

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
"СЕВАСТОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ"

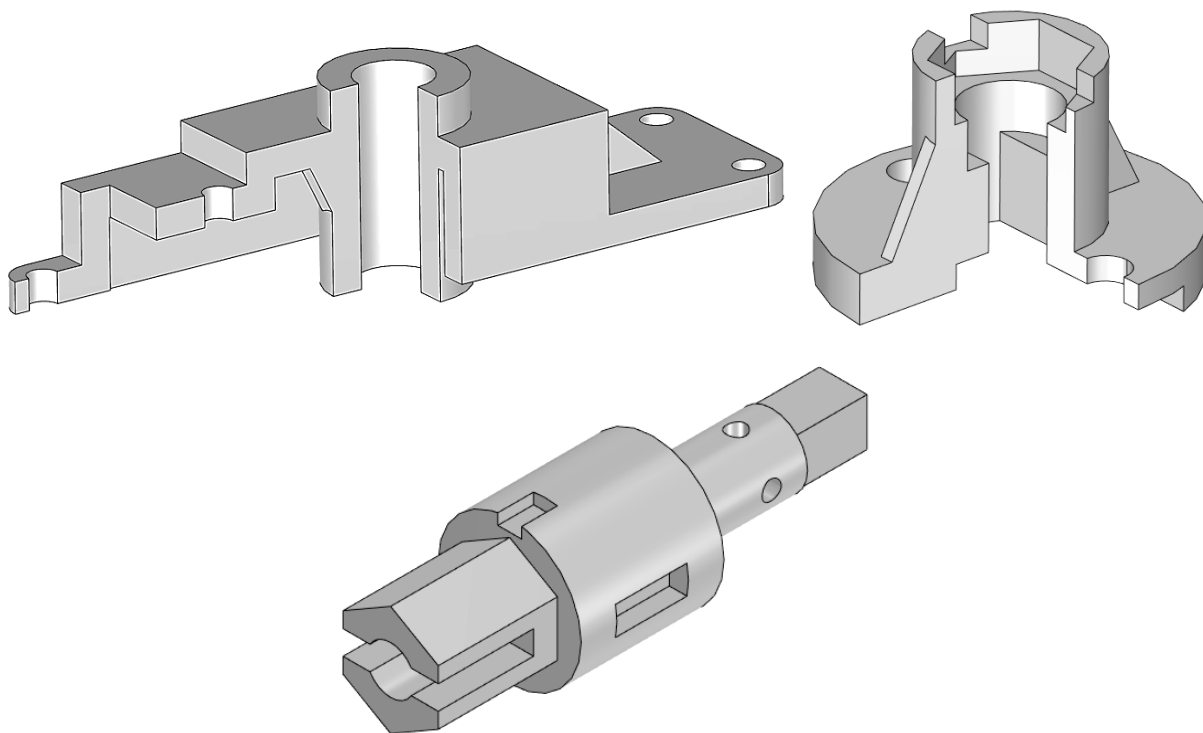
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Кафедра начертательной геометрии,
инженерной и компьютерной графики

Моделирование в системе T-FLEX CAD

Часть 2

Учебно-методическое пособие
к выполнению заданий по компьютерной графике



Севастополь
СевГУ
2020

УДК 621.882
ББК 30.11
М92

Р е ц е н з е н т:

О.В. Филипович – доцент, канд. техн. наук

Составитель О.В. Мухина

М92 Моделирование в системе T-FLEX CAD. Ч. 2 : учеб.-метод. пособие к выполнению заданий по компьютерной графике / Сост. О.В. Мухина ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Севастопольский государственный университет, Политехнический институт, кафедра начертательной геометрии, инженерной и компьютерной графики. – Севастополь: СевГУ, 2020 – 84 с.: ил. – Текст : электронный.

Учебно-методическое пособие (УМП) составлено в соответствии с рабочими программами дисциплин «Начертательная геометрия», «Инженерная и компьютерная графика», «Компьютерная графика» на основании государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования.

Предназначено для выполнения заданий по компьютерной графике студентами дневной и заочной форм обучения технических специальностей.

Пособие содержит описание интерфейса системы T-FLEX CAD учебной версии 16 и основных команд создания и редактирования 3D моделей; изложена последовательность построения 3D моделей и ассоциативных 2D чертежей; приведены варианты индивидуальных заданий для самостоятельной работы студентов. Каждый технический этап сопровождается иллюстрациями, созданными в T-FLEX CAD.

Использование данного УМП позволит студентам получить навыки 3D моделирования и создания ассоциативных чертежей. Пособие будет полезно в качестве практического руководства начинающим пользователям, желающим освоить T-FLEX CAD самостоятельно, а также преподавателям для учебного процесса.

УДК 621.882
ББК 30.11

Рассмотрено и рекомендовано на заседании кафедры начертательной геометрии, инженерной и компьютерной графики в качестве учебно-методического пособия для студентов дневной и заочной форм обучения технических специальностей, протокол № 8 от 28 февраля 2020 г.

Изд. № 155/2020. Объем 10,5 п.л.
РИИЦМ ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

© Мухина О.В., 2020
© ФГАОУ ВО «Севастопольский
государственный университет», 2020

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
1. Цель и содержание работы.....	4
2. Основные понятия 3D моделирования.....	4
3. Пользовательский интерфейс	6
4. Команды создания и редактирования 3D модели	8
5. Создание ассоциативного чертежа по 3D модели	11
5.1 Создание трех стандартных видов.....	11
5.2 Создание стандартного вида.	12
5.3 Создание разрезов.	13
5.4 Создание сечений.	17
5.5 Совмещение видов и разрезов на чертежах симметричных деталей.....	18
5.6 Выполнение местных разрезов.	19
6. Оформление основной надписи.....	21
7. Сохранение чертежа в *.pdf формате	22
8. Задание №1. Изображение геометрических тел.....	23
9. Задание №2. Пересечение геометрических тел.....	28
10. Задание №3. Изображение сложного геометрического тела	32
11. Задание №4. Вал	43
12. Задание №5. Корпус	57
Заключение	63
Библиографический список.....	64
Приложение А. Вал. Исходные данные по вариантам	65
Приложение Б. Корпус. Исходные данные по вариантам.....	78

ВВЕДЕНИЕ

Учебно-методическое пособие (УМП) разработано для проведения практических занятий по компьютерной графике на тему: 3D моделирование в графической системе T-FLEX CAD. Рассчитано на десять академических часов аудиторной и пять часов самостоятельной работы студентов.

Пособие содержит описание интерфейса системы T-FLEX CAD учебной версии 16 и основных команд создания и редактирования 3D моделей; изложена последовательность построения 3D моделей и ассоциативных 2D чертежей; приведены варианты индивидуальных заданий для самостоятельной работы студентов.

1. ЦЕЛЬ И СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Цель работы: ознакомить студентов с интерфейсом системы T-FLEX CAD учебной версии 16; освоить основные команды создания и редактирования 3D моделей в данной системе; обучить студентов основам 3D моделирования; развить практические навыки моделирования геометрических форм различной сложности и формирования 2D ассоциативных чертежей.

Содержание. Задание состоит из пяти комплексных работ, включающих 3D модели и ассоциативные 2D чертежи: 1) Изображение геометрических тел; 2) Пересечение геометрических тел; 3) Изображение сложного геометрического тела; 4) Вал; 5) Корпус.

Для каждой работы необходимо выполнить трёхмерную модель согласно индивидуальному заданию и соответствующий плоский чертеж.

Варианты индивидуальных заданий определяются порядковым номером студента в списке группы.

Основная надпись на чертежах заполняется в соответствии с ГОСТ 2.104-2006 – «Основная надпись». Обозначение чертежа: **СГУО.010300.001** содержит следующую информацию: **СГУО** – аббревиатура организации (Севастопольский государственный университет) и указание формы обучения (О – очная форма обучения, З – заочная форма обучения), **01** – номер темы, **03** – номер варианта, **001** – номер чертежа.

2. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ 3D МОДЕЛИРОВАНИЯ

3D модели, созданные в системе T-FLEX CAD, представляют собой набор связанных или не связанных геометрических компонентов: твёрдое тело (рис. 1), листовое тело/поверхность (рис. 2), вершина (рис. 3), ребро (рис. 4), цикл (рис. 5), грань (рис. 6) [1].

По типу геометрии объекты T-FLEX CAD делятся на группы: **3D точка** (единственное свойство – координаты местоположения); **элементы с «проволочной» геометрией** (основное свойство – длина): ребра, циклы, 3D профили и пути; **листовые объекты**, имеющие площадь: листовые тела и грани; **твёрдые тела**.

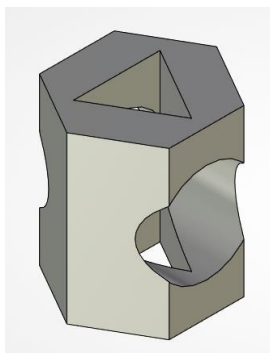


Рис. 1

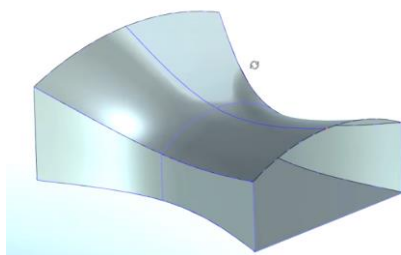


Рис. 2

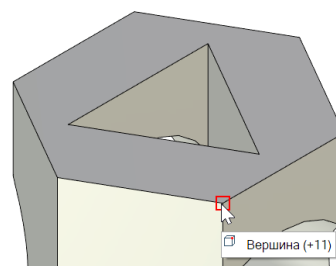


Рис. 3

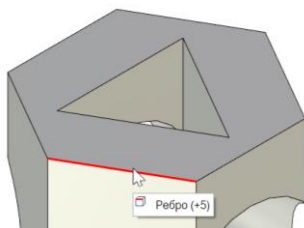


Рис. 4

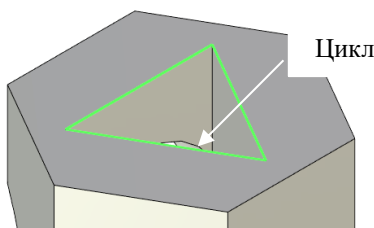


Рис. 5

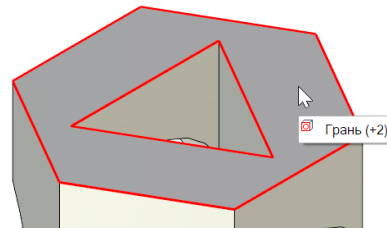


Рис. 6

Моделирование и модификация 3D объектов реализуется с помощью операций. К **базовым операциям** относятся команды по созданию новых 3D объектов: Выталкивание, Вращение, По сечениям, По траектории и т.д. **Операции модифицирования** позволяют изменить геометрию уже существующих 3D объектов: Булевы операции, Сглаживание, Оболочка и т.д.

Тело – элемент структуры 3D модели, который соответствует всякому твердотельному или листовому 3D объекту и формируется автоматически при создании этого объекта базовыми операциями. В каждой 3D модели может быть неограниченное количество тел.

К 3D элементам построения относятся: рабочая плоскость, рабочая поверхность, 3D узел, 3D профиль, Локальная система координат, 3D коннектор, 3D путь, Трасса, 3D Сечение, Массив построений.

Основные 3D операции: Выталкивание, Вращение, Булева операция, Сглаживание ребер, Сглаживание граней, Сглаживание трех граней, По сечениям, По траектории, По параметрам, Спираль, Пружина, Отсечение, Оболочка, Уклон граней, Уклон тела, Трубопровод, Резьба, Отверстие, Ребро жесткости.

Параметры 3D объекта могут задаваться и редактироваться на любом этапе моделирования в **Служебном окне Параметры** или через диалог параметров, который требует подтверждения.

Для динамического задания параметров используются **манипуляторы** – специальные вспомогательные объекты, которые автоматически появляются при 3D моделировании и редактировании (рис. 7).

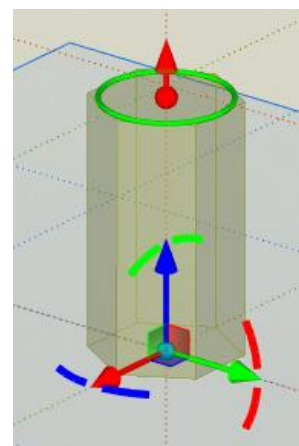


Рис. 7

3. ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИЙ ИНТЕРФЕЙС

Главное окно системы, его разделы, настройка интерфейса, меню, вкладки, элементы управления T-FLEX CAD, команды создания, редактирования и оформления параметрического и непараметрического чертежей рассмотрены в первой части УМП по T-FLEX CAD [3]. В данной работе рассмотрены команды и операции, позволяющие создавать и редактировать 3D модели.

После запуска программы на экране появляется главное окно системы (рис. 8). Для работы с 3D моделями необходимо создать новый документ: **Детали и сборки** –

3D Деталь

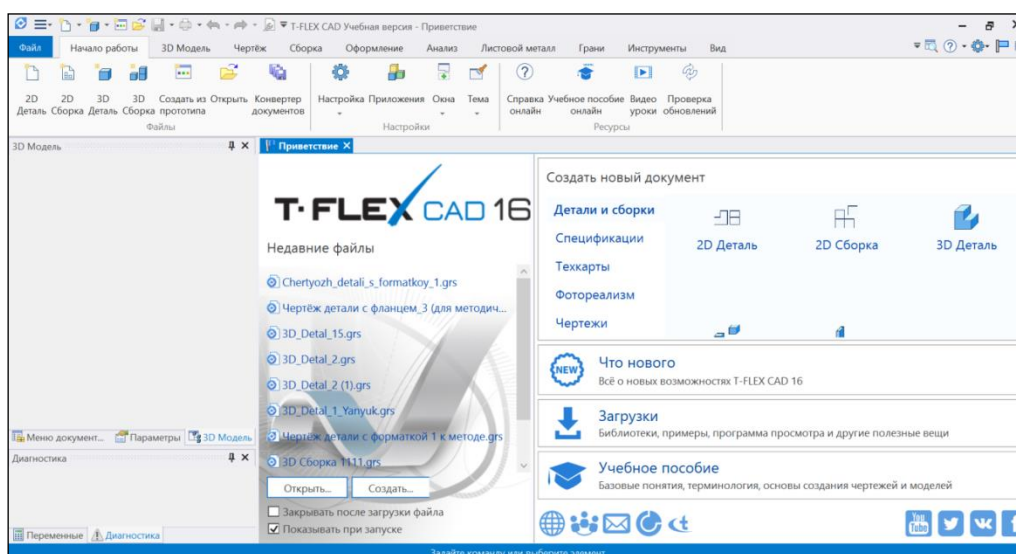


Рис. 8

Элементы управления T-FLEX CAD для создания 3D моделей представлены на рис. 9.

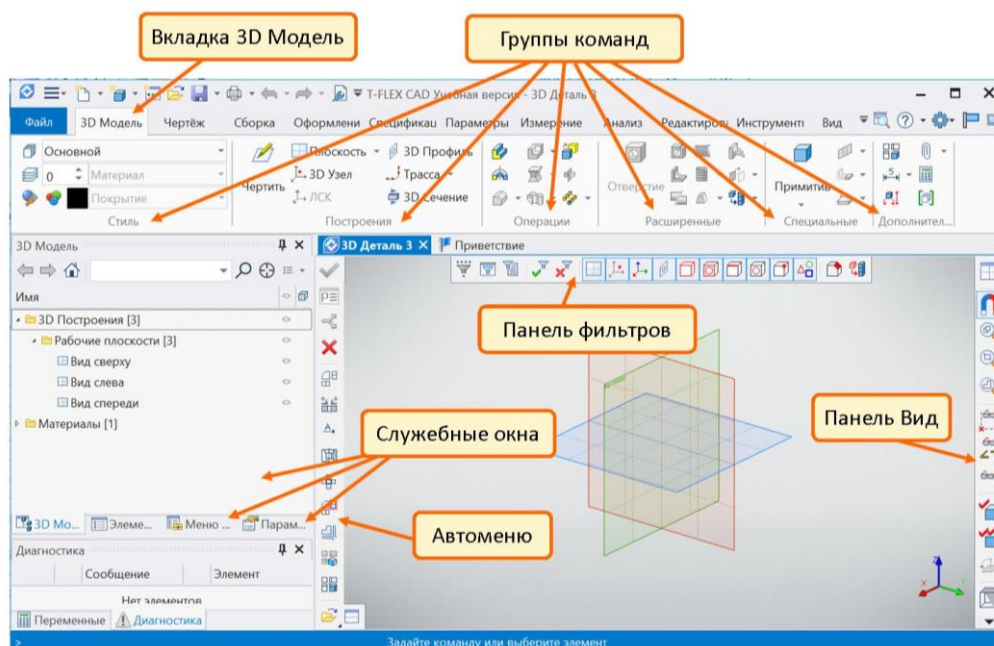


Рис. 9

Панель Фильтров, расположенная вдоль верхнего края рабочего окна, содержит иконки команд **Фильтр** и **Селектор**. Набор команд варьируется в зависимости от того, какое окно открыто: 2D или 3D. Данные команды управляют настройкой выбора объектов. Для 3D окна **панель Фильтр** представлена на рис. 10.

Панель Вид, расположенная вдоль правого края рабочего окна, содержит команды для работы с чертежом или 3D сценой (в зависимости от того, какое окно открыто: 2D или 3D). Если команда имеет дополнительные режимы, на иконке изображена чёрная стрелка в правом нижнем углу. Для 3D окна **панель Вид** представлена на рис. 11.

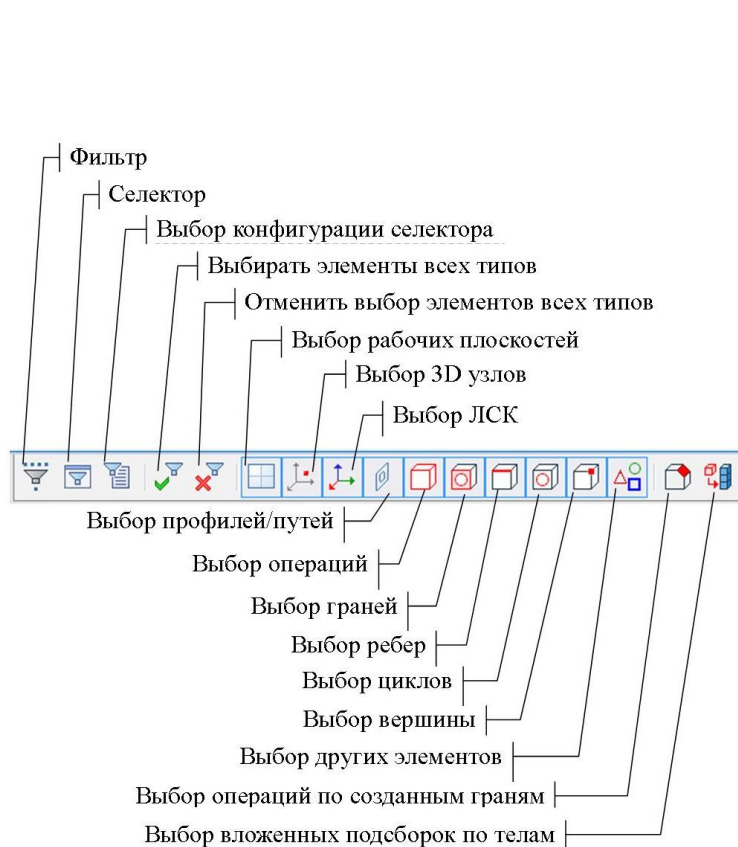


Рис. 10



Рис. 11

Служебные окна включаются в меню **Настройка – Окна** (рис. 12).

Окно **Меню документов** служит для быстрой загрузки необходимого чертежа или просмотра библиотек чертежей и содержит графическое и текстовое представление библиотек и чертежей текущей конфигурации библиотек.

Окно **3D Модель** в виде дерева раскрывает структуру 3D модели: операции, использованные при создании модели, вспомогательные элементы, рабочие плоскости.

Окно **Параметры** служит для задания параметров в прозрачном режиме во многих 2D и 3D командах.

Окно **Структура сборки** управляет ссылками текущего документа на используемые в нём файлы.

Окно **Материалы** служит для работы с материалами 3D модели и с библиотеками материалов T-FLEX CAD.

Окно **Элементы модели** содержит перечень элементов модели, которые при выборе выделяются на чертеже.

Активизировать команду можно путем выбора из текстового падающего меню, из пиктографического меню команд либо задав название команды в статусной строке.

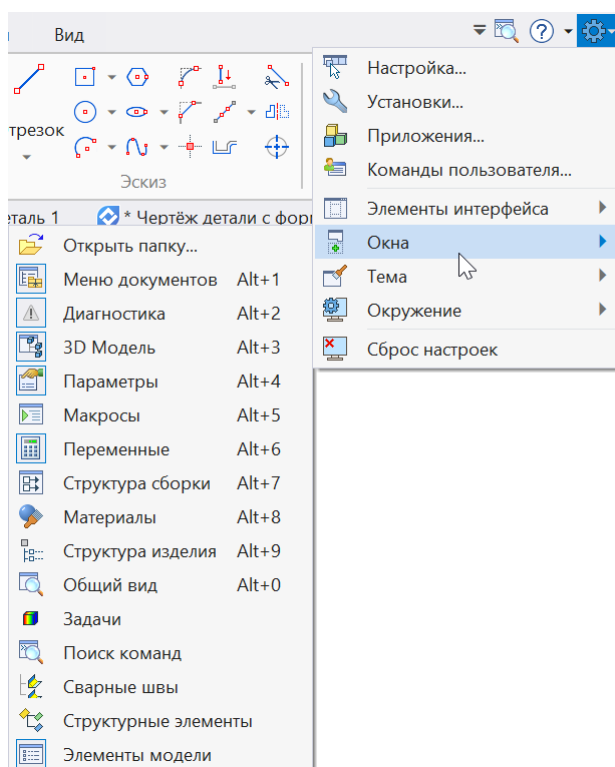


Рис. 12

При выборе элементов с помощью левой клавиши мыши в режиме ожидания команды на экране появляется **Динамическая панель** (рис. 13), которая содержит кнопки команд для элементов данного типа.

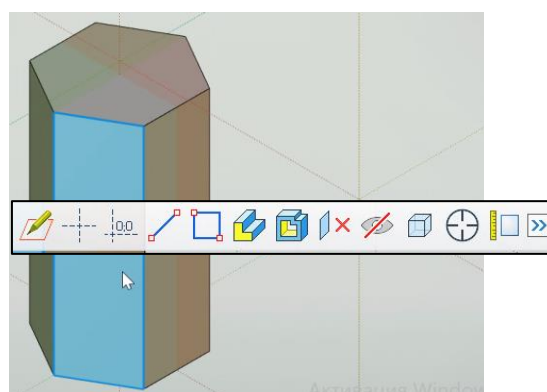


Рис. 13

4. КОМАНДЫ СОЗДАНИЯ И РЕДАКТИРОВАНИЯ 3D МОДЕЛИ

Команды создания и редактирования 3D модели располагаются на вкладке **3D Модель**, иконки команд объединены в группы по их функциям: рис. 14 – 19.

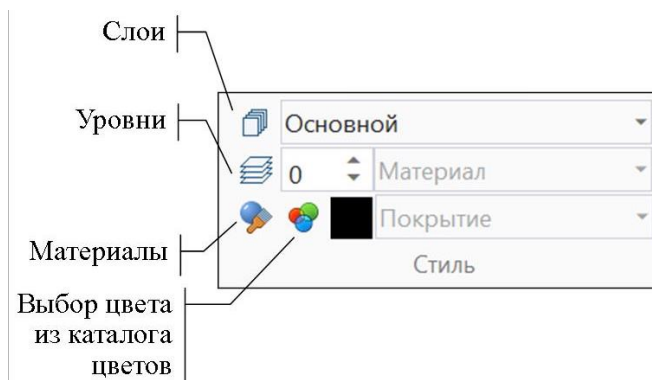


Рис. 14 – Команды группы «Стиль»

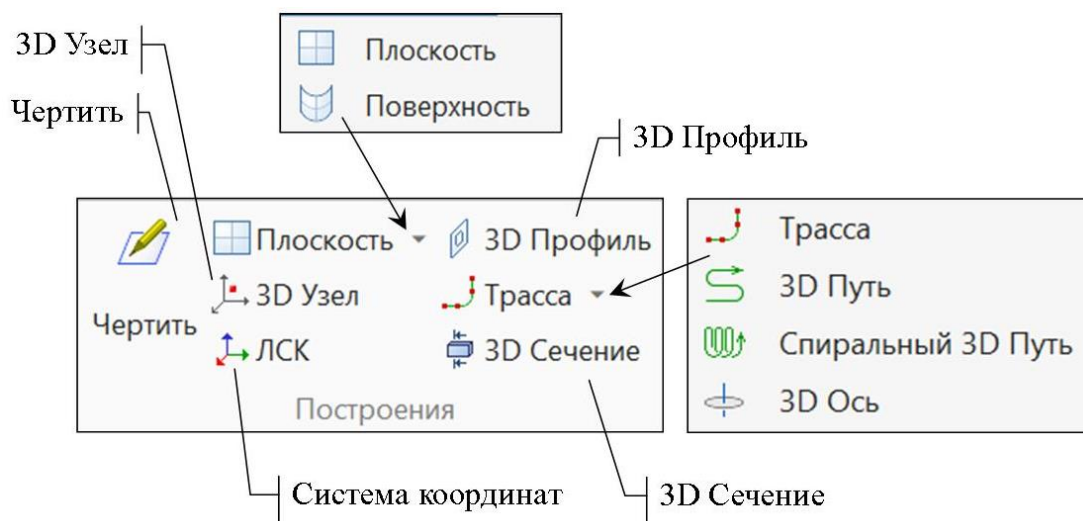


Рис. 15 – Команды группы «Построение»

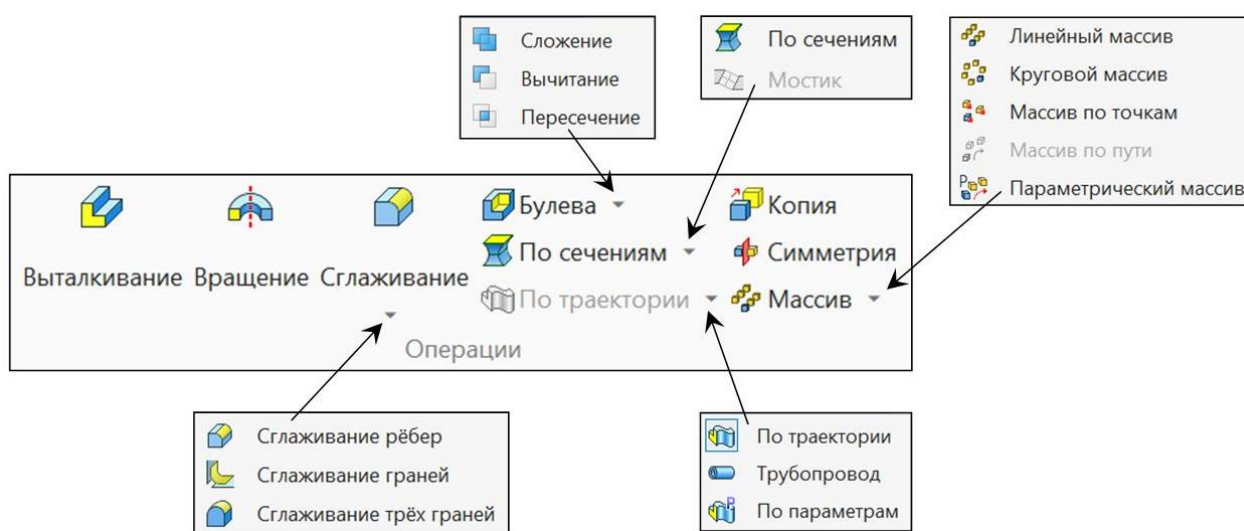


Рис. 16 – Команды группы «Операции»

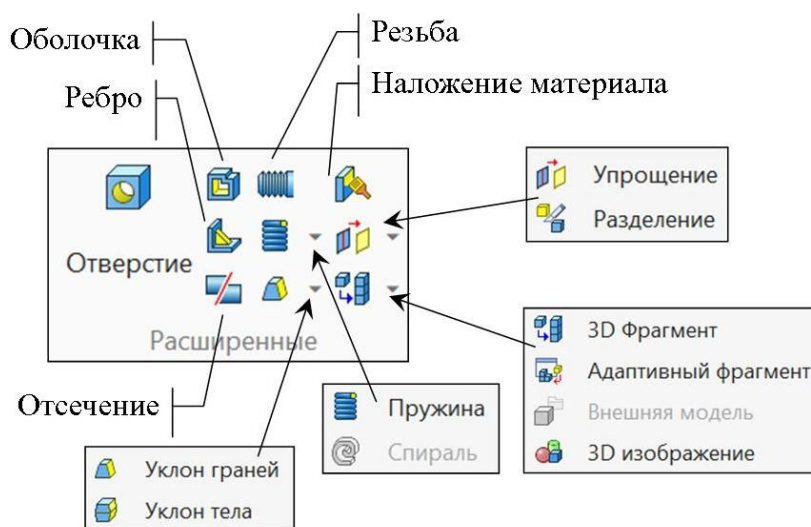


Рис. 17 – Команды группы «Расширенные»

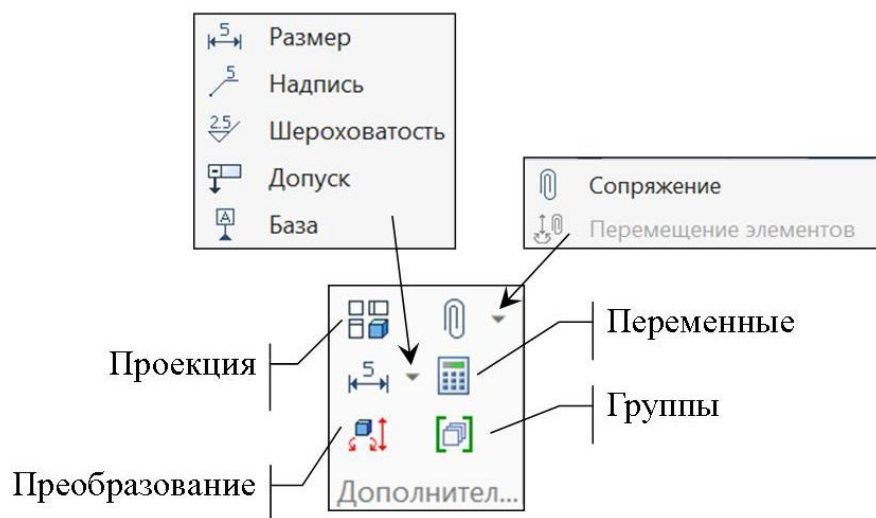


Рис. 18– Команды группы «Дополнительные»

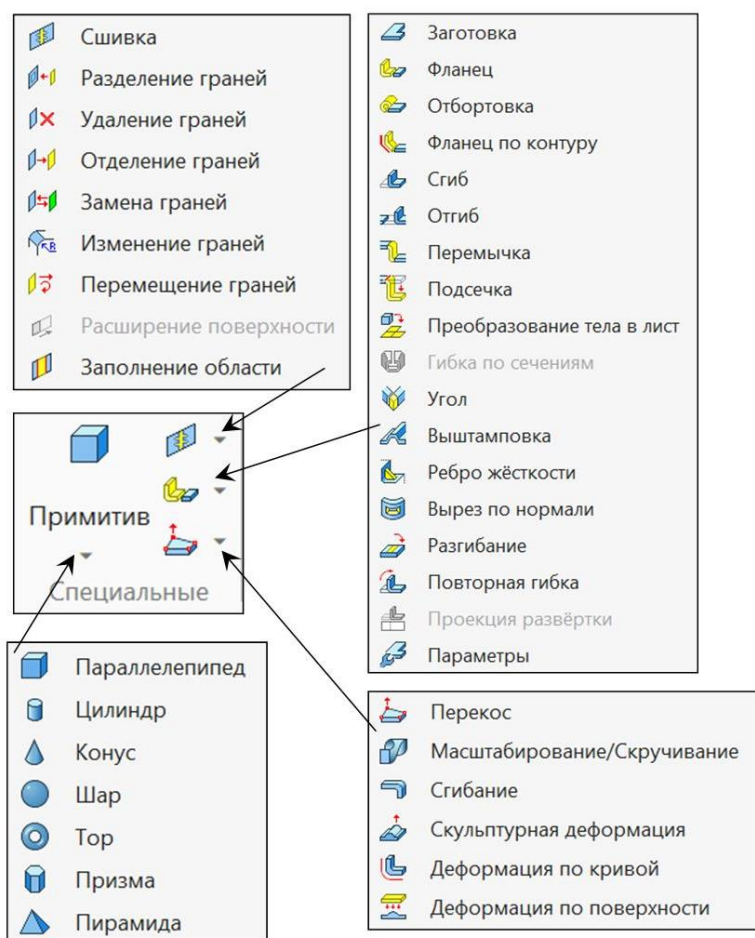


Рис. 19 – Команды группы «Специальные»

5. СОЗДАНИЕ АССОЦИАТИВНОГО ЧЕРТЕЖА ПО 3D МОДЕЛИ

Ассоциативный чертеж формируется из 2D проекций – плоских изображений, расположенных в 2D окне. Каждая проекция представляет собой изображение, полученное в результате проецирования 3D детали или её части на одну из плоскостей проекций.

Для формирования чертежей по 3D модели в T-FLEX CAD предназначена команда **Проекция**  (группа **Дополнительные**), после вызова которой, будет доступно соответствующее **Автоменю** (рис. 20):

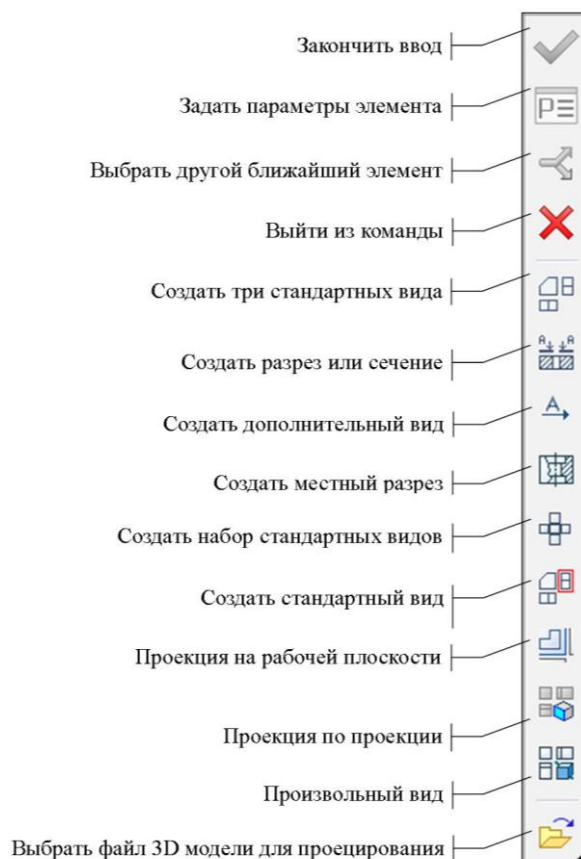


Рис. 20

5.1 Создание трех стандартных видов.

Три стандартных вида формируются следующим образом:

- 1) Опция **Создать три стандартных вида** .

Система запросит разрешение на открытие 2D окна (рис. 21). После подтверждения распахнется окно **Габариты проекции** (рис. 22), в котором необходимо

указать масштаб проекций 1:1

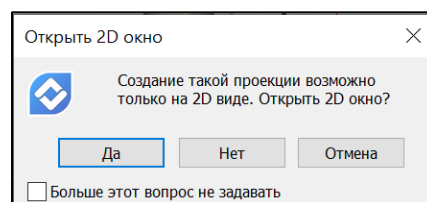
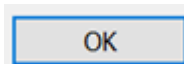


Рис. 21

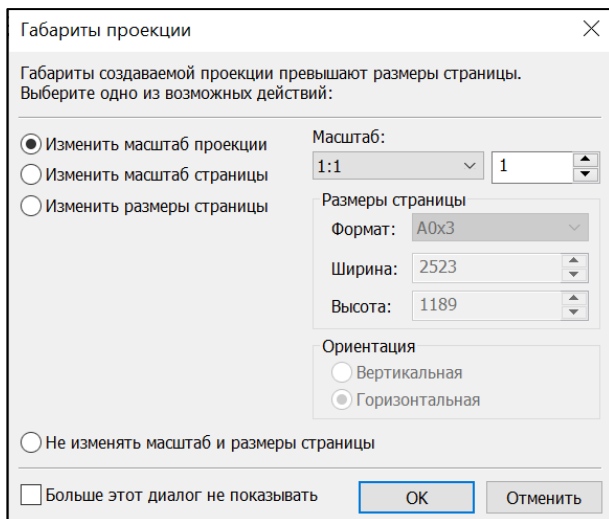


Рис. 22

2) При необходимости нанести на чертеже линии невидимого контура, в **Служебном окне Параметры** в разделе **Линии** выбираются **Невидимые линии**, (флажок в соответствующем поле), (рис. 23). Это позволит выводить невидимые линии на экран.

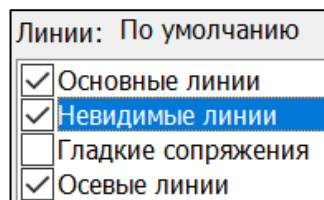


Рис. 23

Область каждой проекции на чертеже выделена сиреневой рамкой, область формата – серой.

Если области проекций выходят за пределы области чертежа (рис. 24), их сдвигают в зону формата. Щелчок левой клавишей мыши по рамке проекции, которую необходимо перенести, в **Автомению** – опция **Изменить положение**

проекции , фантом в виде рамки синего цвета позволит определить с расположением проекции (рис. 25).

Окна проекций необходимо перенести так, чтобы все они находились внутри рамки чертежа. Если не получилось переместить проекции на данном этапе, эту операцию можно выполнить позже.

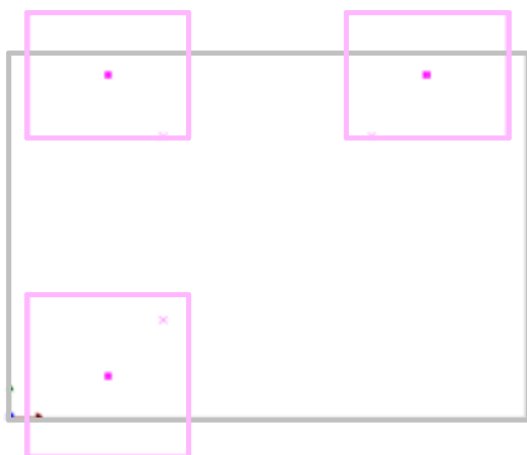


Рис. 24

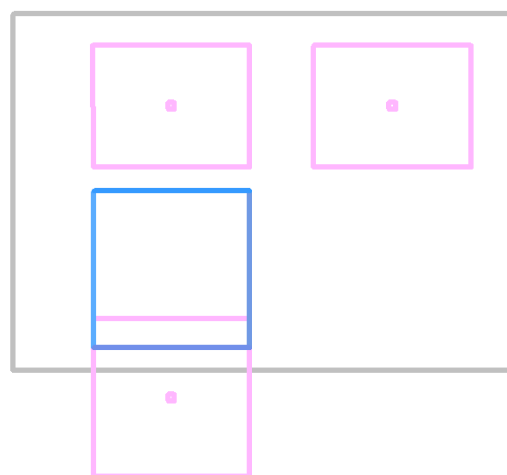


Рис. 25

5.2 Создание стандартного вида.

В **Автомению** – опция **Создать стандартный вид** . В распахнувшемся окне **Тип стандартной проекции** – Выбрать необходимую проекцию (рис. 26). 

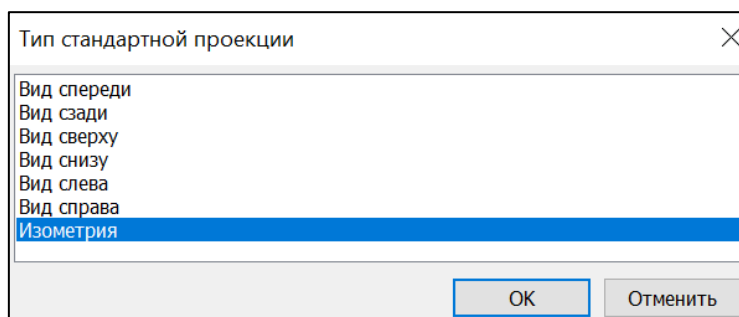


Рис. 26

- В Служебном окне **Основные параметры** устанавливается масштаб проекции (рис. 27).
- Если необходимо нанести линии невидимого контура, в разделе **Линии** выбираются **Невидимые линии**, (флажок в соответствующем поле), (рис. 28).

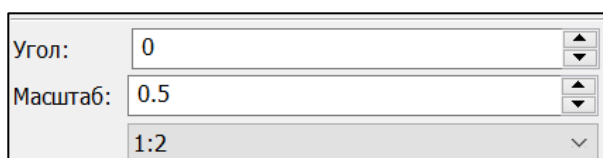


Рис. 27

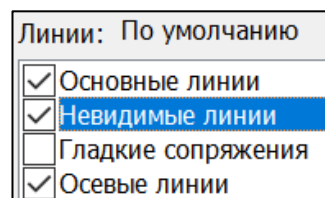


Рис. 28

- Расположение проекции в случае необходимости можно изменить, **Автоменю** –

Изменить положение проекции



- Если масштаб проекции отличается от масштаба всего чертежа, над проекцией выполняется надпись, указывающая масштаб изображения. Вкладка **Чертеж**, группа

Оформление – Текст



5.3 Создание разрезов.

Перед созданием разреза его необходимо обозначить в 2D окне на уже созданной проекции или построить 3D разрез в 3D окне.

Рассмотрим последовательность операций при формировании ступенчатого разреза в 2D окне детали с рёбрами жёсткости, представленной на рис. 29.

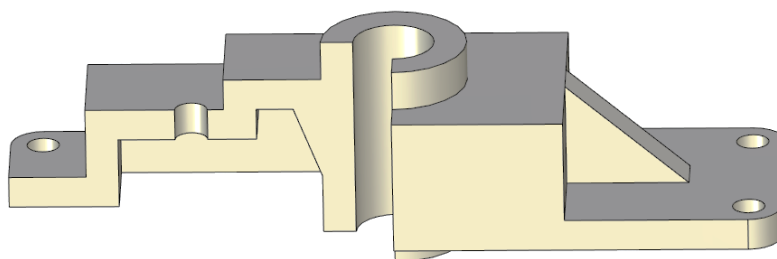


Рис. 29

Изначально формируется проекция вида сверху. Далее устанавливается обозначение ступенчатого разреза и выполняется разрез.

1) В **Автоменю** команды **Проекция** активизируется опция

Создать стандартный вид.
Раскроется диалоговое окно **Тип стандартной проекции** (рис. 30).
Необходимо выбрать **Вид сверху**.

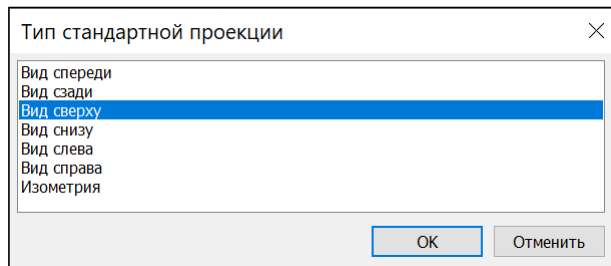


Рис. 30

Положение проекции изменяется с помощью опции **Автоменю – Изменить положение проекции**



На рабочем поле появится изображение вида сверху (рис. 31).

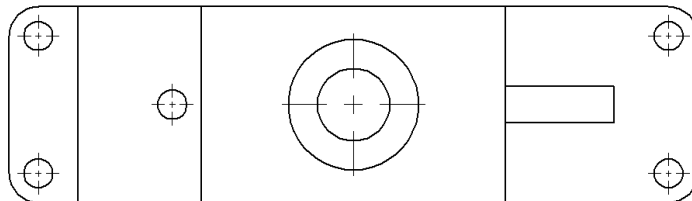


Рис. 31

2) Для точного указания сечения проводятся горизонтальные прямые через осевые линии отверстий детали командой группы **Построения – Горизонтальная прямая** (рис. 32).

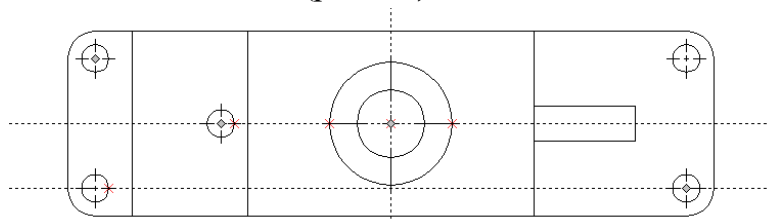


Рис. 32

1) В группе команд **Оформление** выбирается

Оформление вида



Из **Автоменю** – опция **Создать сложное сечение** (рис. 33)



Далее необходимо задать положение секущих плоскостей, как это указано на рис. 34...36. Каждая точка излома плоскостей фиксируется нажатием левой клавиши мыши.

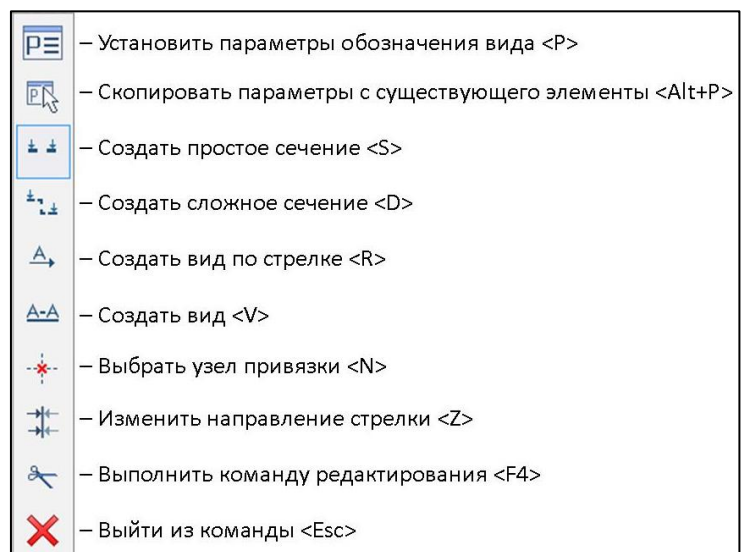


Рис. 33

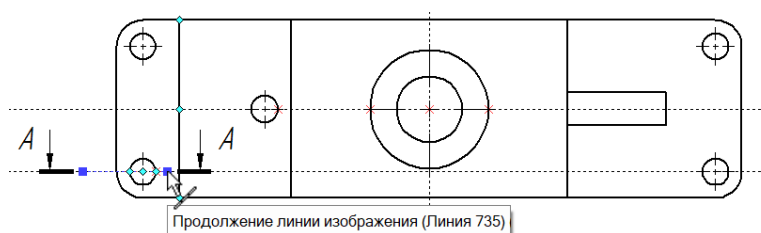


Рис. 34

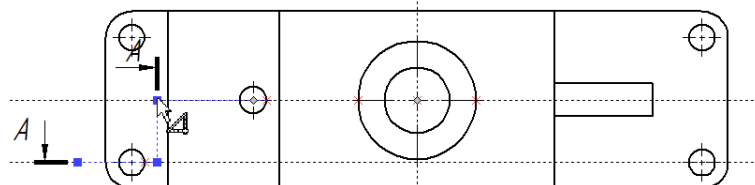


Рис. 35

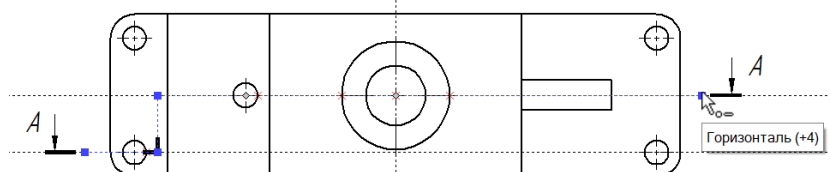


Рис. 36

Завершается указание секущих плоскостей . Направление стрелки

меняется опцией **Автоменю – Изменить направление стрелки** . Положение обозначения разреза фиксируется нажатием левой клавиши мыши (рис. 37).

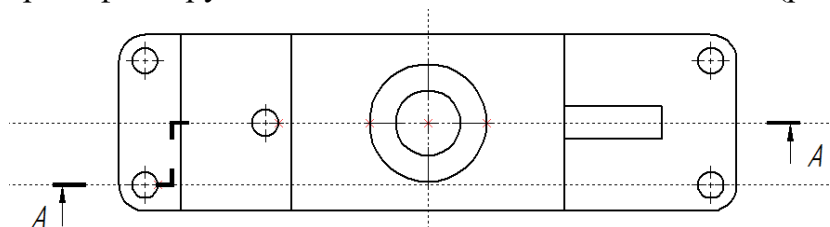


Рис. 37

2) Команда **Создать разрез или сечение**  позволяет создать проекцию разреза/сечения.

В **Автоменю** команды – опция **Выбрать обозначение вида для создания проекции** , указать на обозначение разреза (рис. 38) и задать его расположение (рис. 39).

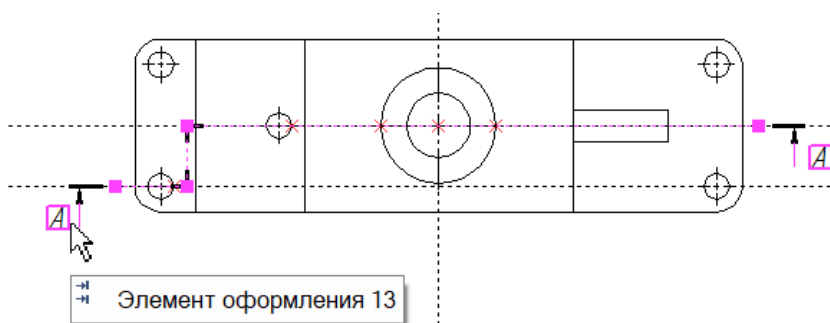


Рис. 38

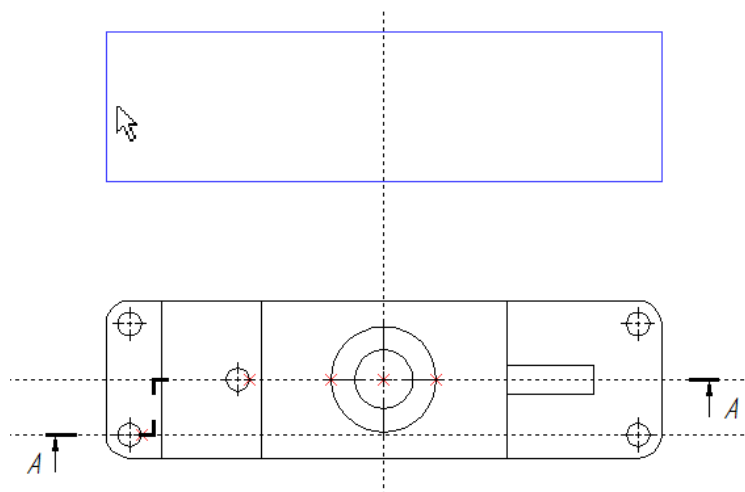
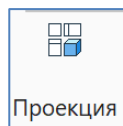


Рис. 39

Система построит ступенчатый фронтальный разрез.

Кстати, система поймёт команду и выполнит разрез, если сразу после выбора



команды **Проекция** указать на буквенное обозначение разреза на чертеже.

Линии построения можно погасить командой **Погасить построения**



(Панель Вид).

Как видно из получившегося чертежа (рис. 40), система не различает рёбра жёсткости и заштриховывает их.

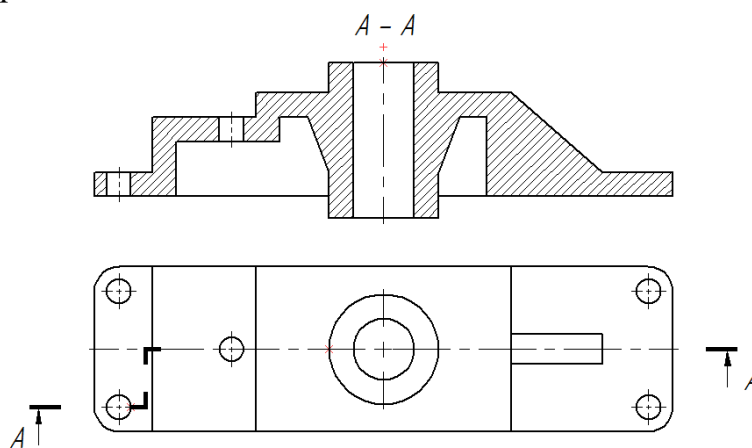


Рис. 40

Согласно ГОСТ 2.305-2008 «...тонкие стенки типа рёбер жёсткости ... показывают незаштрихованными, если секущая плоскость направлена вдоль оси или длинной стороны такого элемента» [2].

Убрать штриховку в зоне рёбер жёсткости можно несколькими способами. Рассмотрим один из них.

3) Полностью удалить штриховку (рис. 41).

4) Командой **Отрезок**  дорисовать границы рёбер жёсткости (рис. 42).

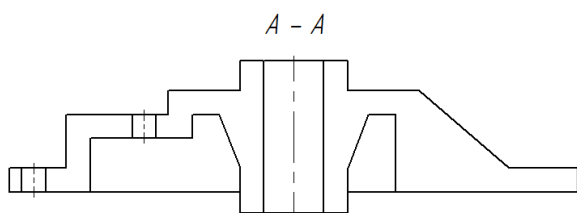


Рис. 41

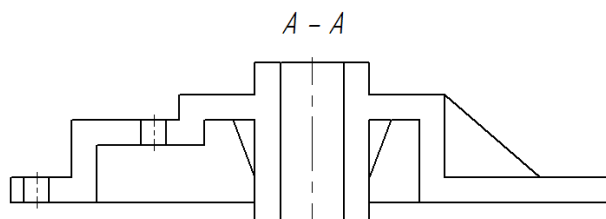
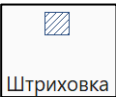


Рис. 42

5) Командой **Штриховка**  с использованием **Режима автоматического поиска контура**  выполнить новую штриховку (рис. 43).

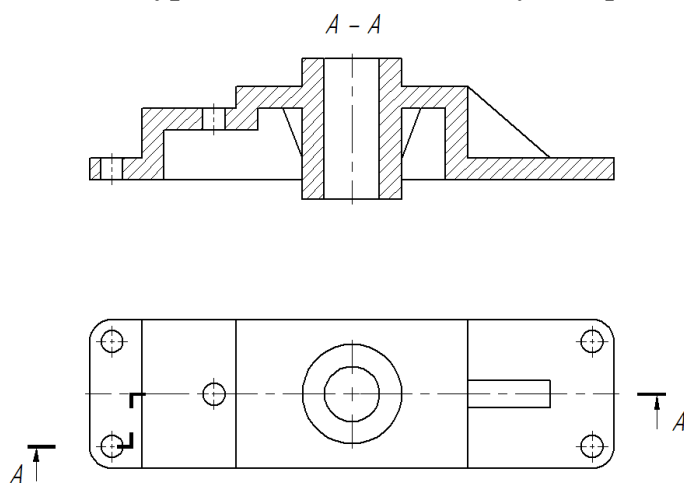


Рис. 43

Теперь изображение фронтального ступенчатого разреза детали с рёбрами жёсткости полностью соответствует требованиям ГОСТ 2.305-2008.

5.4 Создание сечений.

Сечения создаются аналогично разрезам (п. 5.3).

1) Устанавливается обозначение сечения. В группе команд **Оформление** выбирается **Оформление вида** . Из **Автоменю** – опция **Создать простое сечение** .

2) Активируется команда **Проекция**, прицелом мыши указывается на буквенное обозначение сечения на чертеже.

В **Служебном окне** – **Основные параметры** – **Сечения** из списка **Использовать сечения** устанавливается **Сечение** (рис. 44).

Изображение выполняется на свободном поле чертежа (рис. 45).

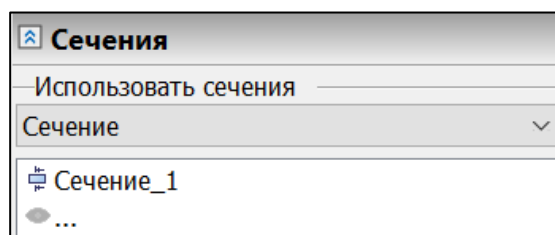


Рис. 44

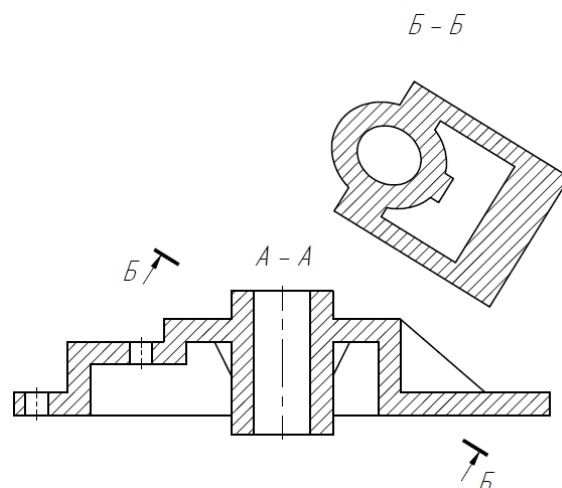


Рис. 45

5.5 Совмещение видов и разрезов на чертежах симметричных деталей.

Рассмотрим данный вопрос на чертеже детали, представленной на рис. 46.

- 1) Активизируется команда **Проекция**

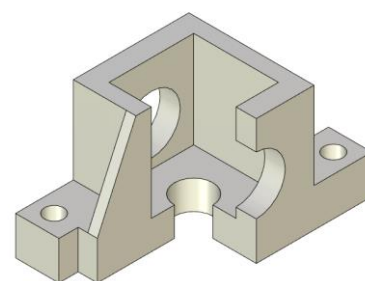
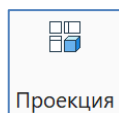


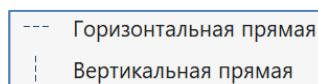
Рис. 46

- Опцией **Создать три стандартных вида**



создаются три вида детали (рис. 47).

- 1) На главном виде проводятся линии построения



(рис. 48).

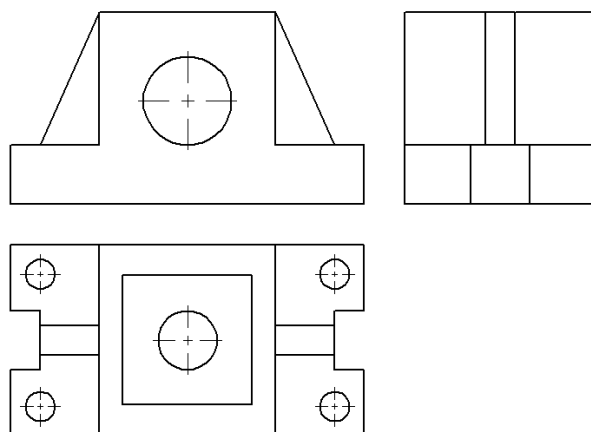


Рис. 47

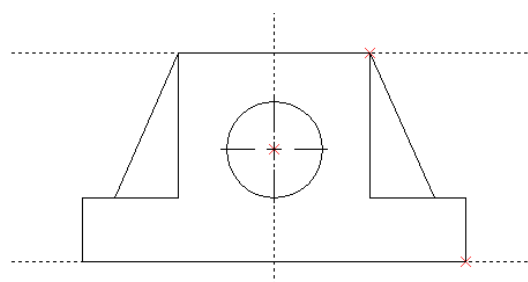


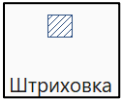
Рис. 48

- 2) Для создания изображения, на котором вид совмещается с разрезом,

целесообразно воспользоваться командой **Создать местный разрез**



Границы местного разреза в T-FLEX CAD определяются границами штриховки. Поэтому, в первую очередь необходимо заштриховать участок будущего разреза, определив его замкнутый контур.

Командой **Штриховка**  выполняется штриховка с правой стороны вида, где предполагается создать фронтальный разрез (рис. 49). Контур штриховки задается **Режимом ручного ввода контура**  из **Автоменю**.

3) Разрез выполняется командой **Проекция – Автоменю – опция Создать местный разрез** . Прицелом указать на штриховку (рис. 50).

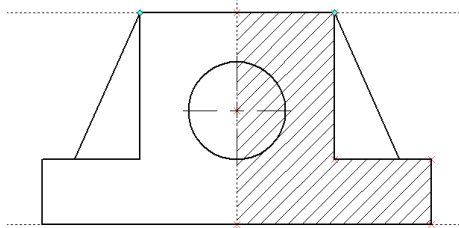


Рис. 49

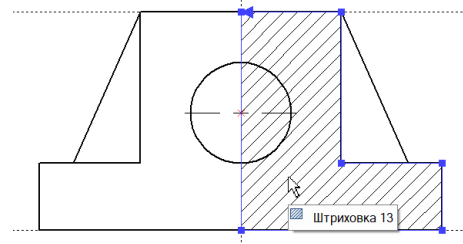


Рис. 50

На виде сверху задать точку, через которую проходит фронтальная секущая плоскость (рис. 51), и закончить команду . Система выполнит фронтальный разрез.

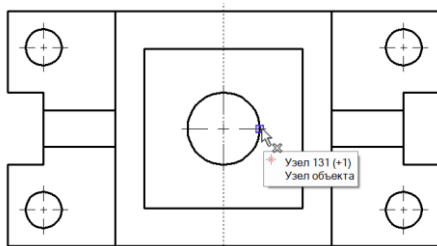


Рис. 51

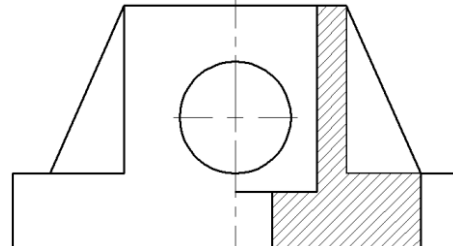


Рис. 52

4) Скрыть линию границы разреза, совпадающую с вертикальной осью симметрии детали, командой **Погасить/Показать элементы**  из **Панели Вид**.

5) Провести оси с помощью команды **Оси** , опция **Создать ось двух линий**  (рис. 52).

5.6 Выполнение местных разрезов.

Для выполнения местного разреза также следует заполнить зону будущего разреза штриховкой.

Поскольку местный разрез ограничивается тонкой волнистой линией, данную линию

выполнить командой **Сплайн**  из группы команд **Эскиз**. Тип линии сплайна заменить на тонкую в области **Параметры – Стиль** (рис. 53).

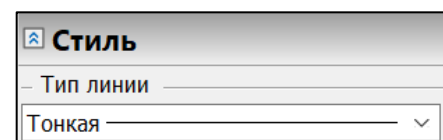


Рис. 53

- 1) Выбрать команду **Штриховка**. В **Параметрах автоматического поиска**

контура  включить тонкую линию (рис. 54).

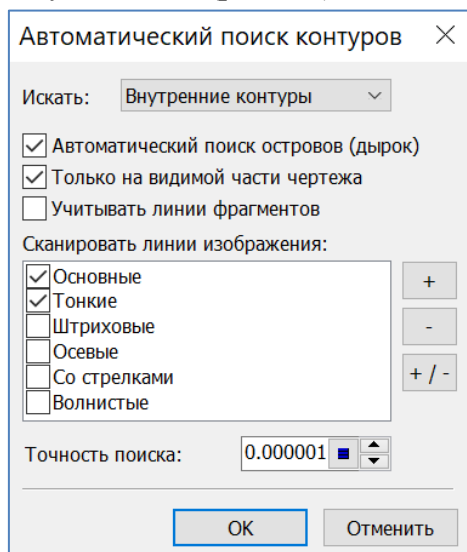


Рис. 54

С помощью **Режима автоматического поиска контура**  выполнить штриховку. В результате получится заштрихованная область будущего местного разреза – рис. 55.

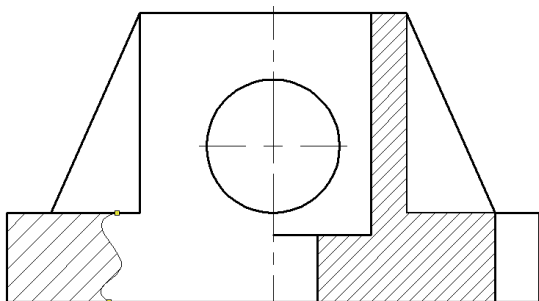


Рис. 55



Рис. 56

- 2) Местный разрез выполняется командой **Проекция – Автоменю** – опция

Создать местный разрез . Прицелом указать на штриховку.

Точку, через которую проходит секущая фронтальная плоскость, указать на виде сверху как узел (рис. 56) и закончить ввод



. Результат построения представлен на рис. 57

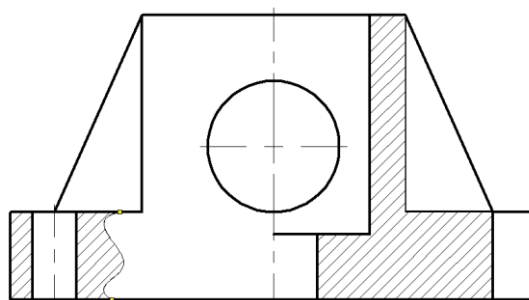


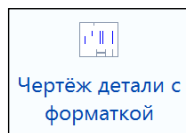
Рис. 57

6. ОФОРМЛЕНИЕ ОСНОВНОЙ НАДПИСИ

Команды оформления чертежа позволяют нанести и заполнить основную надпись, технические требования, символ неуказанной шероховатости. В системе T-FLEX CAD данные команды заложены в отдельном модуле – приложении, которое запускается по умолчанию. Команды доступны на вкладке **Оформление**.

В 2D моделировании при создании нового чертежа, когда пользователь выбирает

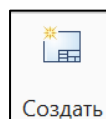
шаблон **Чертёж детали с форматкой**



, основная надпись будет автоматически загружена.

При создании ассоциативного чертежа по 3D модели необходимо создать

основную надпись с помощью команды **Создать**

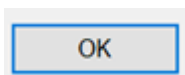


(вкладка **Оформление** – **Основная надпись**).

Распахнется окно **Выбор основной надписи** (рис. 58).

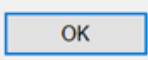
Выбрать: **Основная надпись.**

Первый лист. ГОСТ 2.104.



Откроется окно: **Конструкторский чертеж. Первый лист. ГОСТ 2.104-68**,
закладка **Основная надпись**.

Заполнить графы основной надписи

(рис. 59), , (рис. 60).

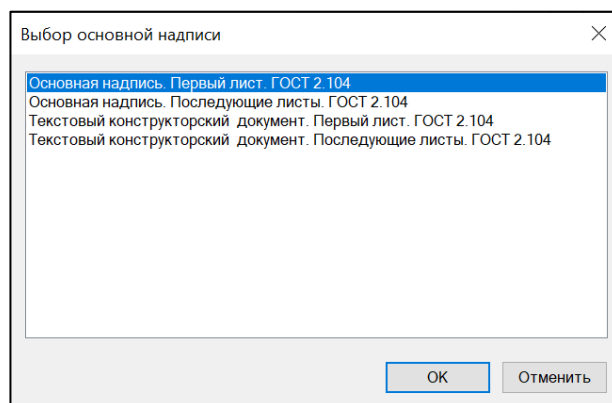


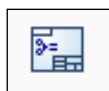
Рис. 58

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Изображение геометрических тел	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Иванов И.И.							
Провер.	Петров П.П.						1.93	1:1
Т. контр.								
Н. контр.								
Утв.								

Рис. 59

					СГЧО.010700.001			
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата	Изображение геометрических тел	Лит	Масса	Масштаб
Разраб	Иванов ИИ						1.93	1:1
Проб	Петров ПП					Лист	Листов	1
Т.контр.						Каф. НГИКГ гр. АТП-19-1-0		
Н.контр.								
Утв								

Рис. 60



Опция **Редактировать** позволяет изменить содержимое полей основной надписи.

7. СОХРАНЕНИЕ ЧЕРТЕЖА В *.pdf ФОРМАТЕ

Освоение операции сохранения чертежа в *.pdf формате является полезным навыком, позволяющим печатать чертежи, созданные в системе T-FLEX, на любом устройстве, не зависимо от наличия данной программы на компьютере.



Активизировать команду **Печать** (Панель быстрого доступа). Откроется окно вывода чертежа на печать.

В зоне **Принтер** выбрать **Microsoft Print to PDF**, в зоне масштаба печати – **Уместить на странице** (рис. 61).



После нажатия кнопки **Печать** распахнется окно **Сохранение результатов печати**. Указать в соответствующих полях имя файла и путь для его сохранения.

Печать

Печать
Копии: 1

Принтер

Microsoft Print to PDF
Microsoft Print To PDF

[Свойства принтера](#)

Весь документ
Все страницы кроме служебных

Ориентация со страницы
Для каждой страницы используется...

Размер из принтера: A4
210 x 297 mm

Уместить на странице
2.1;0 282.5x199.8 mm 67.276%

Не разбивать по страницам

Без элементов построения
Печатать без элементов построения

[Настройка вывода](#)

Рис. 61

8. ЗАДАНИЕ №1. ИЗОБРАЖЕНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ТЕЛ

Образец выполненного задания представлен на рис. 62.

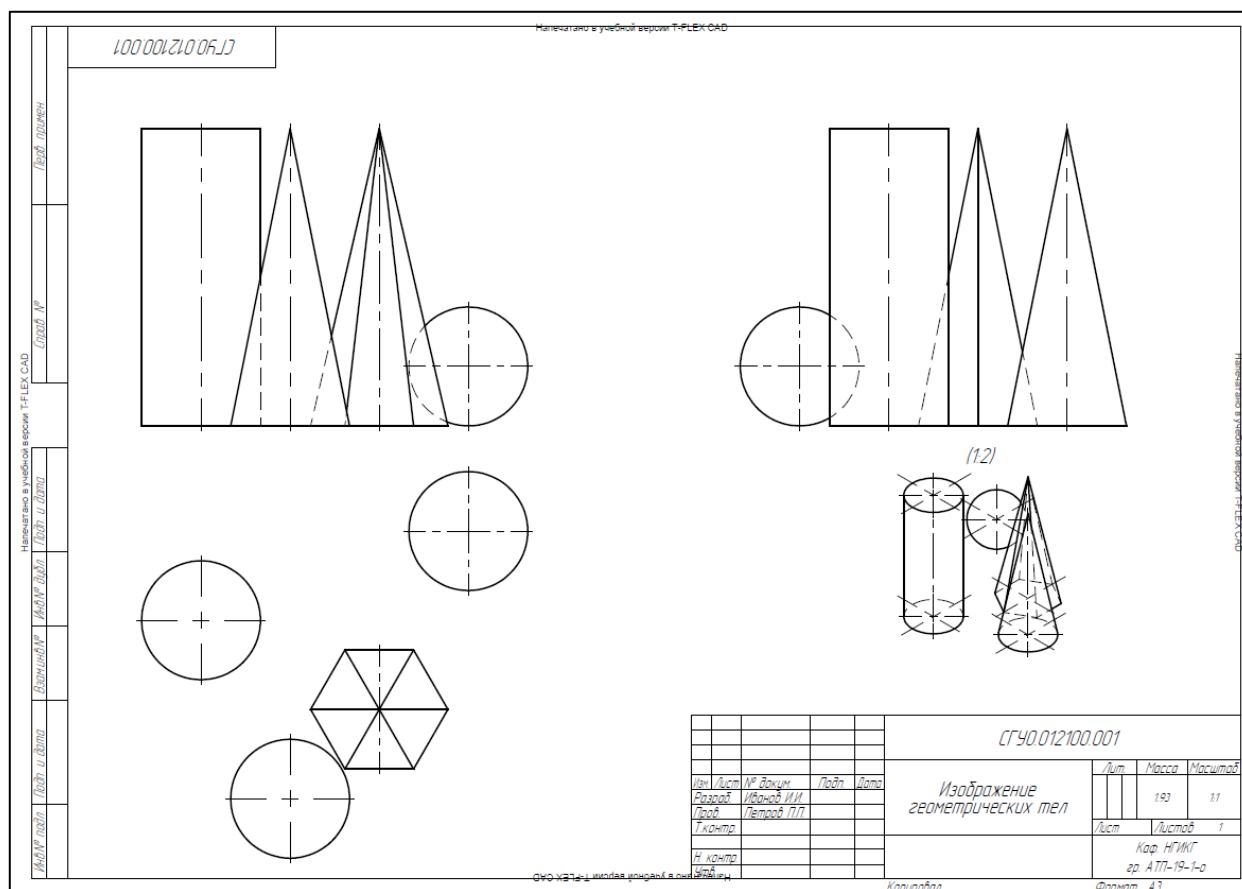


Рис. 62

Задание: 1) Создать композицию 3D моделей геометрических тел, расположенных по схеме; 2) Выполнить ассоциативный чертеж группы геометрических тел, включающий три основных вида и изометрическую проекцию.

Исходные данные по вариантам приведены в таблице 1.

Принятые обозначения: С – сфера, К – конус, П – шестигранная пирамида, Ц – цилиндр.

Начало координат (0,0) указано в задании. Диаметр оснований геометрических тел и сферы – 40 мм. Высота геометрических тел – 100 мм. Сфера лежит на горизонтальной плоскости. При создании сферы следует поднять ее центр на величину радиуса. В противном случае сфера окажется ниже горизонтальной плоскости.

Чертеж выполняется в натуральную величину, изометрическая проекция – в масштабе 1:2.

В данном задании необходимо научиться моделировать простейшие 3D примитивы; изменять их положение в пространстве с помощью манипуляторов перемещения; создавать ассоциативный чертеж, состоящий из трех основных видов и изометрической проекции; оформлять чертеж и заполнять основную надпись; сохранять работу в *.pdf формате.

Таблица 1 – Исходные данные по вариантам

№ варианта	Геометрические тела				Схема расположения геометрических тел
	1	2	3	4	
1	Ц	К	П	С	
2	К	П	С	Ц	
3	П	С	Ц	К	
4	С	Ц	К	П	
5	С	П	К	Ц	
6	П	К	Ц	С	
7	К	Ц	С	П	
8	Ц	С	К	П	
9	П	К	С	Ц	
10	К	П	Ц	С	
11	Ц	К	П	С	
12	К	П	С	Ц	
13	П	С	Ц	К	
14	С	Ц	К	П	
15	С	П	К	Ц	
16	П	К	Ц	С	
17	К	Ц	С	П	
18	Ц	С	К	П	
19	П	К	С	Ц	
20	К	П	Ц	С	
21	Ц	К	П	С	
22	К	П	С	Ц	
23	П	С	Ц	К	
24	С	Ц	К	П	
25	С	П	К	Ц	

Последовательность выполнения работы

В примере описано выполнение задания, представленного на рис. 63.

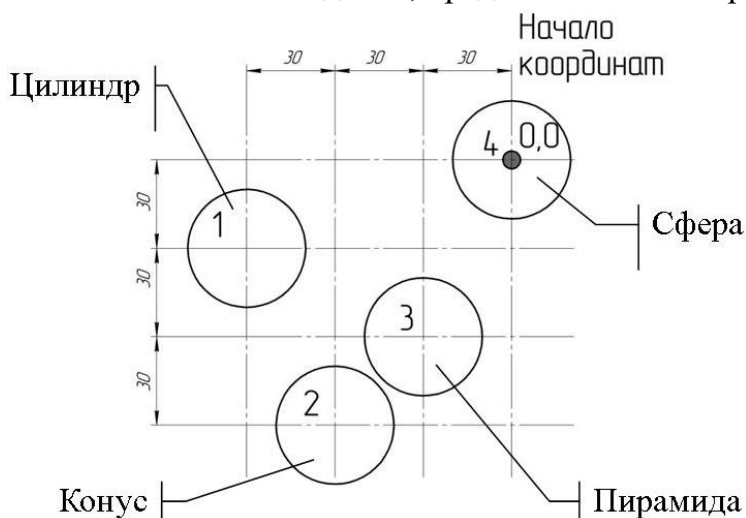


Рис. 63

Моделирование 3D примитивов начните по порядку (см. рис. 63). 1 – цилиндр, 2 – конус, 3 – пирамиды, 4 – сфера.

1) Измените точку взгляда на **Вид сверху**  (Панель Вид).

2) Выберите команду **Цилиндр**  (группа **Специальные – Примитив**).

В **Основных параметрах** задайте размеры модели (рис. 64).

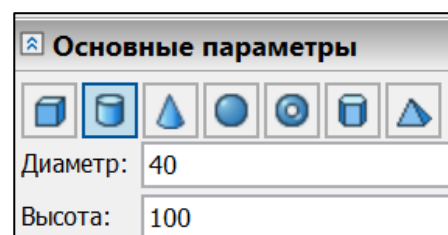


Рис. 64

3) Используя манипулятор перемещения, перенесите цилиндр влево на 90 мм., указав в соответствующем поле расстояние dX (рис. 65) и вниз на 30 мм., указав dY (рис. 66).

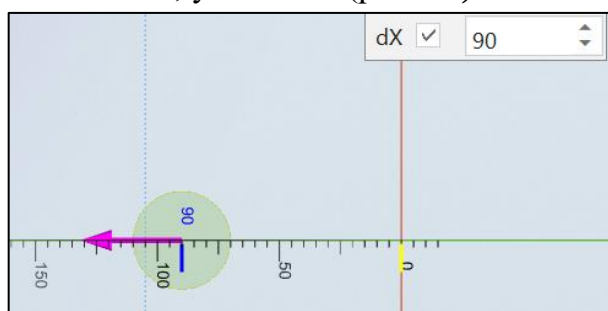


Рис. 65



Рис. 66

Ввод каждого параметра подтверждаете нажатием клавиши **Enter** на клавиатуре.

Создание каждого геометрического тела завершайте нажатием кнопки . Выходите

из команды моделирования примитива нажатием кнопки . В противном случае система возобновит создание следующего аналогичного 3D примитива.

4) Выберите команду **Конус** (группа **Специальные – Прimitives**).



5) В **Основных параметрах** задайте размеры модели (рис. 67).

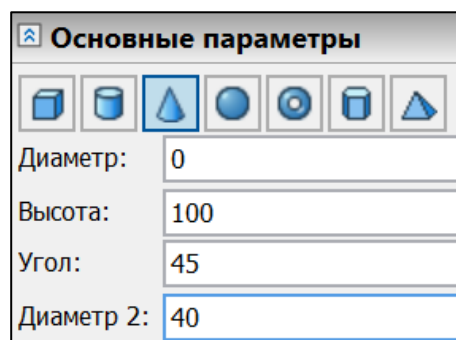


Рис. 67

6) Используя манипулятор перемещения, перенесите конус влево на 60 мм., указав расстояние dX (рис. 68) и вниз на 90 мм., указав dY (рис. 69).

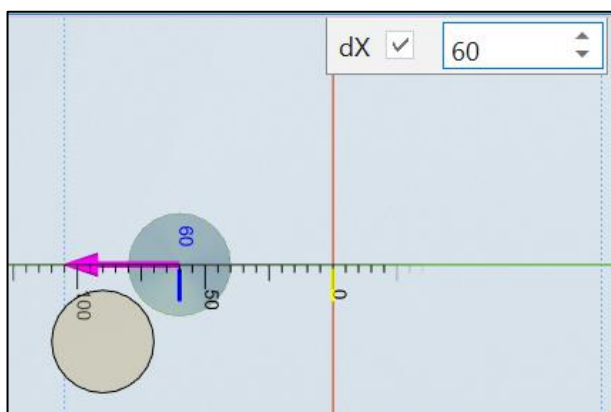


Рис. 68

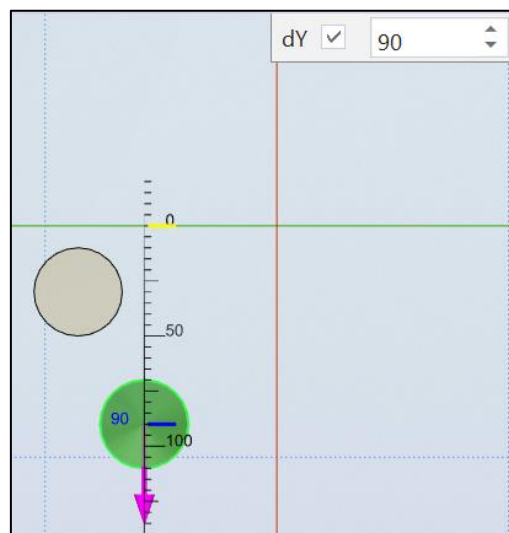
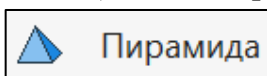


Рис. 69

7) Выберите команду **Пирамида** (группа **Специальные – Прimitives**).



8) В **Основных параметрах** задайте размеры модели (рис. 70). Обратите внимание на количество сторон основания пирамиды и флажок в поле **Внутренний** (что означает: указан диаметр внутренней окружности, вокруг которой описан шестиугольник основания пирамиды).

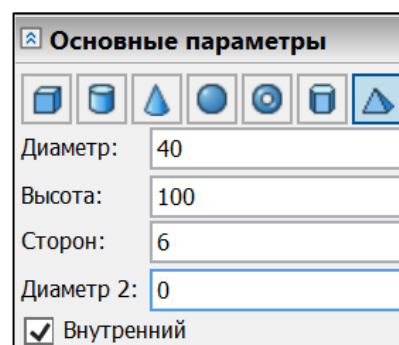


Рис. 70

9) Используя манипулятор перемещения, перенесите пирамиду влево на 30 мм., указав расстояние dX (рис. 71) и вниз на 60 мм., указав dY (рис. 72).

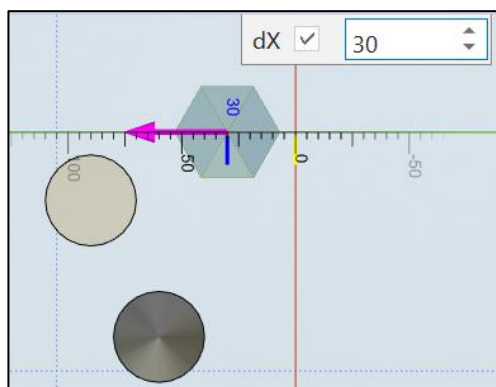


Рис. 71

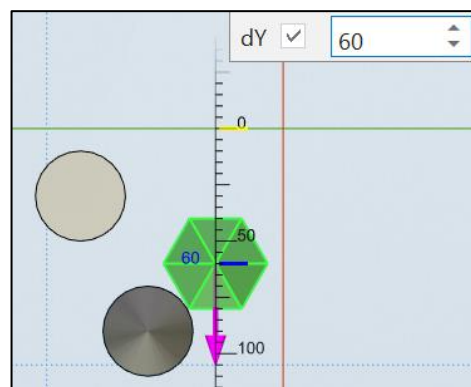


Рис. 72

10) Выберите команду **Шар**  **Шар** (группа **Специальные – Примитив**).

11) В **Основных параметрах** задайте диаметр сферы (рис. 73).

Поскольку в рассматриваемом задании сфера находится в начале координат, отсутствует необходимость перемещать ее вдоль осей X и Y.

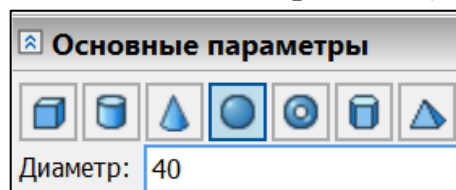


Рис. 73

Для того чтобы сфера «не провалилась» под горизонтальную плоскость, необходимо поднять её центр на величину радиуса.

12) Измените точку взгляда на **Вид спереди**  (**Панель Вид**), рис. 74.

13) Используя манипулятор перемещения, поднимите сферу на 20 мм., указав расстояние dZ (рис. 75)

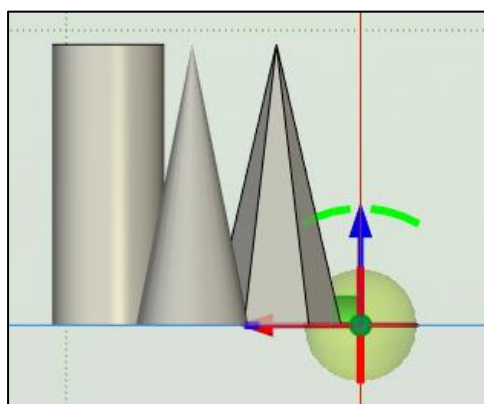


Рис. 74

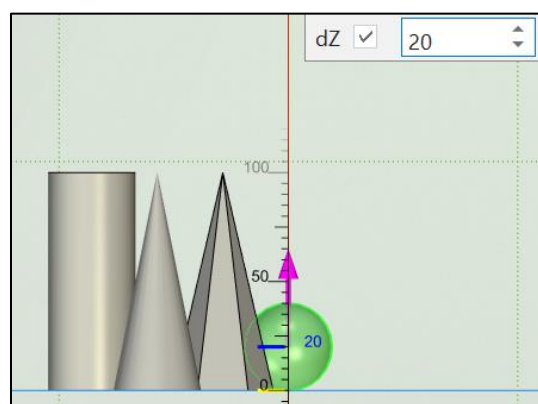


Рис. 75

Композиция геометрических тел построена.

Не забывайте периодически сохранять выполненную работу.

Далее необходимо создать ассоциативный чертеж.

14) Создайте три стандартных вида (см. п. 5.1, стр. 11).

15) Создайте изометрическую проекцию в масштабе 1:2 (см. п. 5.2, стр. 12).

Над изометрической проекцией выполните надпись, указывающую масштаб

изображения. Вкладка **Чертеж**, группа **Оформление – Текст** .

16) Проведите осевые линии.

Вкладка **Чертеж**, группа **Чертеж – Оси**  (в **Автоменю** опции: **Создать**

ось двух линий , **Две оси окружности или эллипса** .

17) Нанесите и заполните основную надпись (см. п. 6, стр. 21).

18) Сохраните чертеж в *.pdf формате (см. п. 7, стр. 22).

9. ЗАДАНИЕ №2. ПЕРЕСЕЧЕНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ТЕЛ

Образец выполненного задания представлен на рис. 76.

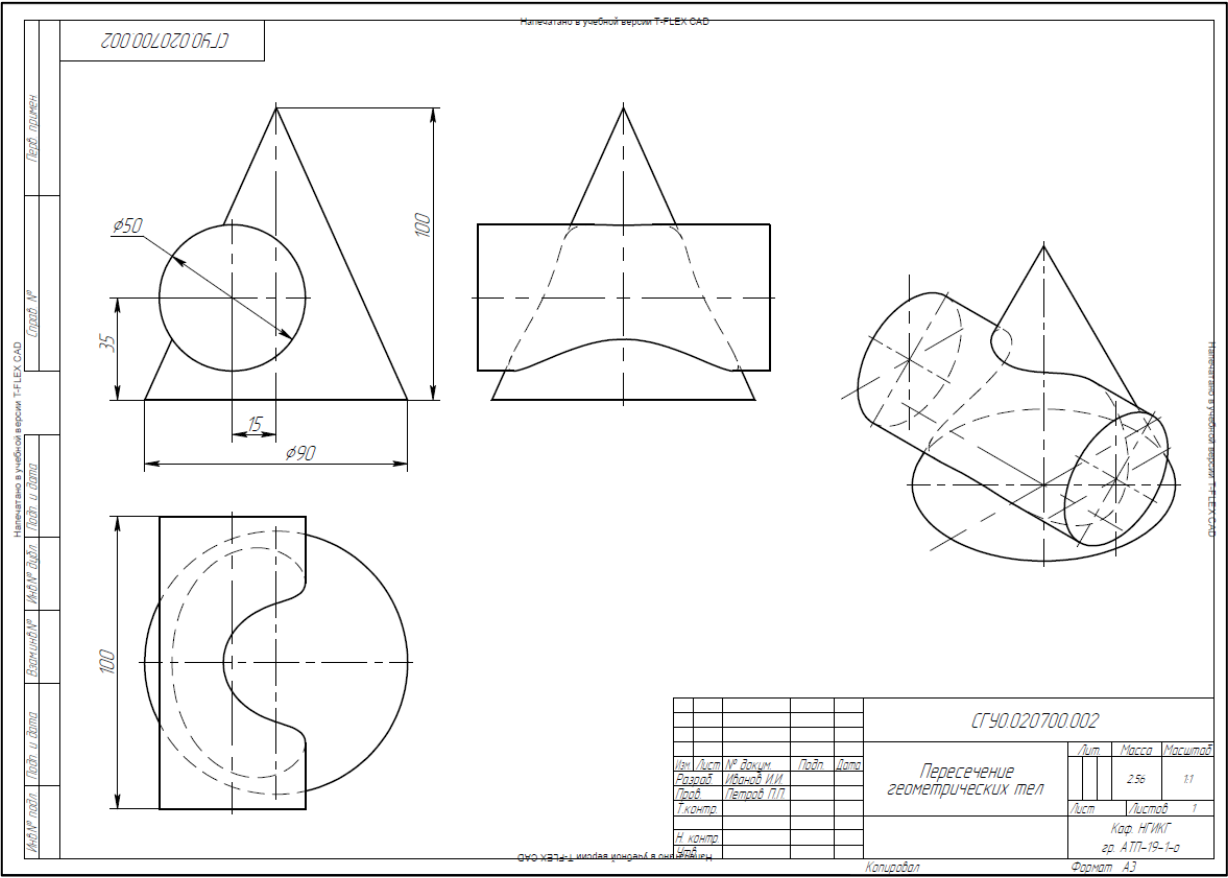


Рис. 76

Задание: 1) Создать 3D модель пересекающихся геометрических тел; 2) Выполнить ассоциативный чертеж, включающий три основных вида и изометрическую проекцию; 3) Нанести размеры.

Исходные данные по вариантам приведены в таблице 2.

Чертеж выполняется в натуральную величину.

В данном задании необходимо закрепить навыки моделирования 3D примитивов и работы с манипуляторами перемещения и поворота; освоить логическую операцию сложения; отработать процесс создания ассоциативного чертежа.

В примере описано выполнение задания, представленного на рис. 77.

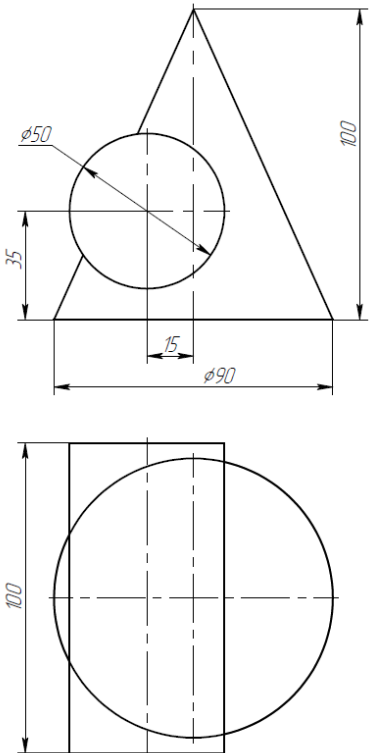
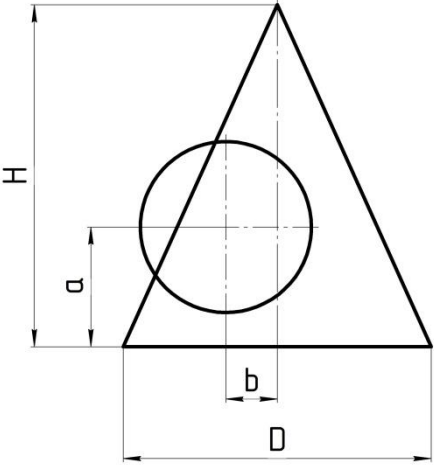
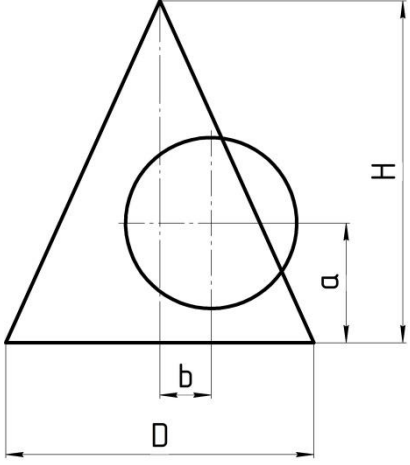
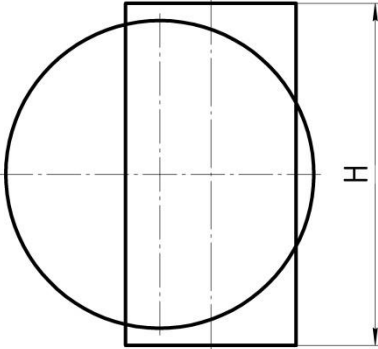
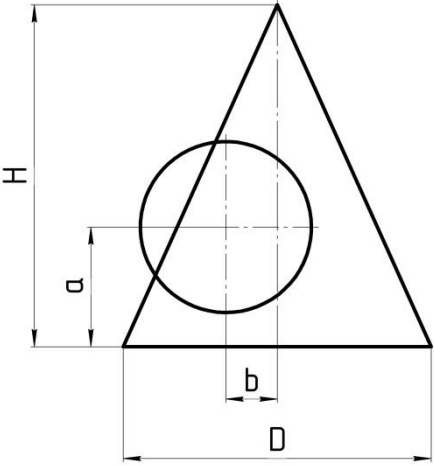
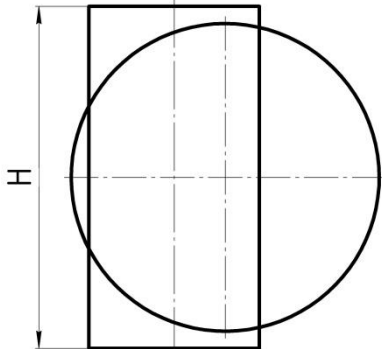
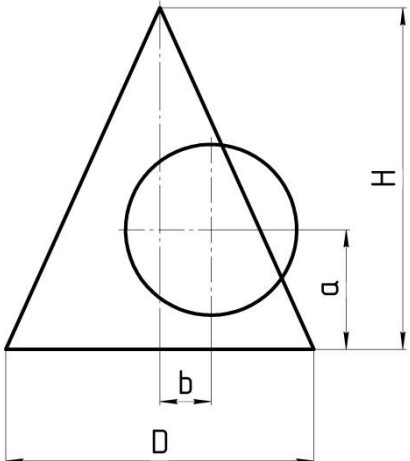
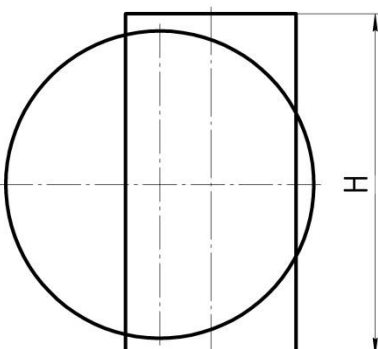


Рис. 77

Таблица 2 – Исходные данные по вариантам

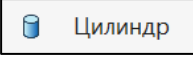
№ варианта	Геометрические тела	D	H	d	a	b
1		80	95	40	25	10
2		90	100	50	30	15
3		100	110	60	35	20
4		80	95	70	40	25
5		90	100	40	25	20
6		100	110	50	30	15
7		80	95	60	35	10
8		90	100	70	40	10
9		100	110	40	25	15
10		80	95	50	30	20
11		90	100	60	35	25
12		100	110	70	40	20
13		80	95	40	25	15

Продолжение таблицы 2

№ варианта	Геометрические тела	D	H	d	a	b
14		90	100	50	30	10
15		100	110	60	35	10
16		80	95	70	40	15
17		90	100	40	25	20
18		100	110	50	30	25
19		80	95	60	35	20
20		90	100	70	40	15
21		100	110	40	25	10
22		80	95	50	30	15
23		90	100	60	35	20
24		100	110	70	40	25
25		80	95	40	25	20

Последовательность выполнения работы

1) Выберите команду **Конус**  (группа **Специальные – Прimitives**). В **Основных параметрах** задайте его размеры  .

2) Выберите команду **Цилиндр**  (группа **Специальные – Прimitives**). В **Основных параметрах** задайте его размеры. **Enter**.

3) Измените точку взгляда на **Вид слева**  (**Панель Вид**).

4) С помощью манипулятора поворота поверните цилиндр на 90^0 относительно оси X, указав значение dRx в соответствующем поле (рис. 78). **Enter**.

С помощью манипуляторов перемещения передвиньте цилиндр вправо на -50 мм., указав значение dZ и поднимите на 35 мм., указав значение dY в соответствующем поле (рис. 79, 80). **Enter**.

Не завершая команды, измените точку взгляда на **Вид спереди**  (**Панель Вид**).

Используя манипулятор перемещения, передвиньте цилиндр влево на 15 мм., указав расстояние dX (рис. 81). **Enter**. .

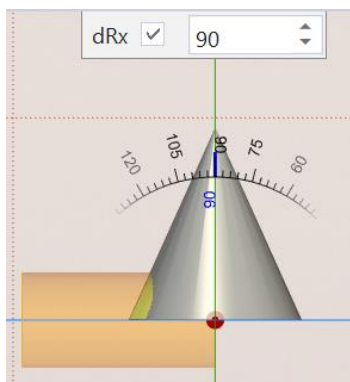


Рис. 78

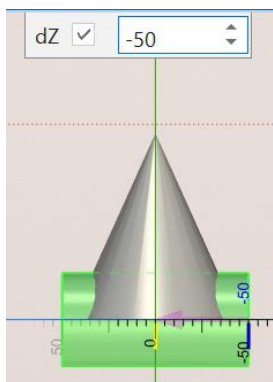


Рис. 79

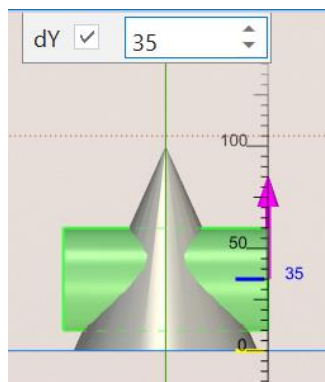


Рис. 80

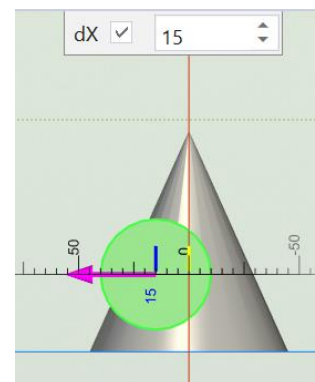


Рис. 81

5) Объедините элементы в одну 3D модель командой **Сложение**  (**Операции – Булевы**)  (рис. 82).

Далее необходимо выполнить ассоциативный чертеж.

6) Создайте три стандартных вида (см. п. 5.1, стр. 11).

7) Создайте изометрическую проекцию (см. п. 5.2, стр. 12).

8) Проведите осевые линии.

9) Нанесите и заполните основную надпись (см. п. 6, стр. 21).

10) Сохраните чертеж в *.pdf формате (см. п. 7, стр. 22).

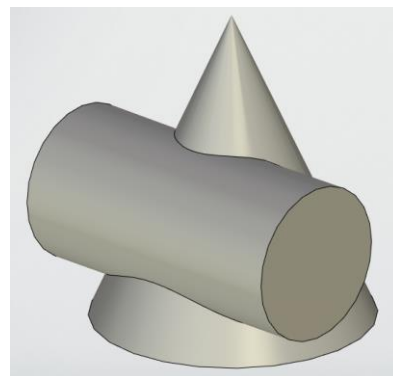


Рис. 82

10. ЗАДАНИЕ №3. ИЗОБРАЖЕНИЕ СЛОЖНОГО ГЕОМЕТРИЧЕСКОГО ТЕЛА

Образец выполненного задания представлен на рис. 83.

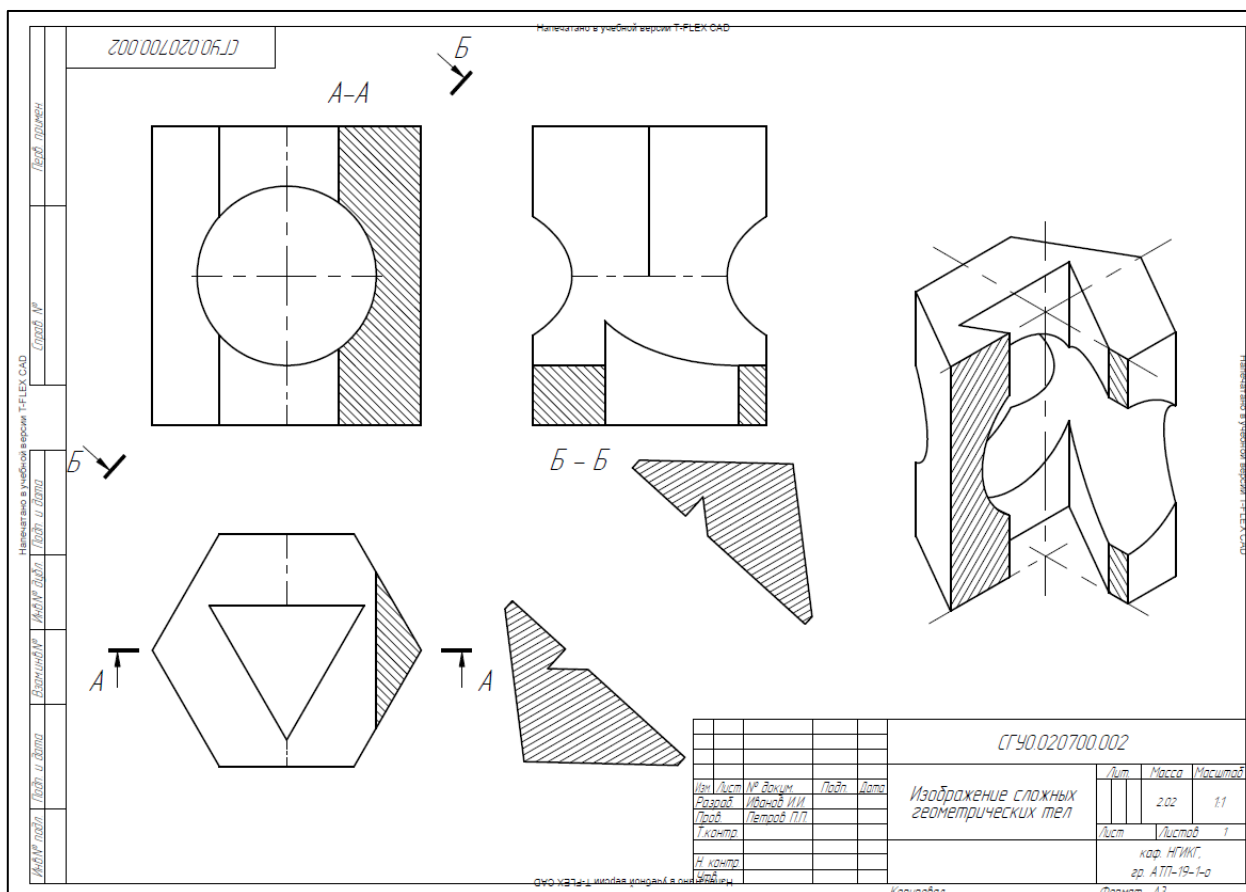


Рис. 83

Задание: 1) Создать 3D модель геометрического тела, в котором имеются сквозные отверстия: вертикальное и горизонтальное; 2) Выполнить ассоциативный чертеж, включающий три основных вида, совмещенных с соответствующими разрезами, и изометрическую проекцию с вырезом одной четверти; 3) Выполнить заданное наклонное сечение. Исходные данные по вариантам приведены в таблице 3.

Чертеж выполняется в натуральную величину. При необходимости измените масштаб изометрической проекции на 1:2.

Далее рассматривается следующий пример: призма (рис. 84) с вертикальным отверстием – рис. 85 и горизонтальным отверстием – рис. 86.

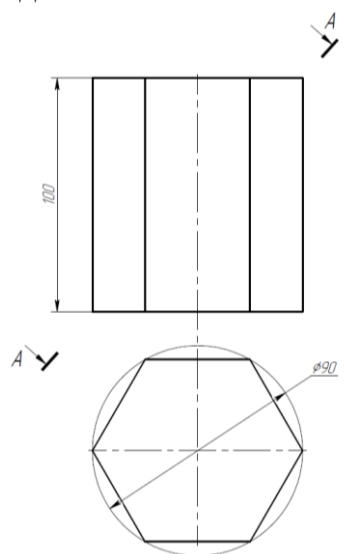


Рис. 84

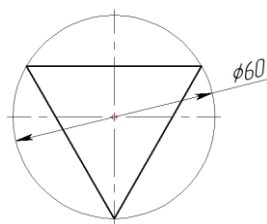


Рис. 85

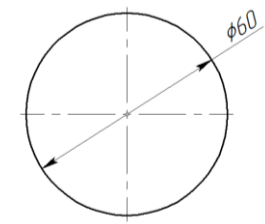
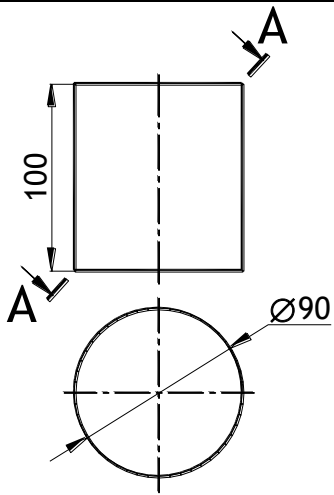
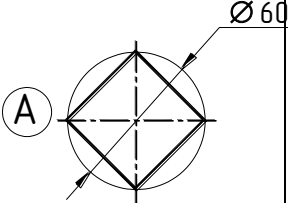
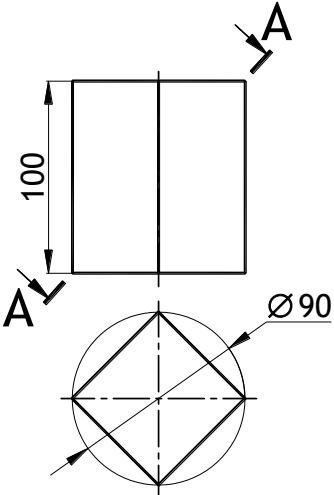
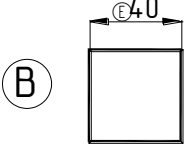
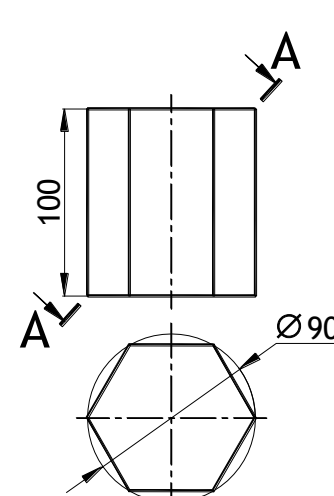
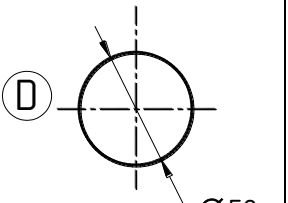


Рис. 86

Таблица 3– Исходные данные к заданию по вариантам

№ варианта	Геометрическое тело	Отверстие горизонтальное	Отверстие вертикальное	Форма отверстия
1		A	B	
2		B	C	
3		C	D	
4		D	E	
5		E	F	
6		F	A	
7		A	B	
8		B	C	
9		C	D	
10		D	E	
11		E	F	
12		F	A	
13		A	B	
14		B	C	
15		C	D	
16		D	E	
17		E	F	
18		F	A	
19		A	B	
20		B	C	
21		C	D	
22		D	E	
23		E	F	
24		F	A	
25		A	B	

Последовательность выполнения задания

1. Создание 3D модели заданного геометрического тела.

1.1 Активизируйте команду **Призма**  **Призма** (группа **Специальные – Прimitives**).

В **Основных параметрах** задайте размеры модели, снимите флажок в поле **Внутренний** (рис. 87)  .

В начале координат появится модель призмы (рис. 88).

Вертикальное отверстие можно выполнить, выбрав соответствующую команду из группы **Специальные – Прimitives**, либо путем выталкивания замкнутого контура. Рассмотрим второй вариант.

1.2 Выберите верхнюю грань призмы (рис. 89) в качестве эскизной плоскости и активизируйте команду **Чертить на грани** .

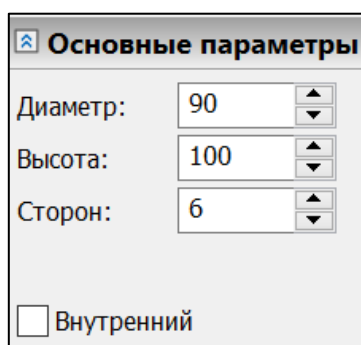


Рис. 87

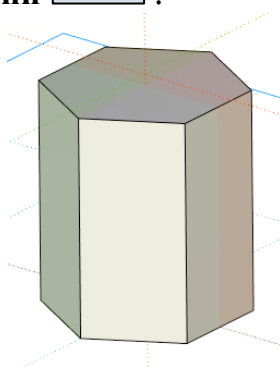


Рис. 88

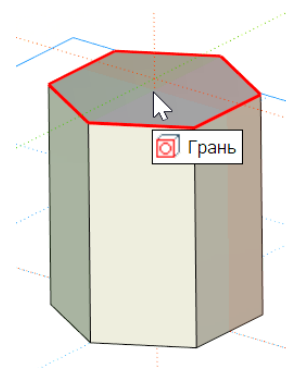
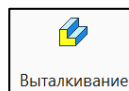


Рис. 89

Активизируйте команду **Многоугольник**  (группа **Эскиз**). Укажите его центр в центре верхнего основания призмы, в **Служебном окне Параметры** установите его параметры и поставьте флажок в поле **Вписанный** (рис. 90, 91).



1.3 Выберите команду **Выталкивание**  (группа **Операции**), измените точку взгляда на **Изометрию спереди**  (панель **Вид**) и с помощью манипулятора выполните команду **Выталкивание** на высоту призмы 100 мм. (рис. 92). Закончите операцию .

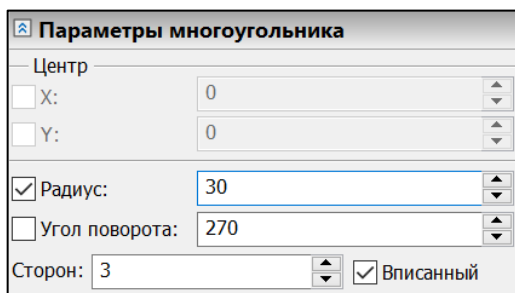


Рис. 90

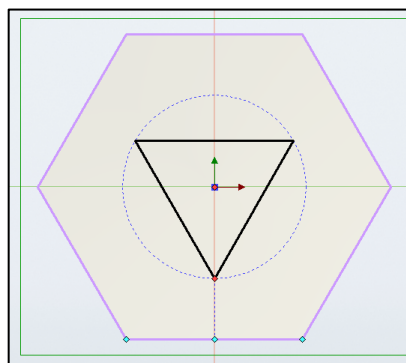


Рис. 91

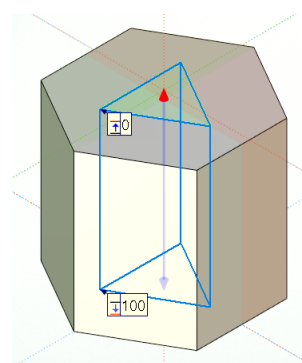
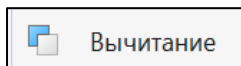


Рис. 92

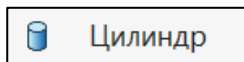
1.4 Командой **Вычитание**(группа **Операции – Булевы**)

выполните вертикальное отверстие, прежде указав на призму, **из которой вычитаем**,



и далее на призму, **которую вычитаем**.

1.5 Горизонтальное отверстие в форме цилиндра выполните командой **Цилиндр**



Параметры задайте в **Служебном окне** (рис. 93). Зафиксируйте параметры, нажав клавишу **Enter** на клавиатуре.

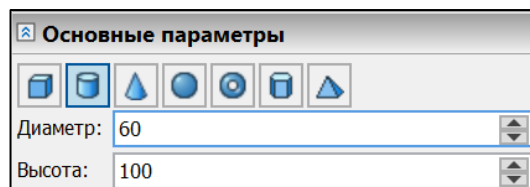


Рис. 93

1.6 Измените точку взгляда на **Вид слева**

(Панель Вид).

1.7 С помощью манипулятора поворота поверните цилиндр на 90^0 относительно оси X, указав значение dRx в соответствующем поле (рис. 94).

С помощью манипуляторов перемещения перенесите цилиндр вправо на -50 мм., указав значение dZ (рис. 95) и поднимите на 50 мм., указав значение dY в соответствующем поле (рис. 96).

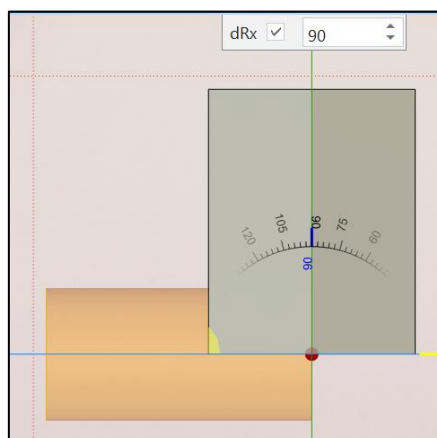


Рис. 94

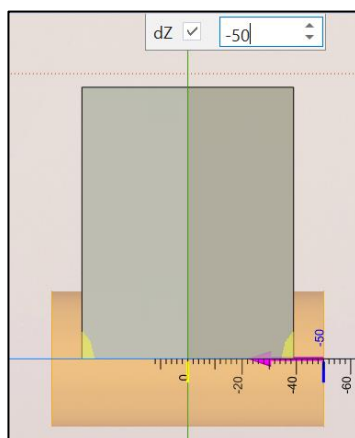


Рис. 95

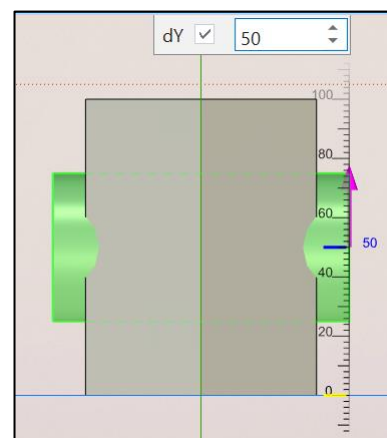
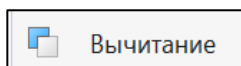


Рис. 96

1.8 Командой **Вычитание**(группа **Операции – Булевы**)

выполните горизонтальное отверстие, прежде указав на призму **из которой вычитаем**



и далее на цилиндр, **который вычитаем**.

Результат представлен на рис. 97.

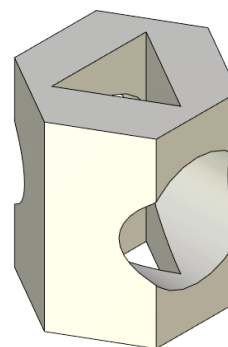


Рис. 97

2. Создание трех стандартных видов и изометрии на ассоциативном чертеже.

2.1 Создайте три стандартных вида (см. п. 5.1, стр. 11).

2.2 Создайте изометрическую проекцию (см. п. 5.2, стр. 12).

Чертеж формируется с учетом формы 3D модели и в соответствии с требованиями стандарта ГОСТ 2.305-2008. При совмещении вида и разреза изображения видов располагаются слева от вертикальной осевой линии либо над горизонтальной осью. Разрезы, соответственно, располагаются справа от вертикальной осевой линии либо под горизонтальной осью.

В нашем примере на фронтальной и горизонтальной проекциях изображения разрезов размещаются справа от оси, а на профильной проекции изображение профильного разреза – под горизонтальной осевой линией.

В п. 5.3...5.5 настоящего УМП подробно изложено создание разрезов, сечений и совмещение видов с разрезами в 2D окне.

Рассмотрим создание разрезов в 3D окне.

3. Формирование разрезов на 3D модели.

Для создания разрезов переключитесь в окно **3D вид**. Команда **Применить**

сечение  (**Панель Вид**) позволит создавать любые необходимые разрезы и сечения.

3.1 Для получения фронтального разреза активизируйте команду **Применить сечение**.

– Подтвердите действие **Создать сечение**

 **Создать сечение**

– В **Автоменю** выберите опцию **Построить сечение**

плоским углом .

– Измените точку взгляда на **Вид спереди** .

– С помощью манипулятора поворота поверните плоскости разреза относительно оси Y на -90° , указав dRy

в соответствующем поле (рис. 98) .

Система создала **Сечение 1**.

3.2 Для получения горизонтального разреза активизируйте команду **Применить сечение**.

– Подтвердите действие **Создать сечение**.

– В **Автоменю** выберите опцию **Построить сечение плоским углом**.

– С помощью манипулятора перемещения поднимите плоскости разреза на 50 мм., указав dZ в

соответствующем поле (рис. 99) .

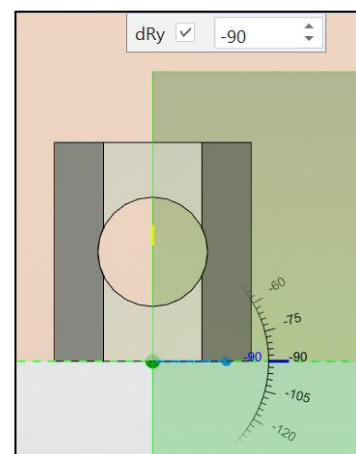


Рис. 98

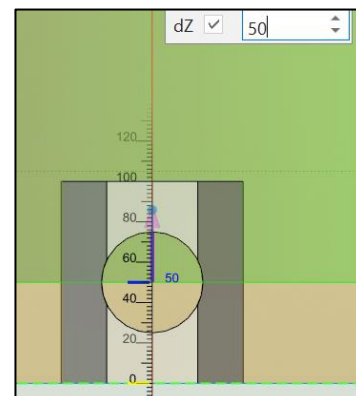


Рис. 99

Поскольку горизонтальный разрез должен быть расположен справа, необходимо повернуть секущие плоскости.

Измените точку взгляда на **Вид сверху**  и с помощью манипулятора поворота поверните секущие плоскости относительно оси Z на 90^0 , указав dRz в соответствующем поле (рис. 100) .

Система создала **Сечение 2**.

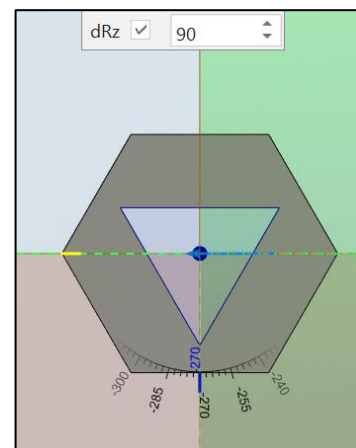


Рис. 100

3.3 Для получения профильного разреза активизируйте команду **Применить сечение**. Подтвердите действие **Создать сечение**. В **Автомению** выберите опцию

Построить сечение плоским углом. Измените точку взгляда на **Вид спереди** , **Панель Вид**. С помощью манипулятора поворота поверните плоскости разреза относительно оси Y на 90^0 , указав dRy в соответствующем поле (рис. 101) .

Измените точку взгляда на **Вид слева** , **Панель Вид**. С помощью манипулятора поворота поверните плоскости разреза относительно оси Z на -90^0 , указав dRz в соответствующем поле (рис. 102) .

С помощью манипулятора перемещения поднимите плоскости разреза на -50 мм., указав dY в соответствующем поле (рис. 103) .

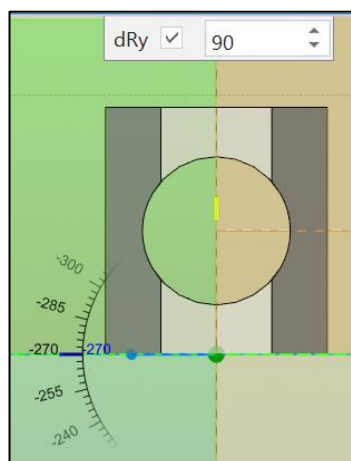


Рис. 101

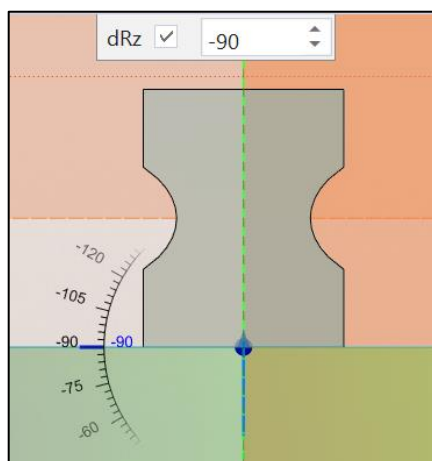


Рис. 102

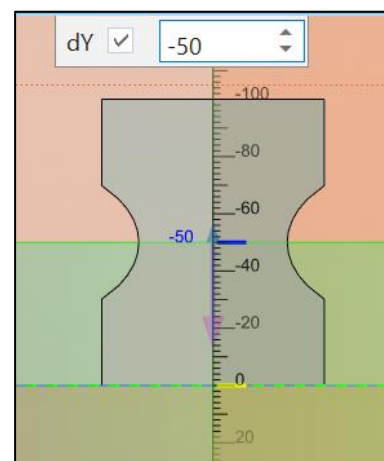


Рис. 103

Система создала **Сечение 3**.

3.4 Для формирования разреза на изометрической проекции измените точку



взгляда на **Вид спереди**, **Панель Вид**.

Активизируйте команду **Применить сечение**. Подтвердите действие **Создать сечение**. В **Автоменю** выберите опцию **Построить сечение плоским углом**



. С помощью манипулятора поворота поверните плоскости разреза относительно оси Y на 90^0 , указав

dRy в соответствующем поле (рис. 104) .

Система создала **Сечение 4**.

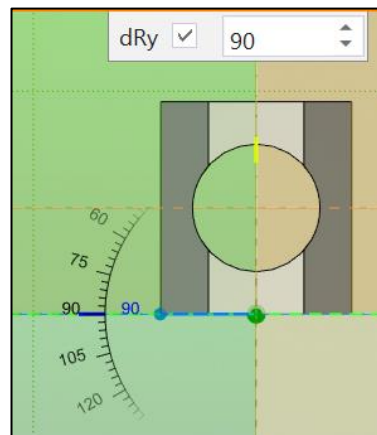


Рис. 104

4. Формирование разрезов на ассоциативном чертеже.

Алгоритм, по которому на проекциях ассоциативного чертежа формируются разрезы, выполненные на 3D модели (п. 3), одинаков для всех разрезов.

– Левой клавишей мыши выделяется рамка, ограничивающая проекцию вида.



– В меню подсказки выбирается опция **Изменить выбранный элемент** .

– В **Служебном окне** – **Основные параметры** в области **Сечения** указывается

сечение, которое необходимо применить к данной проекции .

Для удобства работы рекомендуется разместить рядом окна 3D и 2D вида,



команда **Размещение видов** (**Панель Вид**) (рис. 105).

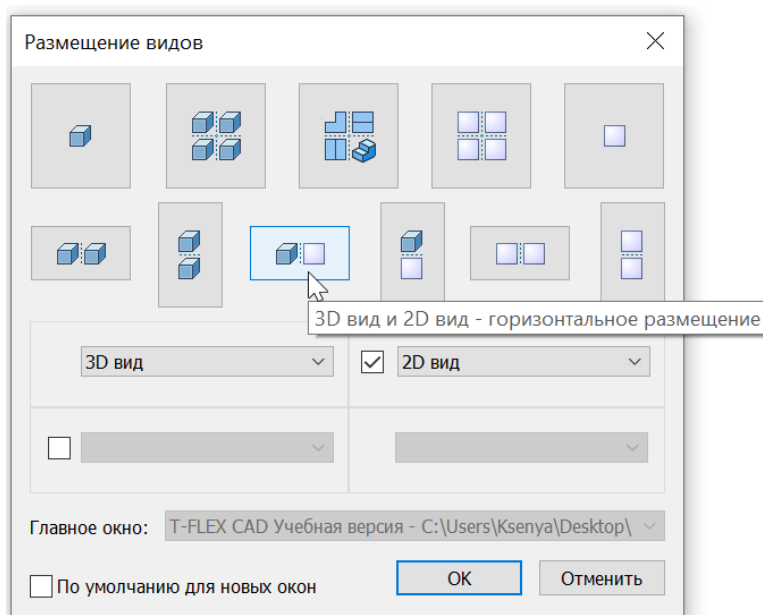


Рис. 105

4.1 Формирование фронтального разреза.

В окне **2D** вида выделите рамку главного вида и выберите опцию

Изменить выбранный элемент



(рис. 106).

В Служебном окне – **Основные параметры** – **Сечения** щелкните на три точки (рис. 107) и в окне 3D вида прицелом укажите на фронтальный разрез, в нашем случае – **Сечение 1** (рис. 108).

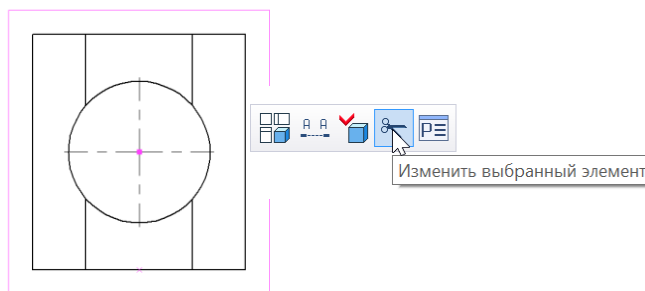


Рис. 107

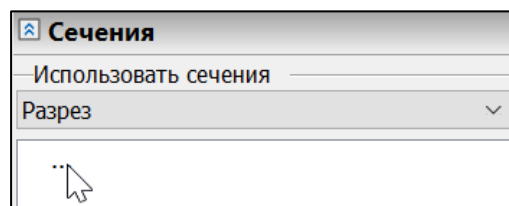


Рис. 108

Название разреза появится в области Основные параметры – Сечения (рис. 109).

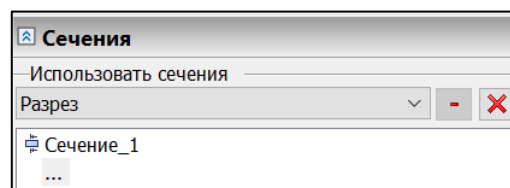


Рис. 109

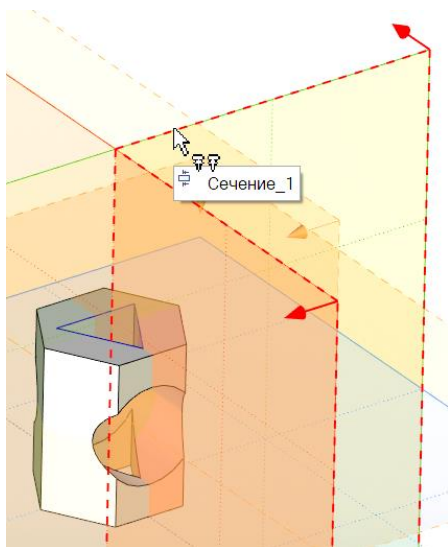


Рис. 106

Завершите команду .

В окне **2D** вида на проекции главного вида с правой стороны от вертикальной осевой линии появится фронтальный разрез (рис. 110).

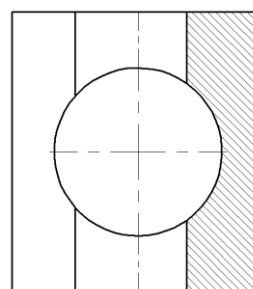


Рис. 110

4.2 Формирование горизонтального разреза.

В окне **2D** вида выделите рамку вида сверху и выберите опцию

Изменить выбранный элемент



В Служебном окне – **Основные параметры** – **Сечения** щелкните на три точки и в окне 3D вида прицелом укажите на горизонтальный разрез, в нашем случае – **Сечение 2** (рис. 111).

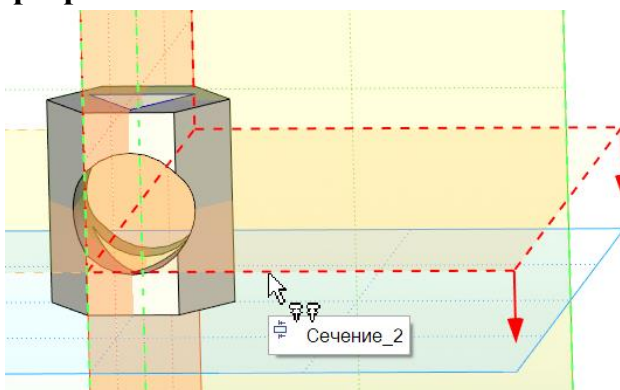


Рис. 111

Название разреза появится в области **Основные параметры – Сечения**. После завершения команды в окне **2D вида** на проекции вида сверху с правой стороны от вертикальной осевой линии появится горизонтальный разрез (рис. 112).

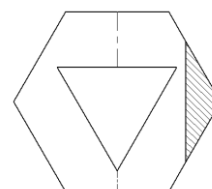


Рис. 112

4.3 Формирование профильного разреза.

В окне **2D вида** выделите рамку вида слева и выберите опцию **Изменить**

выбранный элемент .

В **Служебном окне – Основные параметры – Сечения** щелкните на три точки и в окне **3D вида** прицелом укажите на профильный разрез, в нашем случае – **Сечение 3** (рис. 113).

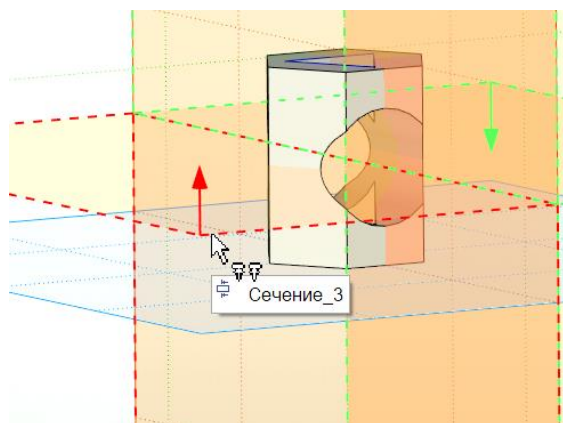


Рис. 113

Название разреза появится в области **Основные параметры – Сечения**. После завершения команды в окне **2D вида** на проекции вида слева под горизонтальной осевой линией появится профильный разрез (рис. 114).

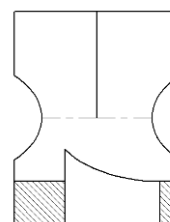


Рис. 114

4.4 Формирование разреза на изометрической проекции.

В окне **2D вида** выделите рамку изометрической проекции и выберите опцию

Изменить выбранный элемент .

В **Служебном окне – Основные параметры – Сечения** щелкните на три точки и в окне **3D вида** прицелом укажите на соответствующий разрез, в нашем случае – **Сечение 4** (рис. 115).

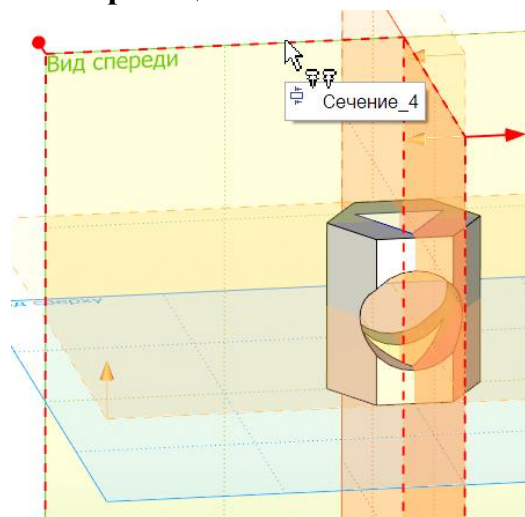


Рис. 115

Название разреза появится в области **Основные параметры – Сечения**.

После завершения команды в окне **2D вида** на изометрической проекции появится разрез (рис. 116).

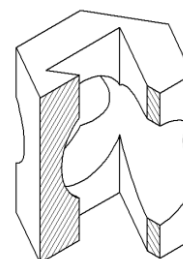


Рис. 116

5. Обозначение разреза.

В нашем примере требуется обозначить фронтальный разрез, поскольку заданное геометрическое тело не симметрично относительно фронтальной плоскости.



Активизируйте команду **Обозначение вида** (Вкладка **Чертеж – Оформление**).

Задайте точки для размещения секущей плоскости и стрелок. Измените направление проецирования **Автоменю** – опция **Изменить**



направление стрелки (рис. 117).

Над изображением фронтального разреза требуется указать его обозначение.

Для этого воспользуйтесь **Автоменю** – опция



Создать вид. В Служебном окне **Параметры – Обозначение видов – Стиль** введите значение текста A-A над полкой (рис. 118) и прицелом укажите его расположение (рис. 119).

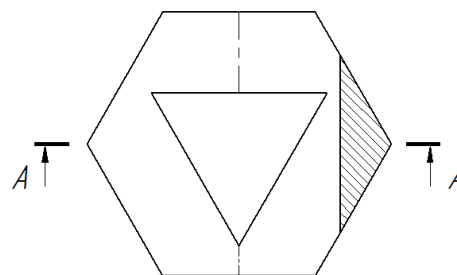


Рис. 117

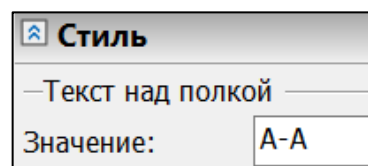


Рис. 118

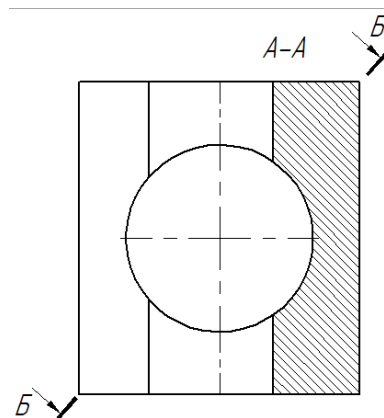


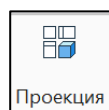
Рис. 119

6.1 Обозначьте наклонное сечение Б-Б: закладка **Чертеж – Оформление – Обозначение**

вида (рис. 119).



6.2 Активизируйте команду **Проекция**



Прицелом укажите на обозначение сечения Б-Б (рис. 120). Фантом изображения сечения поможет вам определиться с его размещением на свободном поле чертежа (рис. 121). В **Служебном окне – Проекция – Сечение** из списка **Использовать сечения** (рис. 122) выберите **Сечение** (рис. 123).

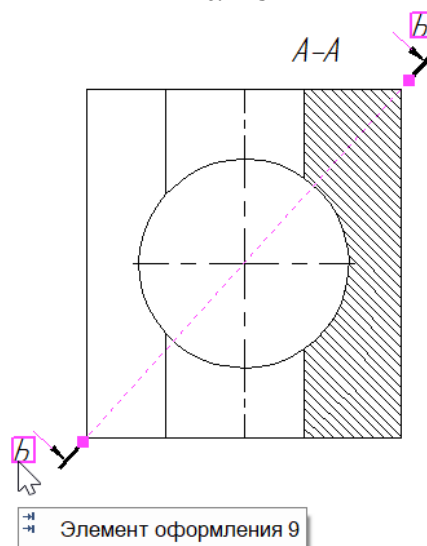


Рис. 120

Прицелом зафиксируйте положение сечения



(рис. 124).

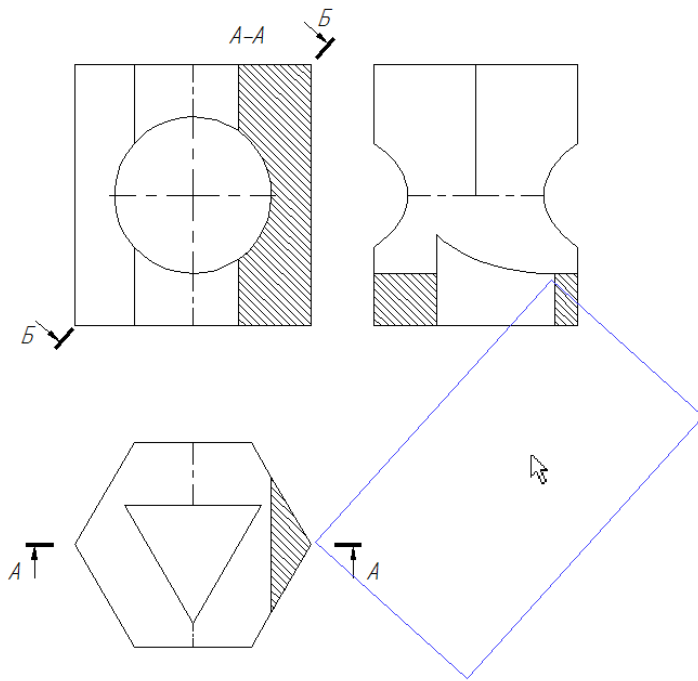


Рис. 121

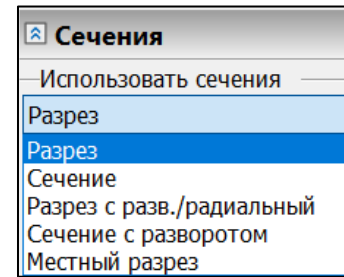


Рис. 122

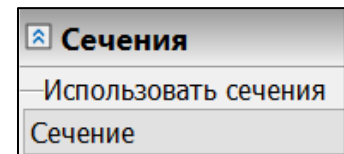


Рис. 123

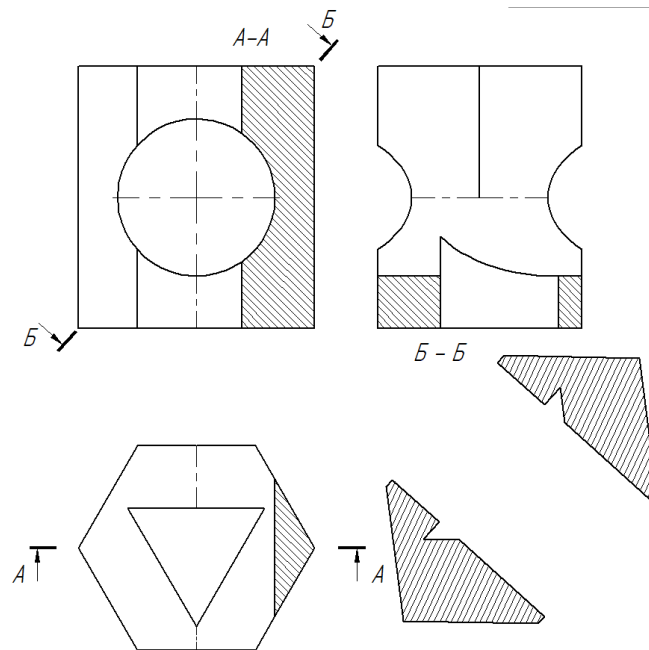


Рис. 124

7. Оформление чертежа и заполнение основной надписи.

(см. п. 6, стр. 21).

8. Сохранение чертежа в *.pdf формате.

(см. п. 7, стр. 22).

11. ЗАДАНИЕ №4. ВАЛ

Образец выполненного задания представлен на рис. 125.

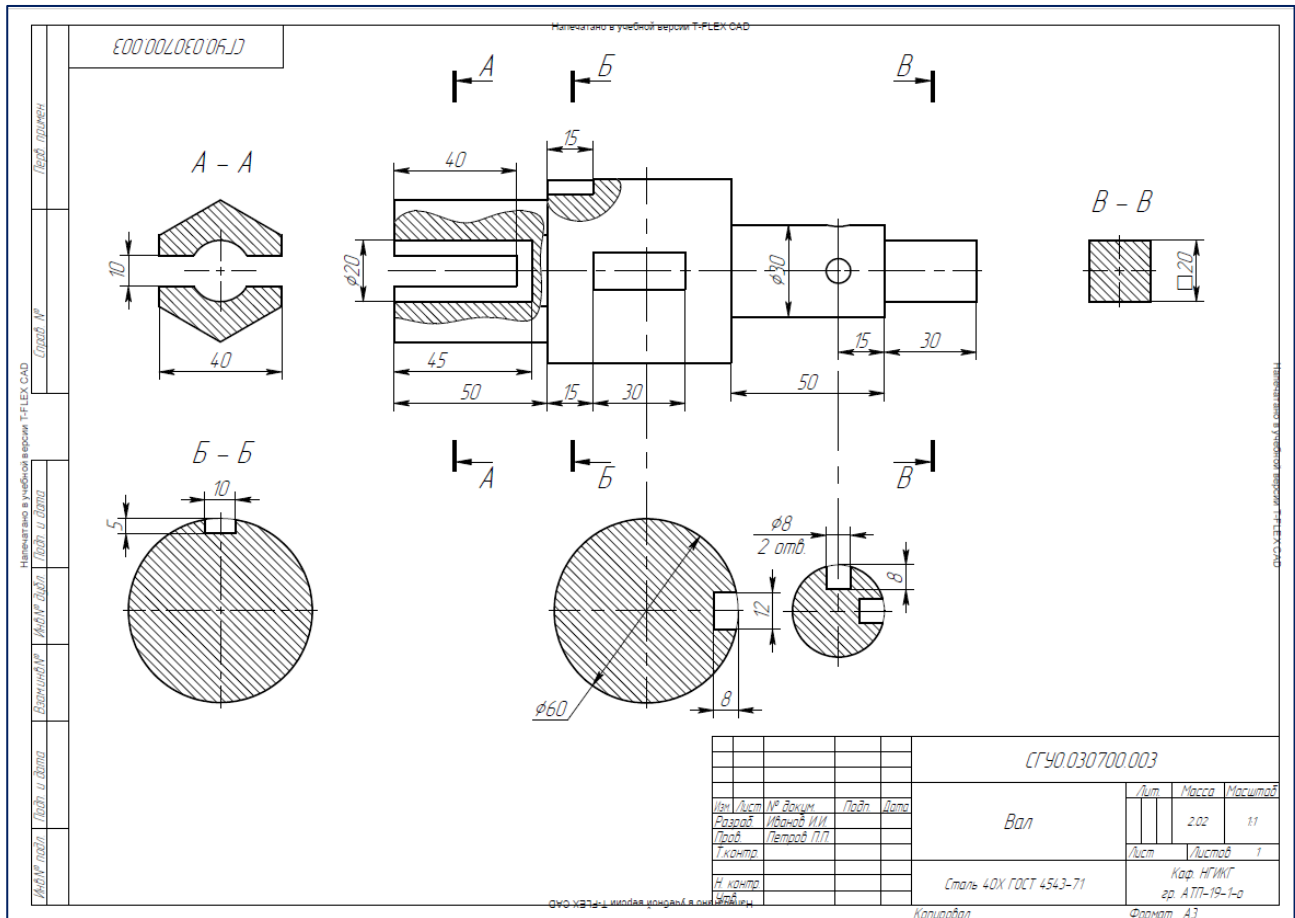


Рис. 125

Задание: 1) Создать 3D модель вала; 2) Выполнить ассоциативный чертёж, включающий главный вид и вынесенные сечения; 3) Нанести размеры.

Исходные данные по вариантам приведены в приложении А.

В рассмотренном ниже примере выполнено задание по рис. 126.

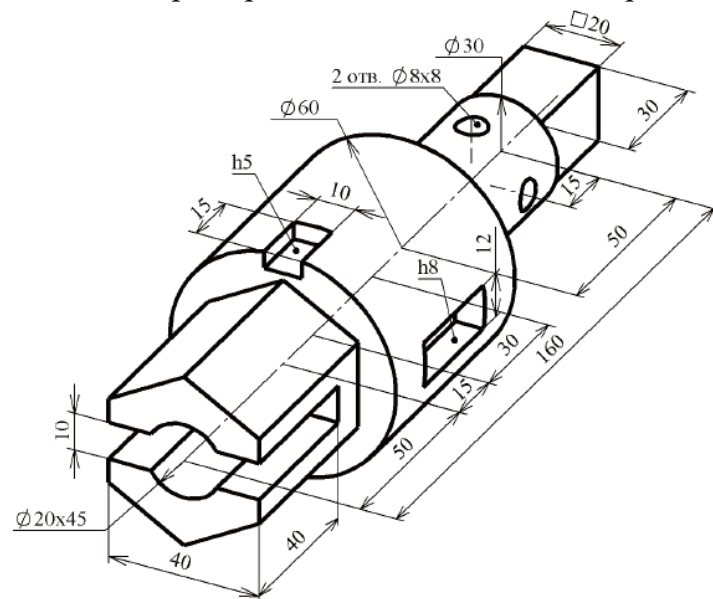


Рис. 126

Последовательность выполнения задания

1. Создание 3D модели вала

Модель вала можно создать различными способами: воспользоваться командами группы **Специальные – Прimitives**; с применением операций 3D моделирования: **Выталкивание**, **Вращение** либо сочетать примитивы и операции. Поскольку моделирование 3D примитивов было подробно рассмотрено в предыдущих заданиях, выполним вал, используя операции 3D моделирования.

Начните создание вала с цилиндрических участков. На горизонтальной плоскости нарисуйте замкнутый контур цилиндрических областей и с помощью операции **Вращение** выполните центральную часть вала.

1.1 Выберите горизонтальную плоскость в качестве рабочей (рис. 127)

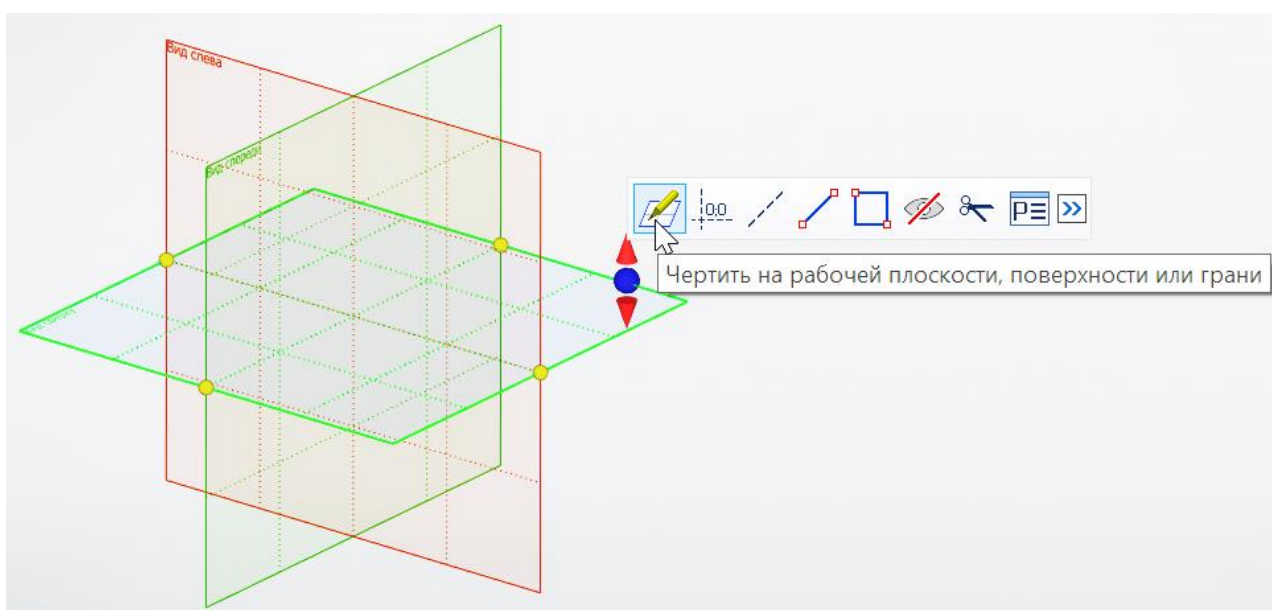
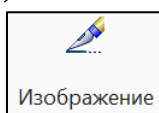


Рис. 127

1.2 С помощью команд группы **Построения: Перпендикулярные прямые**

 **Перпендикулярные прямые** и **Прямая**  **Прямая** по заданным на рис. 126 размерам нарисуйте замкнутый контур цилиндрических областей (рис. 128-130). (Работа с командами из группы **Построения** подробно рассмотрена в [3] и отработана на занятиях по 2D моделированию).

1.3 Командой **Изображение**



(группа **Чертеж**) обведите полученный контур (рис. 131).

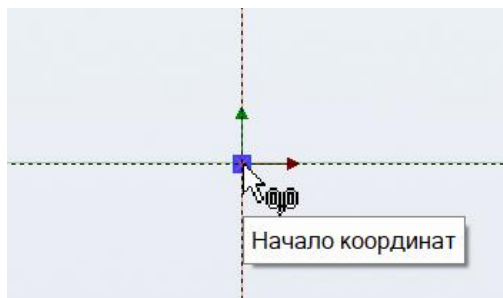


Рис. 128

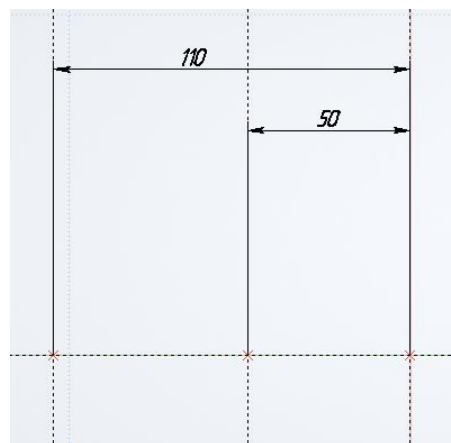


Рис. 129

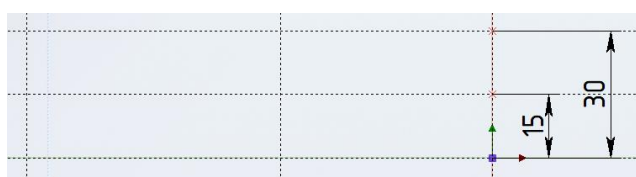


Рис. 130

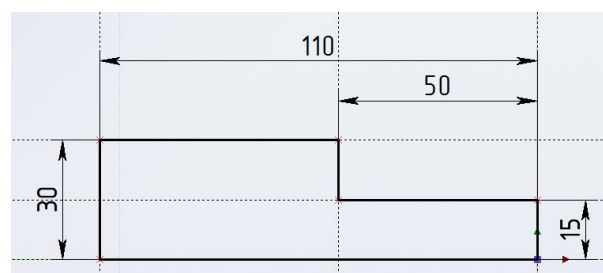


Рис. 131

1.4 Переключите Вкладку **3D Модель**

3D Модель

и операций



Вращение

Вращение «прокрутите» контур, указав ось вращения двумя вершинами (рис. 132, 133) .

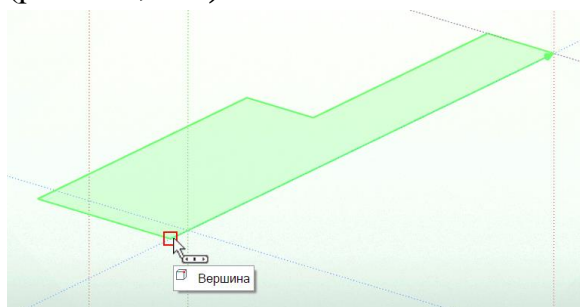


Рис. 132

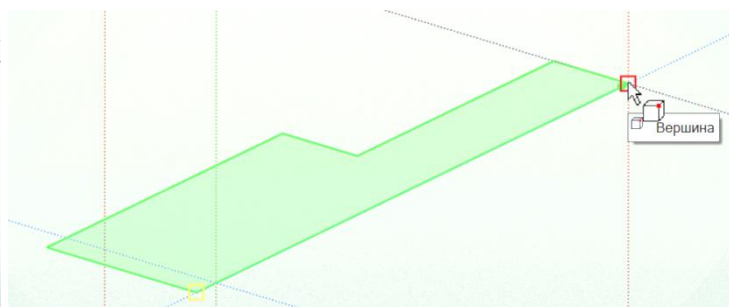


Рис. 133

Далее приступайте к моделированию призматических участков вала.

1.5 Выберите плоскость левого цилиндрического участка в качестве рабочей грани (рис. 134).



Командой **Многоугольник** (группа **Эскиз**) постройте контур левого призматического участка (рис. 135), указав параметры в **Служебном окне Параметры многоугольника** (рис. 136).

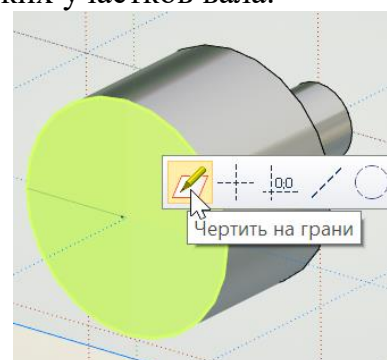


Рис. 134

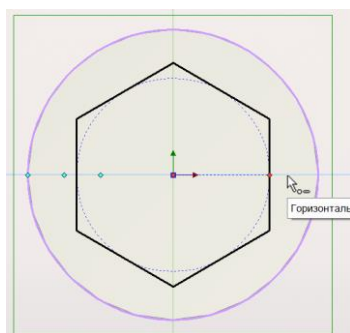


Рис. 135

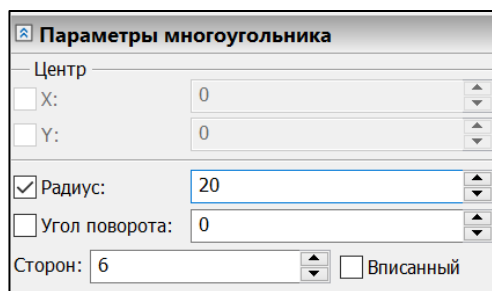
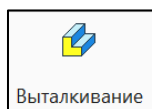


Рис. 136

1.6 Переключите Вкладку 3D Модель



и операцией **Выталкивание** «выдавите» контур на заданную длину 50 мм.

(рис. 137)

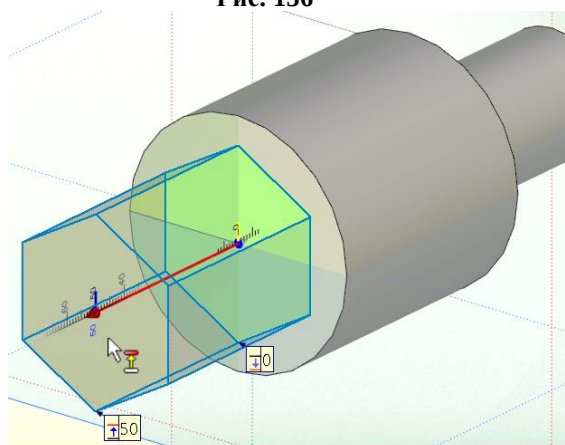
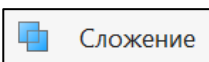


Рис. 137

1.7 Командой **Сложение**



(Операции – Булевы) объедините

цилиндрические участки с призматическим

1.8 Для создания цилиндрического отверстия на шестигранном участке вала выберите левое основание призмы в качестве рабочей плоскости (рис. 138).



Командой **Окружность** (группа **Эскиз**) нарисуйте контур отверстия (рис. 139), указав параметры в **Служебном окне Параметры окружности** (рис. 140).

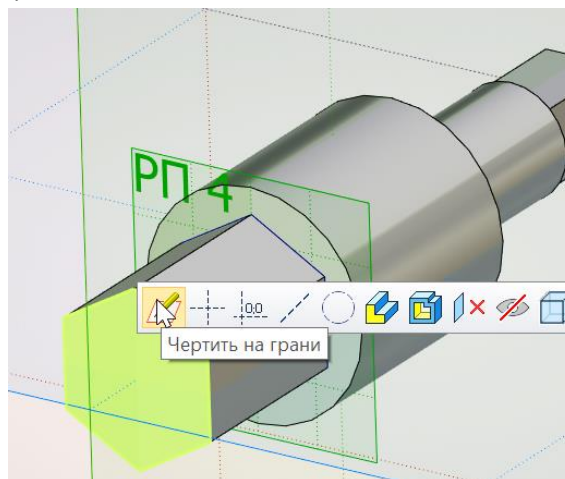


Рис. 138

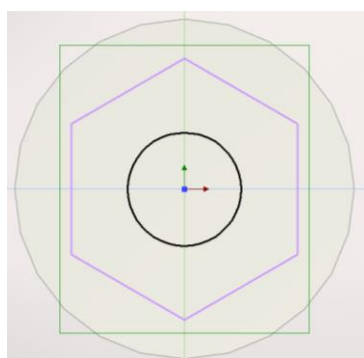


Рис. 139

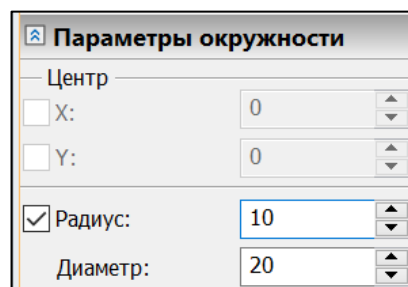
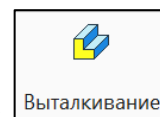


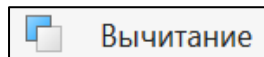
Рис. 140



1.9 Переключите Вкладку **3D Модель** и операцией **Вытапливание**

«выдавите» контур на заданную длину 45 мм. (рис. 141) 

1.10 Командой **Вычитание**



(Операции – Булевы) выполните

цилиндрическое отверстие (рис. 142) 

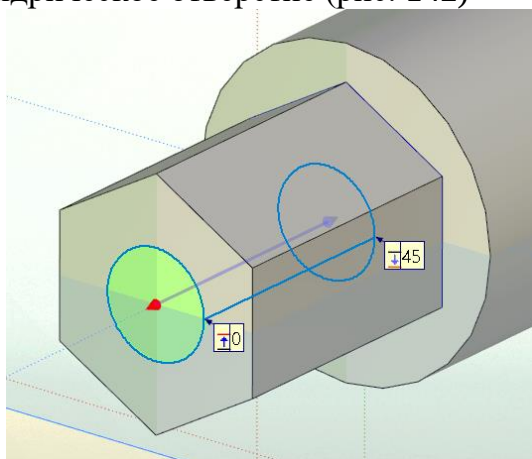


Рис. 141

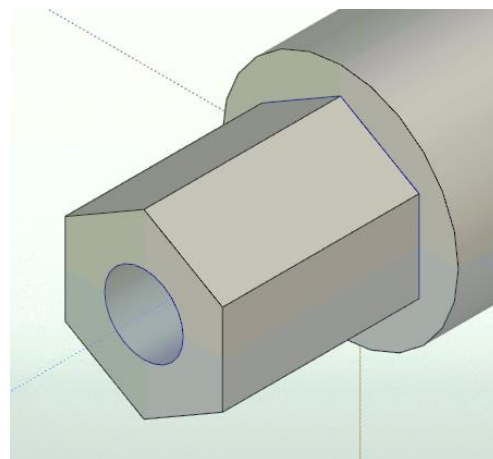
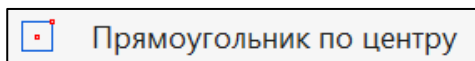


Рис. 142

1.11 Для моделирования прямоугольного паза выберите левое основание вала в качестве рабочей плоскости (рис. 143).

Командой **Прямоугольник по центру**



(группа

Эскиз) нарисуйте контур отверстия (рис. 144), указав параметры в **Служебном окне Параметры прямоугольника** (рис. 145).

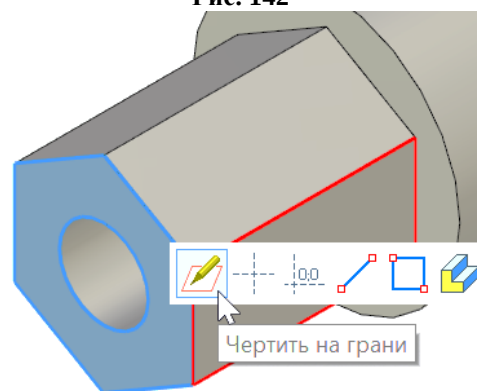


Рис. 143

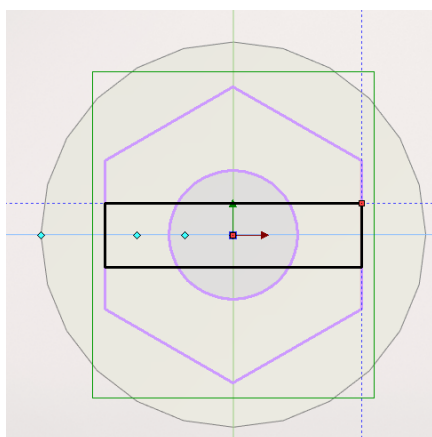


Рис. 144

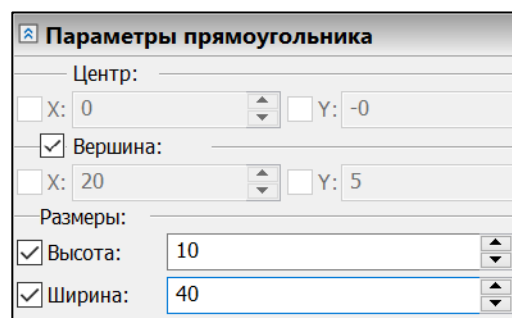
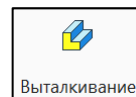


Рис. 145



Вытапливание

1.12 Переключите Вкладку **3D Модель** и операцией **Вытапливание** «выдавите» контур на заданную длину 40 мм. (рис. 146) .

1.13 Командой **Вычитание**  **Вычитание** (Операции – Булевы) выполните отверстие (рис. 147) .

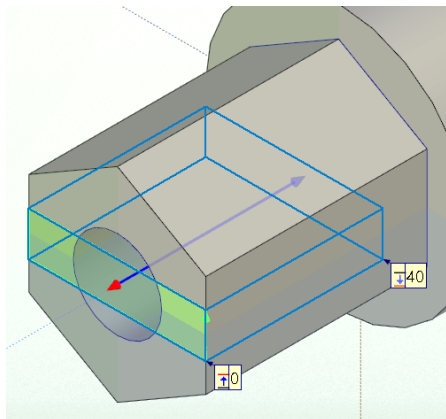


Рис. 146

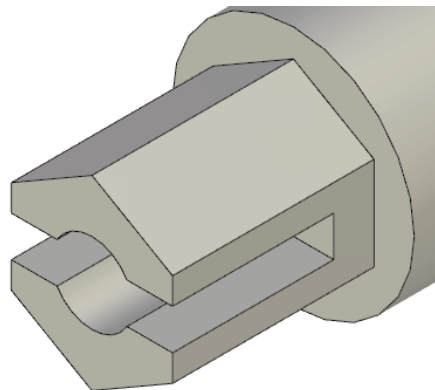


Рис. 147

1.14 Для создания правого призматического участка вала поверните модель и выберите правое основание вала в качестве рабочей плоскости (рис. 148).

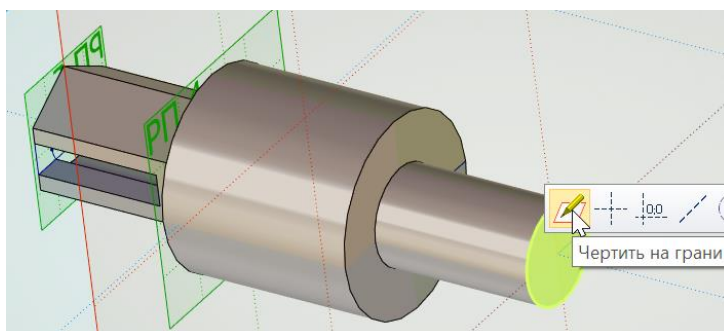


Рис. 148



1.15 Командой **Многоугольник** (группа **Эскиз**) постройте контур правого призматического участка (рис. 149), указав параметры в **Служебном окне Параметры многоугольника** (рис. 150).

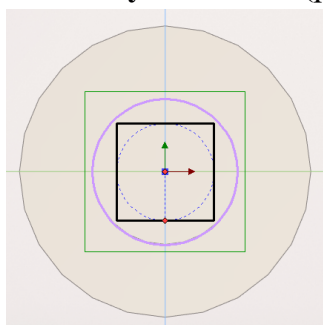
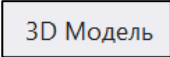
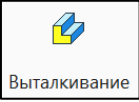


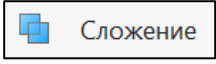
Рис. 149

Параметры многоугольника	
Центр	
☐ X:	0
☐ Y:	0
☒ Радиус:	10
☐ Угол поворота:	0
Сторон:	4
☐ Вписанный	

Рис. 150

1.16 Переключите Вкладку **3D Модель**  и операций

Вытапливание  «выдавите» контур на заданную длину 30 мм. (рис. 151) .

1.17 Командой **Сложение**  (Операции – Булевы) объедините построенный участок со всей моделью . Модель вала выполнена (рис. 152).

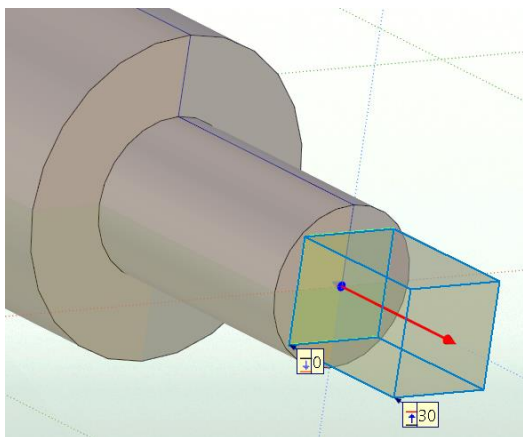


Рис. 151

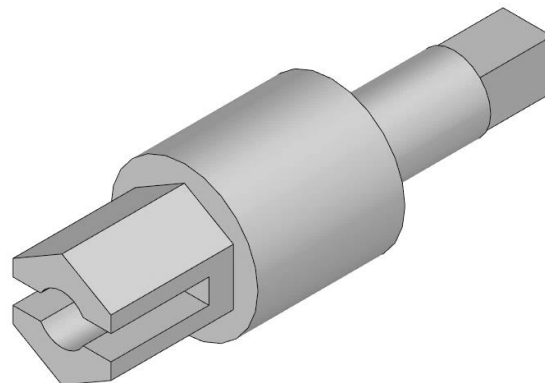


Рис. 152

Приступайте к формированию отверстий.

2. Моделирование цилиндрических отверстий.

Два одинаковых отверстия $\varnothing 8$ глубиной 8 мм. расположены на расстоянии 15 мм. от правой границы цилиндрического участка вала $\varnothing 30$ мм. (рис. 153). Выполняются 3D примитивом **Цилиндр**.

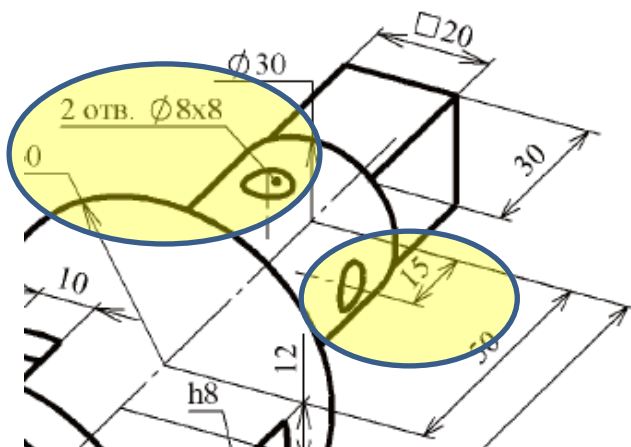


Рис. 153

2.1 Измените точку взгляда на **Вид спереди**  (Панель Вид), рис. 154.

2.2 Для выполнения вертикального отверстия активизируйте команду **Цилиндр**

 **Цилиндр** (группа **Специальные – Примитив**). Задайте параметры в **Служебном** окне (рис. 155). Зафиксируйте параметры, нажав клавишу **Enter** на клавиатуре.

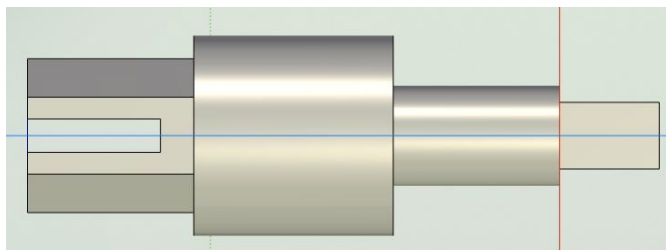


Рис. 154

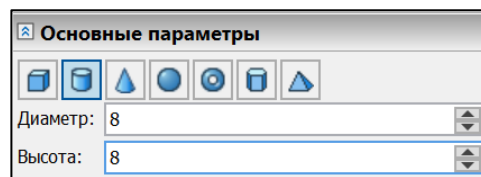


Рис. 155

Используя манипулятор перемещения, перенесите цилиндр влево на 15 мм., указав в соответствующем поле расстояние dX (рис. 156) и вверх на 7 мм., указав dZ (рис. 157) .

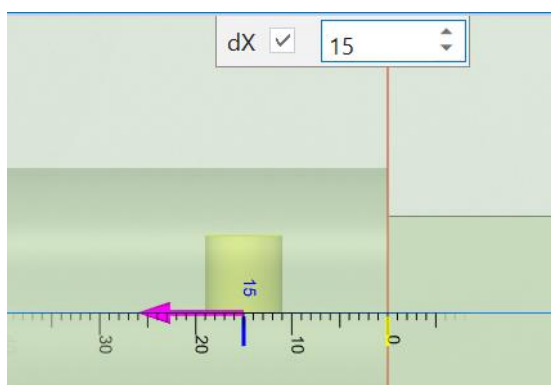


Рис. 156

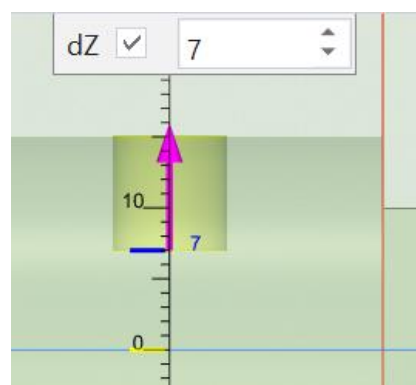


Рис. 157

2.3 Измените точку взгляда на **Вид слева**  (**Панель Вид**).

2.4 Для выполнения горизонтального отверстия активизируйте команду

Цилиндр  **Цилиндр** (группа **Специальные – Примитив**). Задайте параметры в **Служебном окне**. Зафиксируйте параметры, нажав клавишу **Enter** на клавиатуре.

Используя манипулятор поворота поверните цилиндр относительно оси X на -90° , указав dRx в соответствующем поле и манипулятором перемещения перенесите цилиндр вправо на 7 мм., указав расстояние dZ (рис. 158) .

Измените точку взгляда на **Вид спереди**  (**Панель Вид**), (рис. 159).

Используя манипулятор перемещения, перенесите цилиндр влево на 15 мм., указав в соответствующем поле расстояние dX (рис. 160) .

Таким образом, получено два одинаковых цилиндра: вертикальный и горизонтальный (рис. 161).

2.5 Командой **Вычитание**  **Вычитание** (**Операции – Булевы**) выполните

цилиндрические отверстия (рис. 162) .

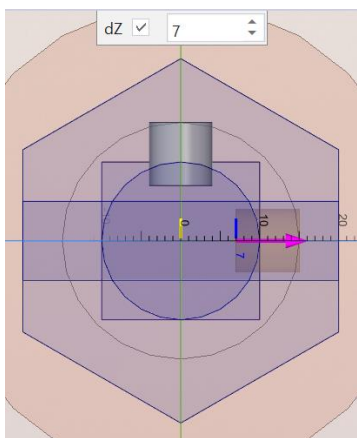


Рис. 158

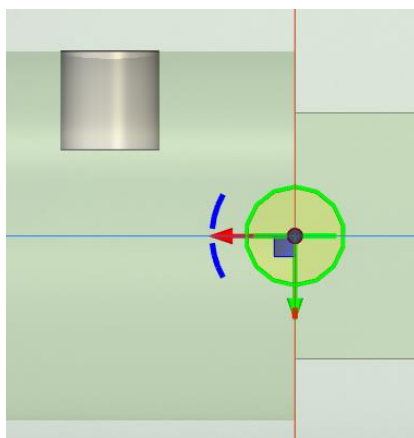


Рис. 159

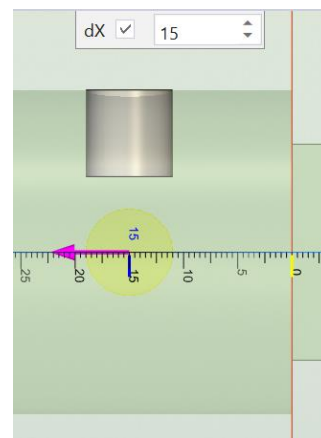


Рис. 160

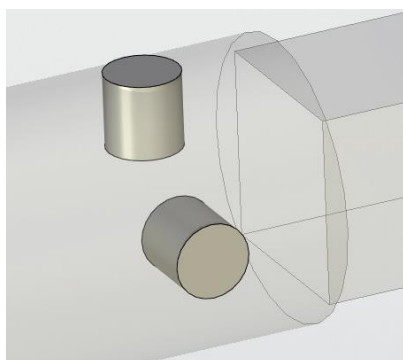


Рис. 161

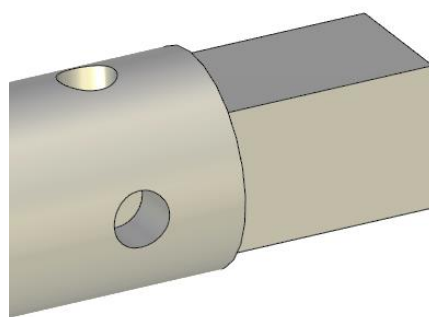


Рис. 162

3. Формирование шпоночных пазов А и Б (рис. 163).

Принцип моделирования подобных элементов следующий: создается рабочая плоскость, касательная валу; на этой плоскости формируется профиль паза, который затем выдавливается к центру детали и вычитается логической операцией.

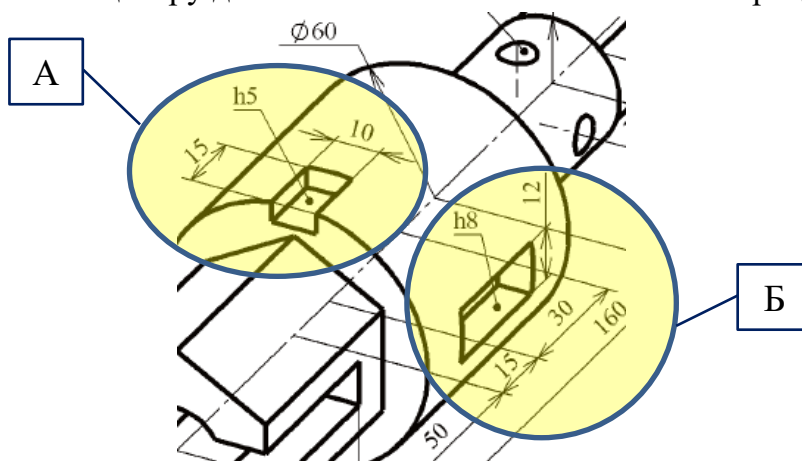


Рис. 163

Шпоночный паз А.

3.1 Командой **Плоскость**  (группа **Построения**) создайте рабочую плоскость, которая параллельна **Виду сверху** и расположена на высоте 30 мм. (т.о. касается цилиндрического участка вала $\varnothing 60$ мм.) .

3.2 Выберите эту плоскость в качестве рабочей (рис. 164).

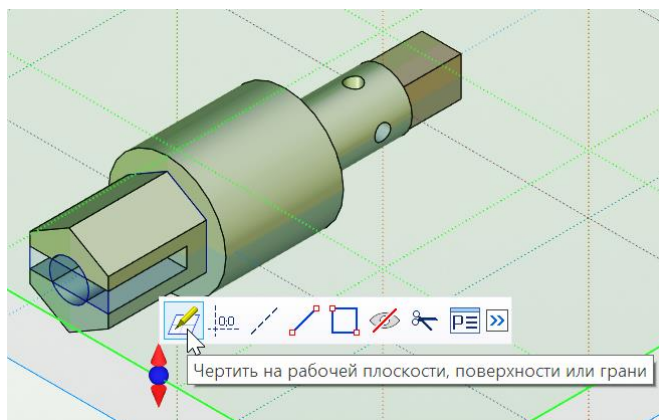
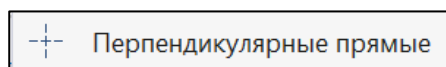
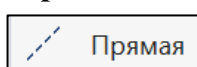


Рис. 164

3.3 С помощью команд группы **Построения: Перпендикулярные прямые**

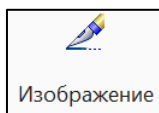


и **Прямая**



по заданным на рис. 163

размерам нарисуйте замкнутый контур шпоночного паза.

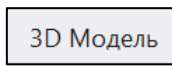


3.4 Командой **Изображение**

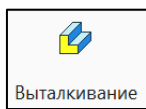
(группа **Чертеж**) обведите полученный

контур (рис. 165).

3.5 Переключите Вкладку **3D Модель**



и операций



Вытапливание

«выдавите» контур на заданную глубину 5 мм. (рис. 166)



3.6 Командой **Вычитание**



(Операции – Булевы) выполните

паз (рис. 167)

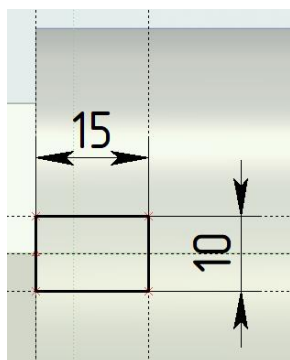


Рис. 165

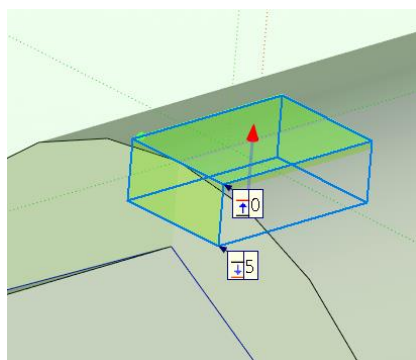


Рис. 166

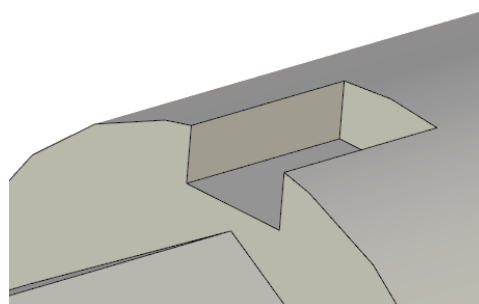
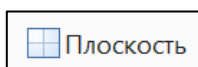


Рис. 167

Шпоночный паз Б.

3.7 Командой **Плоскость**



(группа **Построения**) создайте рабочую

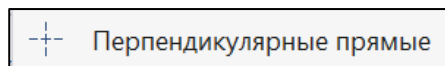
плоскость, которая параллельна **Виду спереди** и расположена на расстоянии 30 мм.

(т.о. касается цилиндрического участка вала $\varnothing 60$ мм.)

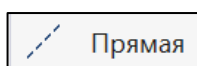


3.8 Выберите эту плоскость в качестве рабочей.

3.9 С помощью команд группы **Построения: Перпендикулярные прямые**

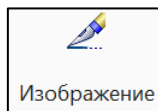


и **Прямая**



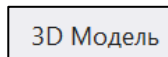
по заданным на рис. 163

размерам нарисуйте замкнутый контур шпоночного паза.

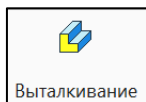


3.10 Командой **Изображение** (группа **Чертеж**) обведите полученный контур (рис. 168).

3.11 Переключите Вкладку **3D Модель**



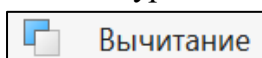
и операцией



Выталкивание «выдавите» контур на заданную глубину 8 мм. (рис. 169)



3.12 Командой **Вычитание**



(Операции – Булевы) выполните

паз .

Модель вала построена (рис. 170).

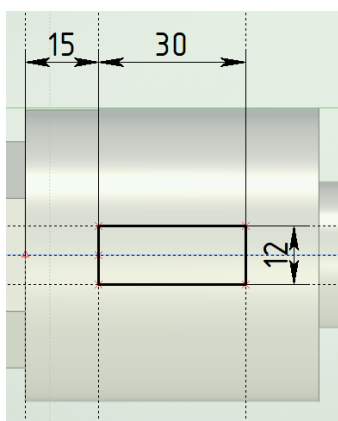


Рис. 168

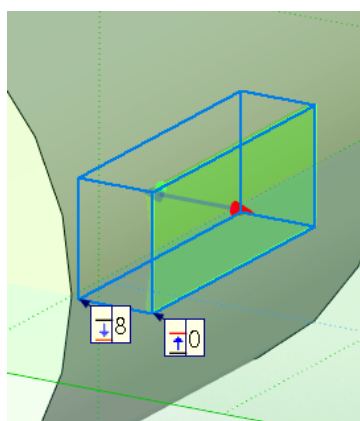


Рис. 169

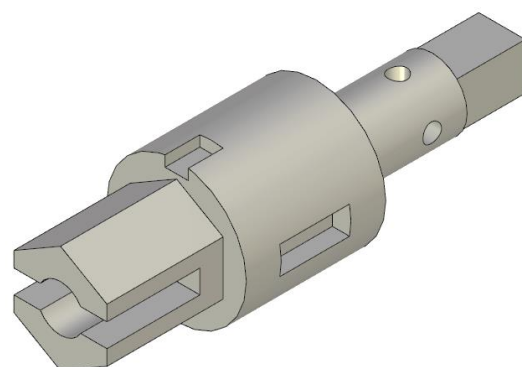


Рис. 170

4. Создание ассоциативного чертежа.

4.1 Активизируйте команду **Проекция**



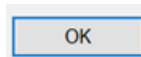
(группа **Дополнительные**), в

Автоменю выберите **Создать стандартный вид**



. В распахнувшемся окне **Тип**

стандартной проекции выберите: **Вид спереди**



. Система запросит разрешение на открытие 2D окна. После подтверждения в **Служебном окне Основные параметры** измените масштаб проекции на 1:1. При необходимости

перенесите проекцию **Автоменю – Изменить положение проекции**



4.2 Создайте основную надпись (см. п. 6, стр. 21).

В результате чертеж примет вид: рис. 171.

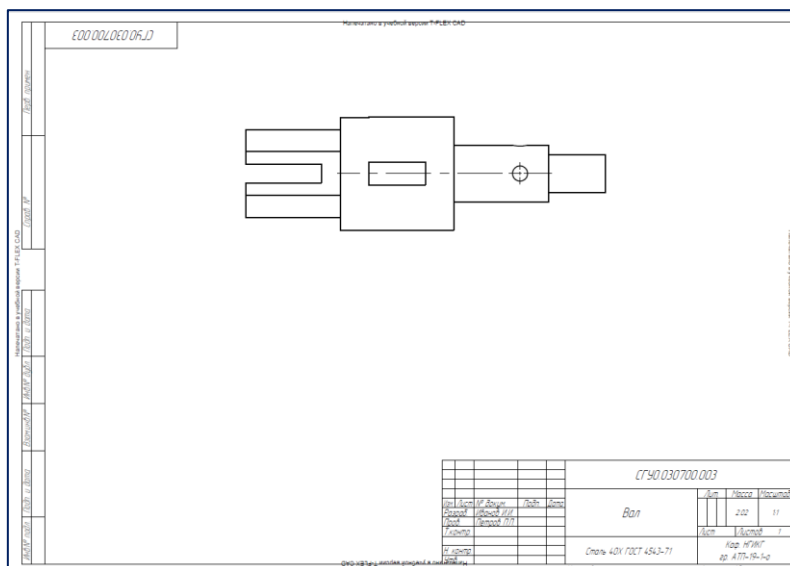
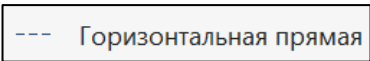
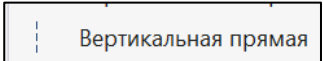


Рис. 171

4.3 Проведите горизонтальные  и вертикальные  линии построения для нанесения обозначения будущих сечений.

4.4 Нанесите обозначения сечений командой **Обозначение вида**  (группа **Оформление**), рис. 172. Направление стрелки меняется командой **Изменить направление стрелки**  в **Автоменю**.

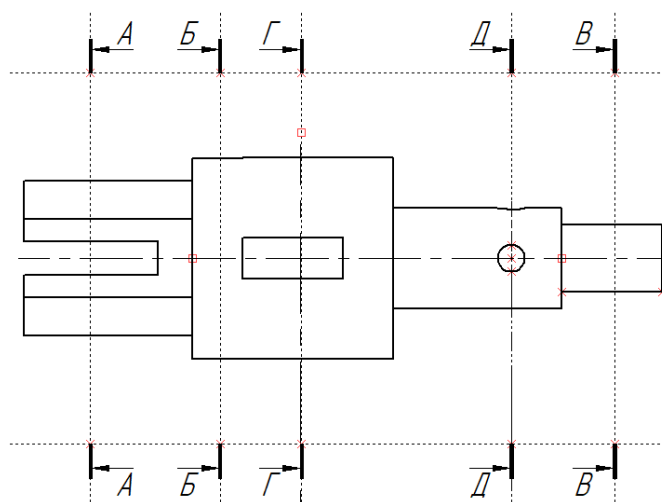
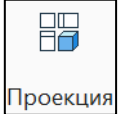


Рис. 172

4.5 Командой **Проекция**  выполните вынесенные сечения.

При создании всех сечений, кроме А-А и В-В, необходимо отключить проекционную связь командой **Установить/разорвать проекционную связь с проекцией**  в **Автоменю**.

Обозначения сечений соответствует требованиям ГОСТ 2.305-2008. В нашем случае сечения А-А, Б-Б и В-В сохранили свои буквенные обозначения, а остальные два сечения, находящиеся в плоскостях секущих плоскостей, – не обозначены.

Погасите обозначения командой **Погасить/показать элементы**  (Панель Вид).

В результате чертеж примет вид: рис. 173.

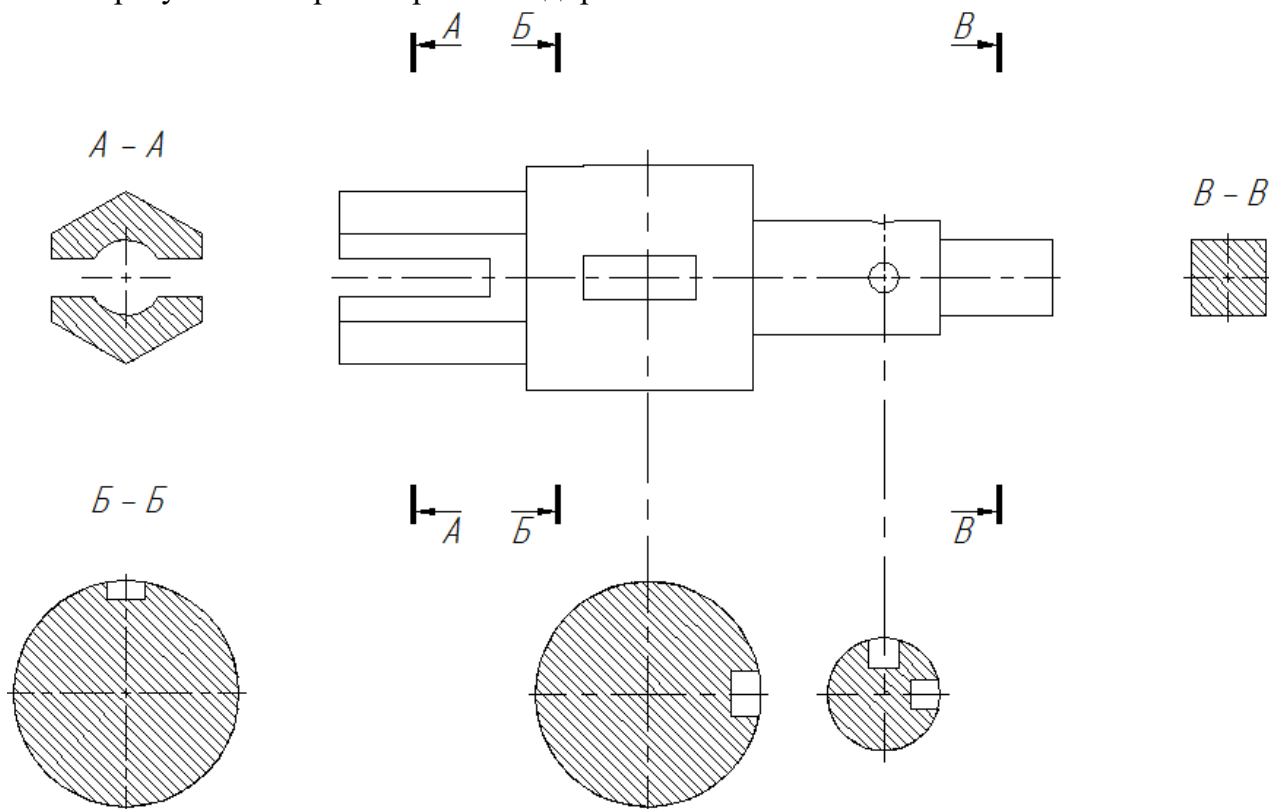


Рис. 173

4.6 Местными разрезами на главном виде необходимо раскрыть цилиндрическое отверстие и паз. В системе T-FLEX местные разрезы выполняются через команду



Штриховка (п.5.6). Заштрихуйте зоны местных разрезов (рис. 174).

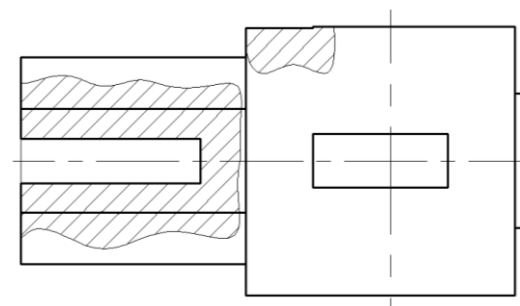
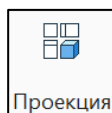


Рис. 174

Активизируйте команду **Проекция**



опция в Автоменю **Создать**

местный разрез . Укажите прицелом зону штриховки (рис. 175), затем двумя точками укажите расположение секущей плоскости на соответствующем сечении

(рис. 176) .

Такую же операцию повторите для второго местного разреза (рис. 177, 178).

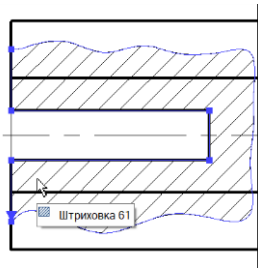


Рис. 175

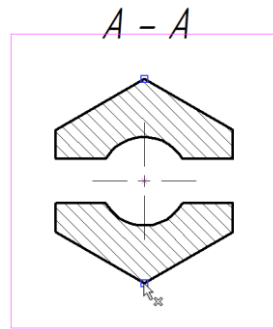


Рис. 176

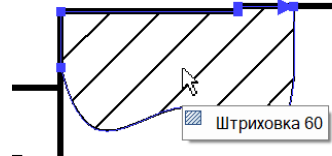


Рис. 177

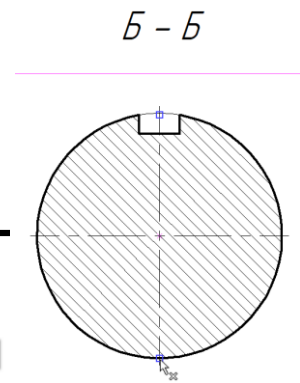


Рис. 178

В результате на главном виде появятся требуемые местные разрезы (рис. 179).

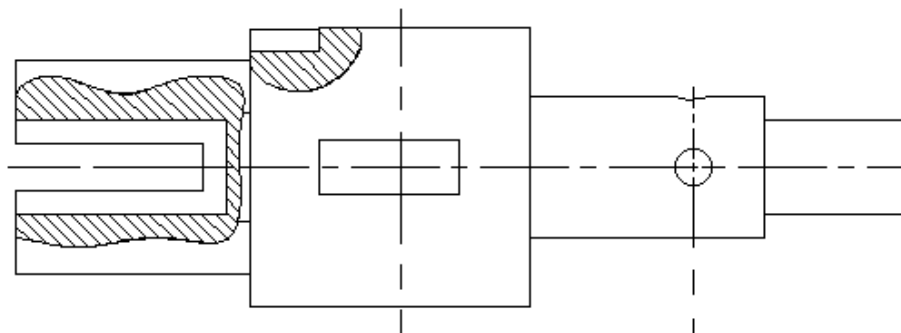


Рис. 179

4.8 Нанесите размеры и оформите чертеж. Нанесение размеров подробно изложено в [3].

5. Сохранение чертежа в *.pdf формате.

(см. п. 7, стр. 22).

Задание: 1) Создать 3D модель корпуса; 2) Выполнить ассоциативный чертеж, включающий три основных вида и изометрическую проекцию с вырезом одной четверти; 3) На фронтальной и профильной проекциях совместить вид с разрезом; 3) Нанести размеры; 4) Выполнить заданное наклонное сечение.

Данное задание является итоговым по теме: «Трёхмерное моделирование. Создание ассоциативных чертежей». При выполнении задания отрабатываются умения и навыки создания и редактирования 3D модели и 2D чертежа.

Technical drawing of a mechanical part, showing a front view and a top view.

Front View Dimensions:

- Top flange diameter: $\phi 70$
- Top flange thickness: 10
- Central hole diameter: 10
- Base diameter: $\phi 140$
- Base thickness: 20
- Central hole diameter: 50
- Overall height: 85
- Internal features: 20, 40

Top View Dimensions:

- Overall diameter: 110
- Central hole diameter: $\phi 40$
- Two small holes: $\phi 20$ each, 2 mm apart
- Distance from center to small holes: 60
- Distance from center to base: 12
- Distance from center to base: 20

Рис. 181

Последовательность выполнения задания

Перед выполнением задания необходимо внимательно изучить форму и размеры корпуса, проанализировать его составные элементы, продумать очередность выполнения операций моделирования.

В нашем примере корпус представляет собой совокупность двух цилиндров: первый – $\varnothing 140$ высотой 20 мм. со сквозным призматическим вырезом 50x10 и двумя цилиндрическими отверстиями $\varnothing 20$ и второй – $\varnothing 70$ высотой 85 с призматической прорезью 10x10. К цилиндрам прилегают ребра жесткости. Вертикальное отверстие, проходящее через оба цилиндра, имеет трехступенчатую форму: верхняя часть – в виде шестигранной призмы, средняя – в виде цилиндра и нижняя – фигурная.

Моделирование рекомендуется начинать в последовательности описания детали.

1. Создание 3D модели корпуса.

1.1 Активизируйте команду **Цилиндр**  **Цилиндр**. В **Служебном окне Параметры** задайте $\varnothing 140$ и высоту 20 мм.

1.2 Не покидая команды, выполните второй цилиндр. В **Служебном окне Параметры** задайте $\varnothing 70$ и высоту 85 мм.

1.3 Не покидая команды, выполните два цилиндра для будущих отверстий $\varnothing 20$ высотой 20 мм.

Измените точку взгляда на **Вид сверху**  (**Панель Вид**). Используя манипулятор перемещения, передвиньте один цилиндр вверх, указав $dY = -52$, другой – вниз, $dY = 52$.

1.4 Объедините два цилиндра в одну 3D модель командой **Сложение**  **Сложение** (**Операции – Булевы**).

1.5 Командой **Вычитание**  **Вычитание** (**Операции – Булевы**) выполните отверстия.

1.6 Постройте призматический вырез: команда **Параллелепипед**  **Параллелепипед** длиной 50, шириной 150, высотой 10 мм.

1.7 Не покидая команды, выполните прорезь длиной 10, шириной 100, высотой 10 мм.

Измените точку взгляда на **Вид спереди**  (**Панель Вид**). Используя манипулятор перемещения, поднимите второй параллелепипед на 75 мм., указав $dZ = 75$.

1.8 Командой **Вычитание**  **Вычитание** (**Операции – Булевы**) выполните паз и прорезь (рис. 182).

1.9 Для моделирования ребра жесткости необходимо построить его контур. Выберите **Вид спереди** в качестве рабочей плоскости. Используя линии построения, нарисуйте эскиз (рис. 183).

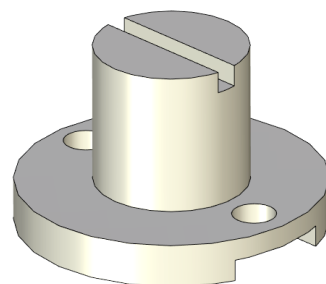


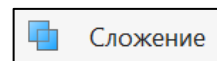
Рис. 182



1.10 Командой **Ребро** (группа **Расширенные**) выполните ребро жесткости, указав ширину 12 в **Служебном окне Параметры** и изменив направление расширения исходного контура на твердое тело (рис. 184).



1.11 Операцией **Симметрия** создайте второе ребро жесткости, указав в качестве плоскости симметрии **Вид слева** (рис. 185).



1.12 Объедините ребра с моделью командой **Сложение** (**Операции – Булевы**).

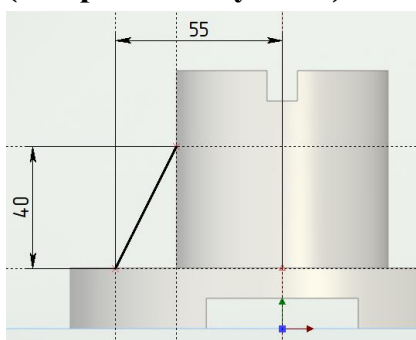


Рис. 183

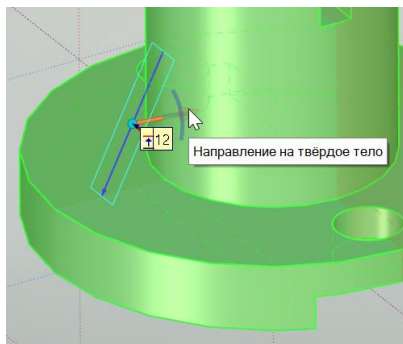


Рис. 184

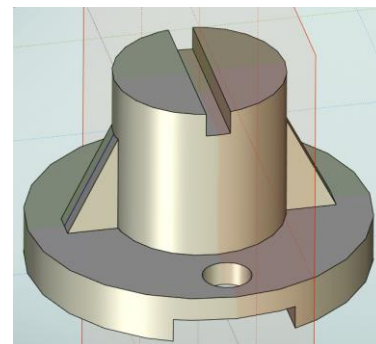
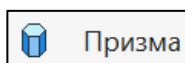


Рис. 185

Далее сформируйте вертикальное отверстие: верхняя часть – в виде шестигранной призмы, средняя – в виде цилиндра и нижняя – фигурная.

2. Моделирование вертикального отверстия.



2.1 Активизируйте команду **Призма** (группа **Специальные – Прimitives**). В **Основных параметрах** задайте размеры модели: $\varnothing 60$, высота – 20, сторон – 6.

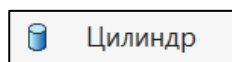


Измените точку взгляда на **Вид спереди** (Панель Вид). Используя манипулятор перемещения, поднимите призму на 65 мм., указав dZ=65.

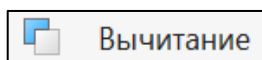


Измените точку взгляда на **Вид сверху** (Панель Вид). С помощью манипулятора поворота поверните призму на 90° относительно оси Z, указав значение dRz =90 в соответствующем поле.

2.2 Активизируйте команду **Цилиндр**



В **Служебном окне Параметры** задайте $\varnothing 40$ и высоту 65 мм.



2.3 Командой **Вычитание** (**Операции – Булевы**) выполните вертикальное отверстие (рис. 186).

Для выполнения фигурной части вертикального отверстия, создайте контур на плоскости паза.

2.4 Выберите плоскость паза в качестве рабочей (рис. 187).

2.5 Линиями построения и изображения нарисуйте контур отверстия (рис. 188).

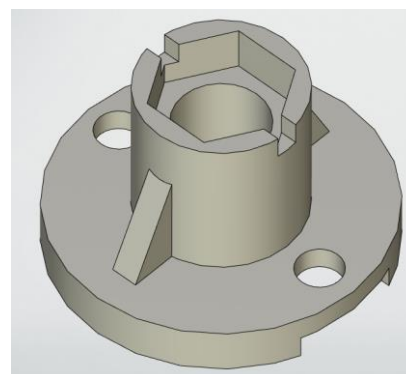
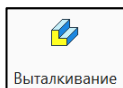


Рис. 186



2.6 Операцией **Вытапливание** «выдавите» контур, указав длину в Служебном окне Основные параметры (рис. 189)

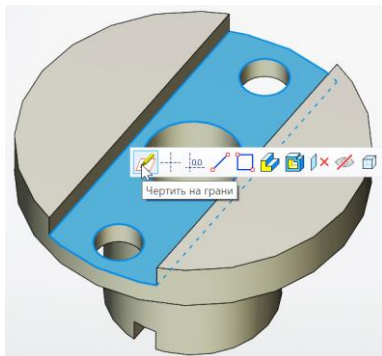


Рис. 187

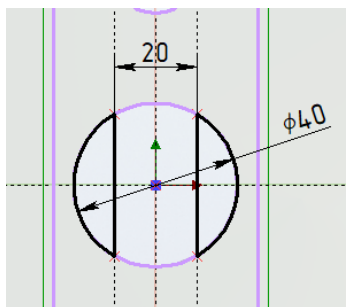
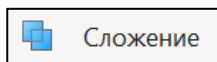


Рис. 188

Основные параметры	
В прямом направлении	
Автоматически	
Длина:	0
☐ Уклон:	3
В обратном направлении	
Значение	
Длина:	35

Рис. 189

2.7 Объедините полученную форму с моделью командой **Сложение**



(Операции – Булевы).

3D модель корпуса построена.

3. Формирование разрезов на 3D модели.

На ассоциативном чертеже необходимо совместить виды с соответствующими разрезами на фронтальной и профильной проекциях. Разрезы рекомендуется создать на 3D модели в 3D окне.

Для формирования разрезов переключитесь в окно **3D вид** и воспользуйтесь командой **Применить сечение** (Панель Вид).

3.1 Для получения фронтального разреза активизируйте команду **Применить сечение**.

– Подтвердите действие **Создать сечение** .

– В **Автоменю** выберите опцию **Построить сечение**

плоским углом .

– Измените точку взгляда на **Вид спереди** .

– С помощью манипулятора поворота поверните плоскости разреза относительно оси Y на -90° , указав

dRy в соответствующем поле (рис. 190) .

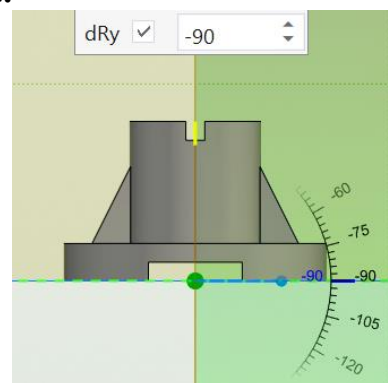


Рис. 190

Система создала **Сечение 1**.

3.2 Для получения профильного разреза и разреза для изометрии активизируйте команду **Применить сечение**.

– Подтвердите действие **Создать сечение**.

– В **Автоменю** выберите опцию **Построить сечение плоским углом**.

– Измените точку взгляда на **Вид спереди** , **Панель Вид**. – С помощью манипулятора поворота поверните плоскости разреза относительно оси Y на 90^0 , указав dRy в соответствующем поле (рис. 191) .

Система создала **Сечение 2**.

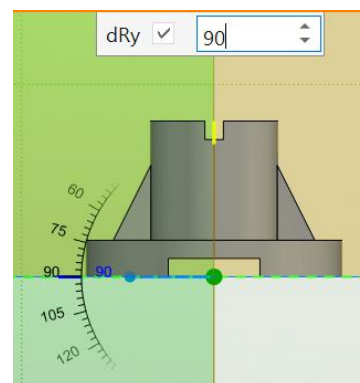


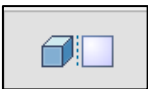
Рис. 191

4. Создание ассоциативного чертежа.

4.1 Создайте три стандартных вида (см. п. 5.1, стр. 11).

4.2 Создайте изометрическую проекцию (см. п. 5.2, стр. 12).

Для удобства работы разместите рядом окна 3D и 2D вида, команда **Размещение**

видов  (**Панель Вид**) –  **3D вид и 2D вид – горизонтальное размещение**.

4.3 Выполните фронтальный разрез.

В окне **2D вида** выделите рамку главного вида и выберите опцию **Изменить выбранный элемент**

элемент  (рис. 192).

В **Служебном окне – Основные параметры – Сечения** щелкните на три точки и в окне **3D вида** прицелом укажите на фронтальный разрез, в нашем случае – **Сечение 1** (рис. 193).

Название разреза появится в области **Основные параметры – Сечения**.

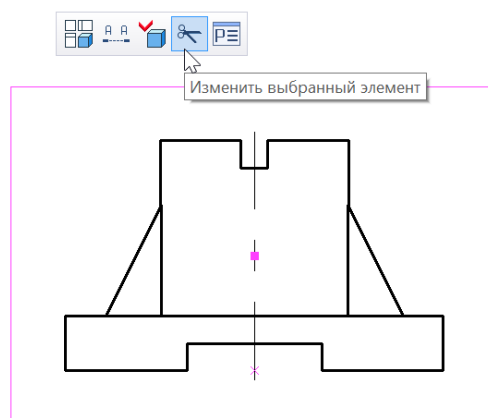


Рис. 192

Завершите команду .

В окне **2D вида** на проекции главного вида появится фронтальный разрез (рис. 194).

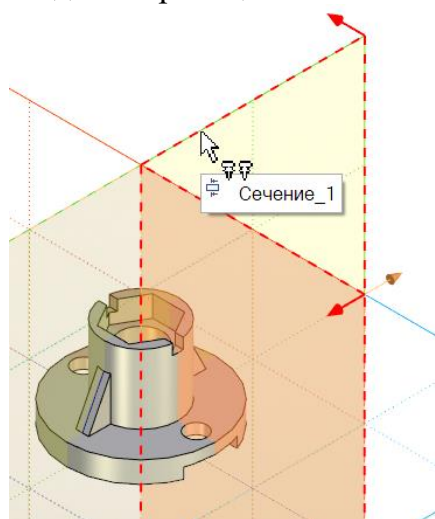


Рис. 193

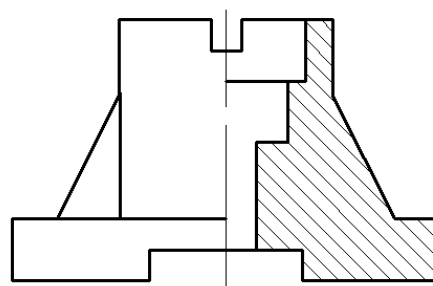
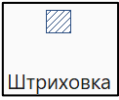


Рис. 194

Как было сказано ранее и видно из чертежа (рис. 194), T-FLEX не различает рёбра жёсткости и заштриховывает их, – что не соответствует требованиям ГОСТ 2.305-2008 [2].

Удалите штриховку. Командой **Отрезок**  дорисуйте границы рёбер жёсткости (рис. 195).

Командой **Штриховка**  с использованием **Режима автоматического поиска контура**  выполните новую штриховку (рис. 196).

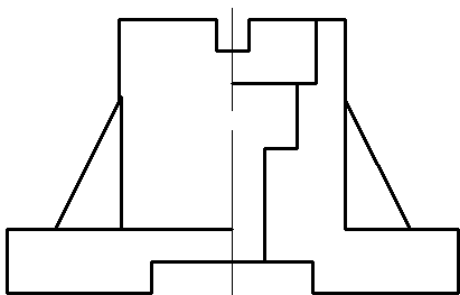


Рис. 195

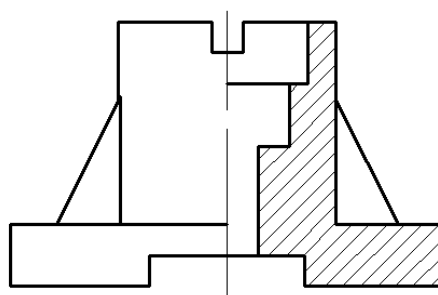


Рис. 196

4.4 Создайте профильный разрез.

В окне **2D вида** выделите рамку вида слева и выберите опцию **Изменить выбранный элемент** .

В **Служебном окне – Основные параметры – Сечения** щелкните на три точки и в окне **3D вида** прицелом укажите на профильный разрез, в нашем случае – **Сечение 2** (рис. 197).

Название разреза появится в области **Основные параметры – Сечения**. После завершения команды в окне **2D вида** на профильной проекции появится разрез (рис. 198).

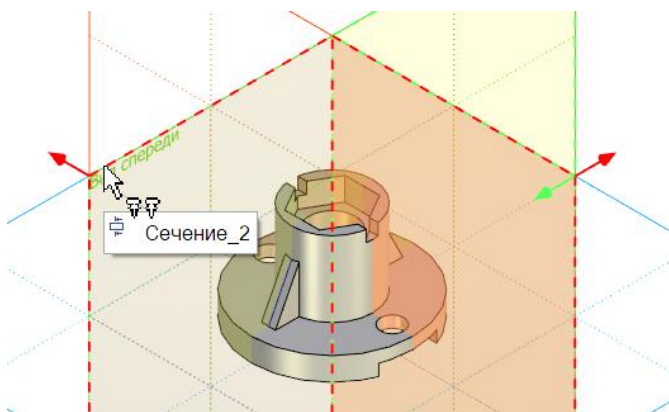


Рис. 197

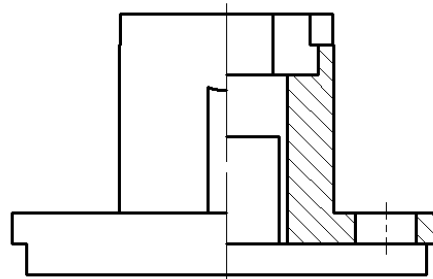


Рис. 198

4.5 Выполните разрез на изометрической проекции.

В окне **2D вида** выделите рамку изометрической проекции и выберите опцию **Изменить выбранный элемент** .

В Служебном окне – Основные параметры – Сечения щелкните на три точки и в окне 3D вида прицелом укажите на соответствующий разрез, в нашем случае – Сечение 2 (рис. 197). Название разреза появится в области Основные параметры – Сечения.

После завершения команды в окне 2D вида на изометрической проекции появится разрез (рис. 199).

Проведите осевые линии.

4.6 Выполните наклонное сечение по рекомендациям (см. п. 5.4 стр. 17, п.6 стр. 41).

4.8 Нанесите размеры [3].

4.9 Нанесите и заполните основную надпись (см. п. 6, стр. 21).

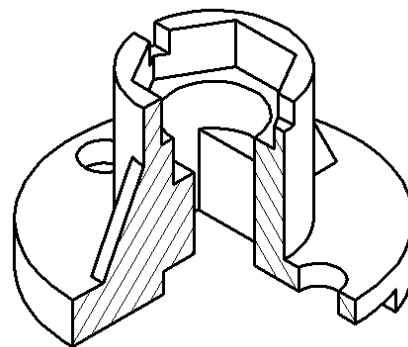


Рис. 199

5. Сохранение чертежа в *.pdf формате.

(см. п. 7, стр. 22).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Мощное геометрическое ядро, заложенное в основу системы T-FLEX CAD, даёт возможность моделировать детали и сборки любой сложности и комплектации.

Знание стандартов и понимание процесса формирования 2D проекций по 3D модели позволяют достаточно быстро создать чертёж детали.

Изучение основ компьютерного моделирования и практические навыки проектирования в системе T-FLEX CAD в рамках дисциплины «Инженерная и компьютерная графика» закладывает базу для других технических дисциплины. У студентов вырабатывается пространственное представление и расширяется воображение. Компьютерные технологии, безусловно, способствуют повышению интереса к освоению дисциплины. Однако, не стоит забывать о том, что графические системы – всего лишь инструмент для воплощения технических замыслов пользователя.

В учебно-методическом пособии изложен принцип работы системы, описан интерфейс, функционирование основных команд создания и редактирования 3D моделей и оформления ассоциативных чертежей, на конкретных примерах изложена последовательность моделирования, приведены индивидуальные варианты заданий для самостоятельной работы студентов. Каждый технический этап создания чертежа в УМП сопровождается иллюстрациями, созданными в T-FLEX CAD.

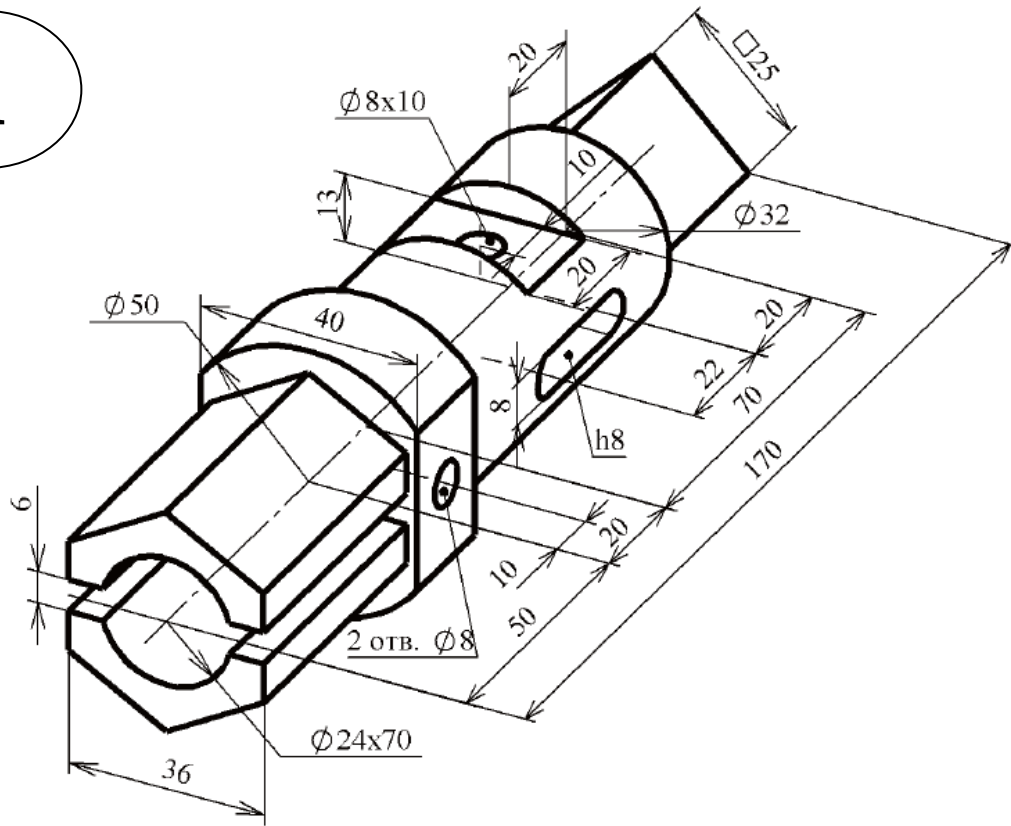
Использование данного УМП позволит студентам получить навыки 3D моделирования и создания ассоциативных чертежей. Пособие будет полезно в качестве практического руководства начинающим пользователям, желающим освоить T-FLEX CAD самостоятельно, а также преподавателям для учебного процесса.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

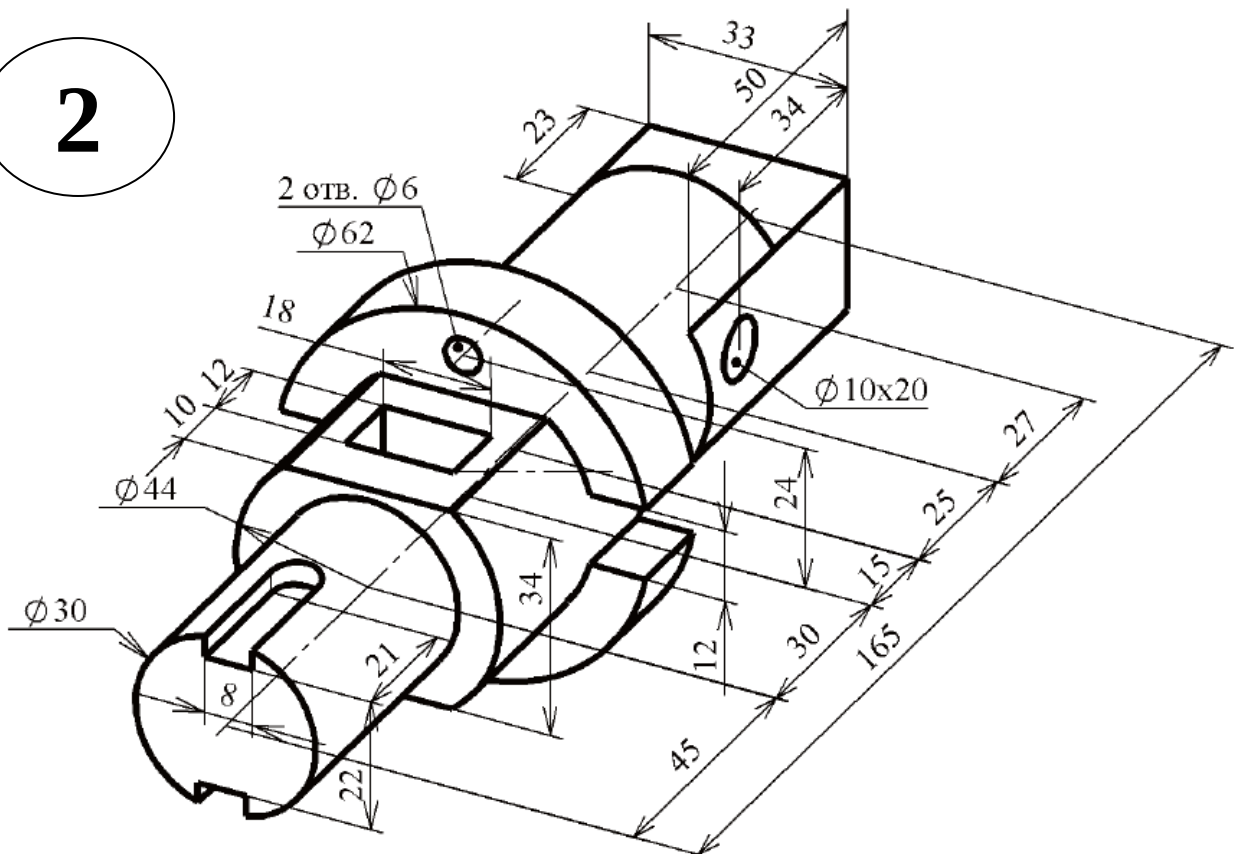
1. T-FLEX CAD Трехмерное моделирование. Руководство пользователя. –М.: ЗАО «Топ Системы», 2016. – 1244 с.: ил.
2. ГОСТ 2.305-2008 Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Изображения - виды, разрезы, сечения.
3. Мухина О.В. Моделирование в системе T-FLEX CAD. Часть 1: учебно-метод. пособие к выполнению заданий по компьютерной графике / сост. О.В. Мухина. – Севастополь: СевГУ, 2019 – 64 с.: ил.

ВАЛ. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ПО ВАРИАНТАМ

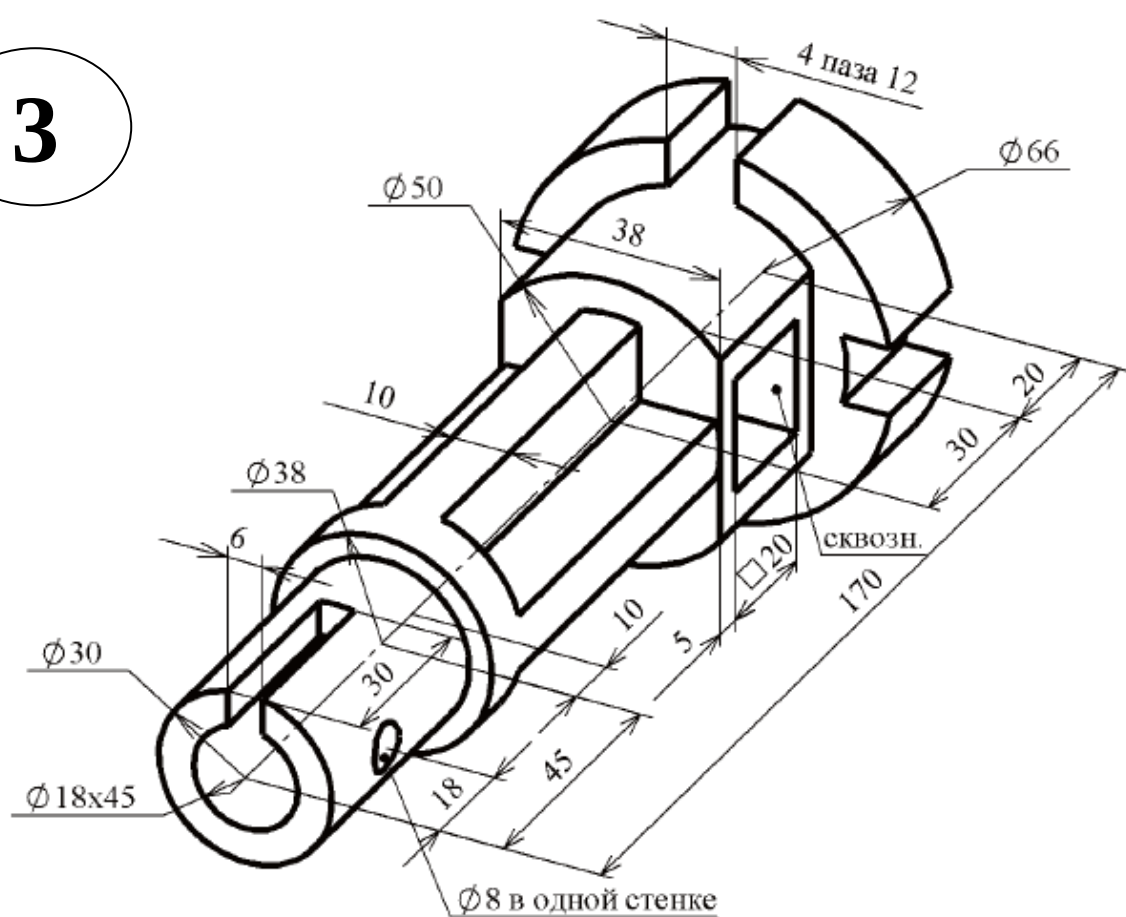
1



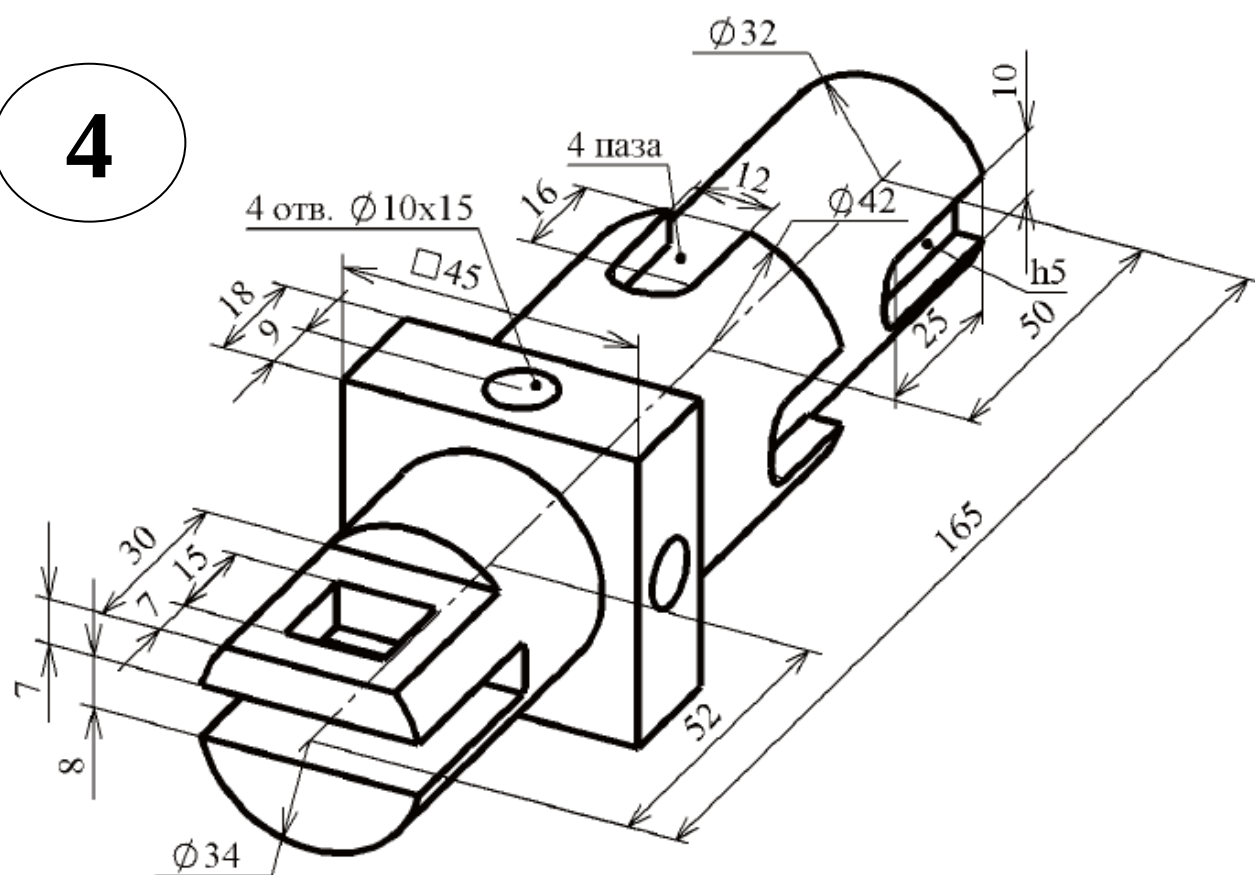
2



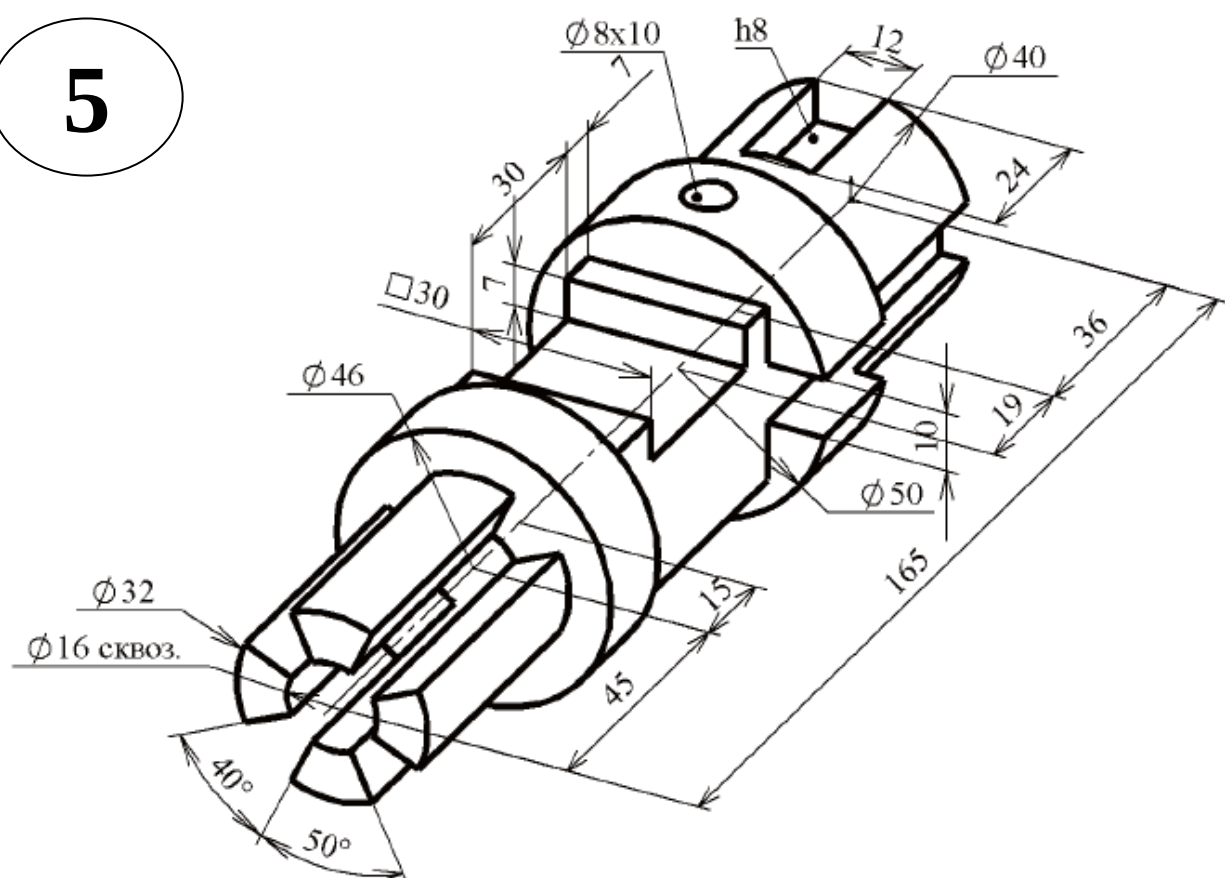
3



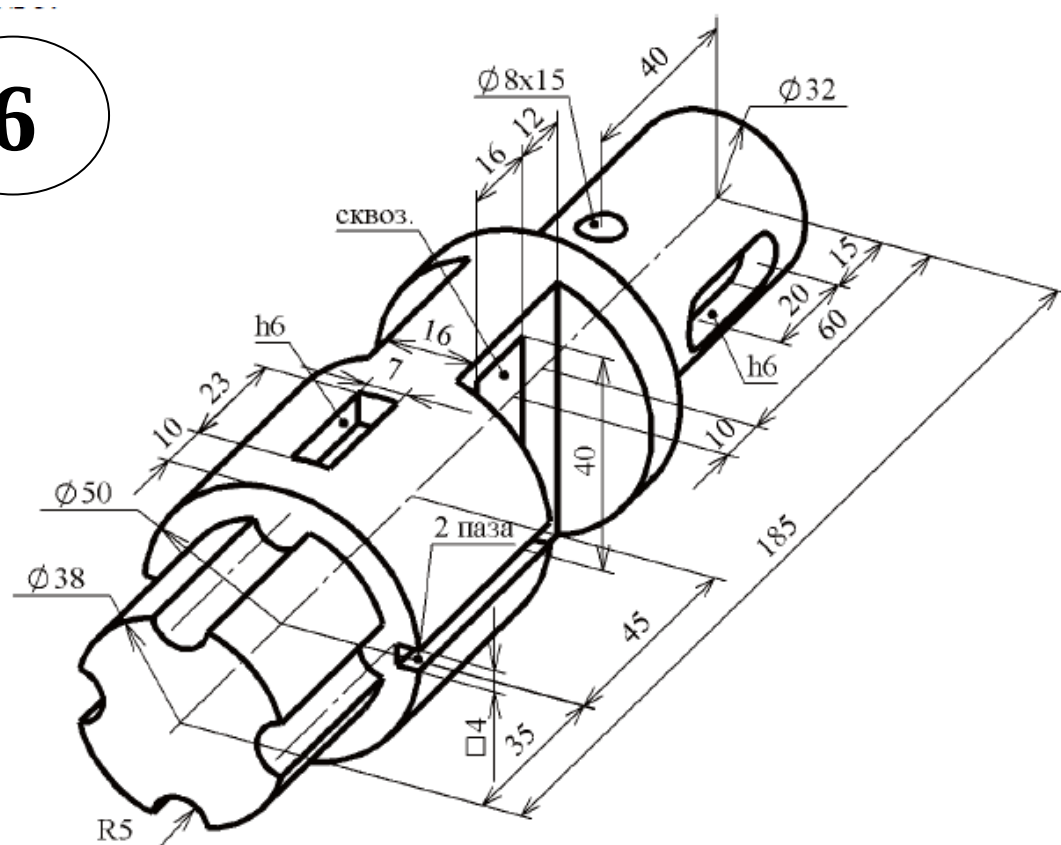
4

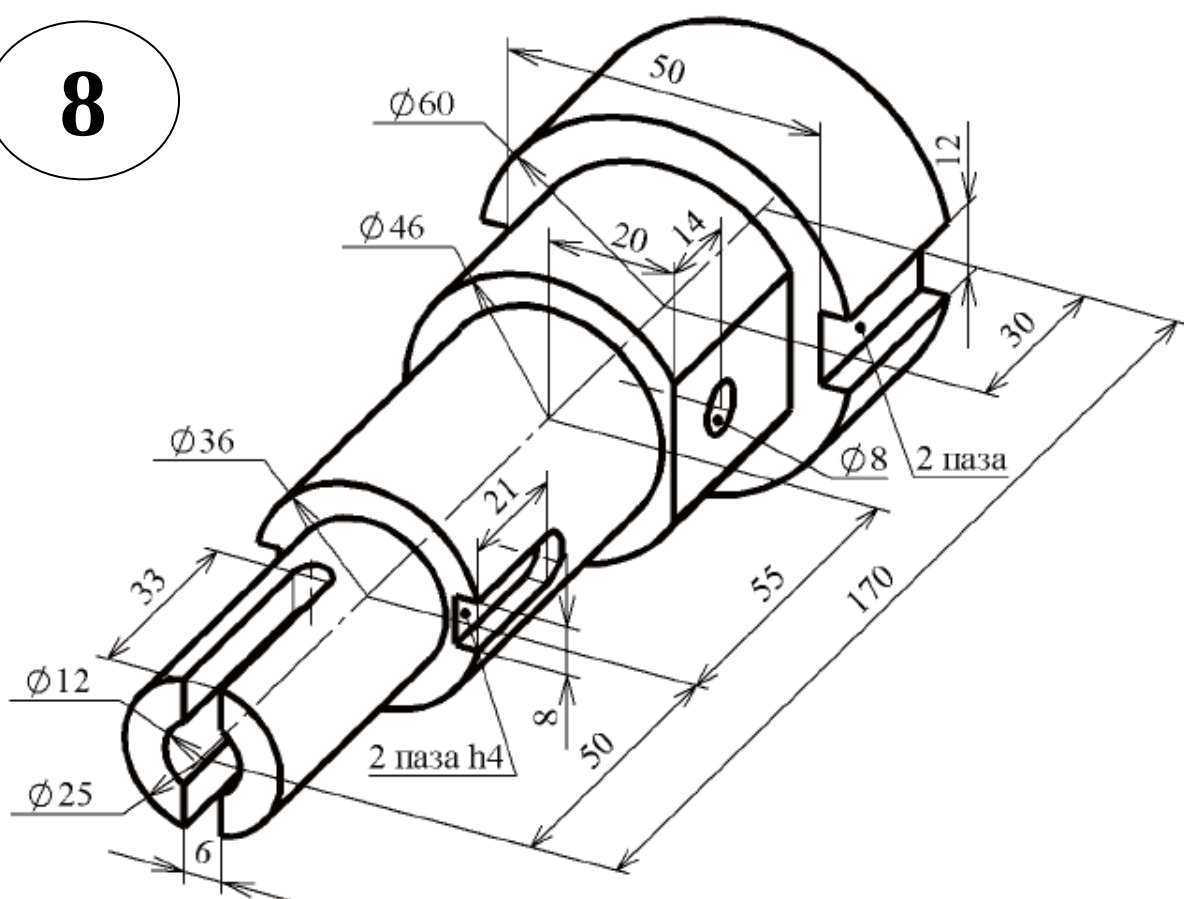


5

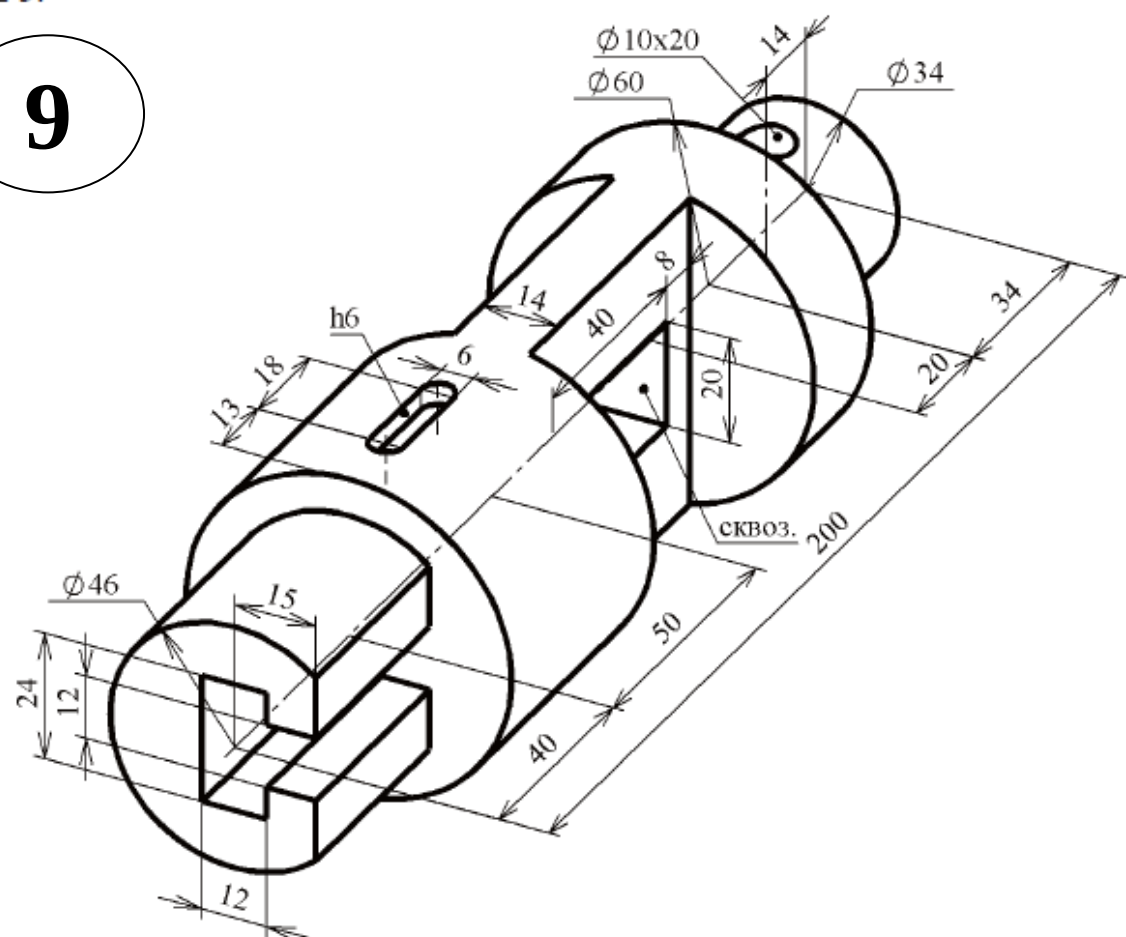


6

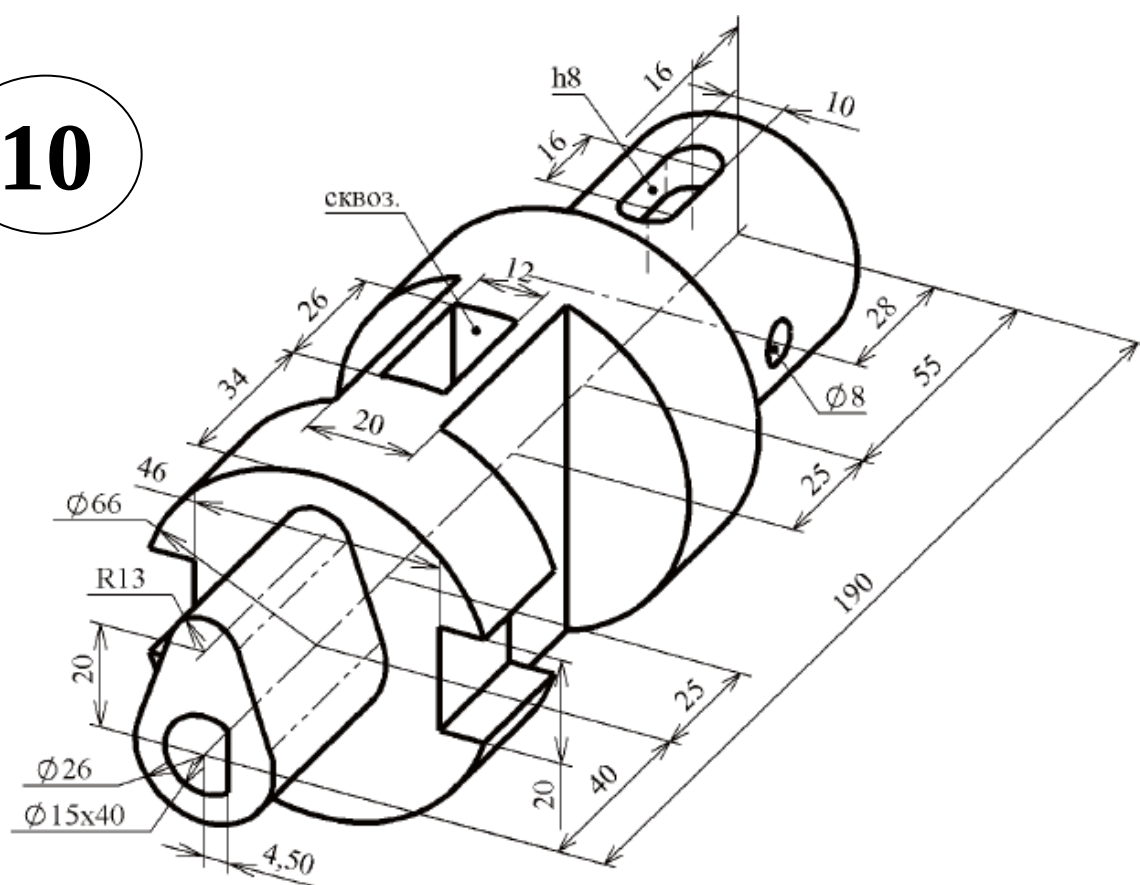




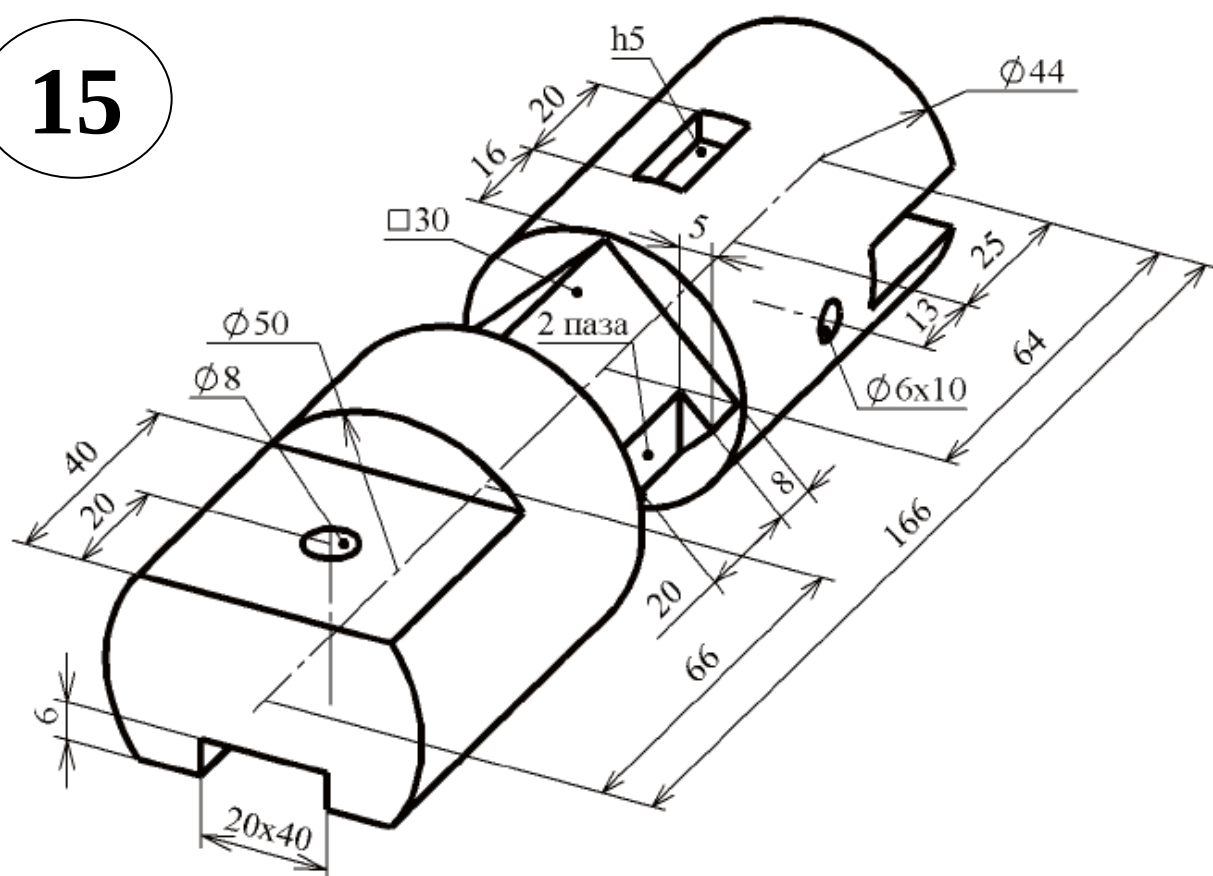
9



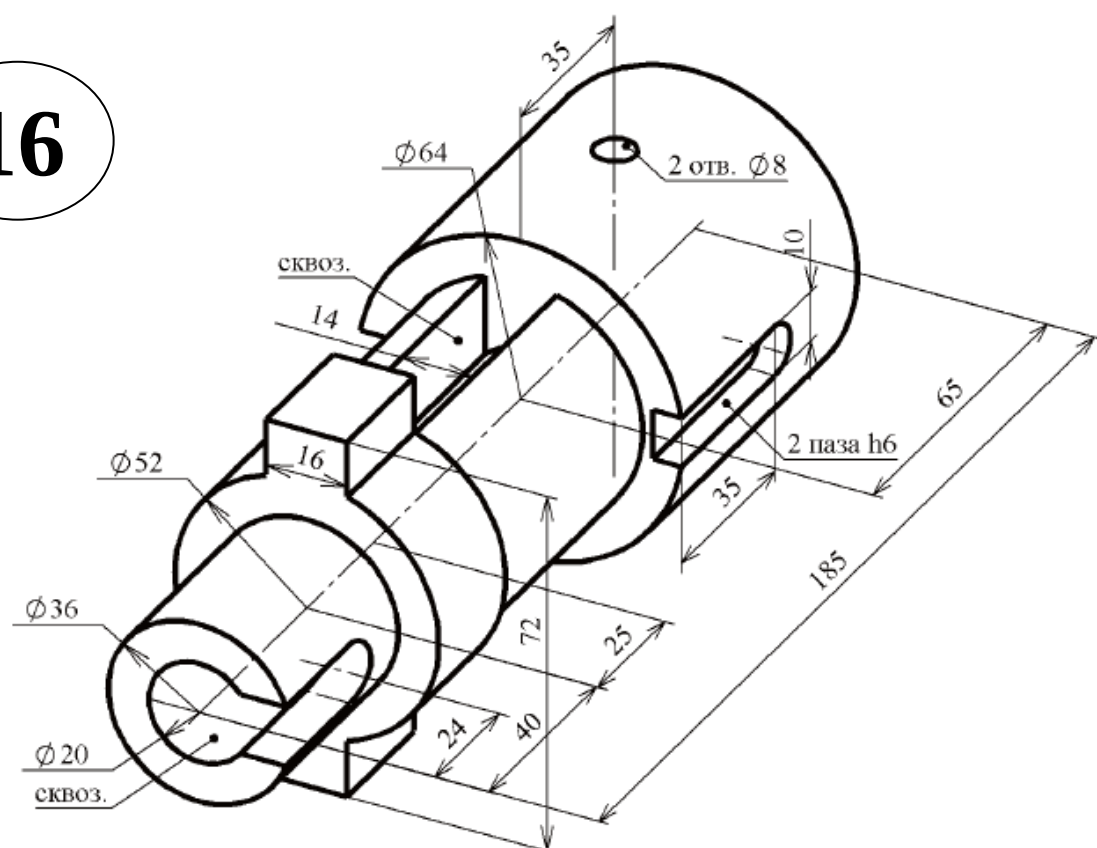
10



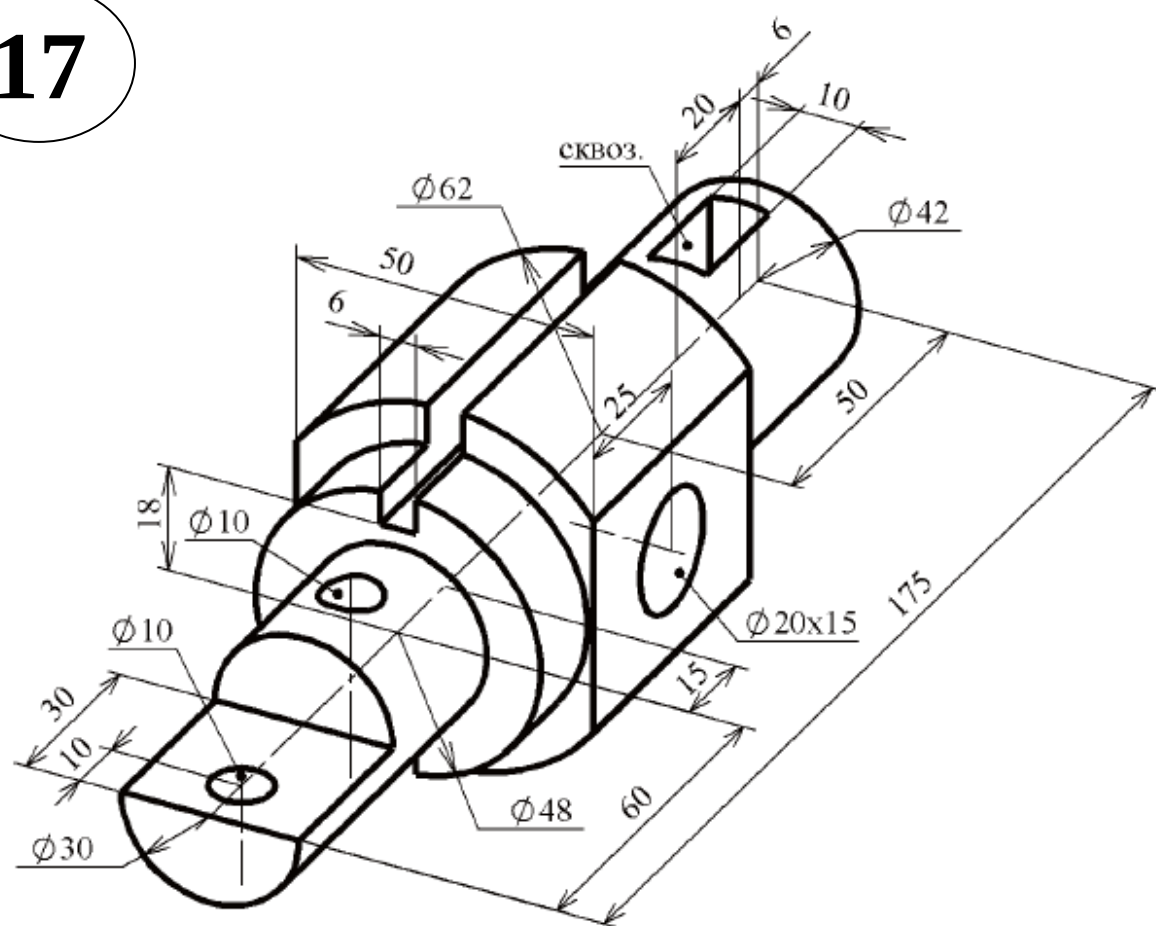
15



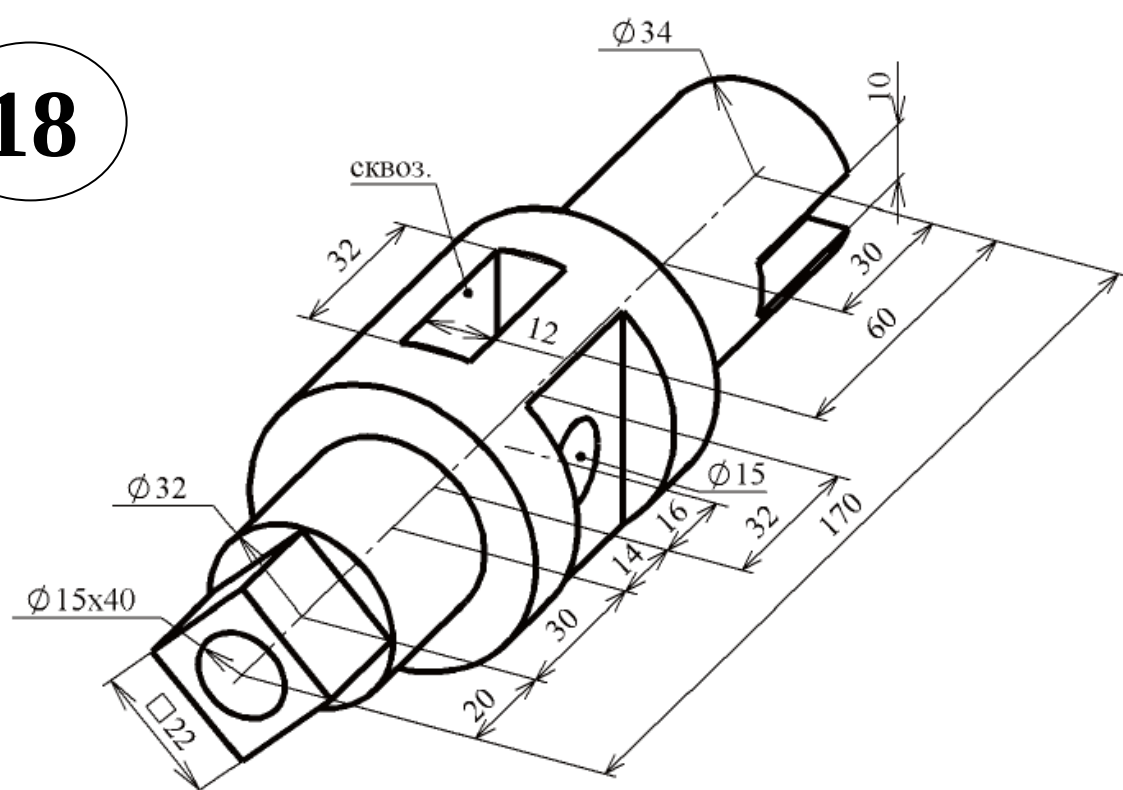
16



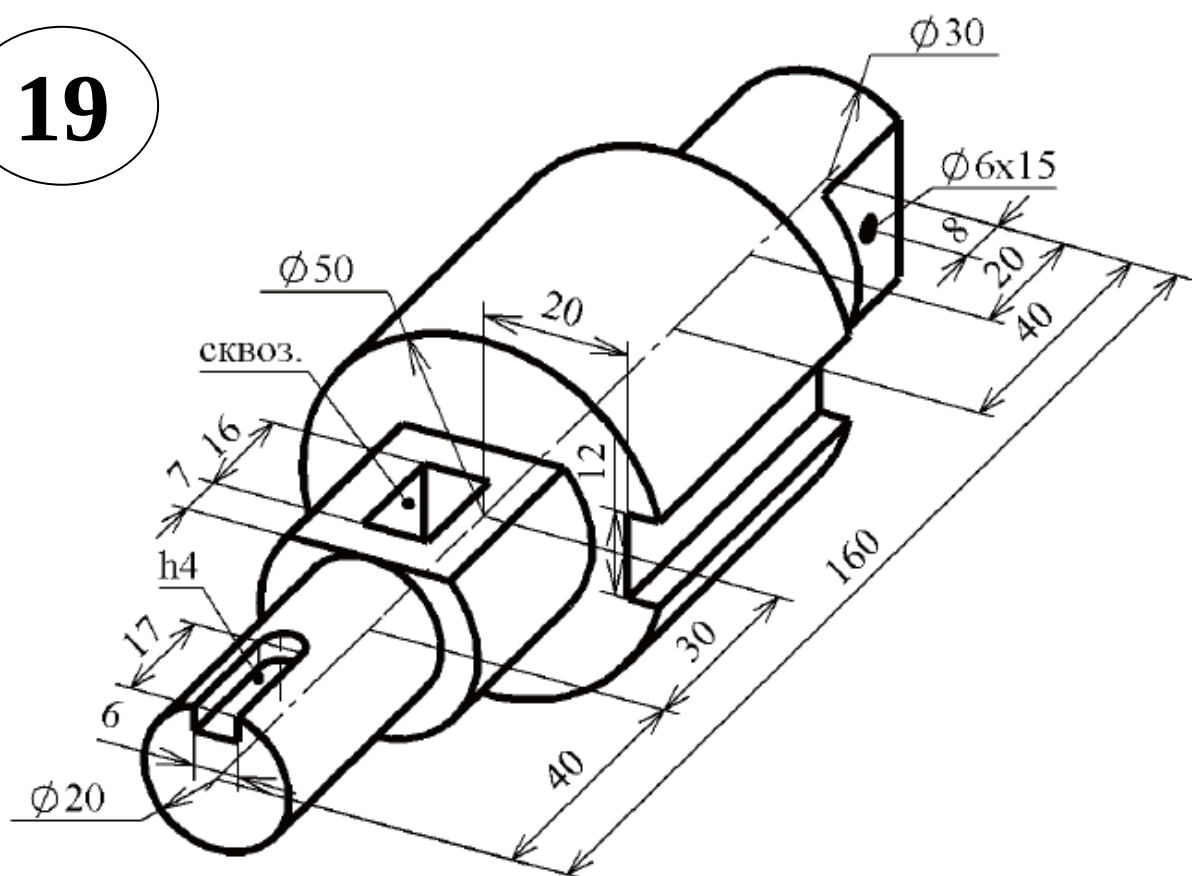
17



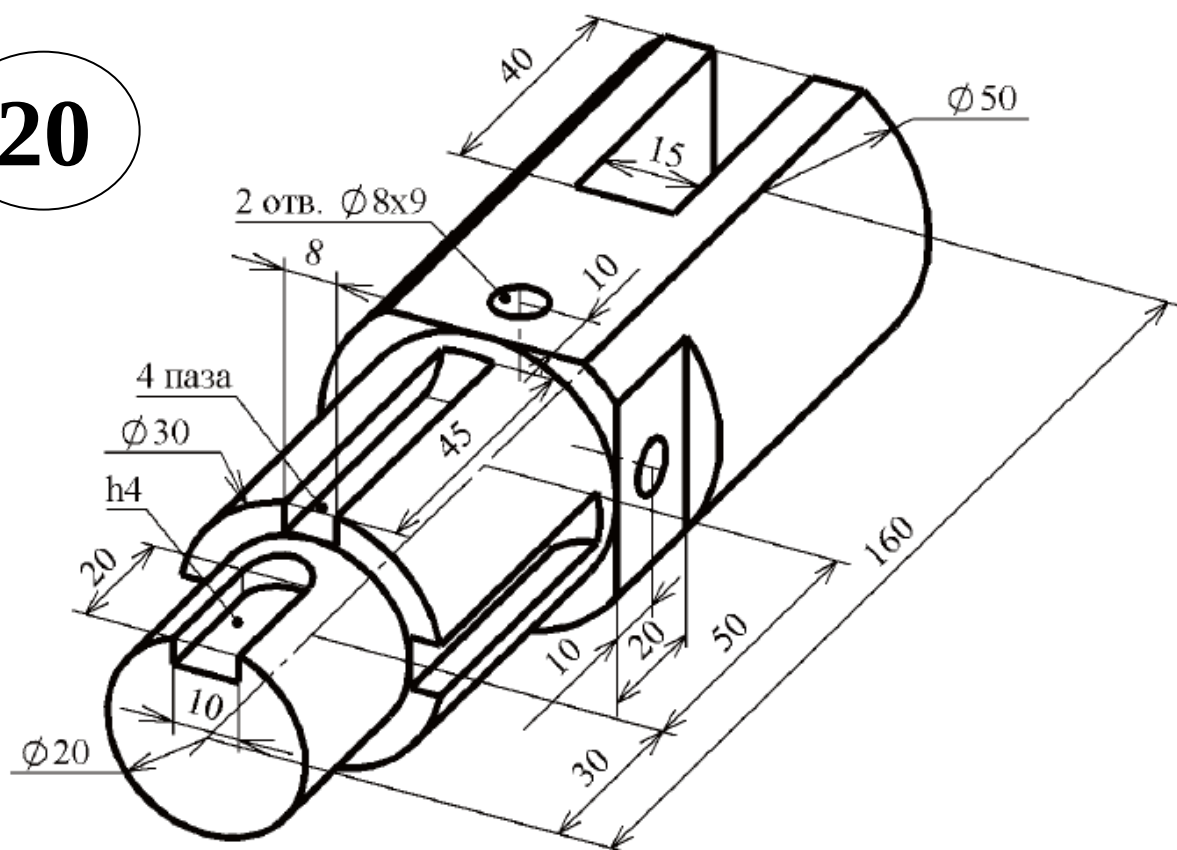
18



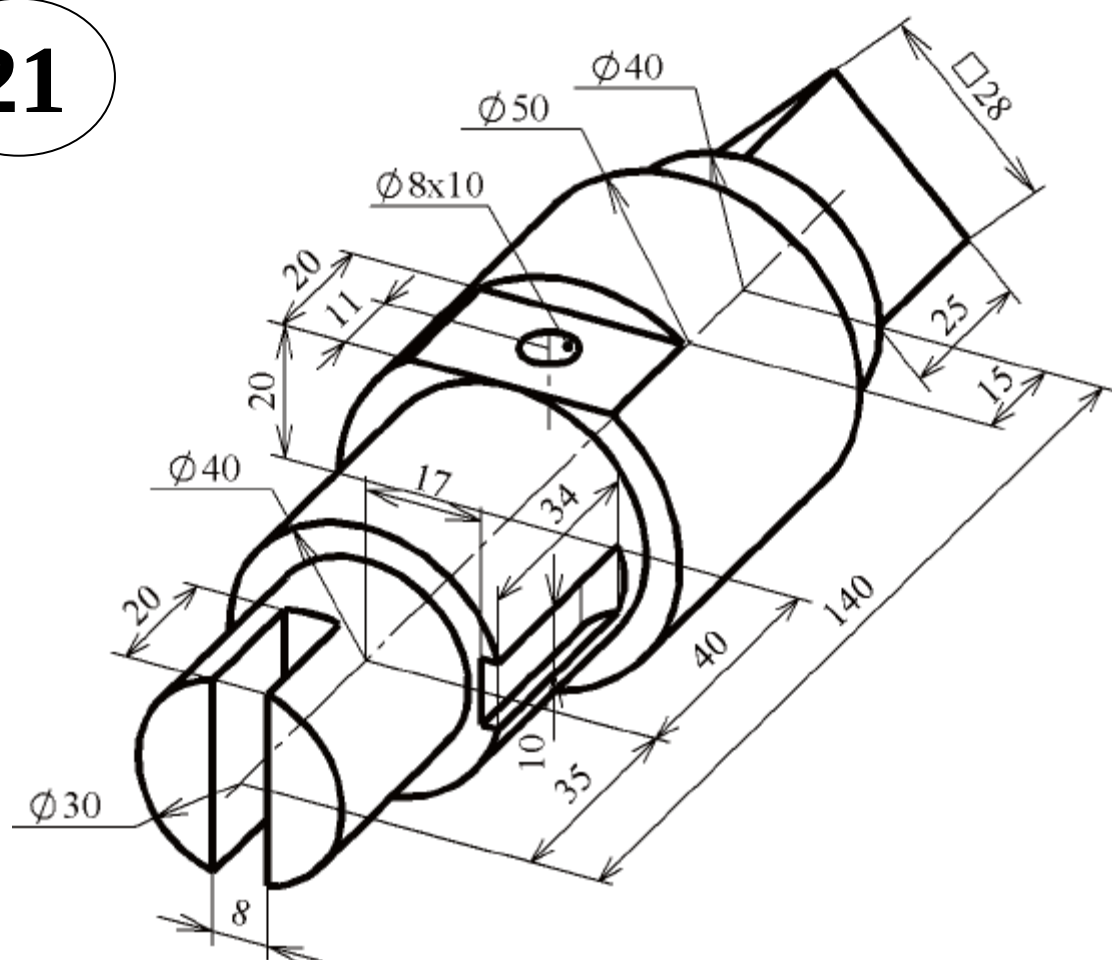
19



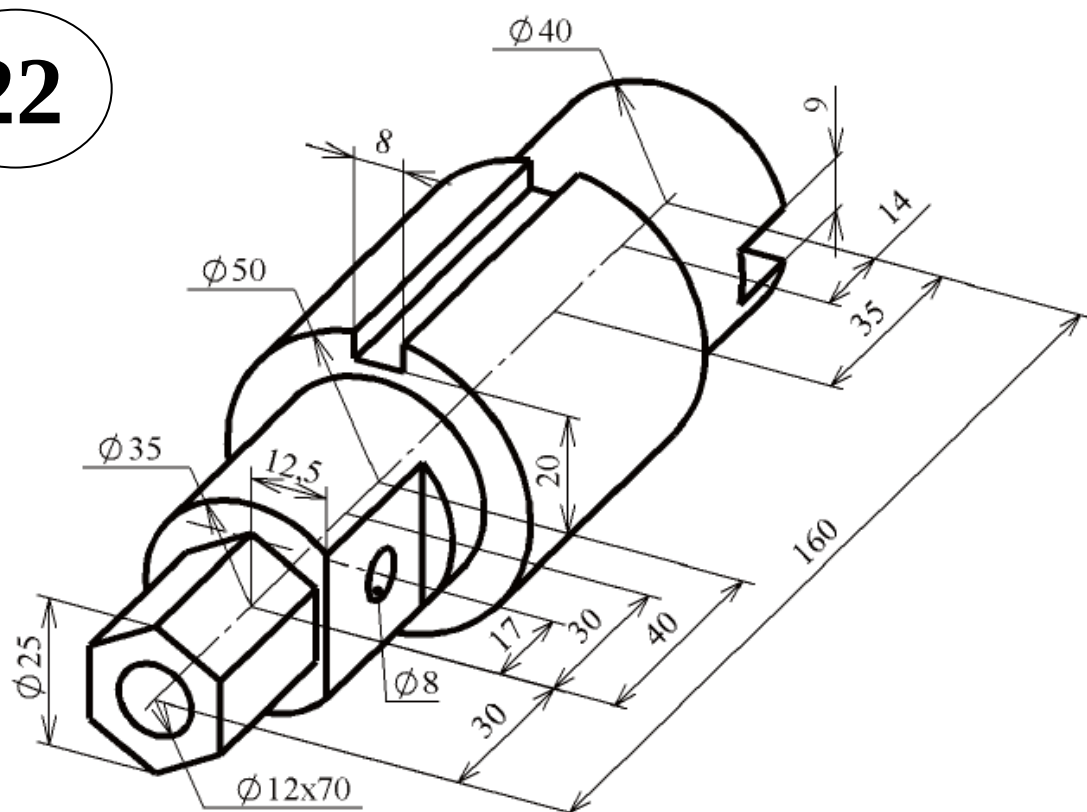
20



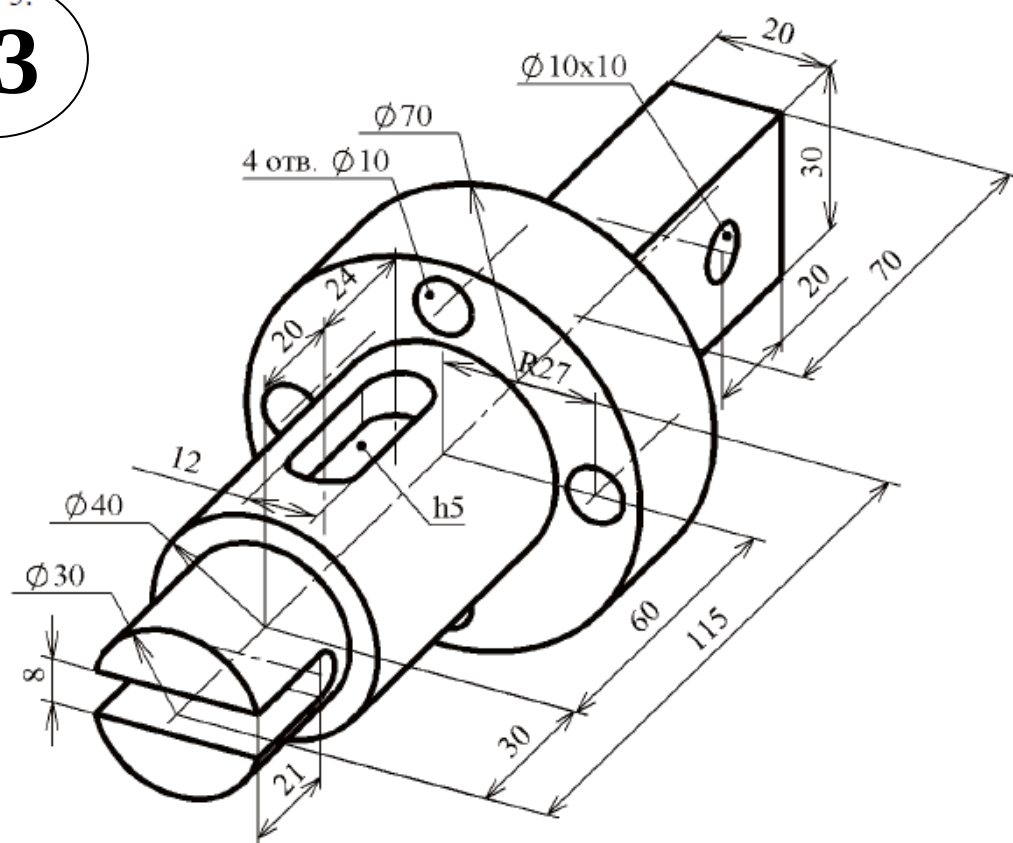
21



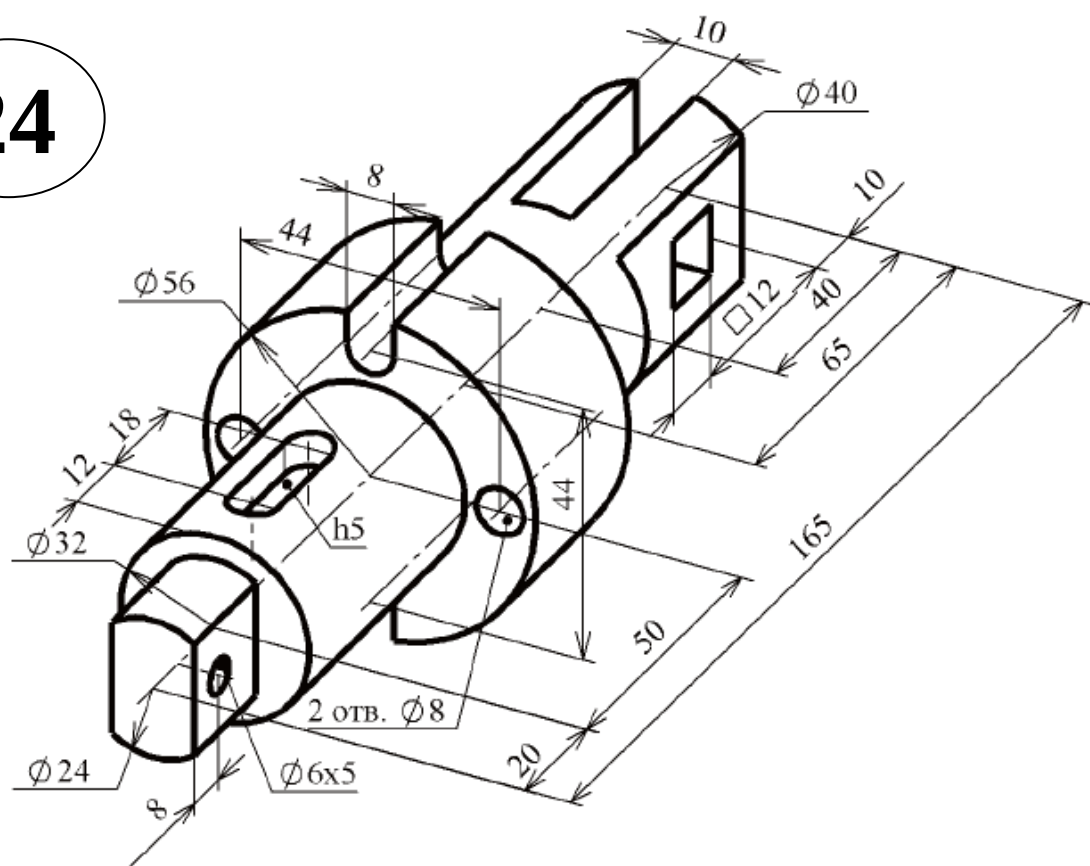
22



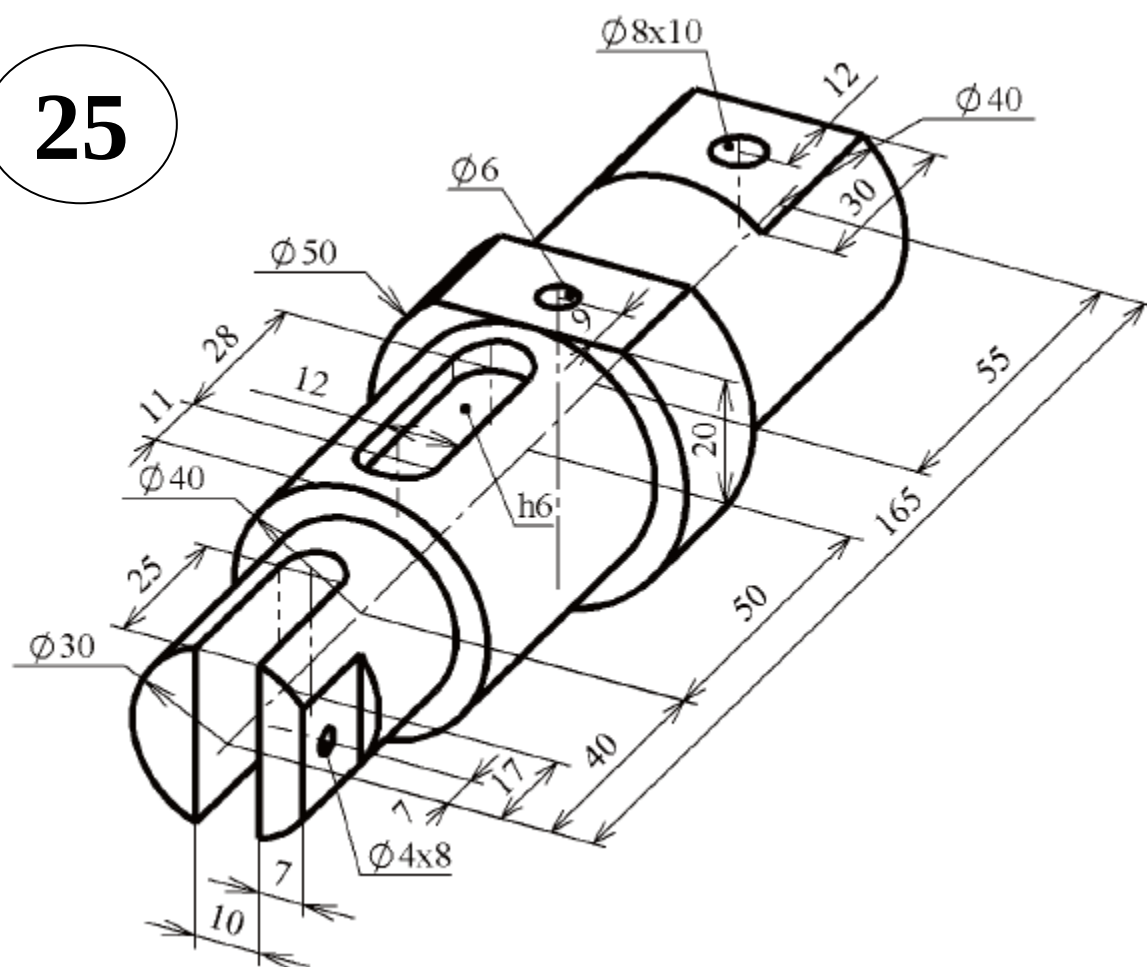
23



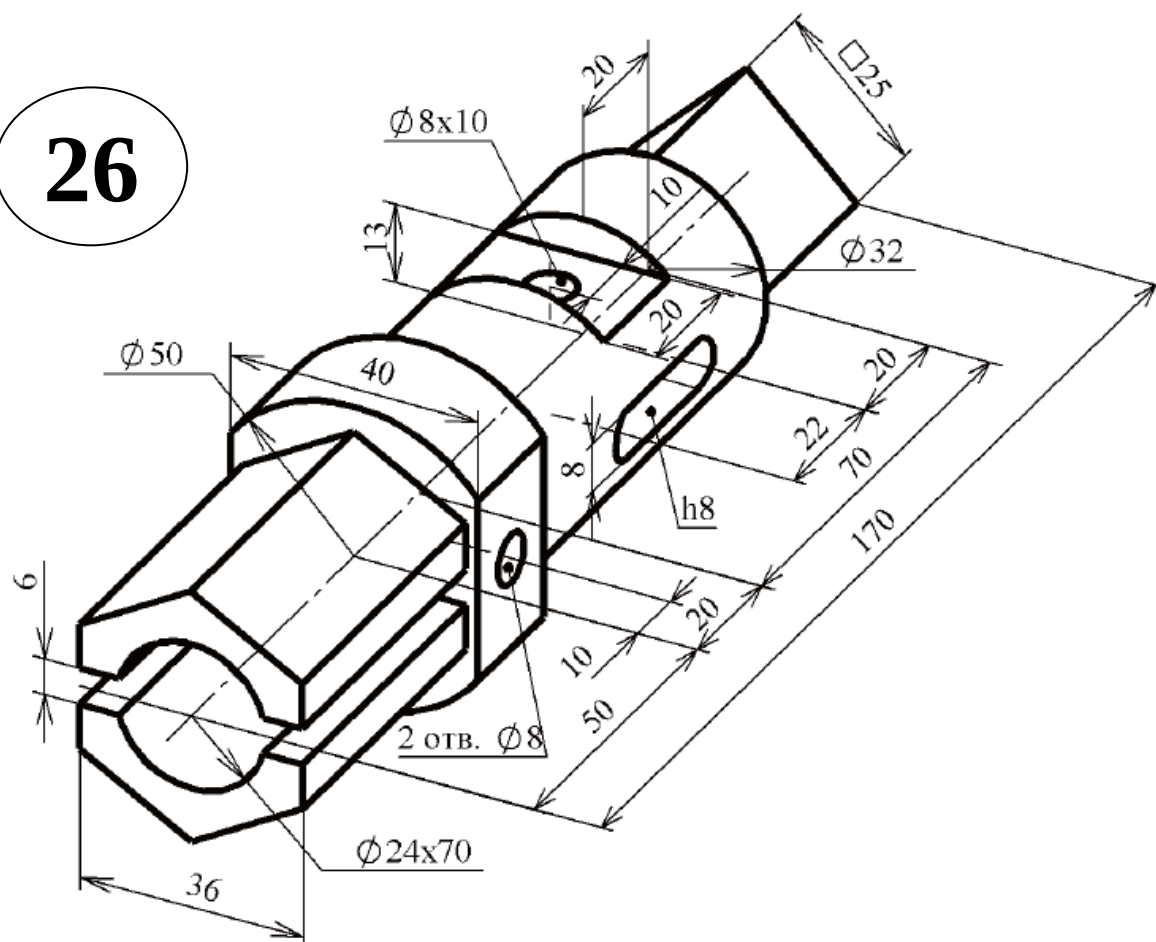
24



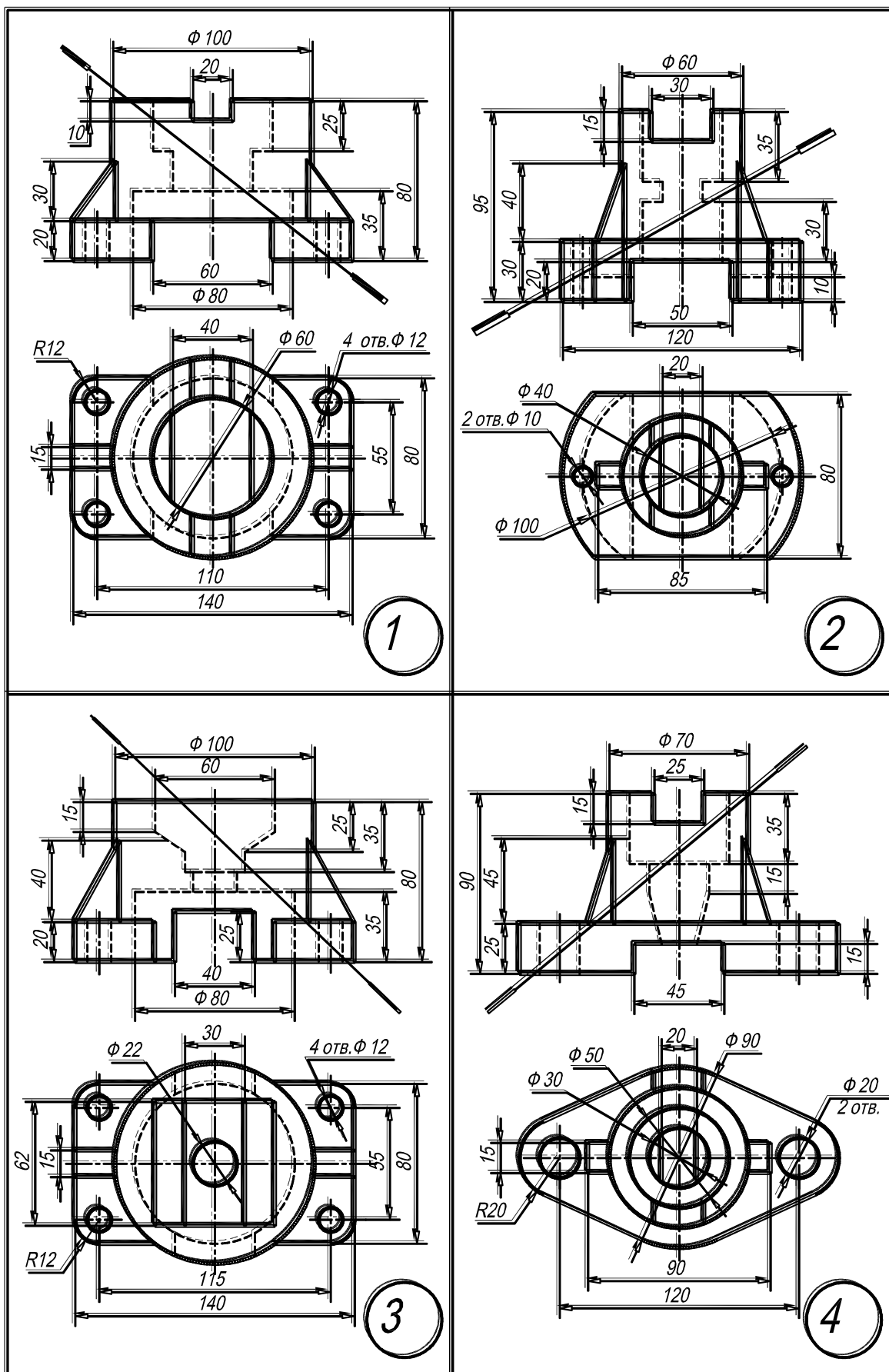
25

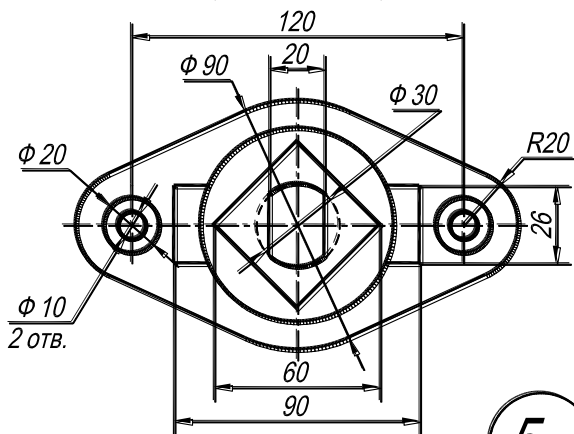
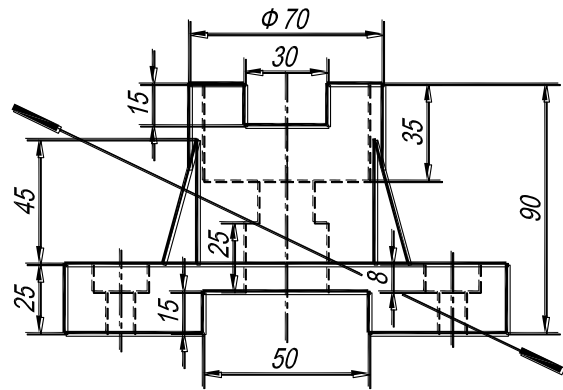


26

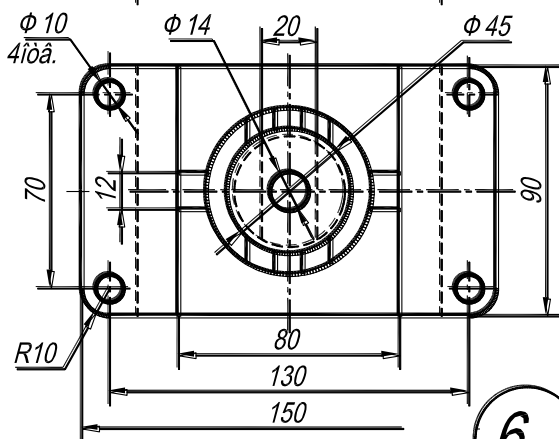
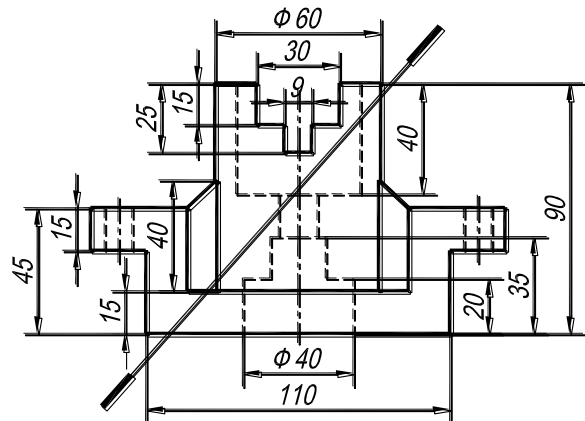


КОРПУС. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ПО ВАРИАНТАМ

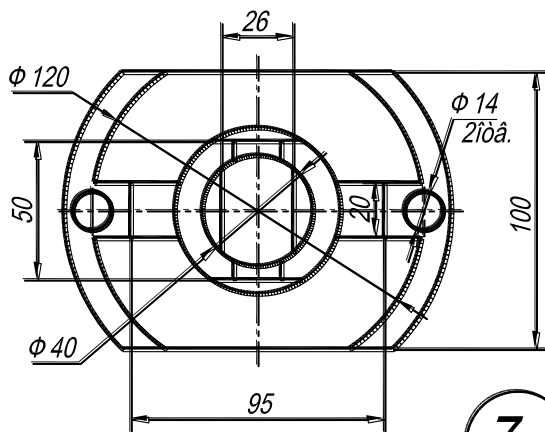
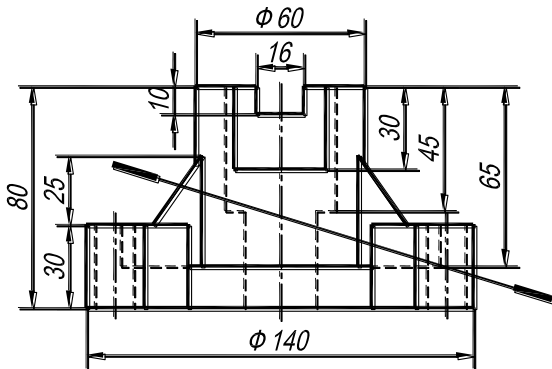




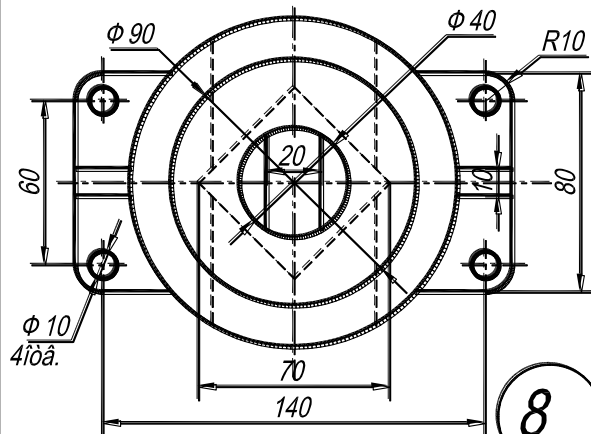
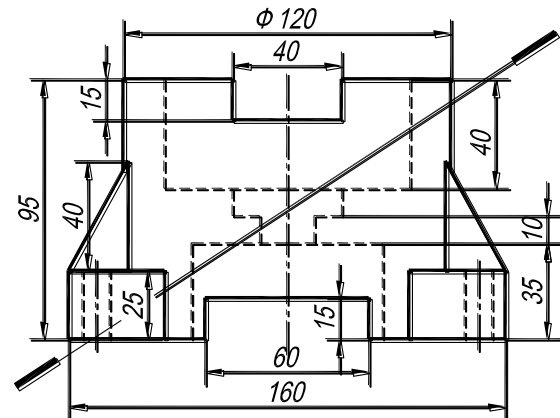
5



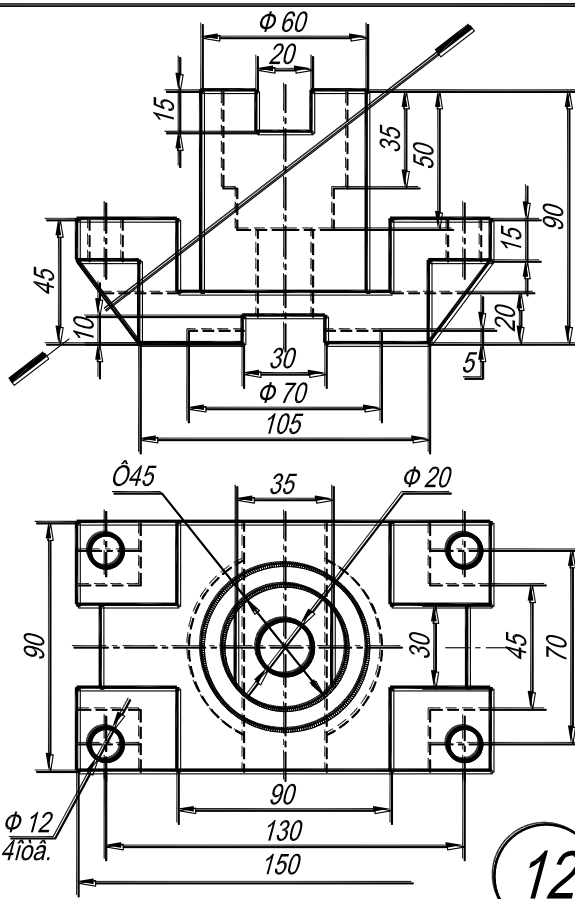
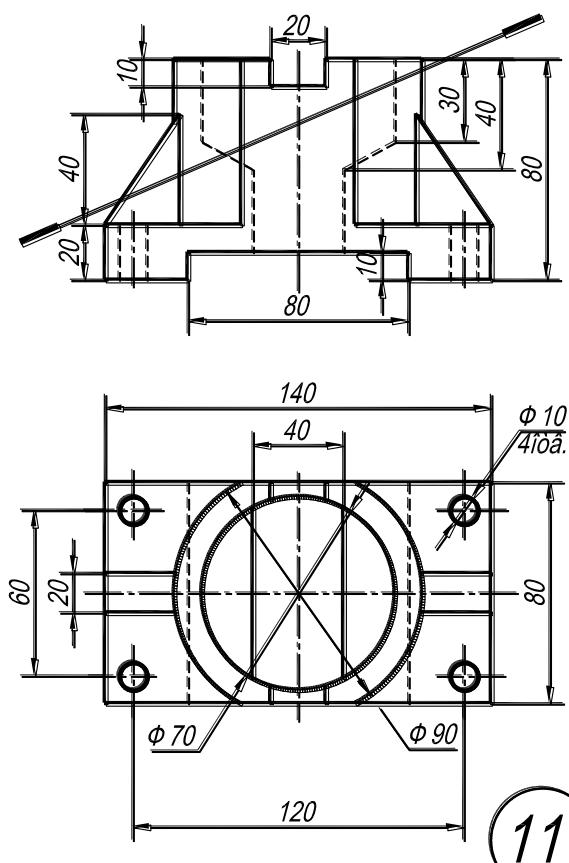
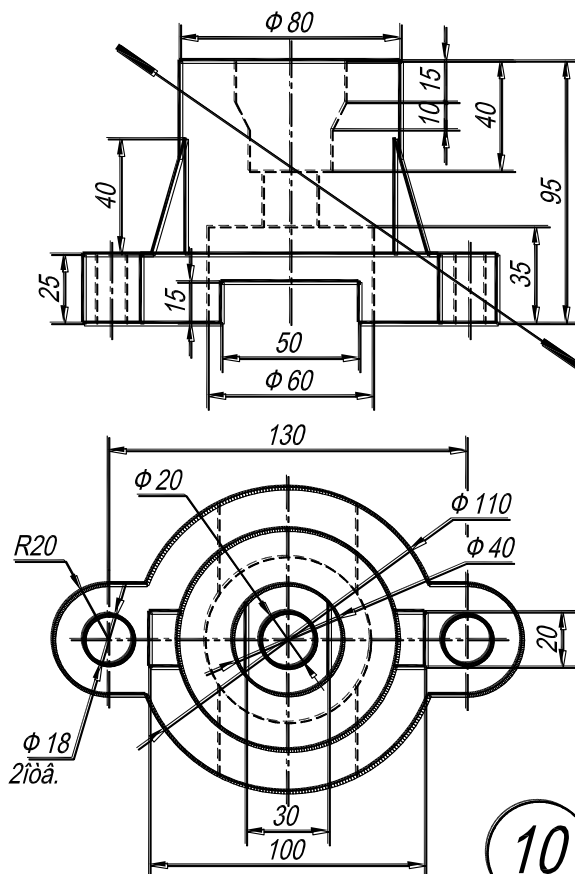
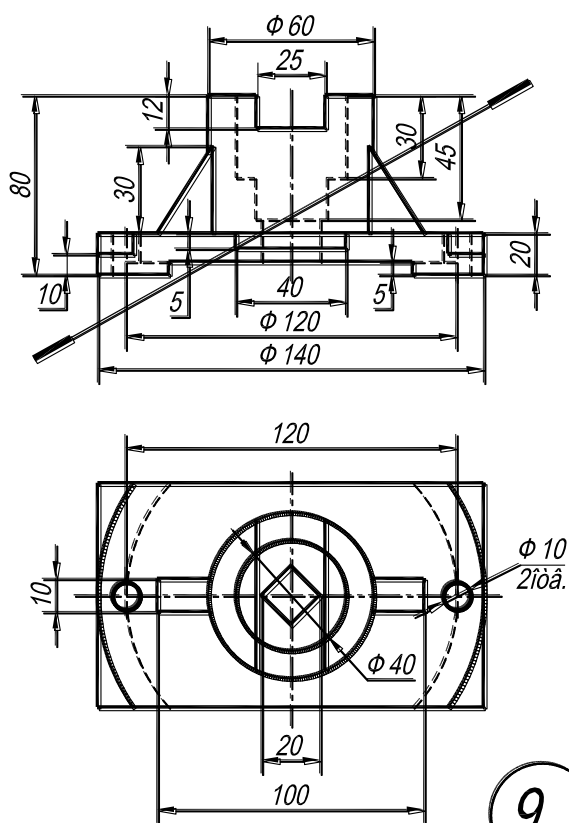
6

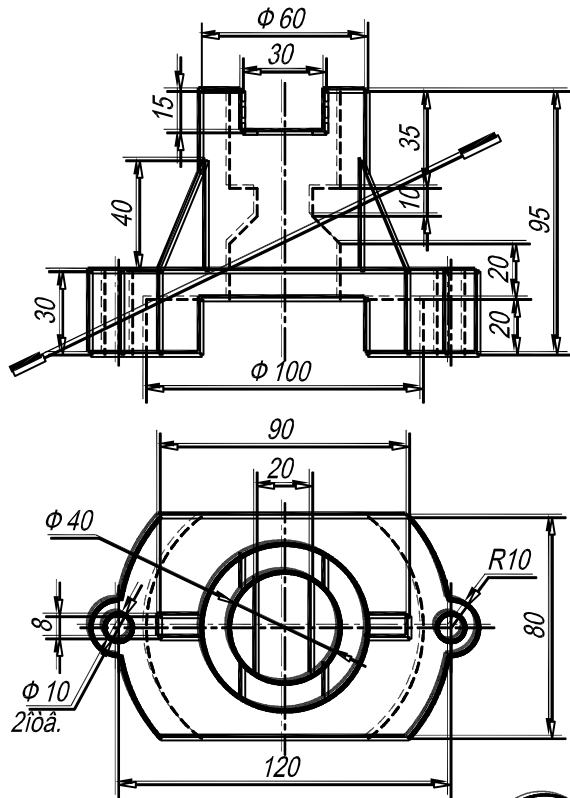


7

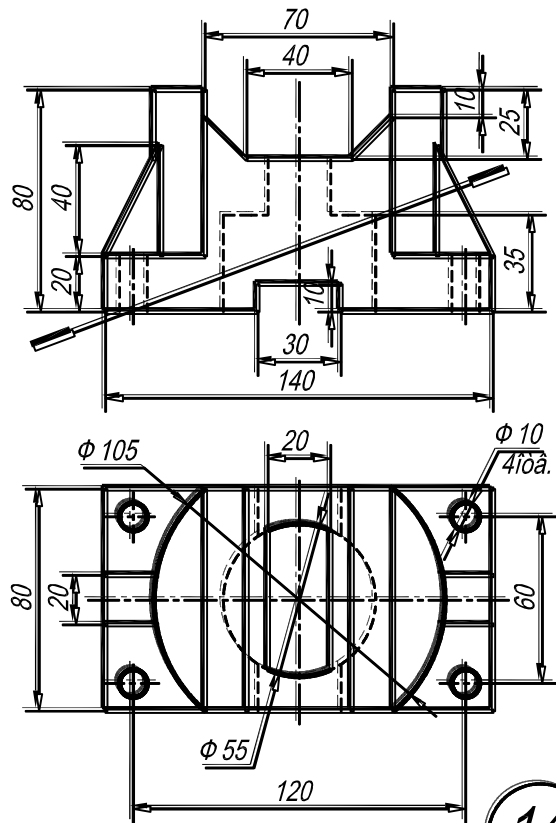


8

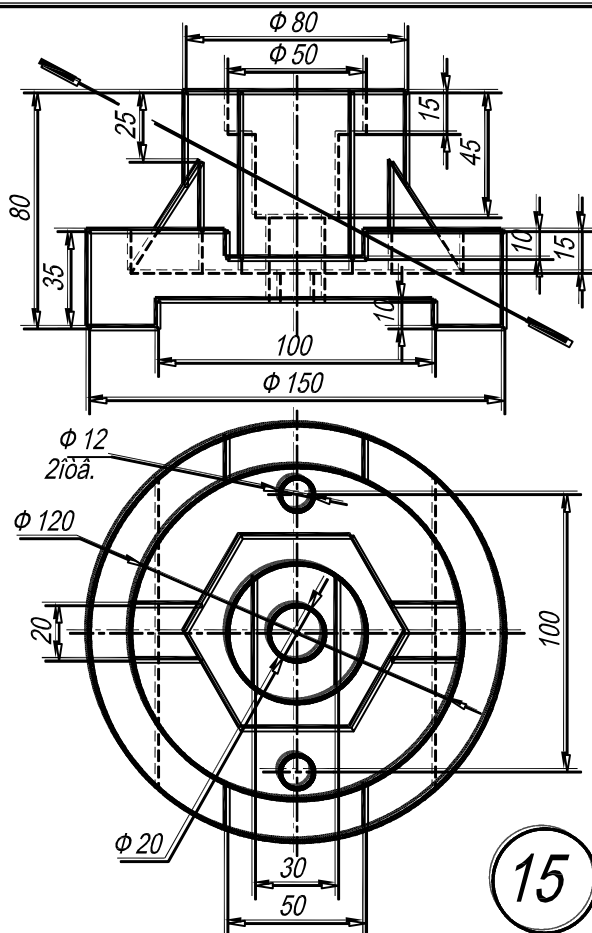




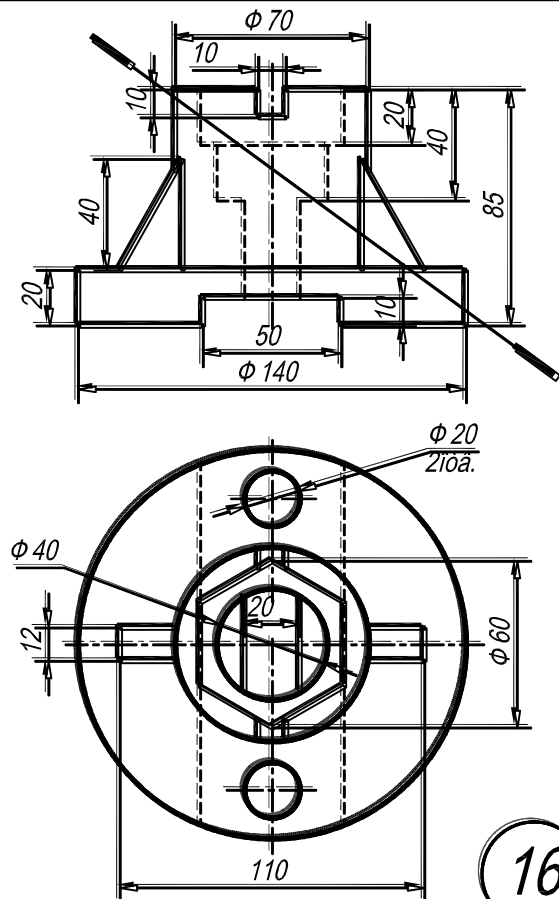
13



14



15



16

