доступа*** или убедитесь, что она нажата (темный фон).

5) На ***Плоскости ZX*** создайте эскиз шестиугольника с параметрами: ***Количество вершин*** – 6, ***Способ построения*** – По описанной окружности, ***Диаметр*** – 100, ***Угол*** – 180. Разместить шестиугольник в центре координатных осей.

6) Выйти из режима ***Создать эскиз*** повторно нажав на пиктограмму.

7) Активируйте команду ***Элемент выдавливания***. Установите параметры: ***Расстояние*** – 120, ***Угол*** – 5, ***Сменить направление*** (стрелочка справа от поля Угол)

8) Зафиксируйте построение пирамиды (рис. 8.3).

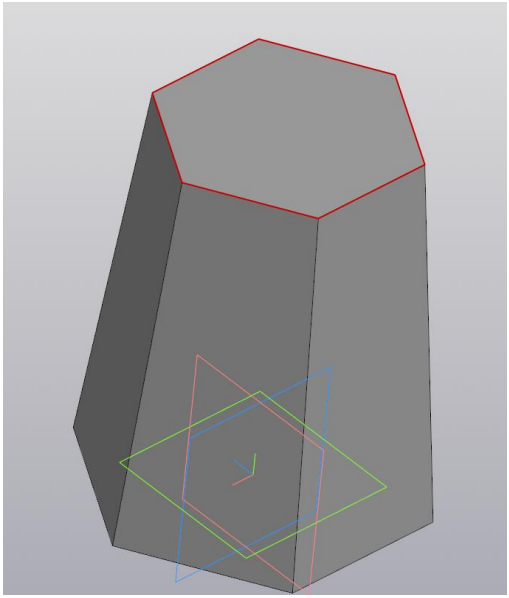


Рис. 8.3

Построение сквозного цилиндрического отверстия

1) Щелкните левой клавишей мыши по верхнему основанию (окрасится в зеленый цвет).

2) Активируйте команду построения эскиза – нажмите на пиктограмму ***Создать эскиз***.

3) Создайте на выделенной плоскости эскиз окружности с ***Диаметром*** – 60. Окружность разместите в центре плоскости (рис. 8.4).

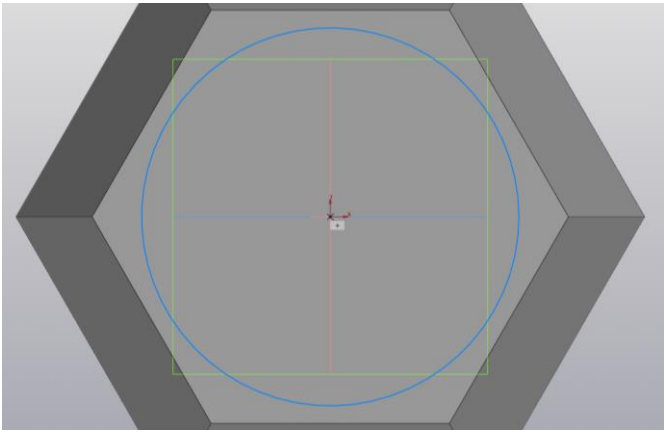


Рис. 8.4

4) Выйдите из режима ***Эскиз***.

5) Выберите команду Вырезать выдавливанием . Установите параметры: ***Способ*** – Через все. Проверьте чтобы появился фантом цилиндрического отверстия внутри пирамиды (рис. 8.5). Если фантом не появился, то нажмите ***Сменить направление***.

6) Зафиксируйте построение (рис. 8.6).

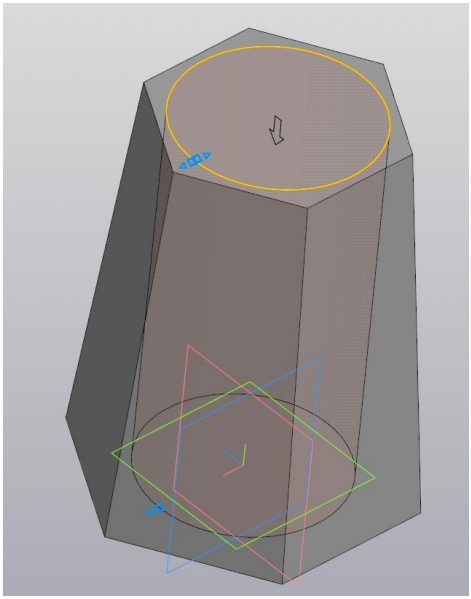


Рис. 8.5

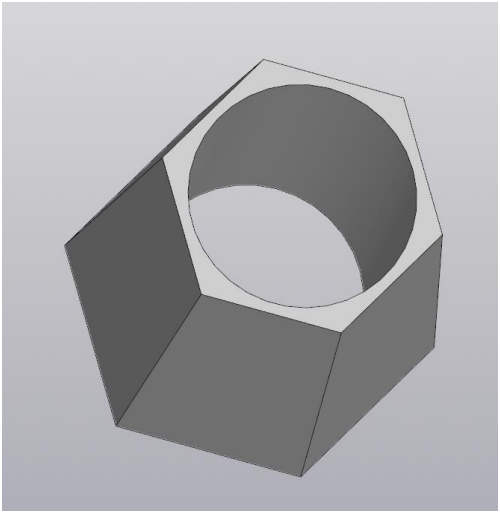


Рис. 8.6

Построение сквозного призматического отверстия

1) Выберите ***Плоскость XY***. Войдите в режим ***Создать эскиз***. Создайте треугольник. Перед построением определитесь с центром треугольника. Для этого постройте две вспомогательные прямые: вертикальную по центру системы координат и горизонтальную при помощи команды ***Параллельные вспомогательные прямые*** задайте линию на расстоянии 60 от верхнего основания (рис. 8.7).

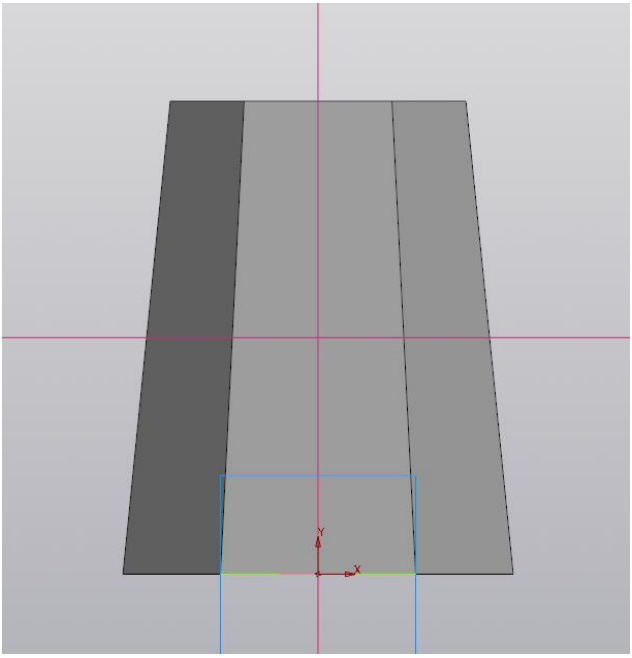


Рис. 8.7

2) В точке пересечения заданных вспомогательных прямых постройте треугольник с параметрами: ***Способ построения*** – По описанной окружности, ***Диаметр*** – 80, ***Угол*** – 30 (рис. 8.8).

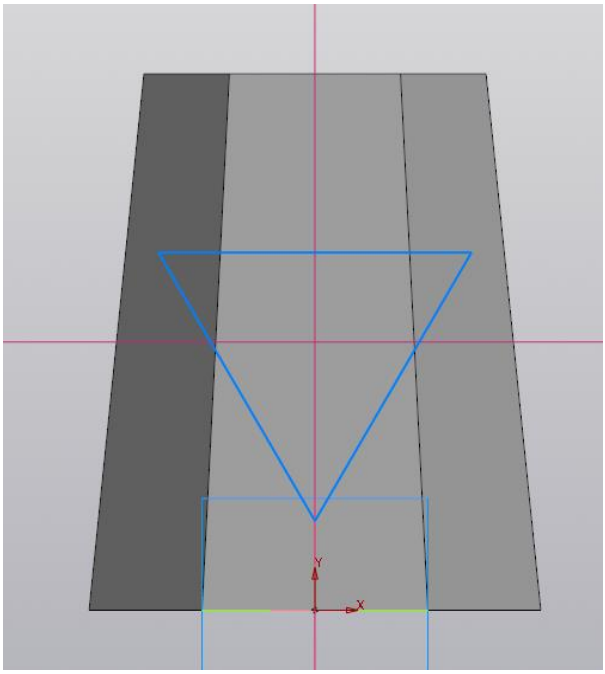
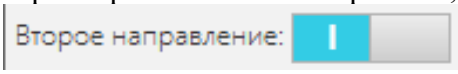


Рис. 8.8

3) Выйдите из режима ***Эскиз***.

4) Активируйте команду ***Вырезать выдавливанием***. Задайте параметры: ***Способ*** – Через все, ***Второе направление*** 

(щелкните левой клавишей мыши по прямоугольнику справа от ***Второе направление***), укажите ***Способ*** – Через все.

5) Зафиксируйте построение. Задайте отображение ***Ориентация*** – ***Изометрия*** (рис. 8.9).



Рис. 8.9

<u>Задание 6.</u> Построение модели с использованием операции *Элемент вращения*

При помощи операции ***Элемент вращения*** построить модель (рис. 8.10).

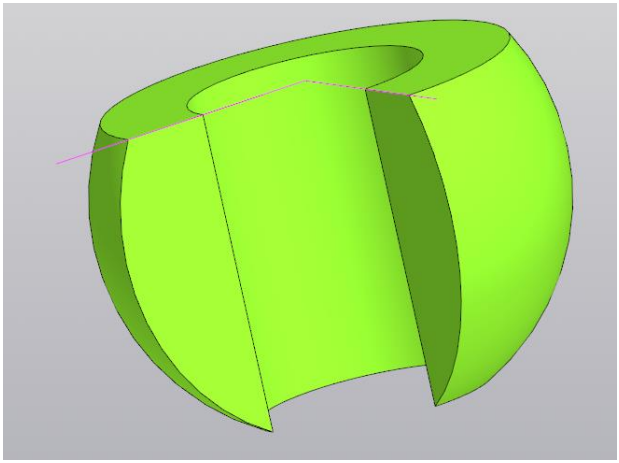


Рис. 8.10

Порядок выполнения

1) Создайте новый документ ***Деталь.***

2) Выберите ***Плоскость XY***. Войдите в режим ***Создать эскиз***. Начертите эскиз модели – окружность с удалением сегмента на расстоянии 25 мм от осевой линии и параллельными линиями на расстоянии 25 мм от вертикальной осевой (рис. 8.11).

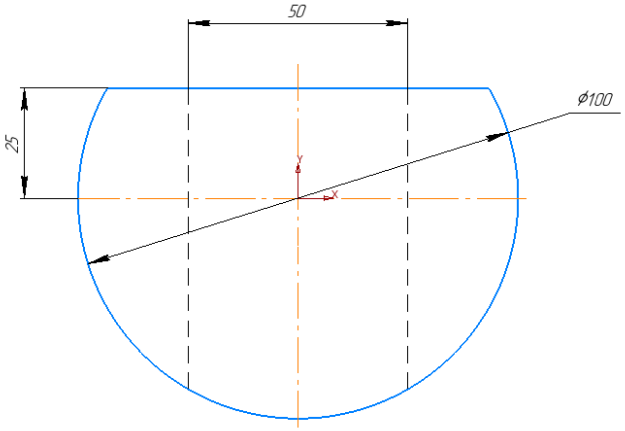


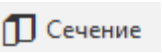
Рис. 8.11

3) Эскиз модели представлен на рис. 8.12. Для осевой – стиль линии ***Осевая***, для образующего контура – стиль линий ***Основная.*** Лишние линии убрать командой ***Усечь кривую***.

4) Выйдите из режима ***Эскиз***.

5) Активируйте команду ***Элемент вращения***. Параметры не меняйте. Нажмите на кнопку ***Создать объект***.

6) Сделайте вырез ¼ модели. Для этого выделите верхнюю плоскую часть среза сферы, постройте эскиз границ сечения – два отрезка, выходящих из центра. Длина отрезков должна быть больше, чем контур модели.

Выберите команду ***Сечение*** 

в группе ***Элементы тела***. Убедитесь, что вырезается внутренняя часть двугранного угла (стрелка направлена внутрь вырезаемой области). Если стрелка указана наружу, то смените направление. Зафиксируйте построение кнопкой ***Создать объект*** (рис. 8.12).

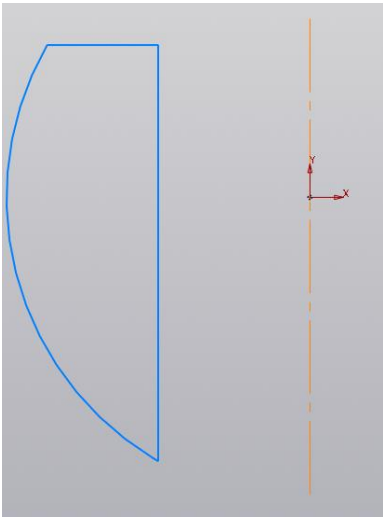


Рис. 8.12

7) Не выходя из команды, измените параметры раздела ***Отображение*** (внизу панели параметров) (рис. 8.13) на Способ задания: ***Вручную***. Раскроется панель изменения цвета и настройки свойств (рис. 8.14). Раскройте панель выбора цвета, нажав на треугольник справа на прямоугольнике, отображающем текущий цвет модели и выберите любой цвет (рис. 8.15).

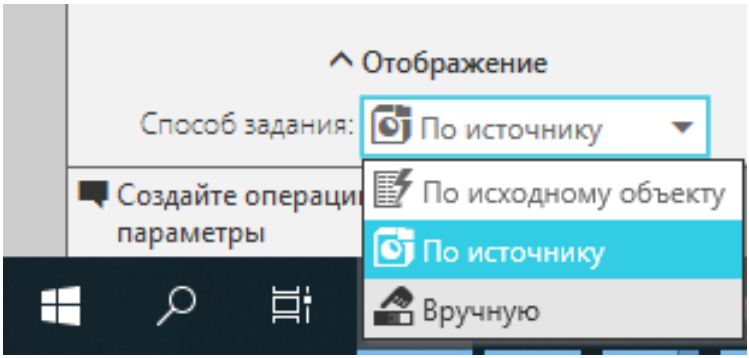


Рис. 8.13

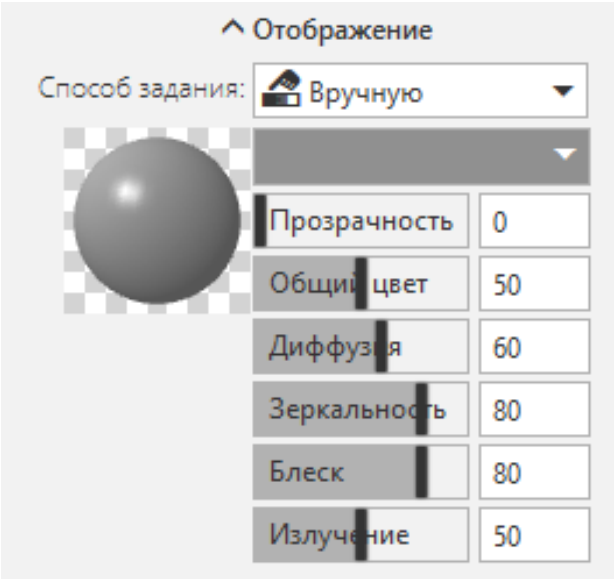


Рис. 8.14

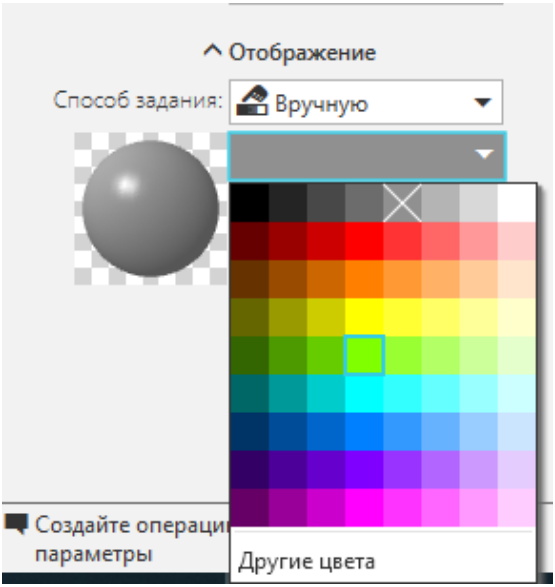


Рис. 8.15

8) Зафиксируйте изменения, нажав на ***Завершить***.

<u>Задание 7.</u> Построение объекта с использованием операции Элемент по сечениям

При помощи операции ***Элемент по сечениям*** построить модель (рис. 8.16).

Порядок выполнения

Создание модели

1) Создайте новый документ ***Деталь.***

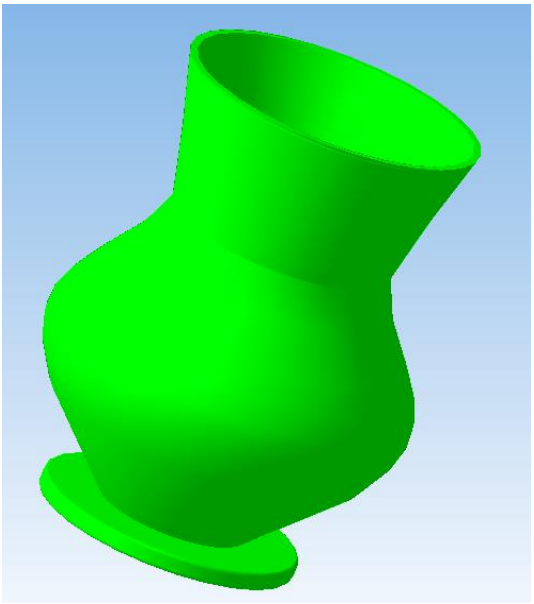


Рис. 8.16

2) В дереве построения выберите ***Плоскость XY***.

3) Активируйте ***Создать эскиз*** и постройте окружность радиусом 35 мм.

4) Выйдите из режима ***Эскиз.*** Активируйте команду ***Элемент выдавливания***, установите параметр: ***Расстояние*** - 5 мм, смените направление, чтобы выдавливание было вниз от плоскости ***XY***.

5) Щелкните по верхней части основания и на плоскости постройте эскиз окружности радиусом 20 мм.

6) Выйдите из режима эскиза и еще раз щелкните по верхнему основанию.

7) Выберите ***Смещенная плоскость***  в группе ***Вспомогательные объекты*** инструментальной панели.

8) На панели ***Параметры*** задайте ***Расстояние*** – 40 мм для смещенной плоскости.

9) Нажмите на ***Создать объект***. В ***Дереве*** появится ветвь ***Смещенная плоскость:1***. В окне построения появится еще одна плоскость, параллельная плоскости ***XY*** голубого цвета (рис. 8.17).

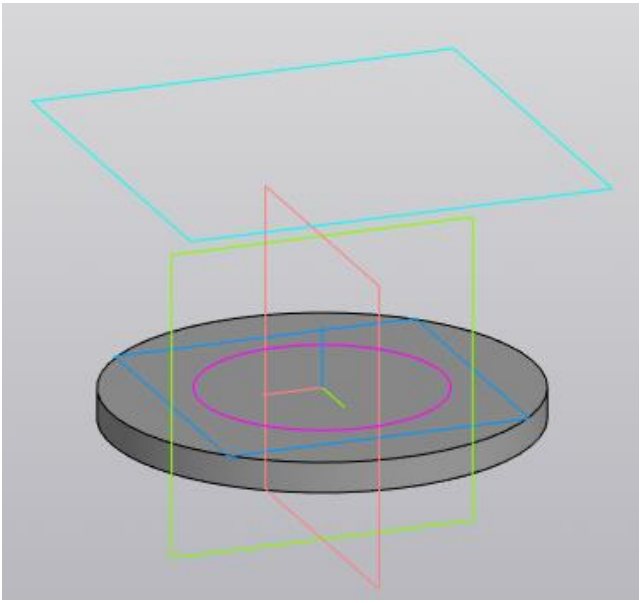


Рис. 8.17

10) Щелкните в ***Дереве*** по пункту ***Смещенная плоскость:1*** или в окне построения по построенной плоскости и активируйте ***Создать*** эс***киз***.

11) Постройте окружность радиусом 50 мм.

12) Закройте эскиз. В ***Дереве*** появится пункт ***Эскиз:2***.

13) Выберите команду ***Смещенная плоскость*** в группе ***Вспомогательные объекты*** инструментальной панели.

14) На панели ***Параметры*** в поле ***Расстояние*** введите расстояние смещения – 40 мм и щелкните по ***Смещенная плоскость:1***.

15) Нажмите ***Создать объект***. В ***Дереве*** появится ветвь ***Смещенная плоскость:2***.

16) Щелкните в ***Дереве*** по пункту ***Смещенная плоскость:2*** и активируйте ***Создать эскиз***.

17) Постройте окружность радиусом 30 мм. Закройте эскиз. В ***Дереве*** появится пункт ***Эскиз:3***.

18) Выберите команду ***Смещенная плоскость*** в группе ***Вспомогательные объекты*** инструментальной панели.

19) На панели ***Параметры*** в поле ***Расстояние*** введите расстояние смещения – 40 мм и щелкните по ***Смещенная плоскость:2***.

20) Нажмите ***Создать объект***. В ***Дереве*** появится ветвь ***Смещенная плоскость:3***.

21) Щелкните в ***Дереве*** по пункту ***Смещенная плоскость:3*** и активируйте ***Создать эскиз***.

22) Постройте окружность радиусом 40 мм. Закройте эскиз. В ***Дереве*** появится пункт ***Эскиз:4***.

23) На вкладке ***Моделирование*** перейдите на команду ***Добавить элемент → Элемент по сечениям*** или

в ***Инструментальной панели*** выберите ***Элемент выдавливания→Элемент по сечениям***.

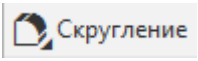
24) На панели ***Параметры*** станет активным поле ***Сечения***. Последовательно щелкните по построенным эскизам, начиная со 2.

25) На вкладке ***Тонкостенный элемент*** щелкните по левому прямоугольнику рядом с командой ***Тонкостенный элемент*** и в поле ***Толщина 1*** укажите толщину – 2 мм. Нажмите на ***Создать объект***.

26) На экране появится модель, созданная операцией ***Элемент по сечениям***.

Обработка модели

1) Измените цвет модели. Для этого щелкните правой клавишей мыши в любом месте в области модели. В открывшейся панели выберите ***Свойства модели***. На панели параметров выберите ***Отображение – Вручную***. Выберите цвет (как в задании 6).

2) Скруглите все «острые» грани модели. Для этого щелкните по граням объекта и выполните команду ***Скругление*** 

радиусом $R=1$. Нажмите на ***Создать объект***.

Задание 8. Пересечение пирамиды и полуцилиндра

Создайте модель и чертеж пересечения шестигранной пирамиды и полуцилиндра.

Порядок выполнения

Построение модели

1) Создайте новый чертеж. Тип документа - ***Деталь***.

2) В окне ***Дерево модели*** выберите ***Плоскость XY*** или щелкните по ней в ***Окне построений***.

3) Нажмите кнопку ***Создать эскиз*** на ***Панели быстрого доступа***. Плоскость XY станет параллельно экрану.

4) На ***Инструментальной панели*** в группе ***Геометрия*** выберите команду ***Прямоугольник***, выберите ***Многоугольник*** и постройте в центре координат шестиугольник с параметрами: стиль линии – ***Основная***, Способ построения – ***По описанной окружности***, ***Радиус*** – 45 мм, ***Угол*** – 0^0.

5) Закройте эскиз.

6) Активизируйте команду ***Элемент выдавливания***. Постройте пирамиду с параметрами: ***Расстояние*** – 100 мм, ***Угол*** – 22^0, ***Сменить направление*** 

, ***Тонкостенный элемент*** – нет (рис. 8.18).

7) Выберите ***Плоскость ZX***. Постройте эскиз полуокружности по размерам, указанным на рис. 8.19. Полуокружность постройте инструментом ***Дуга*** , способ построения по центру и двум точкам, задайте значение радиуса. Постройте горизонтальный отрезок, соединив точки дуги.

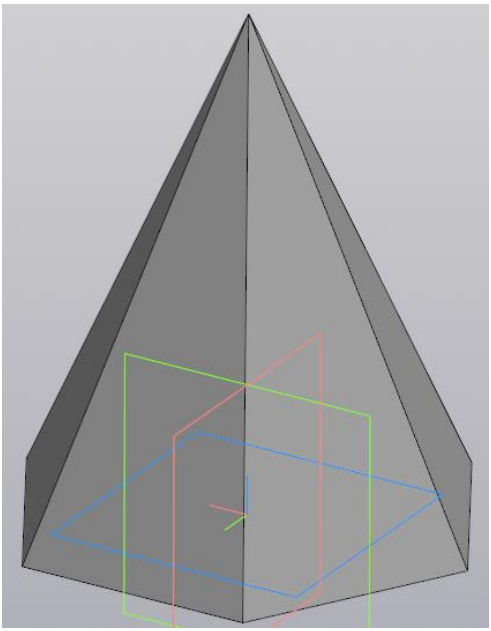


Рис. 8.18

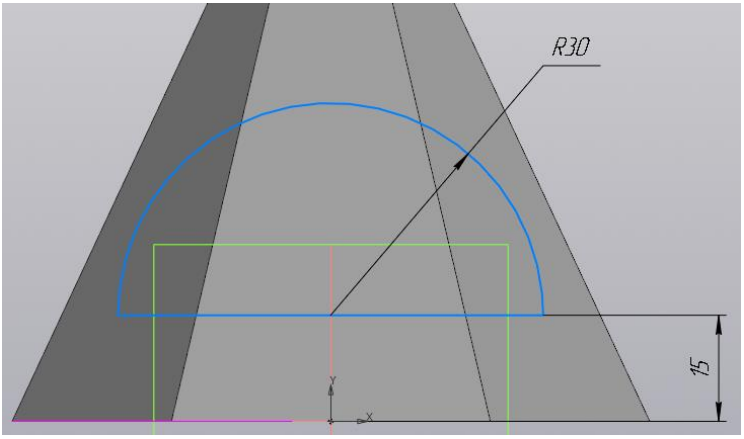


Рис. 8.19

8) Активизируйте команду ***Элемент выдавливания***. Постройте полуцилиндр, задав параметры: способ – ***Через все***, ***Второе направление***, способ – ***Через все***, ***Тонкостенный элемент*** отключен (рис. 8.20).

9) Сохраните построенную модель.

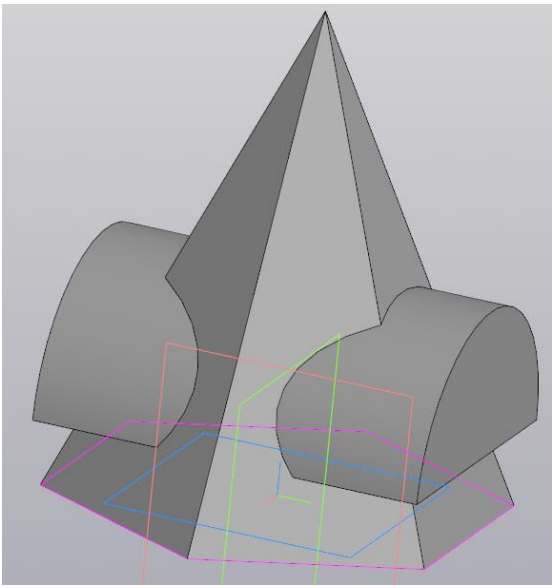
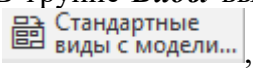


Рис. 8.20

Построение ассоциативного чертежа

1) Создайте ассоциативный чертеж построенной модели. Для этого нажмите на кнопку ***Создать чертеж по модели*** в группе ***Чертеж*** инструментальной модели. Появится ***Чертеж*** формата А4.

2) В группе ***Виды*** выберите ***Стандартные виды с модели*** 

, появятся фантомы трех

стандартных видов в виде прямоугольников (рис. 8.21). Не щелкайте по мыши, выполните следующее действие.

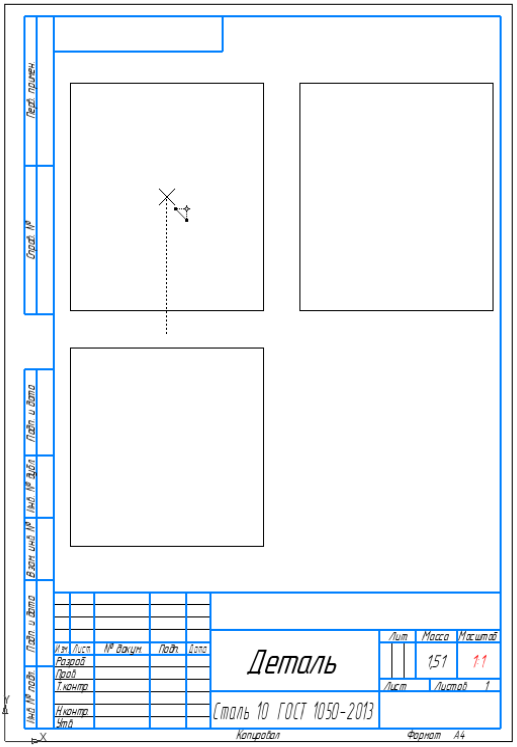


Рис. 8.21

3) В ***Панели параметров*** в разделе ***Схема видов*** щелкните по четвертому виду – аксонометрии модели (рис. 8.22). Появится еще один фантом в виде прямоугольника (рис. 8.23).

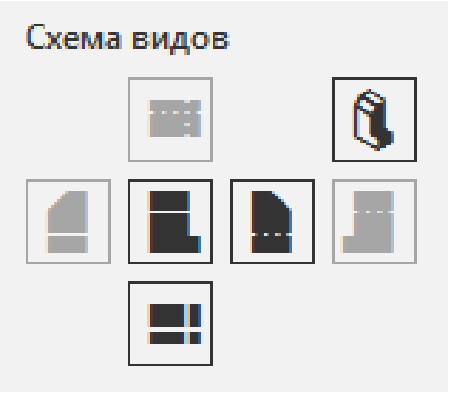


Рис. 8.22

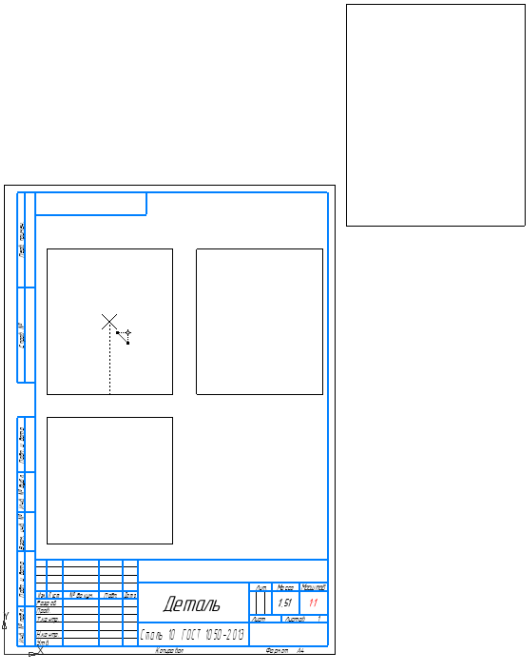


Рис. 8.23

4) Измените формат чертежа. Для этого нажмите правой кнопкой мыши в любом месте внутри поля чертежа, в появившемся окне выберите ***Параметры*** (рис. 8.24).

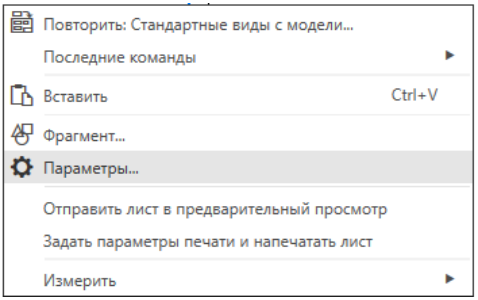


Рис. 8.24

5) В окне ***Параметры*** (рис. 8.25) раскройте ***Параметры первого листа***. Выберите ***Формат***.

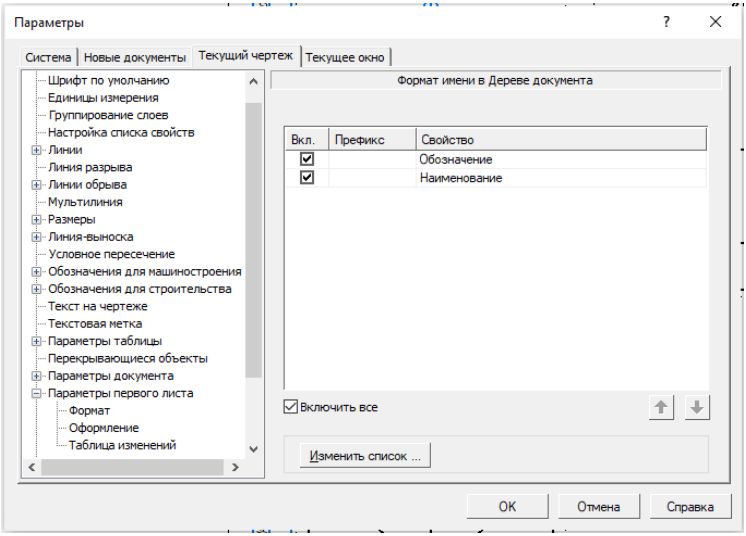


Рис. 8.25

6) Установите ***Обозначение*** – А3, ***Ориентация*** – Горизонтальная (рис. 8.26). Нажмите ***Ок***.

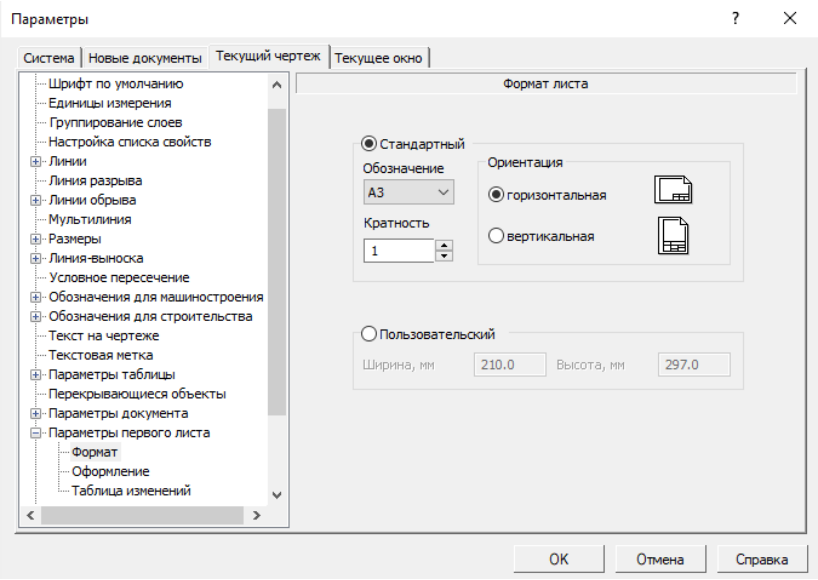


Рис. 8.26

7) Формат чертежа изменится.

8) Захватите аксонометрический вид, удерживая в любом месте левую кнопку мыши и переместите внутрь чертежа (рис. 8.27).

9) Для разнесения видов выделите нужный вид (щелкните по пунктирной линии вокруг вида) и переместите в сторону или вниз (рис. 8.27). Если необходимо переместить три стандартных вида сразу, то выделите главный вид и перемещайте его. Аксонометрический вид не связан с остальными видами – можно перемещать отдельно.

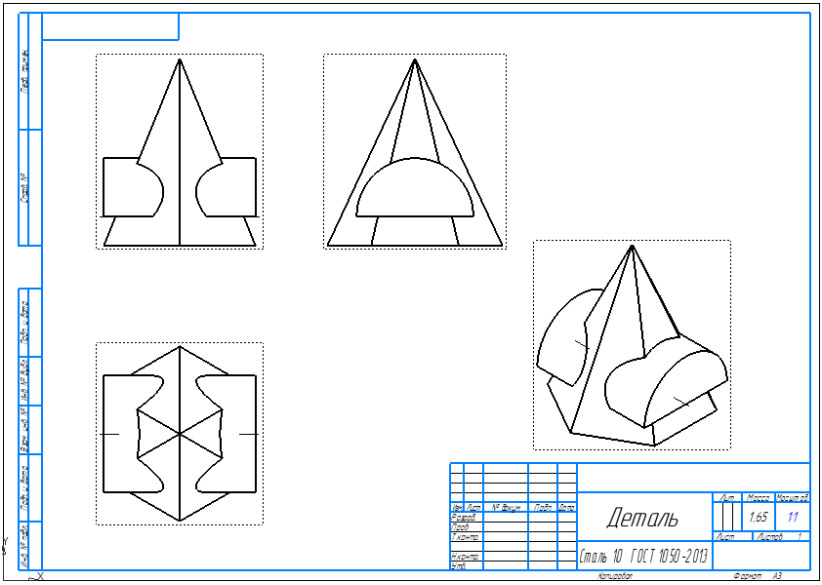


Рис. 8.27

10) В отчете нужно представить и модель и ассоциативный чертеж.

Список использованных источников

1) Азбука КОМПАС – 3D [Текст]. – ЗАО АСКОН, 2023. – 412 с.