

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования  
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ

---

ИНЖЕНЕРНАЯ  
И КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА  
ПРОЕКЦИОННОЕ ЧЕРЧЕНИЕ  
В СРЕДЕ КОМПАС-3D V21

Методические указания по выполнению  
и оформлению расчетно-графических работ



Санкт-Петербург  
2024

Составители: *А. Г. Федоренко, В. А. Голубков*

Рецензент – кандидат технических наук, доцент *И. Н. Лукьяненко*

Даны методические указания по выполнению и оформлению домашнего задания по разделу «Проекционное черчение» курса «Инженерная и компьютерная графика» с помощью графического редактора КОМПАС-3D V21.

Для студентов дневной, вечерней и заочной форм обучения. Могут быть использованы студентами филиалов ГУАП, изучающих данный курс.

Подготовлены к публикации кафедрой прикладной математики Государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения».

Публикуется в авторской редакции  
Компьютерная верстка *И. А. Мосиной*

---

Подписано к печати 22.10.2024. Формат 60 × 84 1/16.  
Усл. печ. л. 3,7. Уч.-изд. л. 3,8. Тираж 50 экз. Заказ № 356.

---

Редакционно-издательский центр ГУАП  
190000, г. Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д. 67, лит. А

© Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения, 2024

# 1. ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

## 1.1. Цель работы

Проекционное черчение – раздел инженерной графики, в котором изучаются вопросы построения изображений: видов, разрезов, сечений при выполнении рабочих чертежей деталей, а так же требования, предъявляемые к рабочим чертежам, соответствующие стандартам ГОСТ ЕСКД. Спецификой данной работы является то, что она выполняется на компьютере с использованием графического редактора КОМПАС-3D V21.

Целью данной работы является ознакомление студентов с правилами проекционного черчения и развитием у них пространственного воображения при выполнении рабочих чертежей с использованием графического редактора. Чертежи выполняются на компьютере в трех режимах:

- 1) двухмерное моделирование объектов и их проекций,
- 2) изометрическое моделирование трехмерных объектов,
- 3) трехмерное (твердотельное) моделирование объекта и его проекций.

Решение задач оформляется в виде отчета, сохраненного в файле в форматах \*.cdg и \*.PDF. Формат листа и масштаб изображения выбираются самостоятельно.

Все работы должны соответствовать следующим ГОСТам:

- ГОСТ 2.104-68. Основные надписи.
- ГОСТ 2.301-2006. Форматы.
- ГОСТ 2.302-68. Масштабы.
- ГОСТ 2.303-65. Линии.
- ГОСТ 2.304-81. Шрифты.
- ГОСТ 2.305-2008. Изображения.

### *Рекомендуемая литература*

1. *Чекмарев А. А., Осипов В. И.* Справочник по машиностроительному черчению. М.: Высшая школа, 2018. 512 с.

2. *Большаков В. П., Чагина А. В.* Инженерная и компьютерная графика. Изделия с резьбовыми соединениями: учеб. пособие для академического бакалавриата / 2-е изд., испр. и доп. М.: Изд-во Юрайт, 2018. 167 с.

3. *Хейфец А. Л., Логиновский А. Н., Буторина И. В., Васильева В. Н.* Инженерная 3d-компьютерная графика: учебник и практикум для академического бакалавриата: в 2 т. Т. 1 / под ред. А. Л. Хейфеца. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Изд-во Юрайт, 2019. 328 с.

4. Дядькин В. П., Федоренко А. Г., Лексаченко Т. А., Лукьяненко И. Н. Инженерная графика. СХЕМЫ: метод. указ. по выполнению домашнего задания. СПб.: ГУАП, 2009. 65 с.

5. Федоренко А.Г. Проекционное черчение в среде АСAD: метод. указ. по выполнению домашнего задания. СПб.: ГУАП, 2009. 55 с.

6. Дядькин В. П., Федоренко А. Г., Лукьяненко И. Н. Начертательная геометрия. Инженерная графика. Разъемные и неразъемные соединения: метод. указ. по выполнению домашнего задания. СПб.: ГУАП, 2011. 49 с.

7. Федоренко А. Г., Голубков В. А. Компьютерная графика в среде АСAD: метод. указ. к выполнению курсовой работе. СПб.: ГУАП, 2017. 74 с.

8. Федоренко А. Г., Голубков В. А. Электронная конструкторская документация в среде АСAD: метод. указ. к выполнению курсовой работе. СПб.: ГУАП, 2018. 48 с.

9. Федоренко А.Г., Голубков В.А. ПРОЕКЦИОННОЕ ЧЕРЧЕНИЕ в среде АСAD16: метод. указ. по выполнению домашнего задания. СПб.: ГУАП, 2021. 60 с.

10. Фарафонов В. Г., Федоренко А. Г., Голубков В. А. Начертательная геометрия в среде АСAD16: метод. указ. по выполнению домашнего задания: Ч. 1. СПб.: ГУАП, 2021. 47 с.

11. Фарафонов В. Г., Федоренко А. Г., Голубков В. А., Соколовская М. В. Начертательная геометрия в среде АСAD16: метод. указ. по выполнению домашнего задания: Ч. 2. СПб.: ГУАП, 2021. 82 с.

12. Фарафонов В. Г., Федоренко А. Г., Голубков В. А. и др. Инженерная и компьютерная графика: метод. указ. к выполнению лабораторных работ: Ч. 1. СПб.: ГУАП, 2022. 63 с.

13. Федоренко А. Г., Голубков В. А. Инженерная и компьютерная графика: метод. указ. к выполнению лабораторных работ: Ч. 2. СПб.: ГУАП, 2022. 86 с.

14. Федоренко А. Г. Инженерная и компьютерная графика. Ч. 1. Начертательная геометрия: учеб.-метод. пособие. СПб.: ГУАП, 2022. 77 с.

15. Федоренко А. Г., Голубков В. А. Инженерная и компьютерная графика. Проекционное черчение. Соединение деталей. Электронные модели: учеб.-метод. пособие. СПб.: ГУАП, 2023. 70 с.

#### *Дополнительная литература*

16. Попова Г. Н., Алексеев С. Ю. Машиностроительное черчение: справочник. 2016. 354 с.

17. Чекмарев А. А., Осипов В. И. Справочник по машиностроительному черчению. М.: Высшая школа, 2018. 492 с.

## 1.2. Основы КОМПАС-3D V21

Графический редактор КОМПАС-3D V21 является совершенной системой автоматизированного проектирования, используемый при создании конструкторской документации, в частности для изготовления чертежей и эскизов.

КОМПАС-3D V21 является векторным редактором, поэтому он работает не с изображением как таковым, а с геометрическим описанием объектов, которые представляются графическими примитивами (точка, отрезок, окружность, эллипс и т.д.).

Примитивы могут редактироваться с помощью соответствующих команд (копирование, перенос, вращение, массив и т.д.), также могут изменяться их свойства (толщина линий, цвет, тип).

Установка программы КОМПАС-3D V21 осуществляется в операционной системе Windows10. После запуска программы на экране появляется меню выбора типа нового документа (рис. 1.1). После выбора опции «Чертеж» на экране появляется электронный шаблон формата А4 (ГОСТ2.301-68) с основной (незаполненной) надписью формы 1 (ГОСТ2.104-68) (рис. 1.2).

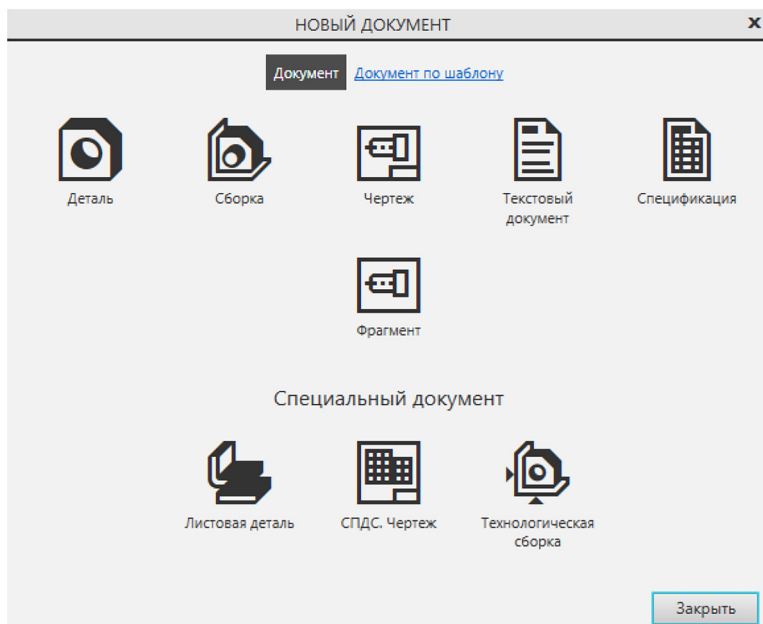


Рис. 1.1. Меню выбора типа документа



На экране выделены четыре функциональные зоны:

– **Рабочая графическая зона** представляет наибольшую область экрана в которой выполняется чертеж. В левом нижнем углу шаблона расположена пиктограмма пользовательской системы координат (ПСК). Направление стрелок показывает положительное направление координат, ось  $Z$  направлена на пользователя.

– **Системное меню и панель инструментов** находятся в одной строке с фирменным знаком **КОМПАС-3D V21**.

**Системное меню** содержит **падающее меню** и расположенные под ним пиктограммы **панели инструментов**.

**Падающее меню КОМПАС-3D V21** состоит из следующих позиций:

**Файл** – меню открытия, закрытия, сохранения, печати, экспорта файлов.

**Правка** – меню редактирования графических объектов.

**Выделить** – меню выбора слоев, видов, исключения объектов.

**Вид** – меню выбора дерева чертежа, включения: строки сообщений, нумерации, панели инструментов, масштабов.

**Вставка** – меню команд вставки блоков и объектов из других приложений.

**Черчение** – меню ввода графических примитивов.

**Ограничения** – меню выбора объектных привязок для выбора взаимного положения объектов.

**Оформление** – меню установки надписей, размеров, линий-выносок.

**Диагностика** – меню определения координат точек, расстояния между объектами, длины кривых линий, площади фигур, центра тяжести тел вращения и выдавливания.

**Управление** – меню определения свойств документов и их атрибутов.

**Настройка** – меню управления панелями, получения лицензий, библиотекой стилей, параметрами.

**Приложения** – меню добавления приложений, утилитов, конфигуратора.

**Окно** – меню управления и сортировки окон: каскада, мозаиками горизонтальными и вертикальными.

**Справка** – меню справок: содержание, КОМПАС в интернете, команды клавиатуры.

Под падающим меню расположены меню **Черчение** и **Управление** (рис. 1.3).

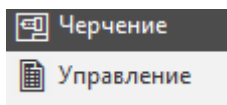


Рис. 1.3. Меню Черчение и Управление

Рядом расположено **системное меню**, содержащие команды: **Создать, Открыть, Сохранить, Печать, Предварительный осмотр, Сохранить как ...** (рис. 1.4).

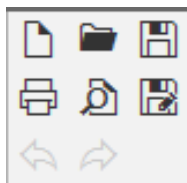


Рис. 1.4. Системное меню

При включении в меню **Черчение и Управление** (рис. 1.3) режима **Черчение** на экране появляется набор пиктограмм, который содержит 8 разделов: **Геометрия, Правка, Размеры, Обозначения, Ограничения, Диагностика, Виды, Вставки и макроэлементы** (рис. 1.5).

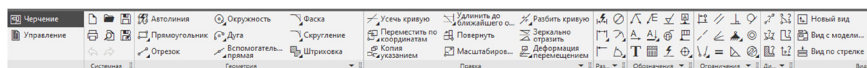


Рис. 1.5. Пиктограммы режима Черчение

Раздел **Геометрия** содержит следующие команды (рис. 1.6).

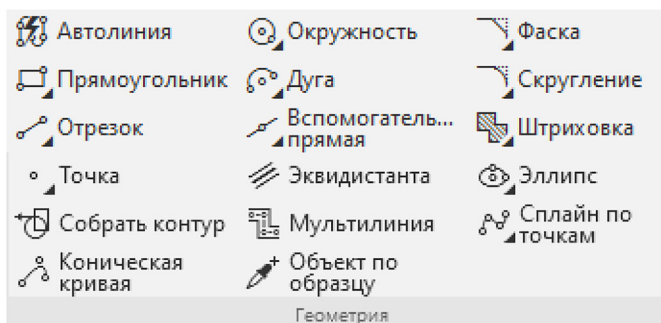


Рис. 1.6. Команды раздела Геометрия

Раздел **Правка** содержит следующие команды (рис. 1.7).

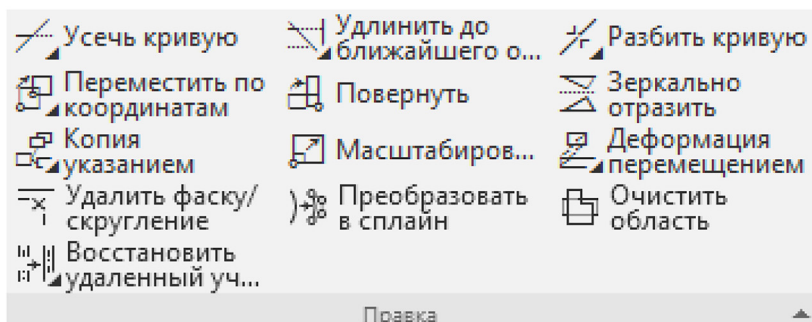


Рис. 1.7. Команды раздела *Правка*

Раздел **Размеры** содержит следующие команды (рис. 1.8): авто-размер, диаметральный размер, линейный, радиальный, линейный с обрывом, угловой, линейный с общей размерной линией, угловой с общей размерной линией, размер дуги окружности, угловой с обрывом, выровнять размерные линии, отметка уровня.

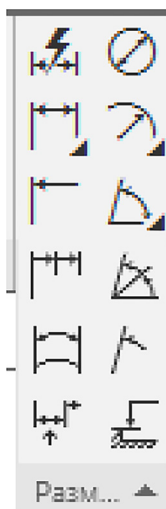


Рис. 1.8. Команды раздела *Размеры*

Раздел **Обозначения** содержит следующие команды (рис. 1.9): линия-выноска, обозначение позиции, шероховатость, база, стрелка взгляда, линия разреза/сечения, выносной элемент, допуск формы, надпись, таблица, автоосевая, обозначение центра, знак клеймения, осевая линия по двум точкам, условное пересечение, фигурная скобка, выровнять полки выносок.



Рис. 1.9. Команды раздела Обозначения

Раздел **Ограничения** содержит следующие команды (рис. 1.10): выравнивание, параллельность, перпендикулярность, касание, коллинеарность, биссектриса, зафиксировать точку, концентричность, объединить точки, равенство, параметризовать объекты, ограничения объекта, установить значения размера.

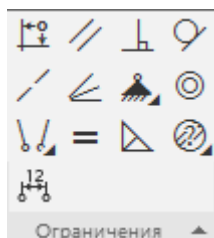


Рис. 1.10. Команды раздела Ограничения

Раздел **Диагностика** содержит следующие команды (рис. 1.11): расстояние между двумя объектами, угол, расстояние по кривой между двумя точками, длина кривой, площадь, координаты точки, расчет МЦХ плоских фигур, расчет МЦХ тел вращения, расчет МЦХ тел выдавливания.



При включении в меню **Черчение** и **Управление** режима **Управление** появляется меню команд, показанное на рис. 1.14.

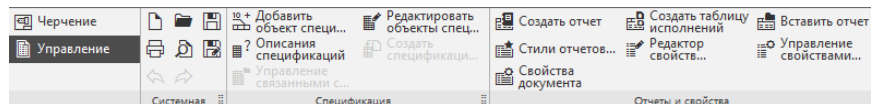


Рис. 1.14. Команды режима *Управление*

Режим **Управление** содержит 2 раздела: **Спецификация** и **Отчеты и свойства** (рис. 1.14).

Раздел **Спецификация** содержит следующие команды (рис. 1.15).

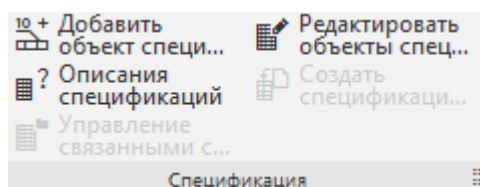


Рис. 1.15. Команды раздела *Спецификация*

Раздел **Отчеты и свойства** содержит команды, показанные на (рис. 1.16).

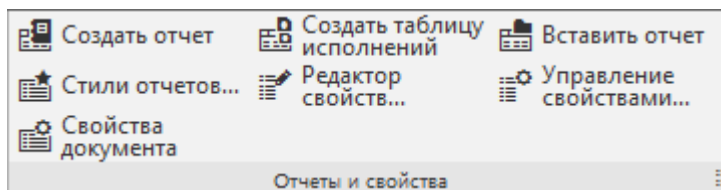


Рис. 1.16. Команды раздела *Отчеты и свойства*

**Сервисная панель** (рис. 1.17), расположенная под меню **Черчение** и **Управление** (см. рис. 1.2), содержит разделы: **Привязки**, **Параметрический режим**, **Отображать ограничения**, **Отображать степени свободы**, **Сетка**, **Системы координат СКО**, **Ортогональное черчение**, **Округление**, **Шаг сетки**, **Масштабирование**, **Координаты**, **Перестроить**, **Копировать свойства**.

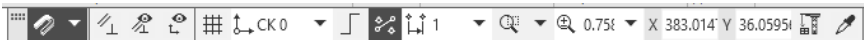


Рис. 1.17. Сервисная панель

В верхней части рабочей зоны (см. рис. 1.2), расположена Панель «**Дерево чертежа**», в которой отображается протокол создания чертежа (рис. 1.18).

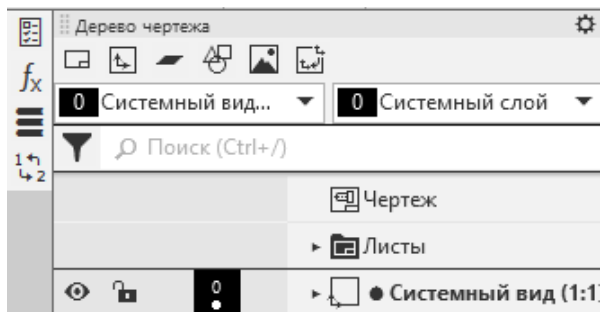


Рис. 1.18. Панель «Дерево чертежа»

Работа начинается с оформления титульного листа работы на формате А4. Из Панели «**Дерево чертежа**» (рис. 1.18) выбираем опцию Листы, «**Чертеж конструктивный. Первый**». После нажатия правой клавиши мыши появляются опции: **Показать лист**, **Формат**, **Оформление** (рис. 1.19). Выбираем опцию **Оформление**.

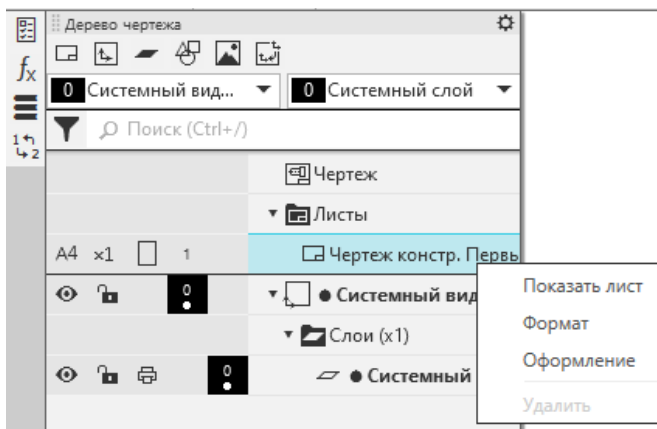


Рис. 1.19. Меню опции «Чертеж конструктивный. Первый»

На экране появляется библиотека оформления листов (рис. 1.20), из неё выбираем опцию «Титульный лист. ГОСТ 2.105-95» (рис. 1.21).

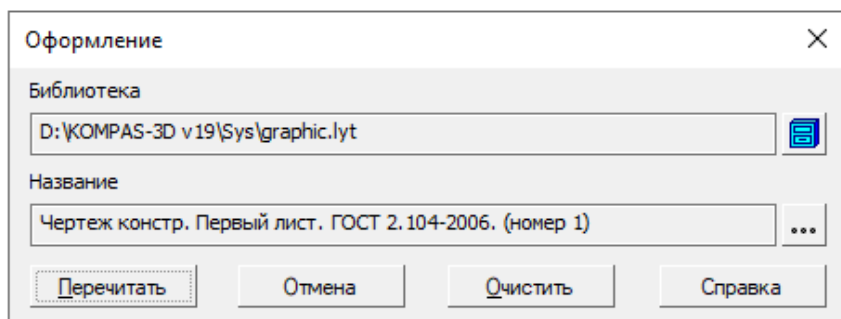


Рис. 1.20. Библиотека оформления листов

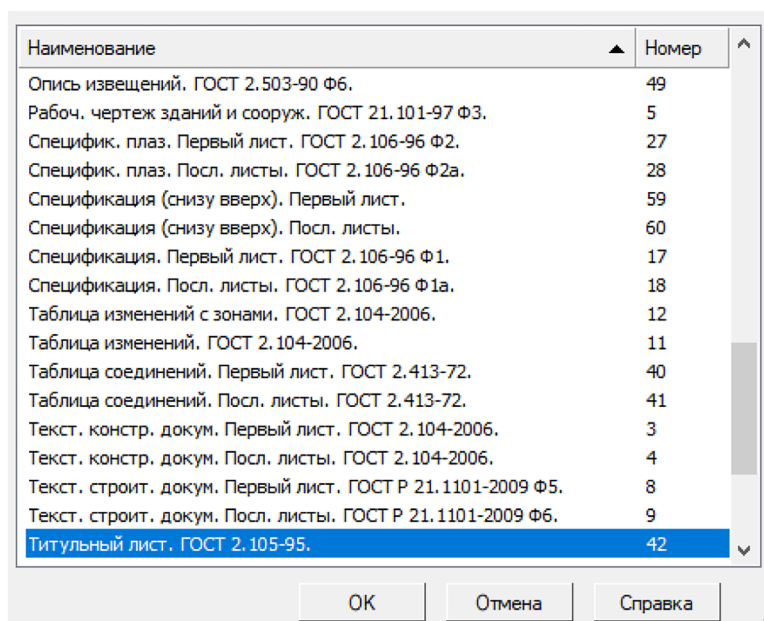


Рис. 1.21. Выбор опции «Титульный лист»

На экране появляется шаблон **Титульного листа** формата А4 (рис. 1.22).

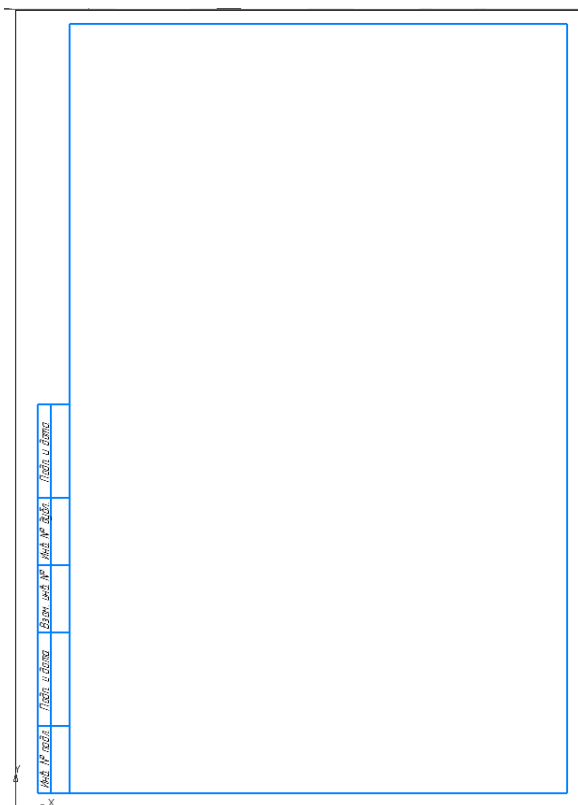


Рис. 1.22. Шаблон Титульного листа формата А4

Для перехода в текстовый режим воспользуемся командой **Надпись** из раздела **Обозначения** (в режиме **Черчение**) нажимаем левой кнопкой мышки на ячейку **Т** (рис. 1.23).

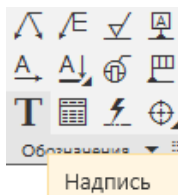


Рис. 1.23. Переход в текстовый режим с помощью команды *Надпись*

При переходе в текстовый режим ячейка с буквой **Т** становится черной, а на Сервисной панели появляются две новые ячейки: с зе-

ленной меткой (для сохранения текста) и с красным крестом (для удаления текста) (рис. 1.24).

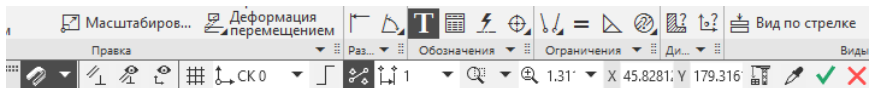


Рис. 1.24. Изменения в пиктограммах панелей, подтверждающие использование команды *Надпись*

Указание точки вставки текста осуществляется нажатием левой кнопкой мышки в нужном месте экрана. Вводим текст. Наводим курсор на текст. Нажатием правой кнопки мышки открываем меню **Создать объект** (рис. 1.25).

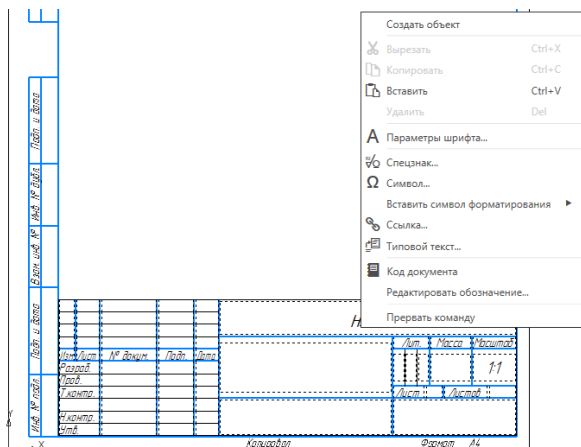


Рис. 1.25. Меню *Создать объект*

Из этого меню выбираем опцию **Параметры шрифта** и осуществляем настройки **Стиля, Высоты и Угла наклона шрифта** (рис. 1.26).

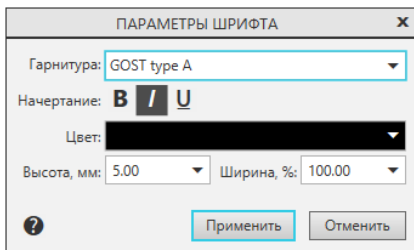


Рис. 1.26. Меню *Параметры шрифта*

Образец оформления **Титульного Листа** работы приведен на (рис. 1.27). Сохранение текста осуществляется нажатием зеленой метки на Сервисной панели (см. рис. 1.24).

№ п/п Дата Лист из Всего	Лист из Всего	Вып. инв. №	Инв. №	Лист из Всего

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
*Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
 высшего образования*  
**"САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
 АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ"**  
*Кафедра «ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА»*

*Руководитель Федоренко А.Г.*  
*Работа сдана с оценкой* \_\_\_\_\_

**ОТЧЕТ**  
*по выполнению практической работы №1*  
**"Проекционное черчение".**  
*по дисциплине "ИНЖЕНЕРНАЯ И КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА"*  
**М2.ИМКГ.13.03.02.Про01.00.00**

*Работу выполнил студент гр. 2310 Сидоров А.А.*

**Санкт-Петербург**  
**2024 г.**

Рис. 1.27. Образец оформления Титульного Листа

Для создания шаблона листа формата А4 с **Основной надписью Формы 1**, необходимо из Панели «Дерево чертежа» (см. рис. 1.18) воспользоваться меню **Листы**.

Из меню **Листы** с помощью опции **Оформление** (см. рис. 1.19) выбираем необходимый вид чертежа – «Чертеж конструктивный. Первый» (см. рис. 1.20). Шаблон **Основной надписи Формы 1** приведен на рис. 1.28.

Листы и даты					/		
	Изм./Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.	Масса	Масштаб
Инв. № листа	Разраб.						1:1
	Проб.				Лист	Листов	
	Т.контр.						
	И.контр.						
	Утв.						
				Копировал		Формат А4	

Рис. 1.28. Шаблон Основной надписи Формы 1

Для заполнения **Основной надписи** необходимо дважды кликнуть левой кнопкой мышки внутри заполняемого окна. Пунктирными линиями выделяются все окна, в которые можно вводить текст. В требуемом окне появляется курсор (рис. 1.28).

Заполнение окон **Основной надписи Формы 1** осуществляется следующим образом:

Верхнее окно: *M2.ИиКГ.12.05.05.Пр01.15.01*,

где *M2* – индекс кафедры № 2 «Прикладная математика»;

*ИиКГ* – сокращенное название дисциплины «Инженерная и компьютерная графика»;

*12.05.05* – номер специальности;

*Пр01* – номер задания для Практических занятий;

*Лр01* – номер задания для Лабораторных занятий;

*15* – номер варианта;

*01* – номер листа в задании.

Пример заполнения **Основной надписи Формы 1** приведен на рис. 1.29.

Листы и даты					<i>M2.ИиКГ.12.05.03.Лр01.15.01</i>		
	Изм./Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.	Масса	Масштаб
Инв. № листа	Разраб.	<i>Иванов</i>					<i>M 1:1</i>
	Проб.	<i>Иванов</i>			Лист	Листов	<i>1</i>
	Т.контр.						
	И.контр.						
	Утв.						
				Копировал		Формат А4	

Рис. 1.29. Пример заполнения Основной надписи Формы 1

## 2. ДВУХМЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБЪЕКТОВ И ИХ ПРОЕКЦИЙ

При выполнении задания необходимо по аксонометрическому изображению детали, приведенной в Разделе 5 «Исходные данные для моделирования», пример одной из которых изображен на рис. 2.1, выявить форму детали, выполнить её рабочий чертёж, проставить необходимые размеры, построить изометрическое изображение детали.

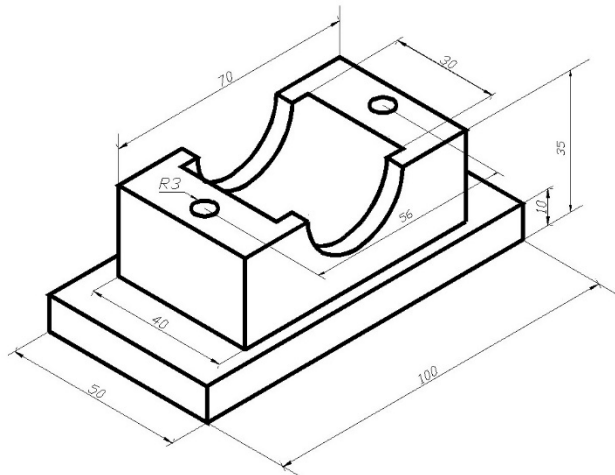


Рис. 2.1. Изометрическое изображение детали

Выполнение рабочего чертежа начинается с выбора главного вида детали, приведенной на рис. 2.1. Главный вид (вид спереди) выбирается в соответствии с требованиями ГОСТ 2.305-80 как наиболее информативный. Для деталей, имеющих горизонтальное основание таким видом является вид с наибольшей шириной одной из сторон.

Выполним очерк главного вида детали с помощью команды **Автолиния**. Из падающего меню **Геометрия** выбираем команду **Автолиния**.

Выбираем произвольную точку на листе формата А4 и режиме **Ортогональное черчение** откладываем отрезок (Тип линии **Основная**) длиной 100 мм вдоль оси ОХ (рис. 2.2).



Рис. 2.2. Моделирование горизонтального отрезка

Вертикальный отрезок (Тип линии **Основная**) длиной 100 мм откладываем вдоль оси ОУ (рис. 2.3).

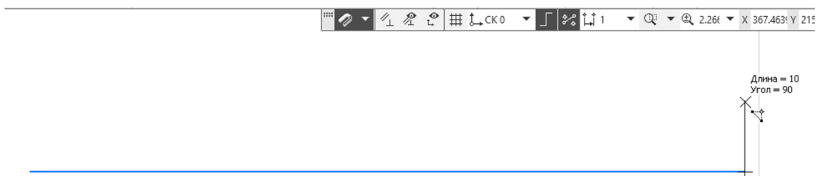


Рис. 2.3. Моделирование вертикального отрезка длиной 10 мм

Далее по размерам рис. 1.1 последовательно прорисовываем элементы детали до точки, приведенной на (рис. 2.4), с которой начинаем моделировать дугу радиусом 15 мм.

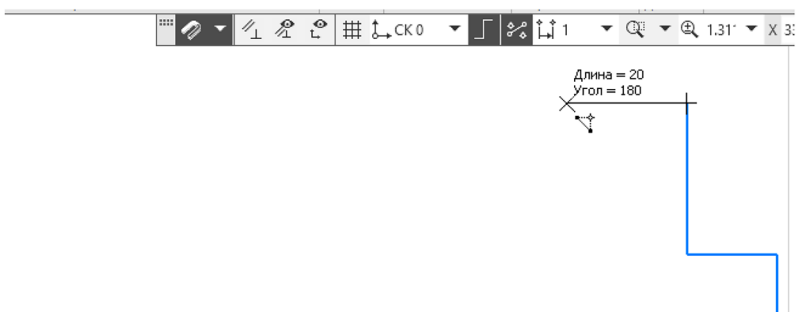


Рис. 2.4. Определение точки, относительно которой начинается построение дуги радиусом 15 мм

Из падающего меню **Геометрия** выбираем команду **Дуга**. Из меню **Параметры** выбираем опцию «По двум точкам» (рис. 2.5).

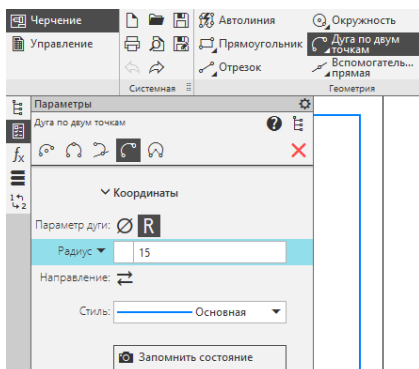


Рис. 2.5. Выбор опции «По двум точкам» команды Дуга

На дисплее откладываем влево относительно исходной точки отрезок, длина которого равна величине радиуса (15 мм) (рис. 2.6).

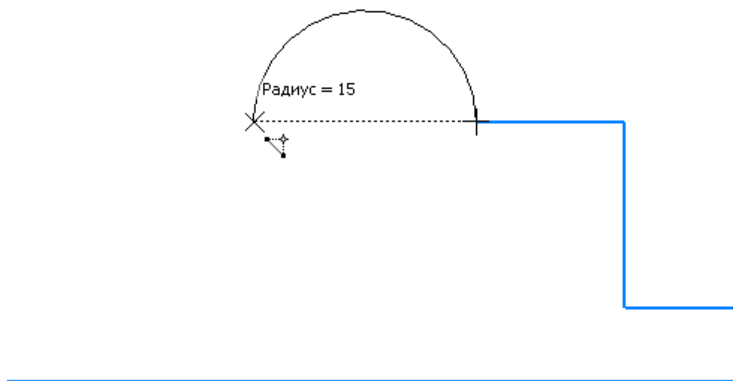


Рис. 2.6. Моделирование дуги радиусом 15 мм

Для создания правильной ориентации дуги относительно оси  $OX$ , её необходимо выделить левой кнопкой мышки выбором из меню опции «Зеркально отразить» (рис. 2.7).

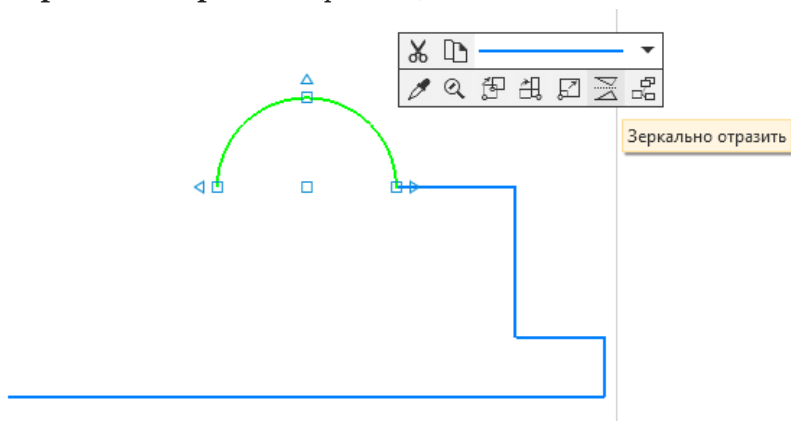


Рис. 2.7. Изменение ориентации дуги относительно оси  $OX$

По исходным данным (рис. 1.1) заканчиваем моделирование очерка главного вида детали. Для простановки размеров воспользуемся падающими меню **Размеры** и **Обозначения**.

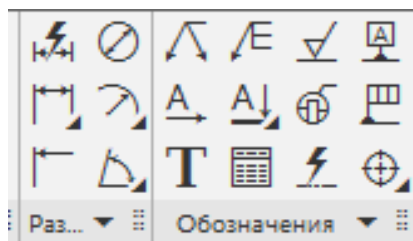


Рис. 2.8. Команды установок размеров

Установка размеров начинается с маркировки центра дуги. Для этого используется команда «**Обозначение центра**» из падающего меню **Обозначения**. Обозначение радиуса дуги осуществляется с помощью команды «**Радиальный размер**». Для выполнения условия ISO-25 (ГОСТ2.307-2011) необходимо настроить команду на изображения диаметральных и радиальных размеров с помощью опции «**Размещение текста**» (рис. 2.9).

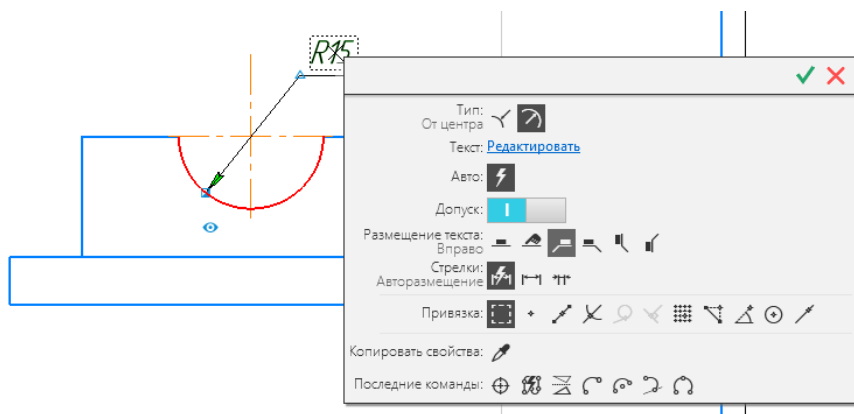


Рис. 2.9. Настройка условия ISO-25 (ГОСТ2.307-2011) для установки диаметральных и радиальных размеров

Изображение очерка **Главного вида** детали с размерами приведено на рис. 2.10.

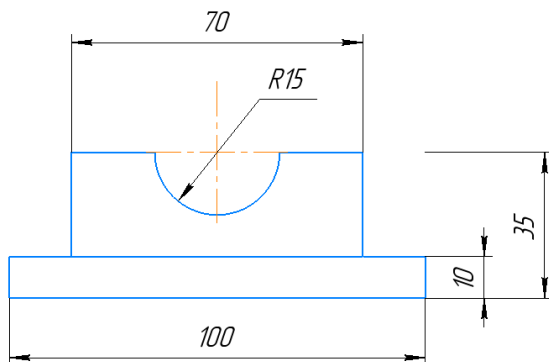


Рис. 2.10. Очерк Главного вида детали с размерами

Главный вид данной детали – симметричен, поэтому фронтальный разрез выполняется только с правой стороны относительно оси симметрии. Для этого необходимо дорисовать необходимый контур разреза, выполнить штриховку и проставить недостающие размеры.

Из падающего меню **Геометрия** выбираем команду **Штриховка** и соответствующие параметры штриховки (рис. 2.11).

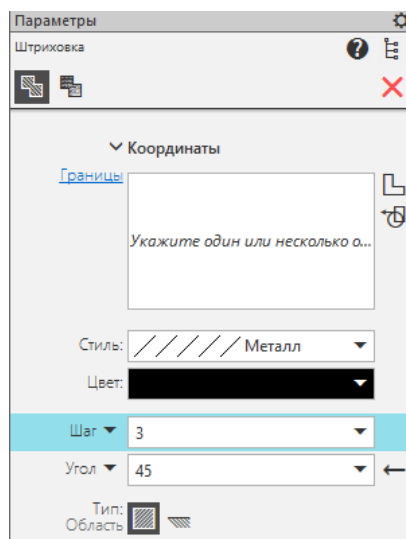


Рис. 2.11. Меню выбора параметров штриховки

Результаты моделирования **Главного вида** (Вид спереди) с фронтальным разрезом **A-A** приведены на (рис. 2.12).

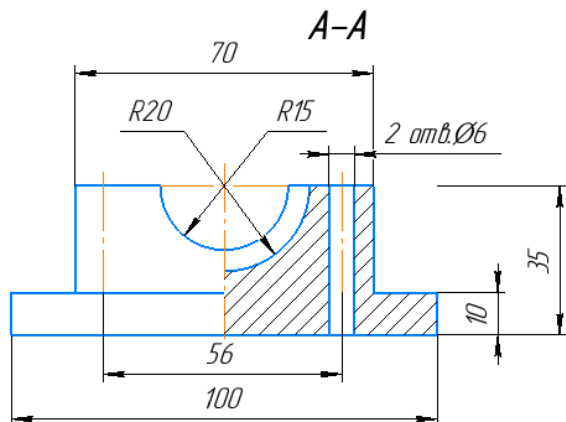


Рис. 2.12. Результаты моделирования Главного вида детали с фронтальным разрезом A-A

Результаты моделирования **Вида сверху** детали с фронтальным разрезом **A-A** приведены на рис. 2.13.

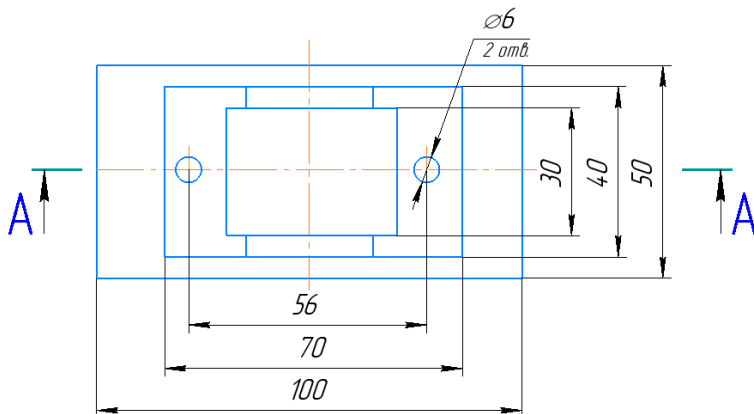


Рис. 2.13. Результаты моделирования Вида сверху детали с фронтальным разрезом A-A

Результат моделирования трех видов детали с размерами и фронтальным разрезом **A-A** в формате A4 приведен на рис. 2.14.



### 3. ИЗОМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРЕХМЕРНЫХ ОБЪЕКТОВ

В данной главе рассматриваются методы моделирования трехмерных объектов в псевдоизометрическом режиме, в котором их изображения представляются как проекции на плоскость с соблюдением правил получения изометрических изображений. При этом оси  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$  располагаются между собой под углом 120 градусов, а сетка-привязка параллельна этим осям. Изображения окружностей с диаметром 1 мм, расположенных на верхней, левой и правой сторонах куба с стороной 1 мм, трансформируются в эллипсы со значениями малой  $q$  и большой  $d$  осей эллипса 0,71 мм и 1,22 мм соответственно. При этом изображение объектов увеличивается в 1,22 раза (рис. 3.1).

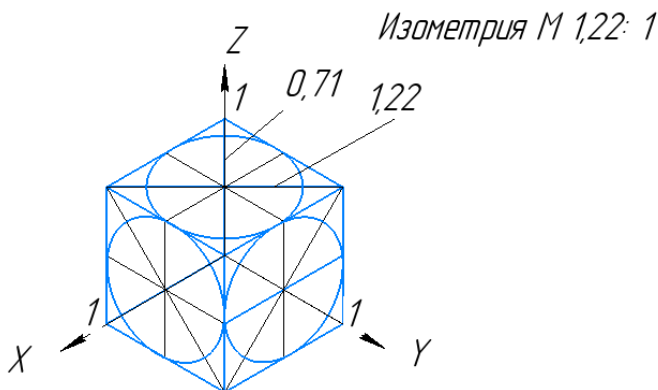
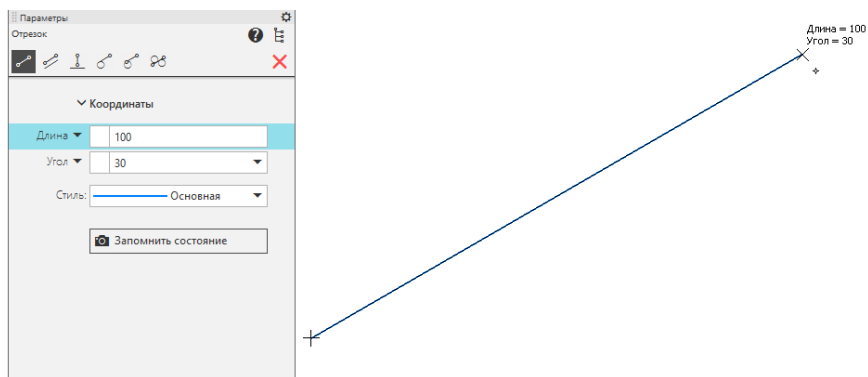


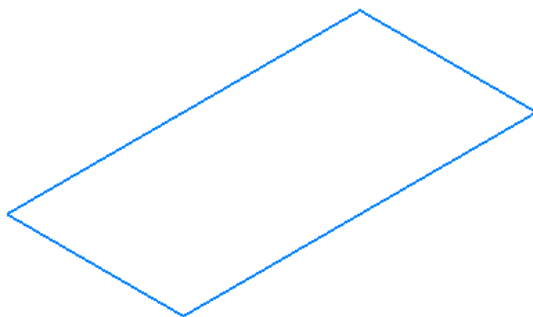
Рис. 3.1. Расположение осей координат и трансформированных окружностей в изометрическом режиме

Перейдем на работу в относительной полярной системе координат, при использовании которой координаты точек задаются в виде  $@A<B$ , где  $A$  – длина отрезка в миллиметрах,  $B$  – угол наклона отрезка относительно оси  $OX$  (положительные углы задаются против часовой стрелки). Основание детали (рис. 2.1) имеет длину 100 мм, и в изометрическом режиме также имеет длину 100 мм и угол наклона относительно оси  $OX$  декартовой системы координат + 30 градусов (положительное направление углов – против часовой стрелки). Построение линий основания осуществляются с помощью команды **Автолиния**. Результат моделирования горизонтальной линии длиной 100 мм в изометрическом режиме приведено на рис. 3.2.



*Рис. 3.2. Моделирование горизонтального отрезка в изометрическом режиме*

Результат моделирования основания детали в изометрическом режиме со сторонами 100 мм и 50 мм соответственно приведены на рис. 3.3.



*Рис. 3.3. Результат моделирования основания детали в изометрическом режиме*

Для формирования платформы копируем полученное изображение (рис. 3.3) и перемещаем его на высоту 10 мм. Для этого выделим данный четырехугольник рамкой путем задания левой клавишей мышки двух точек по диагонали рисунка. В появившемся меню выбираем опцию **Копия указанием** (рис. 3.4).

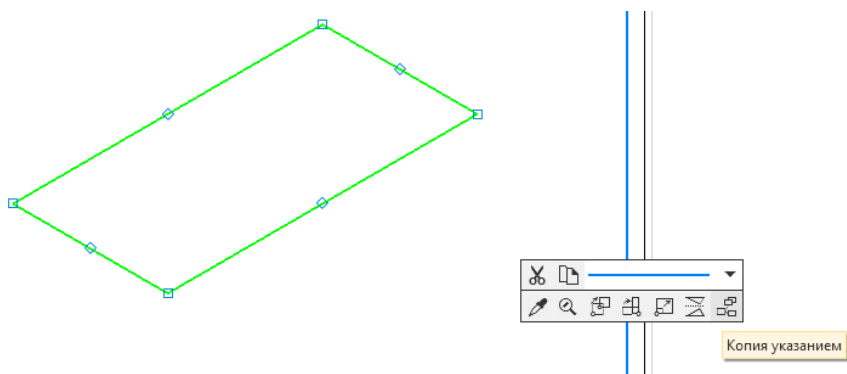


Рис. 3.4. Выбор команды Копия указанием

Курсор подводят к любой из выделенных точек (рис. 3.4), после чего появляется меню, в котором задается значение перемещения по оси  $OZ$ . Результат моделирования платформы детали приведен на рис. 3.5.

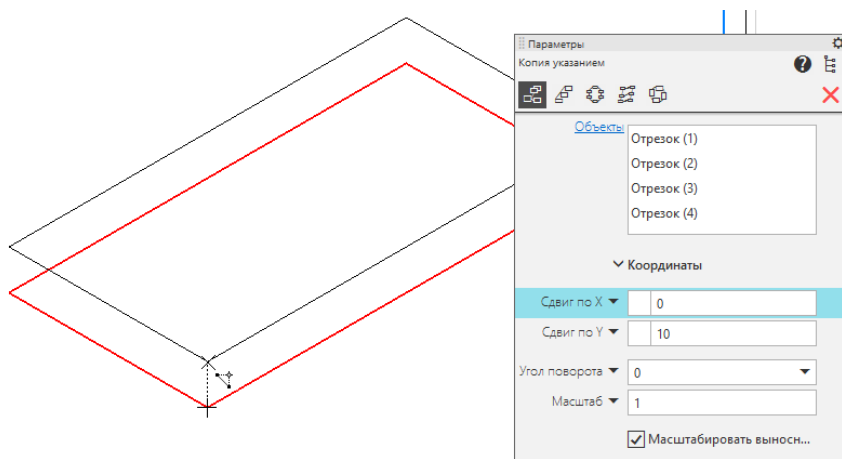
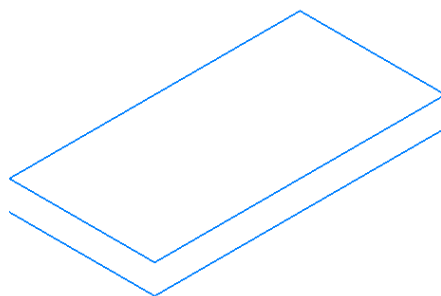


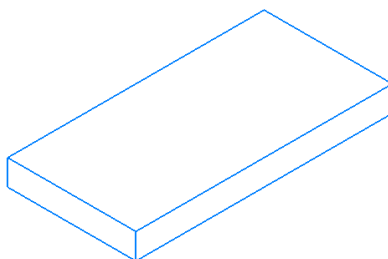
Рис. 3.5. Результат моделирования платформы детали

Для удаления невидимых линий воспользуемся командой **Усечь кривую** из падающего меню **Правка**. Выбор удаляемых частей объектов осуществляется курсором и нажатием левой кнопки мышки. Результат удаления невидимых линий приведен на рис. 3.6.



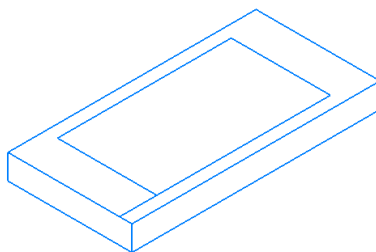
*Рис. 3.6. Результат удаления невидимых линий детали*

Вертикальные линии платформы моделируются командой **Отрезок**. Результат моделирования приведен на рис. 3.7.



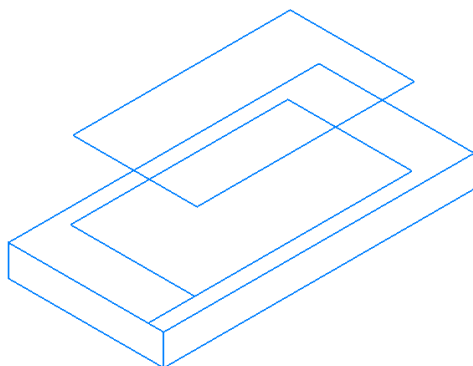
*Рис. 3.7. Результат моделирования вертикальных линий платформы*

Результат моделирования основания выступа детали в изометрическом режиме со сторонами 70 мм и 40 мм соответственно приведены на (рис. 3.8). Предварительно необходимо создать точку-привязку с помощью команды Автолиния. Для этого последовательно отложим отрезки: 5 мм под углом 150 градусов и 15 мм под углом 30 градусов, относительно ближайшей к наблюдателю точки на верхней грани платформы (рис. 3.8).



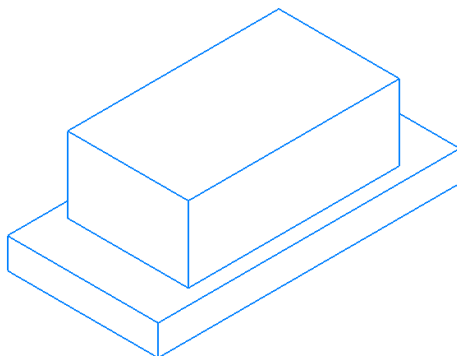
*Рис. 3.8. Результат моделирования основания выступа детали*

Для копирования основания выступа детали полученное изображение перемещаем на высоту 10 мм. Для этого выделим данный четырёхугольник рамкой путем задания левой клавишей мышки двух точек по диагонали рисунка. В появившемся меню выбираем опцию **Копия указанием** (рис. 3.4). Результат копирования основания выступа детали приведен на рис. 3.9.



*Рис. 3.9. Результат копирования основания выступа детали*

Для удаления невидимых линий воспользуемся командой **Усечь кривую** из падающего меню **Правка**. Выбор удаляемых частей объектов осуществляется курсором и нажатием левой кнопки мышки. Вертикальные линии платформы моделируются командой **Отрезок**. Результат моделирования приведен на рис. 3.10.



*Рис. 3.10. Результат моделирования вертикальных линий основания выступа детали и удаления невидимых линий*

Моделирование цилиндрических выемок на выступе детали осуществляется с помощью команды **Эллипс** (в **Изометрическом режиме**). Для этого моделируем эллипс на правой стороне выступа в **Изометрическом режиме** (рис. 3.1). С учетом того, что круг с радиусом 15 мм трансформируется в эллипс со значениями малой  $q$  и большой  $d$  осей эллипса 10,65 мм и 18,3 мм, получаем его изображение, приведенное на рис. 3.11.

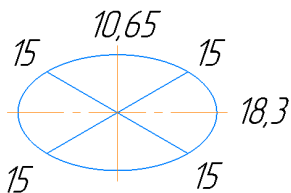


Рис. 3.11. Результат моделирования эллипса с заданными параметрами

Вставка эллипса осуществляется относительно середины верхней кромки выступа детали с предварительным разворотом на угол 60 градусов с помощью команды **Повернуть**. Результат моделирования эллипса на верхней кромке выступа приведен на (рис. 3.12).

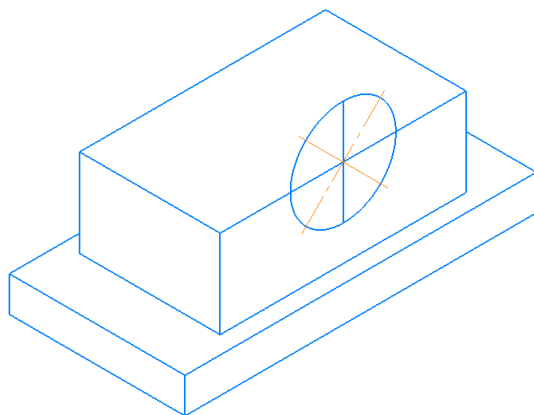
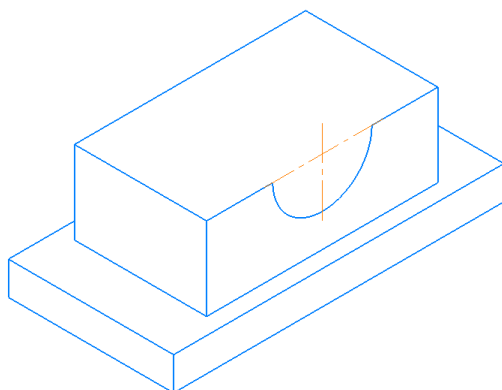


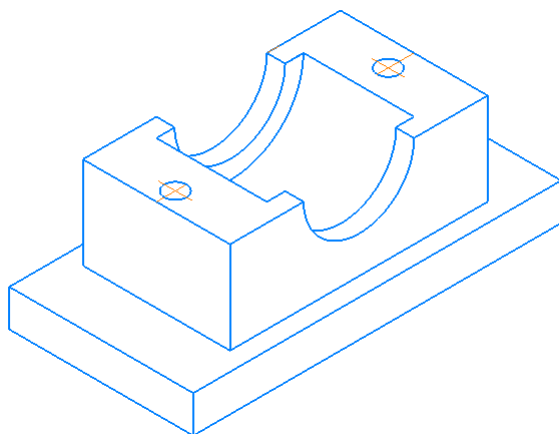
Рис. 3.12. Результат моделирования эллипса на верхней кромке выступа

Удаление невидимых линий осуществляется с помощью команды **Усечь кривую** (рис. 3.13).



*Рис. 3.13. Результат удаления невидимых линий детали*

Аналогично выполняется моделирование остальных частей детали. Результат моделирования изометрического изображения детали приведен на (рис. 3.14).



*Рис. 3.14. Результат моделирования изометрического изображения детали*

Результат моделирования изометрического изображения детали в Формате листа А4 приведен на (рис. 3.15).

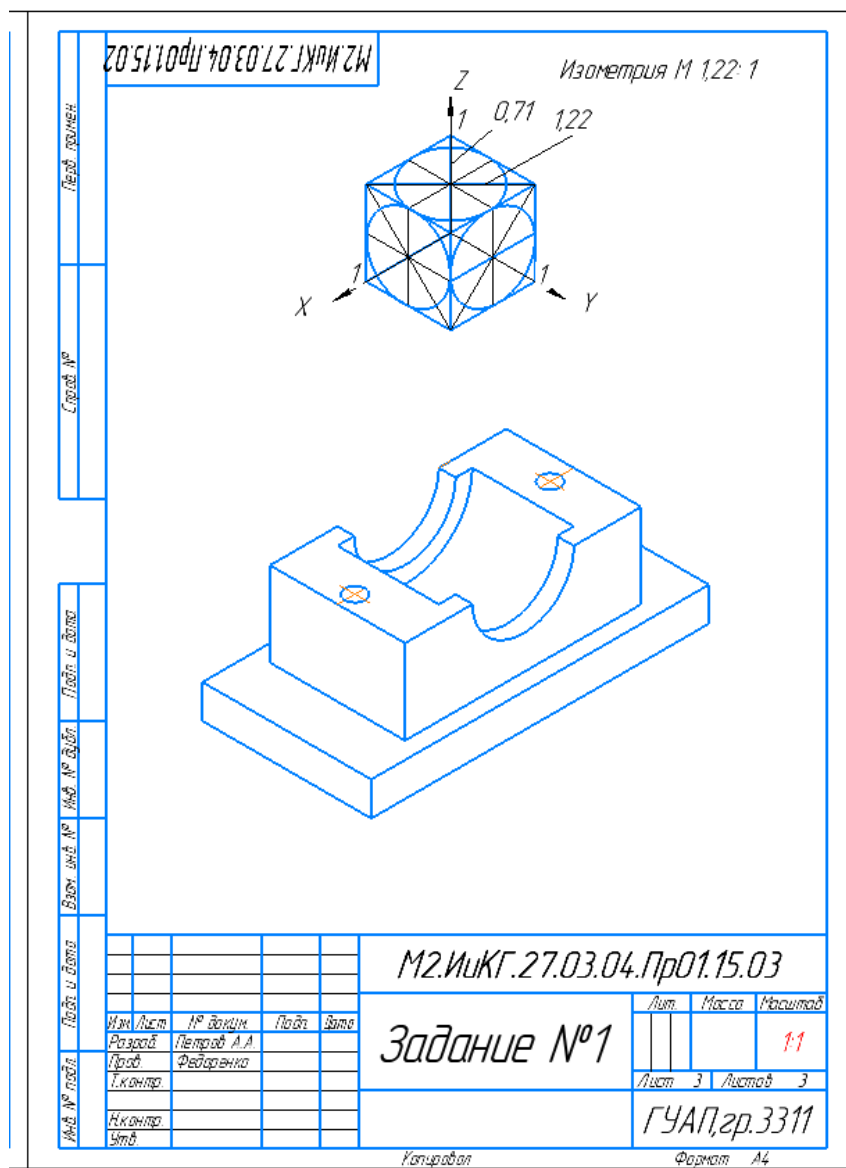


Рис. 3.15. Результат моделирования изометрического изображения детали в Формате листа А4

## 4. ТРЕХМЕРНОЕ (ТВЕРДОТЕЛЬНОЕ) МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБЪЕКТОВ И ИХ ПРОЕКЦИЙ

Для перехода в режим трехмерного моделирования выберем в стартовом меню (**Новый документ**) опцию **Деталь**. На рабочем столе появляются **Горизонтальная (XOY (П1))**, **Фронтальная (ZOX (П2))** и **Профильная (ZOY (П3))** плоскости декартовой системы координат и обновленный вариант падающего меню (рис. 4.1).

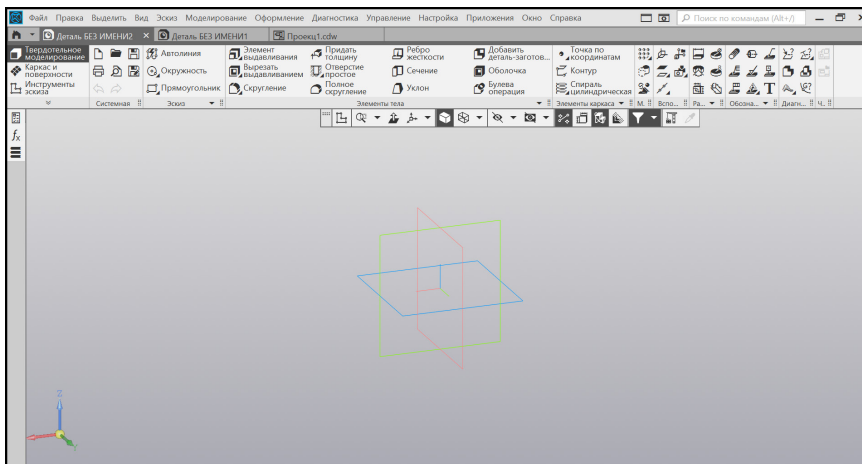


Рис. 4.1. Рабочий стол и падающее меню режима трехмерного моделирования

В левом верхнем углу экрана расположено меню **Твердотельного моделирования** (рис. 4.2).

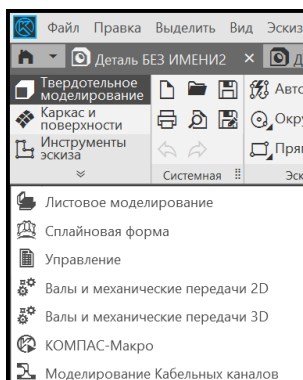


Рис. 4.2. Меню Твердотельного моделирования

В падающем меню появились новые **Папки: Элементы тела, Элементы каркаса, Массив, копирования, Вспомогательные объекты, Размеры, Обозначения, Диагностика, Чертеж** (рис. 4.1).

Папка **Элементы тела** содержит команды, показанные на рис. 4.3.

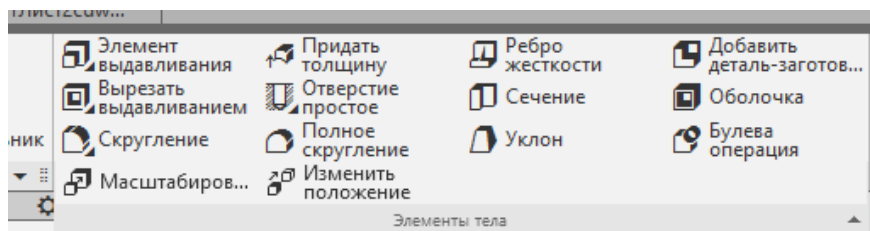


Рис. 4.3. Команды папки *Элементы тела*

Папка **Элементы каркаса** содержит команды, показанные на рис. 4.4.

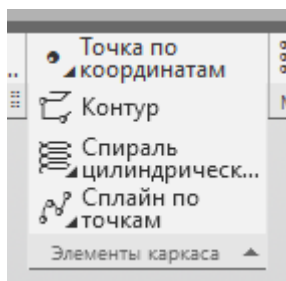


Рис. 4.4. Команды папки *Элементы каркаса*

Папка **Массив, копирование** содержит команды, показанные на рис. 4.5.

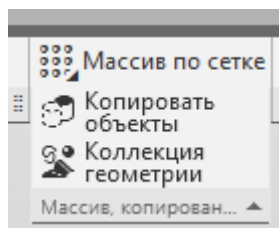
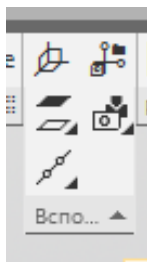


Рис. 4.5. Команды папки *Массив, копирование*

Папка **Вспомогательные объекты** содержит команды, показанные на рис. 4.6.



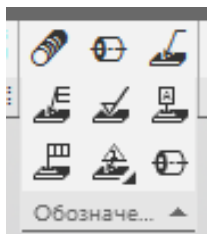
*Рис. 4.6. Команды папки Вспомогательные объекты*

Папка **Размеры** содержит команды, показанные на рис. 4.7.



*Рис. 4.7. Команды папки Размеры*

Папка **Обозначения** содержит команды, показанные на рис. 4.8.



*Рис. 4.8. Команды папки Обозначения*

Папка **Диагностика** содержит следующие команды, показанные на рис. 4.9.

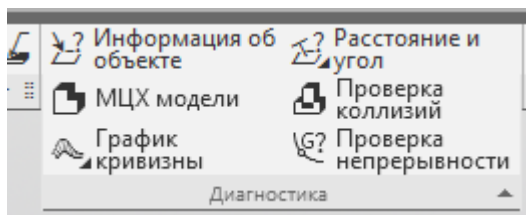


Рис. 4.9. Команды папки *Диагностика*

Папка **Чертеж** содержит команды, показанные на рис. 4.10.

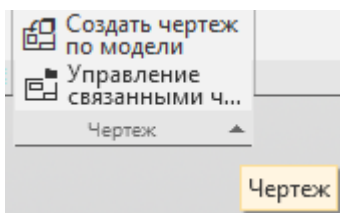


Рис. 4.10. Команды папки *Чертеж*

Для начала твердотельного моделирования необходимо выбрать опцию **Создать эскиз** (рис. 4.11).

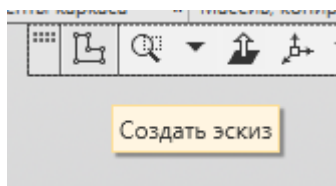
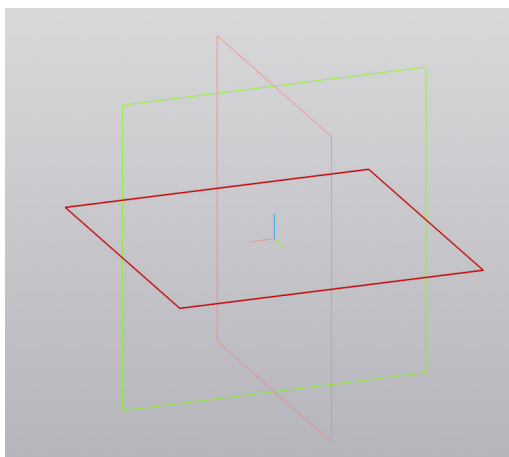


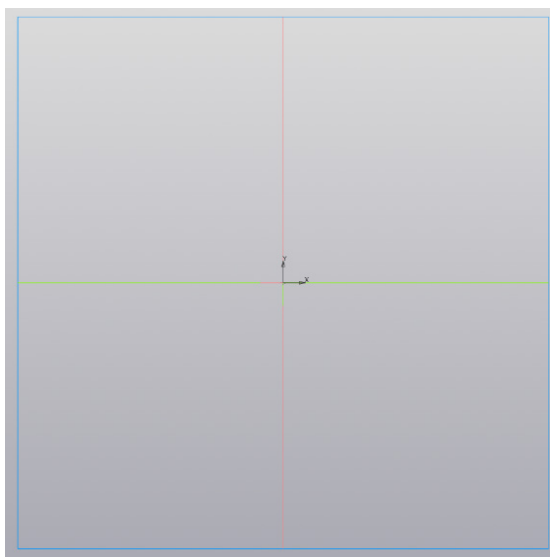
Рис. 4.11. Выбор опции *Создать эскиз*

После этого необходимо выбрать плоскость проекции на которой выполняется эскиз. Для этого левой кнопкой мышки выбираем **Горизонтальную плоскость проекций (ХОУ (П1))**. В декартовой системе координат она выделится красным цветом (рис. 4.12).



*Рис. 4.12. Выбор опции Горизонтальная плоскость проекций*

Затем плоскость преобразуется в синий квадрат с центром, соответствующим началу координат  $XOY$  к которому привязывается точка вставки детали (рис. 4.13).



*Рис. 4.13. Горизонтальная плоскость проекций*

Сохраним файл в 3D режиме в той же папке где храниться файл в 2D режиме. После этого открываем файл в 2D режиме и выделяем вид сверху детали (рис. 4.14).

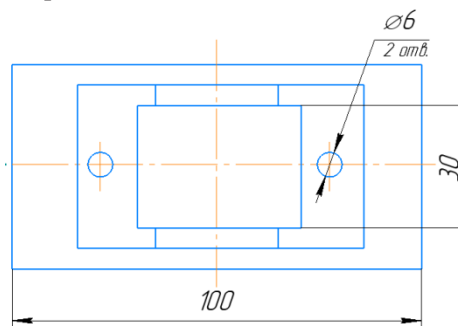


Рис. 4.14. Вид сверху детали

Воспользуемся опцией **Копировать** (рис. 4.15).

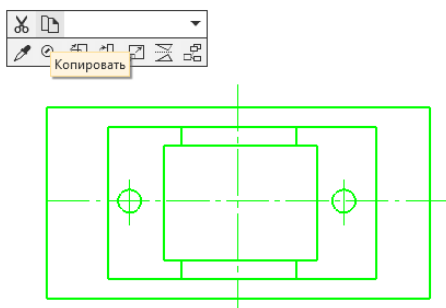


Рис. 4.15. Применение опции Копировать

Копирование в буфер подтверждается выбором базовой точки (рис. 4.16).

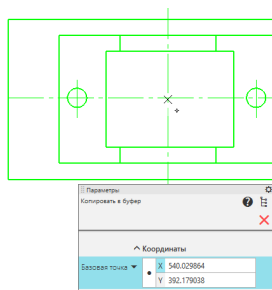


Рис. 4.16. Выбор базовой точки

Переходим в 3D режим. Из падающего меню **Правка** выбираем опцию **Вставить** (рис. 4.17).

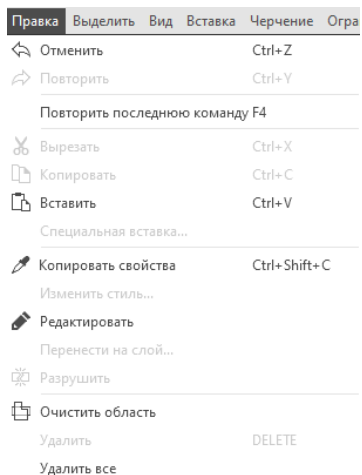


Рис. 4.17. Выбор опции *Вставить*

Совмещаем точку вставки с началом координат **Горизонтальной плоскости проекций** (рис. 4.18).

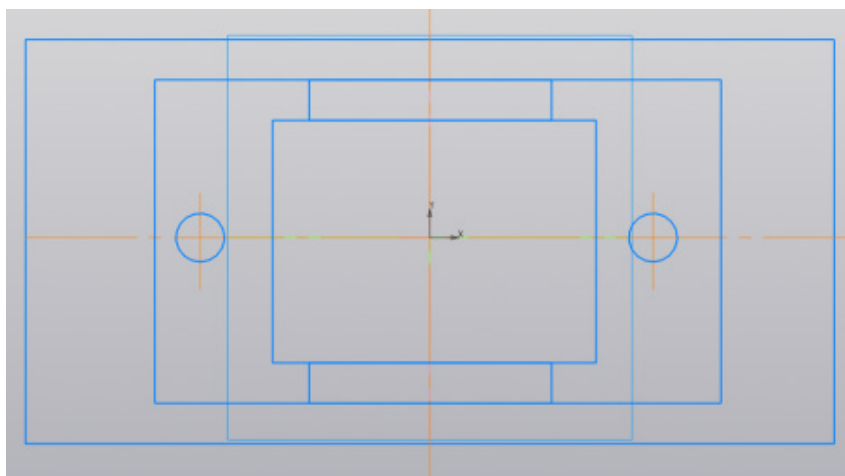
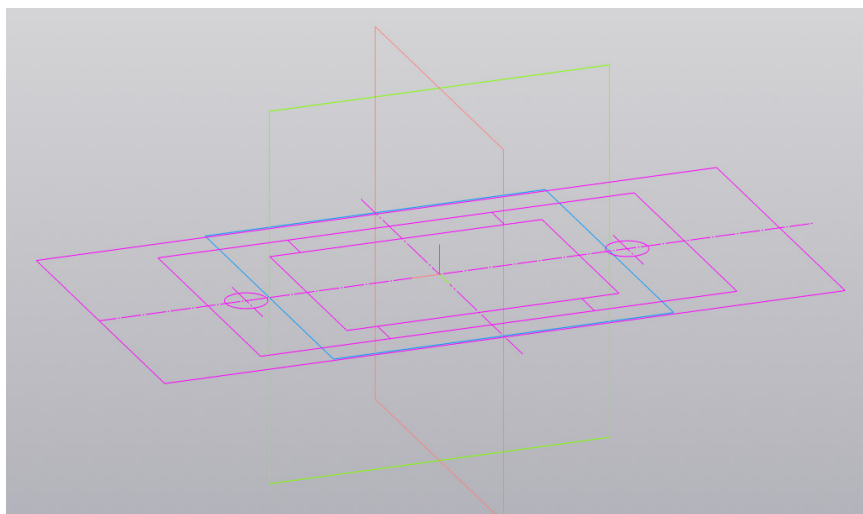


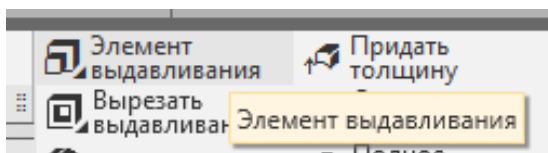
Рис. 4.18. Совмещение точки вставки с началом координат *Горизонтальной плоскости проекций*

Отключаем опцию **Создать эскиз** (рис. 4.11). На рабочем столе появляется копия вида сверху детали на **Горизонтальной плоскости проекций** (рис. 4.19).



*Рис. 4.19. Вид сверху детали на Горизонтальной плоскости проекций*

Перед началом операции формирования 3D элементов детали необходимо отключить опцию **Создать эскиз**. Выдавливание элементов детали производят с помощью команды **Элементы выдавливания** из падающего меню **Элементы тела** (рис. 4.20).



*Рис. 4.20. Выбор команды Элементы выдавливания*

Для этого выделяем левой кнопкой мышки требуемые участки детали и задаем высоту выдавливания (рис. 4.21).

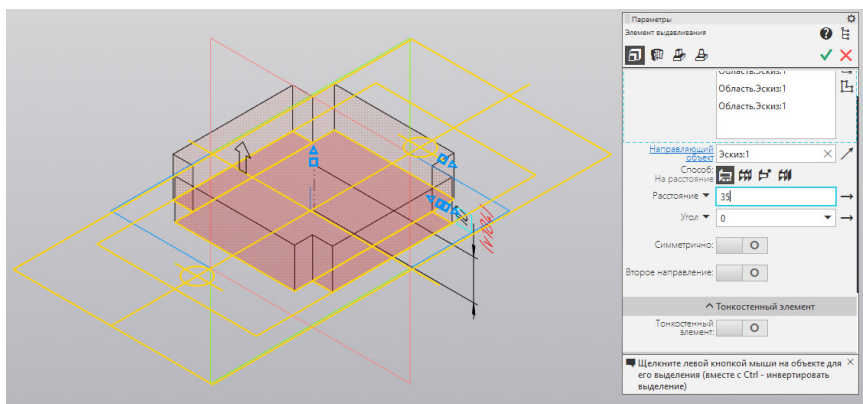


Рис. 4.21. Формирования тела детали с помощью команды *Элементы выдавливания*

После нажатия зеленой кнопки меню на экране появляется твердотельные части детали (рис. 4.22).

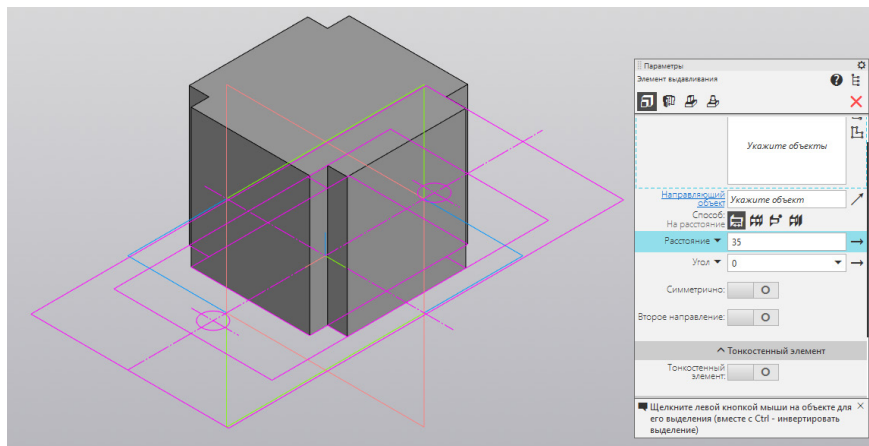
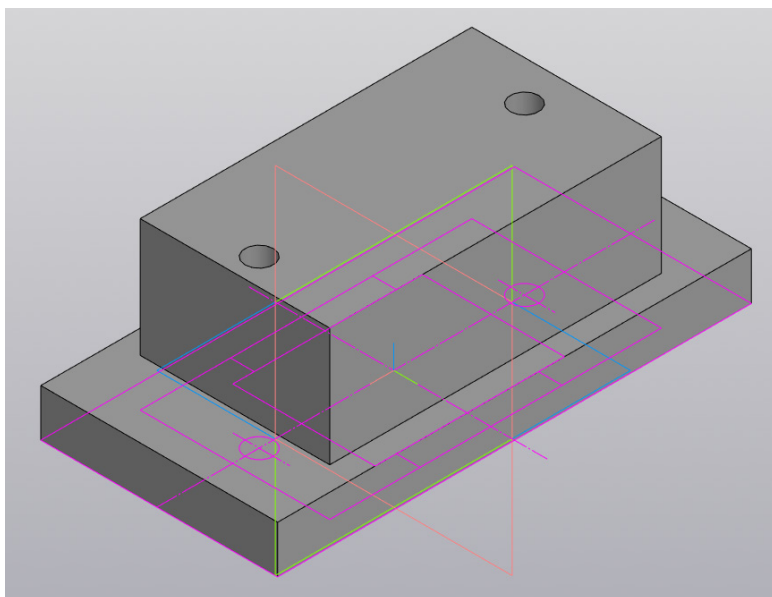


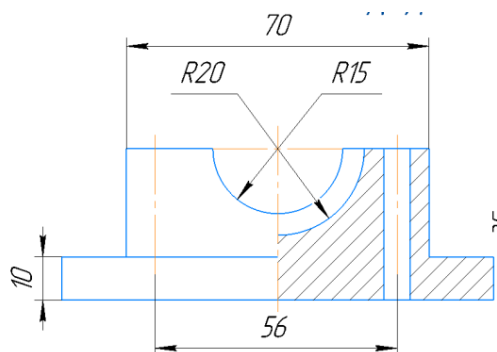
Рис. 4.22. Отображение твердотельных частей детали на дисплее

Для моделирования частей детали с отверстиями воспользуемся командой **Вырезать выдавливанием** из падающего меню **Элементы тела** (рис. 4.20). Результат моделирования приведен на (рис. 4.23).



*Рис. 4.23. Формирования тела детали с помощью команды Вырезать выдавливанием*

Для моделирования центрального углубления на детали вернемся в 2D режим к виду спереди (рис. 4.24).



*Рис. 4.24. Вид спереди детали*

Из этого вида копируем полуокружности радиусов 15 мм и 20 мм соответственно (рис. 4.25).

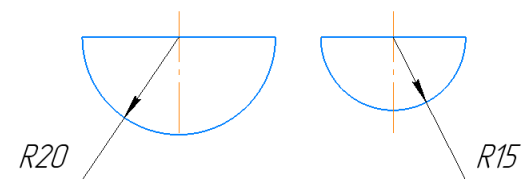


Рис. 4.25. Результат моделирования полуокружностей

Воспользуемся опцией **Копировать** для полуокружности радиусом 15 мм (рис. 4.26).

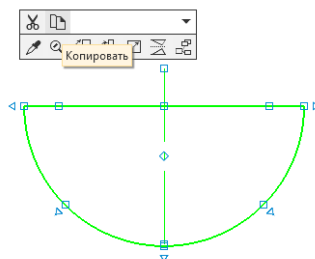


Рис. 4.26. Применение опции Копировать

Копирование в буфер подтверждается выбором базовой точки (рис. 4.27).

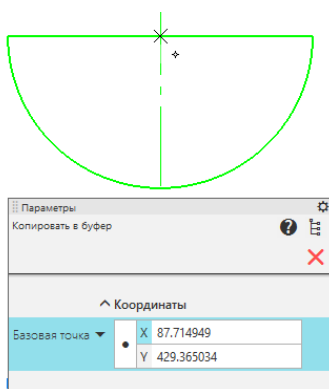


Рис. 4.27. Выбор базовой точки

Переходим в 3D режим. Из падающего меню **Правка** выбираем опцию **Вставить** (рис. 4.28).

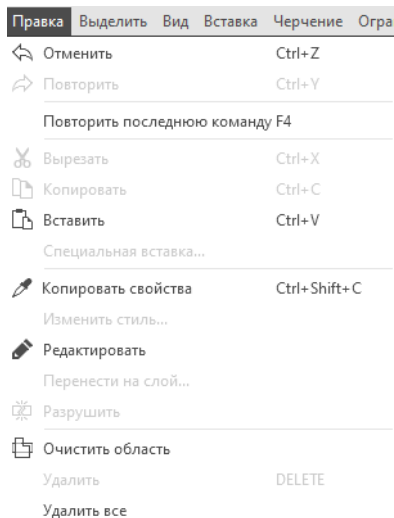


Рис. 4.28. Выбор опции *Вставить*

Совмещаем точку вставки полуокружности с осью симметрии фронтальной стенки детали (рис. 4.29).

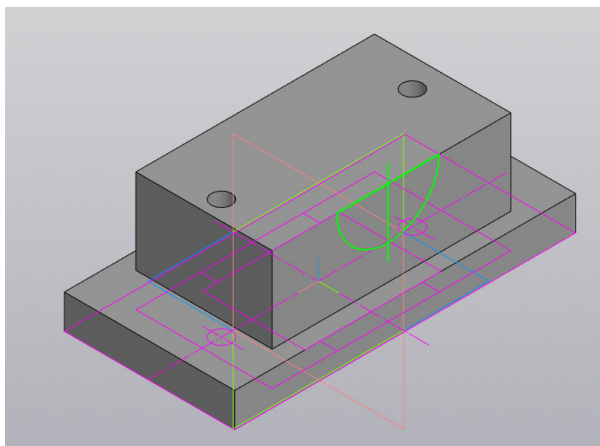
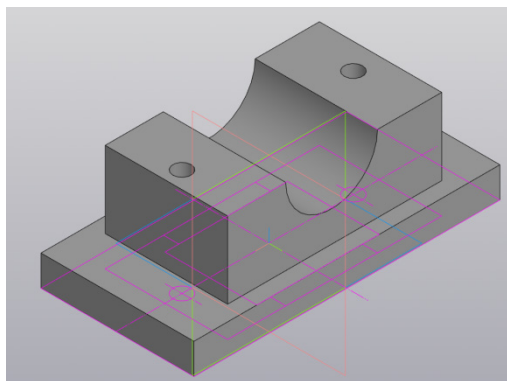


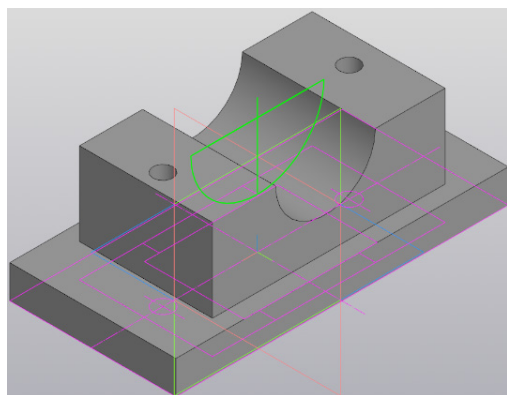
Рис. 4.29. Совмещение точки вставки полуокружности с осью симметрии фронтальной стенки детали

Для моделирования центрального отверстия воспользуемся командой **Вырезать** выдавливанием из падающего меню **Элементы тела**. Для этой операции необходимо выбрать опцию задания длины выдавливания «**Через всё**». Результат моделирования приведен на рис. 4.30.



*Рис. 4.30. Результат моделирования центрального отверстия детали*

Для завершения работы необходимо повторить операции для моделирования полуокружности радиусом 20 мм, аналогично проведенным с полуокружностью радиусом 15 мм. Совмещение точки вставки полуокружности радиусом 20 мм с осью симметрии **Фронтальной плоскости** проекций показано на рис. 4.31.



*Рис. 4.31. Совмещение точки вставки полуокружности с осью симметрии Фронтальной плоскости проекций*

В этом случае величины и направления выдавливания выбираются + 15 мм и – 15 мм относительно фронтальной оси симметрии детали. Пример задания параметров выдавливания приведен на рис. 4.32.

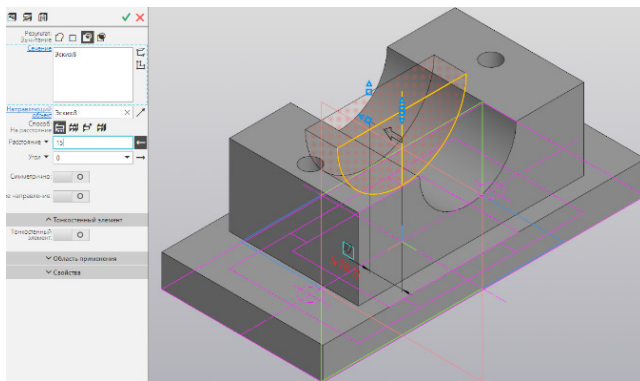


Рис. 4.32. Пример задания параметров выдавливания

Результат моделирования готовой детали приведен на рис. 4.33.

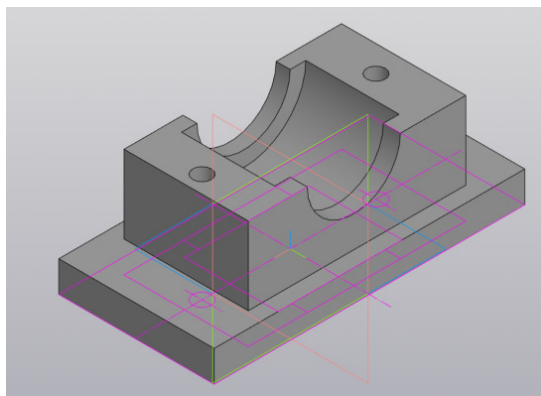
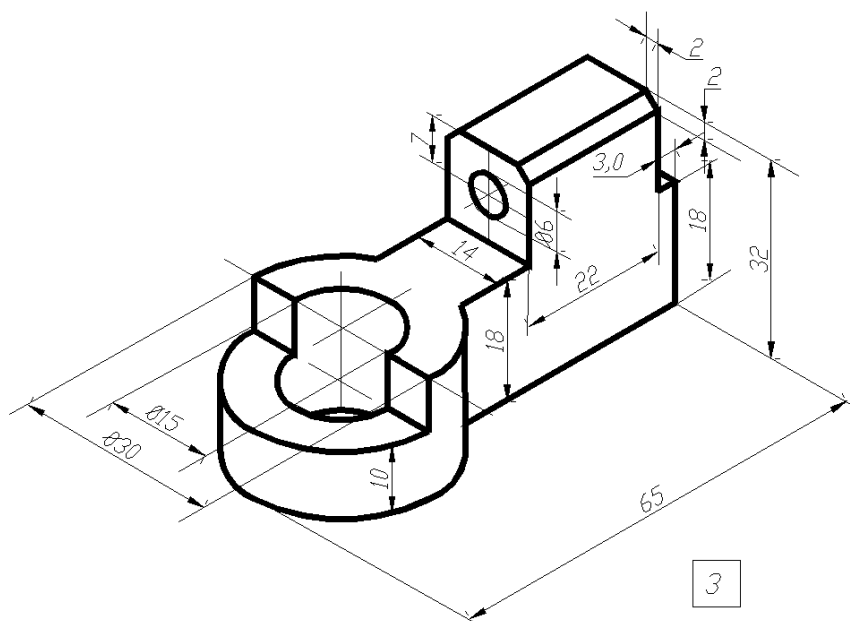


Рис. 4.33. Результат моделирования готовой детали

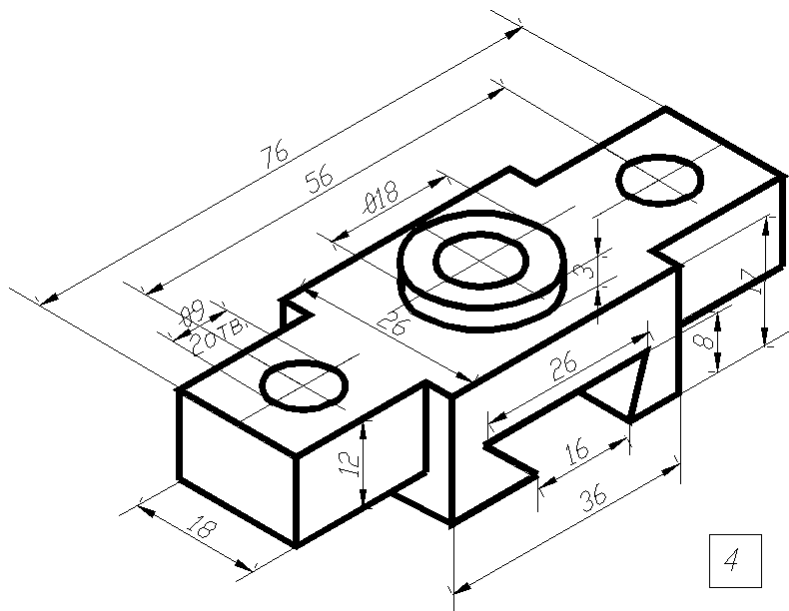
Для формирования видов детали и его изометрического изображения по построенной 3D модели воспользуемся опцией **Создать чертеж** по модели из падающего меню **Чертеж**. Результаты автоматизированного формирования видов детали и его изометрического изображения на листе формата А4 приведен на рис. 4.34.



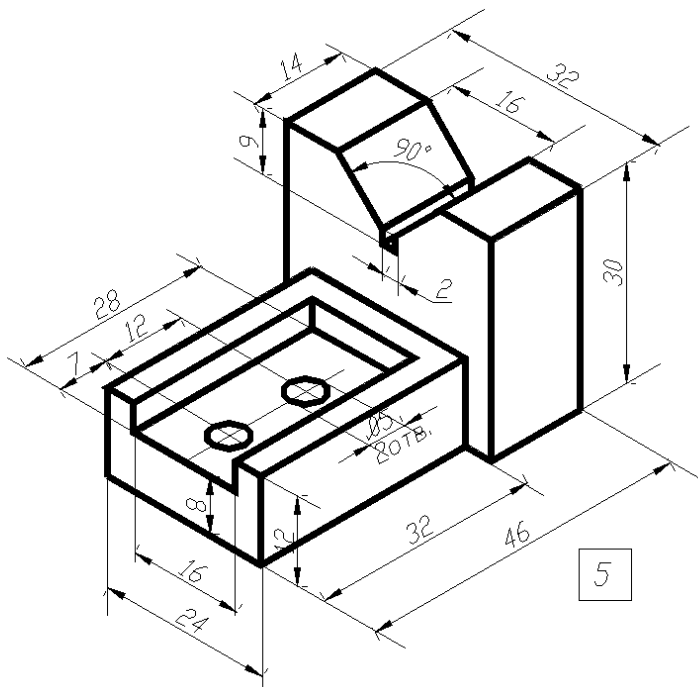




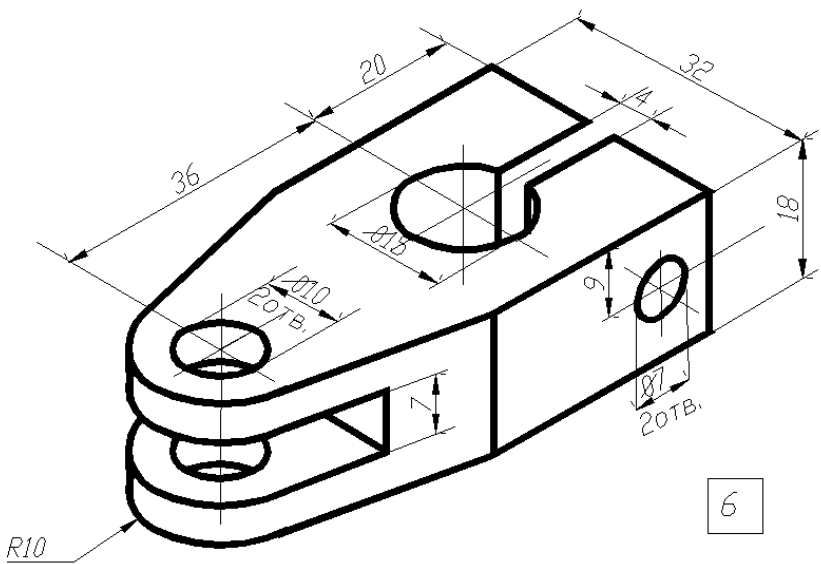
3



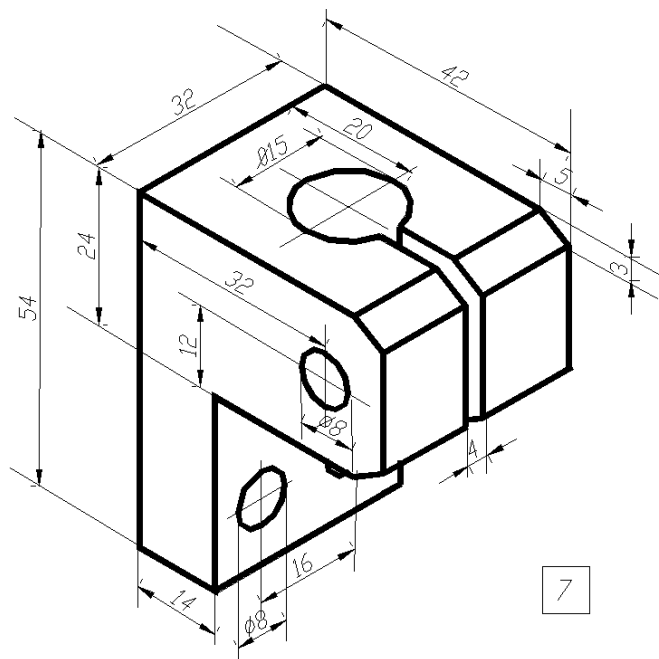
4



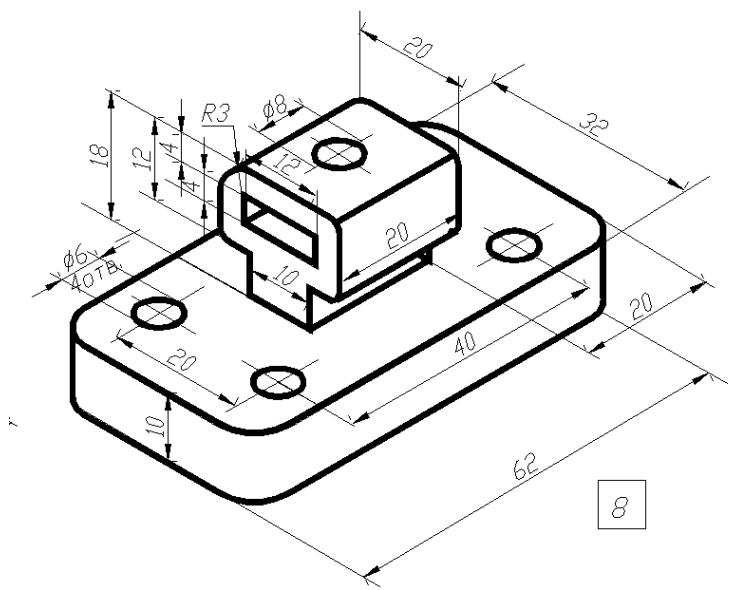
5



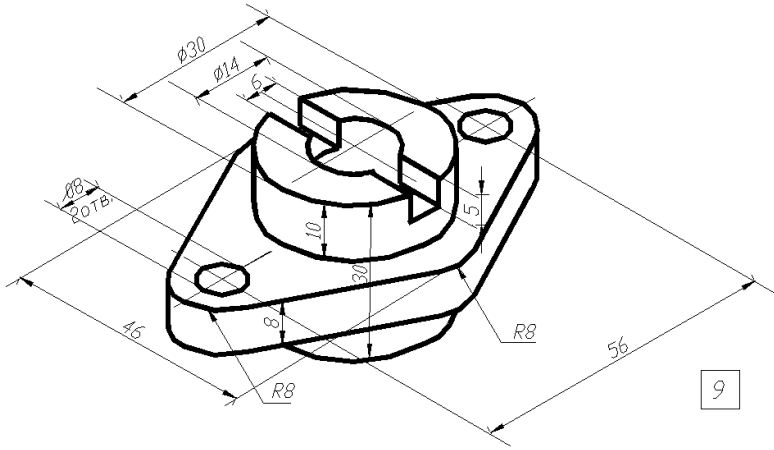
6



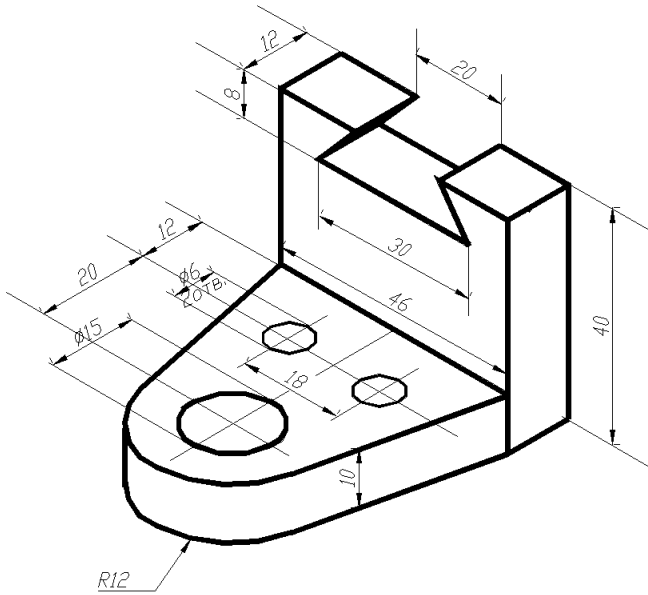
7



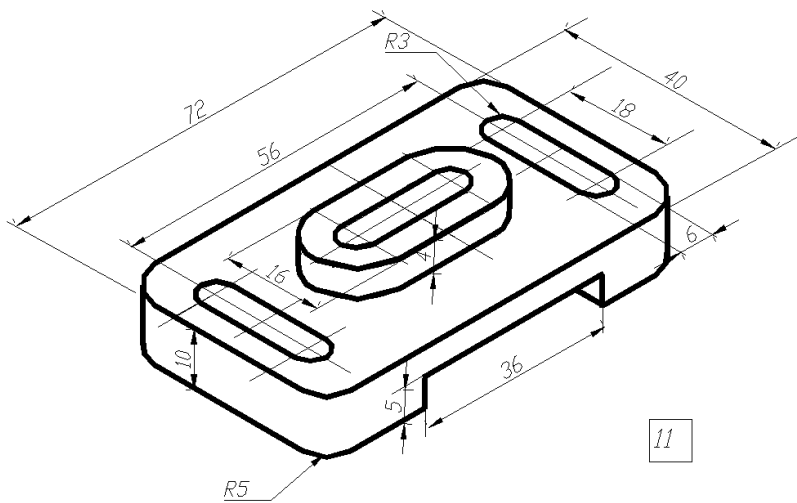
8



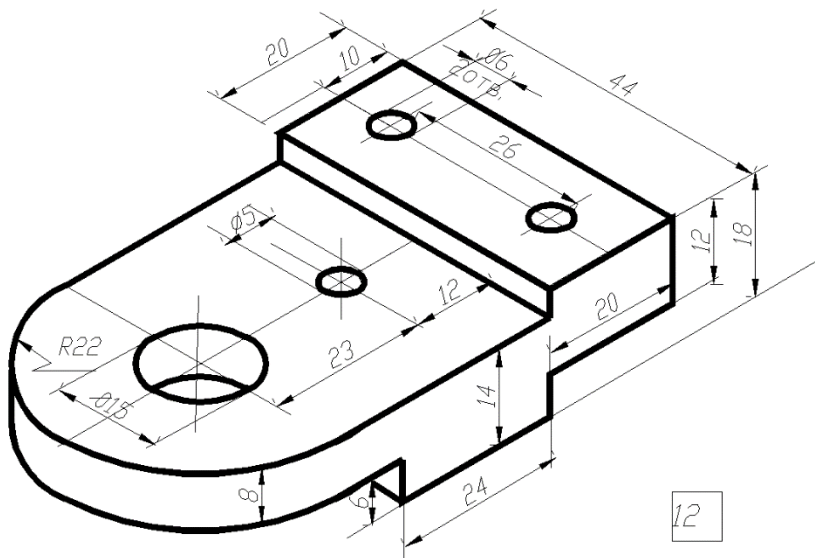
9



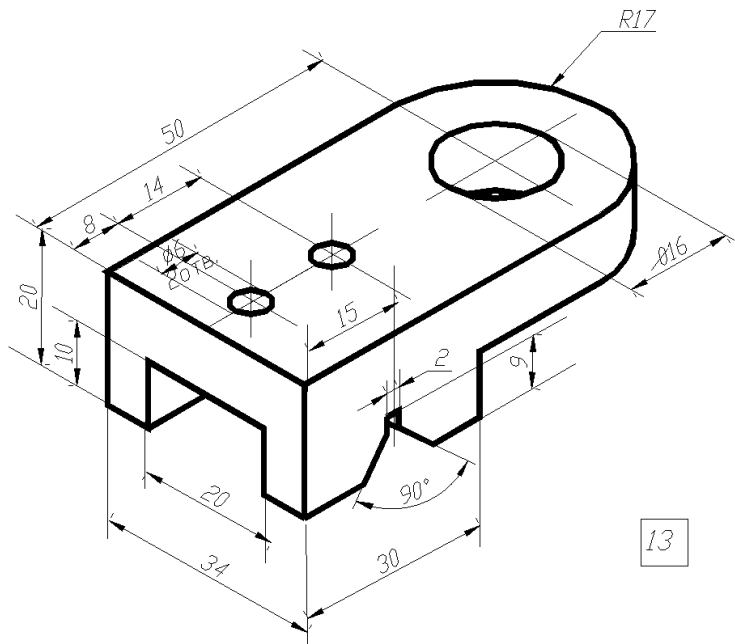
10



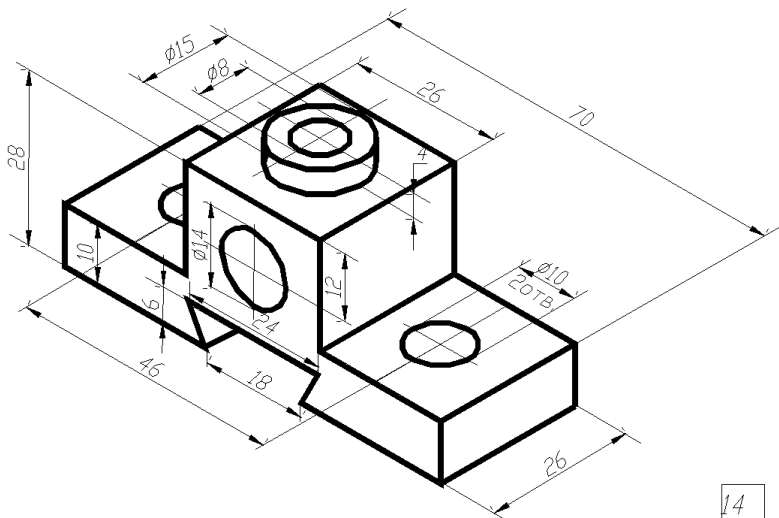
11



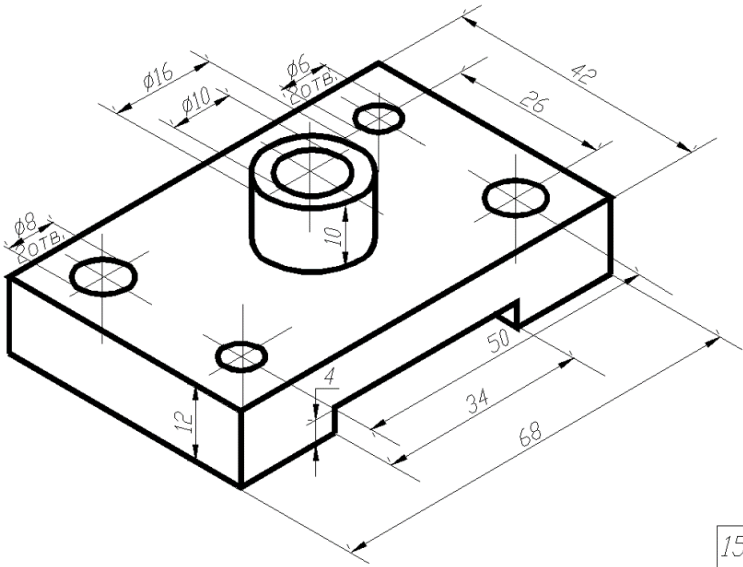
12



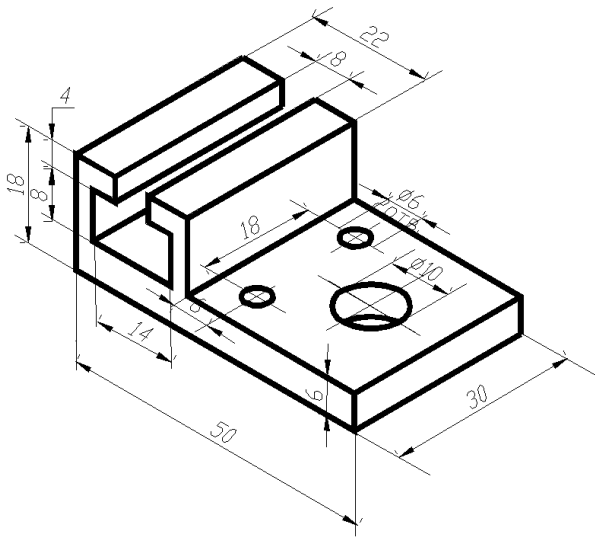
13



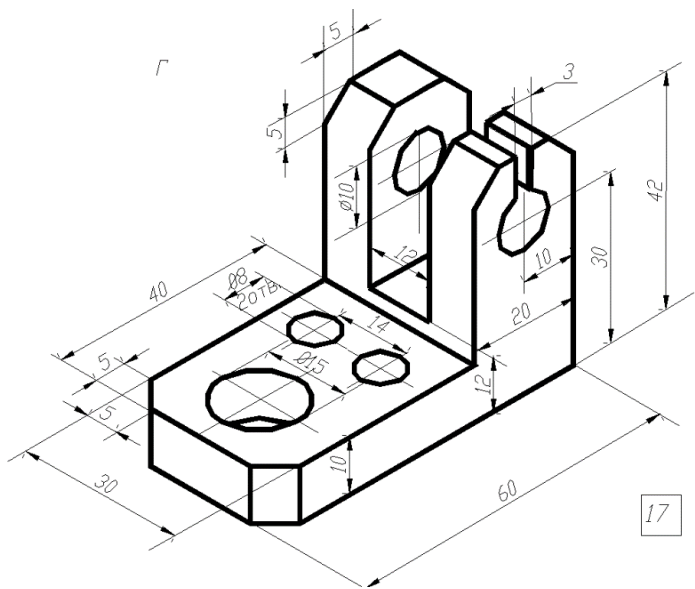
14



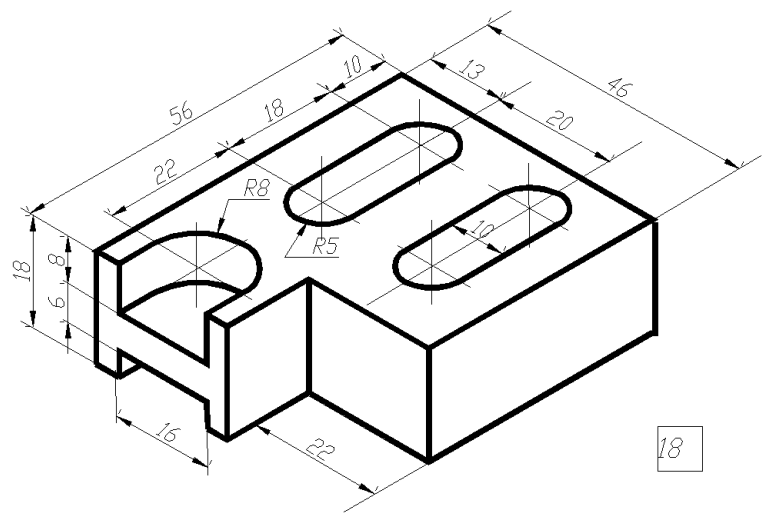
15



16

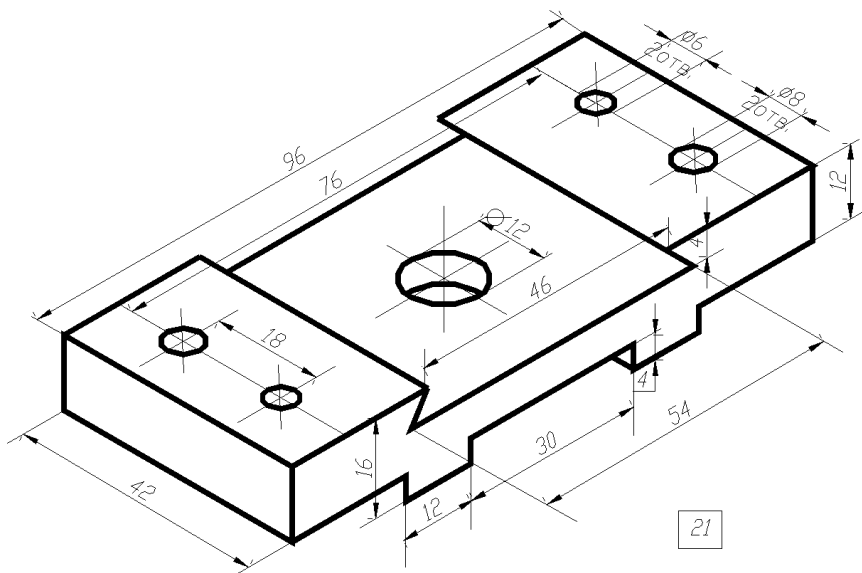


17

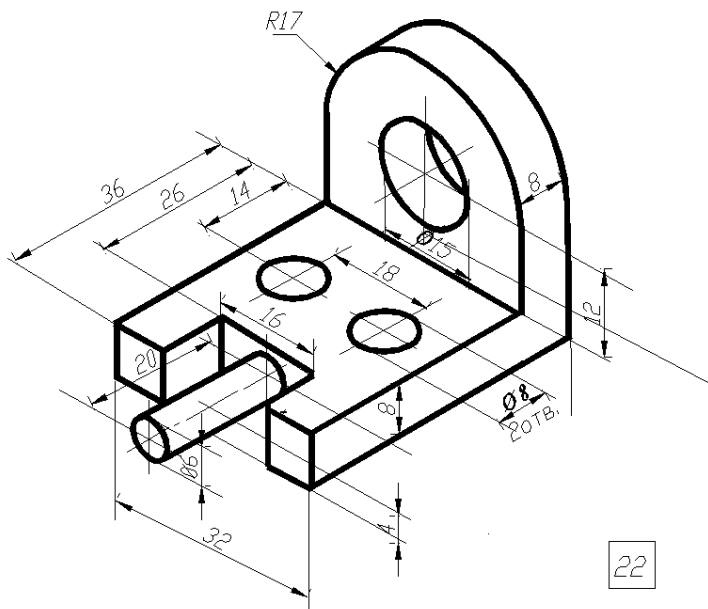


18





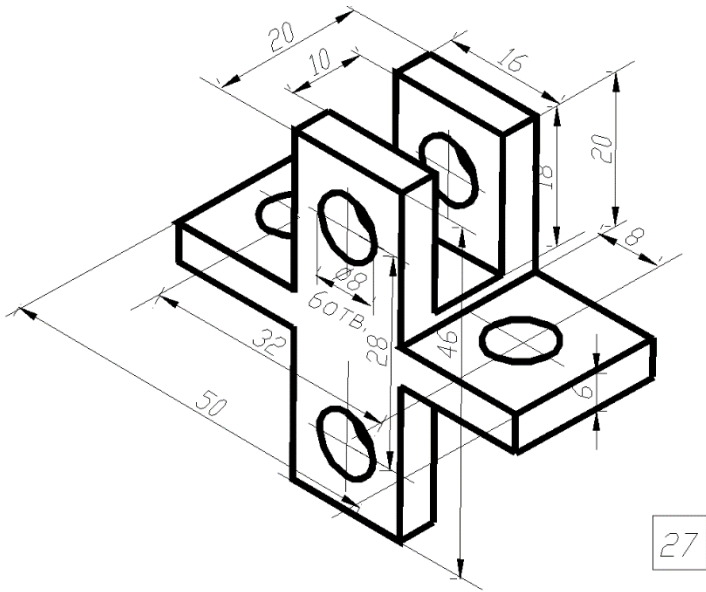
21



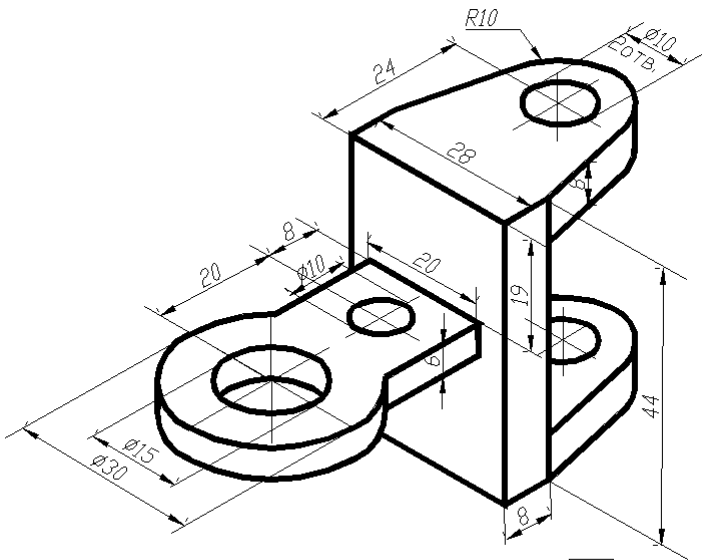
22



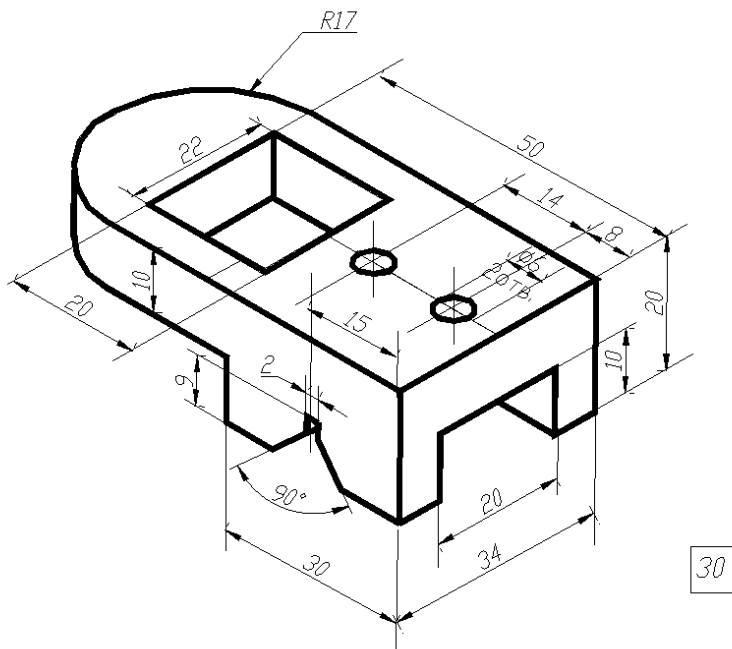
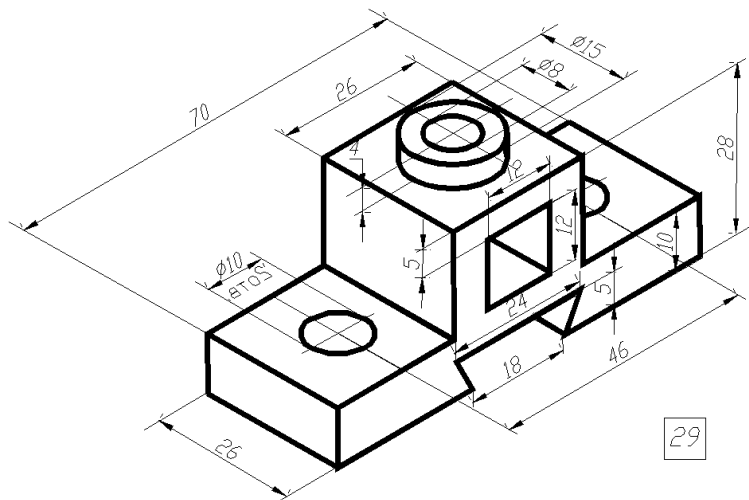




27



28



## СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие методические указания .....	3
1.1. Цель работы .....	3
1.2. Основы КОМПАС-3D V21 .....	5
2. Двухмерное моделирование объектов и их проекций .....	19
3. Изометрическое моделирование трехмерных объектов .....	26
4. Трехмерное (твердотельное) моделирование объектов и их проекций.....	34
5. Исходные данные для моделирования.....	49