



НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ И ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА

Часть 2

ЦИФРОВЫЕ ДВОЙНИКИ
ТЕХНИЧЕСКИХ ДЕТАЛЕЙ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ
И ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА**

Практикум

В двух частях

Часть 2

ЦИФРОВЫЕ ДВОЙНИКИ ТЕХНИЧЕСКИХ ДЕТАЛЕЙ

**Казань
2023**

УДК 514.18+744:62
ББК 22.151.34+30.11
НЗ6

Начертательная геометрия и инженерная графика : практикум : НЗ6 в 2 частях / составители: В. А. Рукавишников, Д. В. Хамитова, М. А. Прец. – Казань : КГЭУ, 2023.

Часть 2 : Цифровые двойники технических деталей. – 2023. – 35 с.

Содержит лабораторные работы по дисциплине «Начертательная геометрия и инженерная графика», способствующие освоению технологии создания конструкторской документации технических изделий на репродуктивном уровне и направленные на изучение правил оформления, хранения и передачи конструкторской документации в соответствии с нормативно-правовыми документами, входящими в состав Единой системы конструкторской документации.

Предназначено для обучающихся по образовательным программам технических направлений подготовки бакалавров.

УДК 514.18+744:62
ББК 22.151.34+30.11

ВВЕДЕНИЕ

Предметом дисциплины «Начертательная геометрия и инженерная графика» является изучение приемов и методов построения изображений пространственных форм на плоскости и способов решения задач геометрического характера по заданным изображениям этих форм. В число дисциплин, составляющих основу инженерного образования, входит начертательная геометрия и инженерная графика.

Включенные в практикум задания направлены на формирование способности выполнять в системе автоматизированного проектирования электронные модели технических деталей [4] и создавать на их основе цифровые чертежи, включающие виды, разрезы, сечения [2], размеры [3] и текстовую информацию [1].

Таким образом, лабораторные работы способствуют формированию у обучающихся способности:

- владеть технологией создания конструкторской документации технических изделий на репродуктивном уровне;
- уметь оформлять, хранить и передавать современную конструкторскую документацию в соответствии с ГОСТами ЕСКД;
- знать основные операции, используемые при создании конструкторской документации в системах автоматизированного проектирования.

Лабораторная работа № 1

СОЗДАНИЕ ЭЛЕКТРОННОЙ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДЕТАЛИ СО СКВОЗНЫМИ ОТВЕРСТИЯМИ

Цель работы: приобретение практических навыков создания электронных моделей технических деталей в системе автоматизированного проектирования.

Продолжительность лабораторной работы – 4 ч.

Задание на лабораторную работу

В соответствии с ГОСТ 2.056 [4] создайте электронную модель технической детали (прил. А).

Методические указания по выполнению лабораторной работы


В качестве примера выберем деталь под названием «Корпус» (рис. 1). Вид сверху выполнен тонкими линиями, при этом некоторые линии могут отсутствовать. Назначение этого вида – помочь обучающемуся разобраться в конструкции.

На рис. 1 представлены два изометрических вида: тонированный и каркасный.

Как правило, моделирование начинается с анализа форм, образующих данный объект. В данном случае основа объекта – полушар.

Для «удобства» изменим некоторые размеры. Радиус шара примем равным 30 мм. С высоты 70 мм на полушар спускается призма, в основании которой квадрат. Кроме того, имеются вертикальное отверстие диаметром 25 мм и два фронтальных призматических выреза.

Построим вначале образующие тело элементы. Первое тело – базовый элемент, к которому можно затем добавлять другие элементы. На втором этапе выполним отверстие и вырезы.

Начнем построение технической детали с «полушара». Откроем среду «Деталь» . В окне параметры зададим обозначение документа (КИГ.12.32.00) и наименование изделия (Корпус), а также формат чертежа (А3) (рис. 2).

Завершим задание параметров документа нажатием кнопок  .

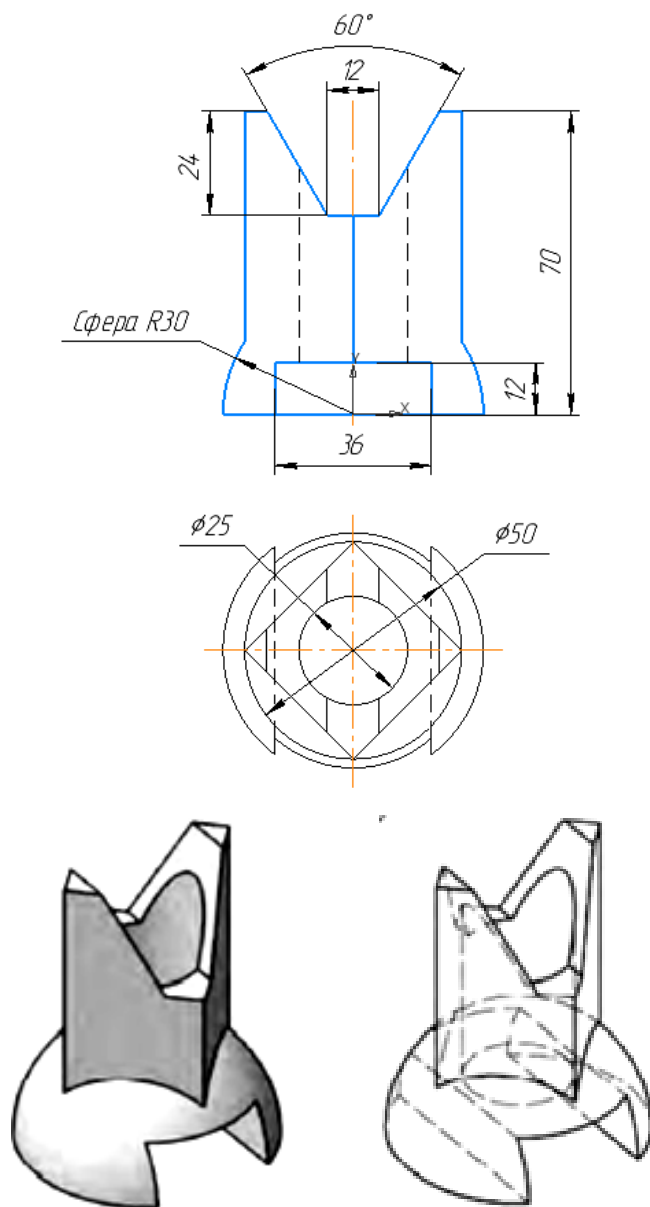
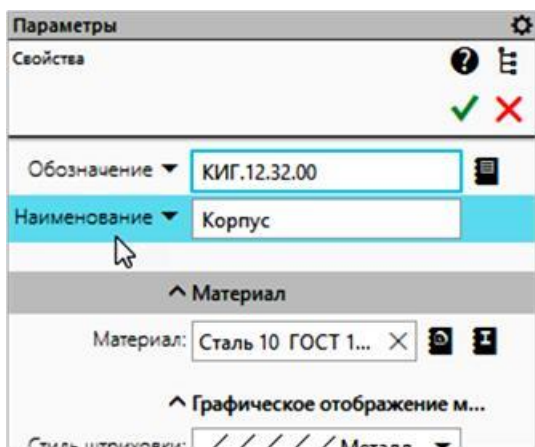




Рис. 1



^ Список свойств		
Свойство	Значение	Едини
Материал	Сталь 10 ГОСТ 1050-2013	-
Масса	0	кг
Раздел специф...		-
Форматы лист...	A3	-
Примечание		-

Рис. 2

Построим эскиз для создания половинки шара. Для этого нажмем кнопку «Создать эскиз»  и выберем фронтальную плоскость (обозначена красным цветом на рис. 3).

Нажмем кнопку «Окружность»  «Окружность» и построим ее, как показано на рис. 4.

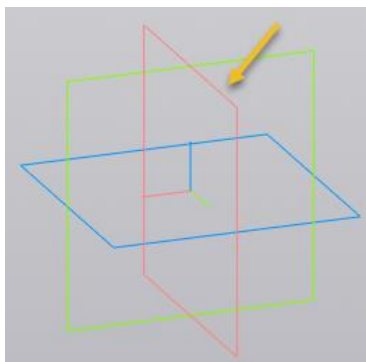


Рис. 3

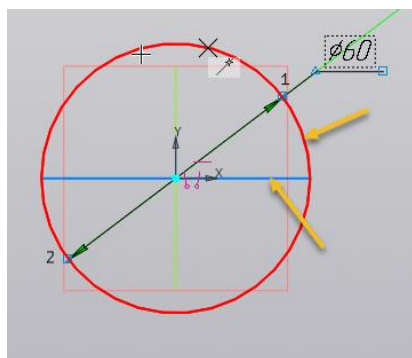



Рис. 4

Проведем вертикальную и горизонтальную диаметральные линии, с помощью команды «Усечь кривую»  «Усечь кривую» уберем части линии окружности (рис. 5).

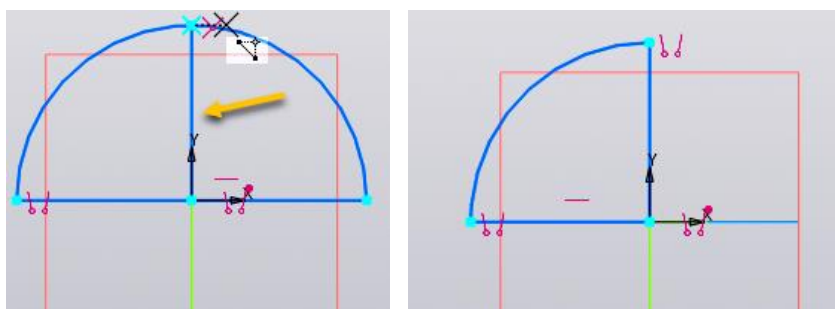


Рис. 5

Преобразуем вертикальную линию в осевую (рис. 6).

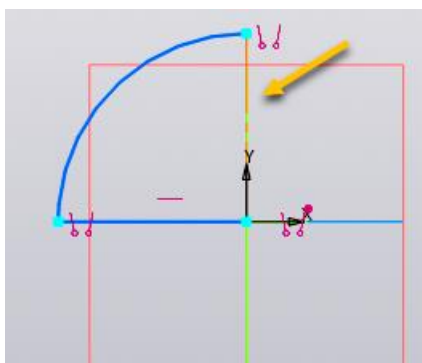

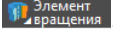


Рис. 6

Нажмем кнопку  для завершения построения эскиза.
Выберем команду . Модель примет вид как на рис. 7.

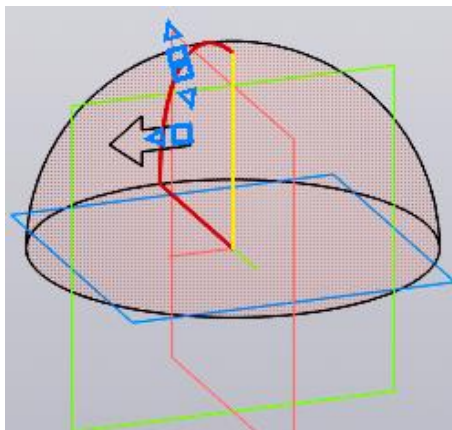




Рис. 7

В окне «Параметры» установим параметры, как показано на рис. 8.
Для завершения построения полушара нажмем кнопки  .

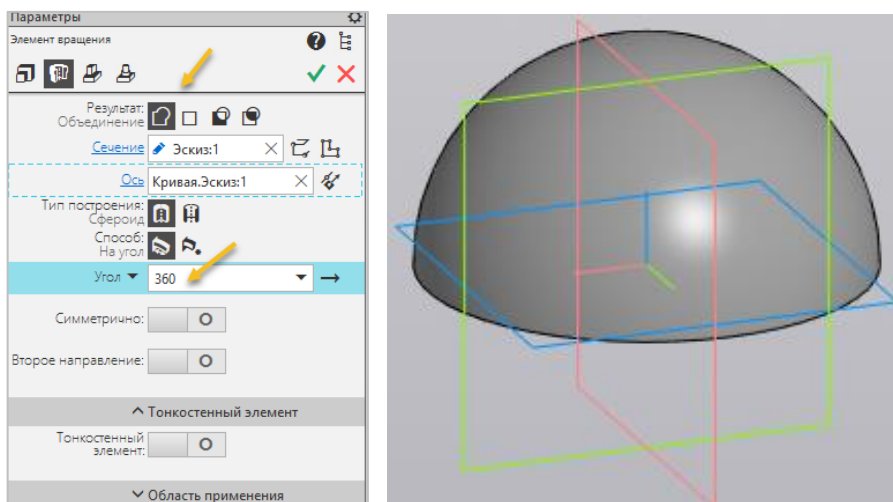




Рис. 8

Для построения призмы сначала построим дополнительную рабочую плоскость с помощью команды «Смещенная плоскость»  на высоте 70 мм. В качестве исходной плоскости выберем горизонтальную плоскость координат как показано на рис. 9.

Нажмем кнопку «Создать эскиз»  и выберем уже созданную дополнительную плоскость (рис. 10).

Выберем команду «Многоугольник»  и построим квадрат с диагональю 50 мм (рис. 11).

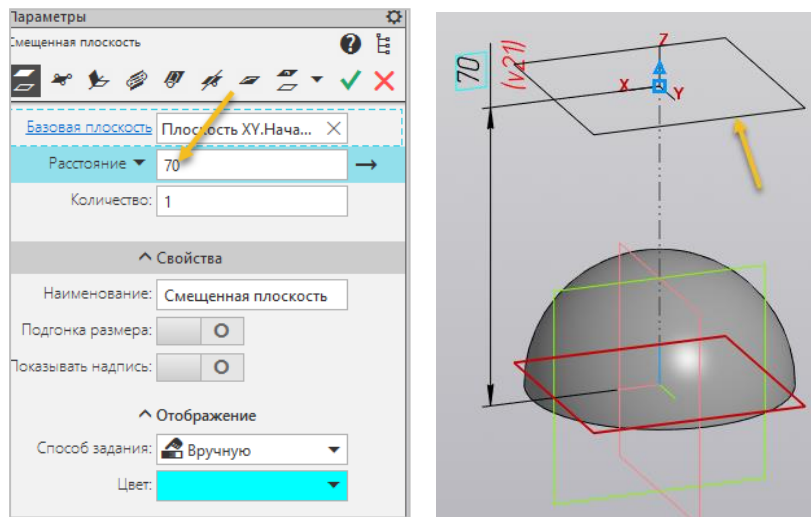


Рис. 9

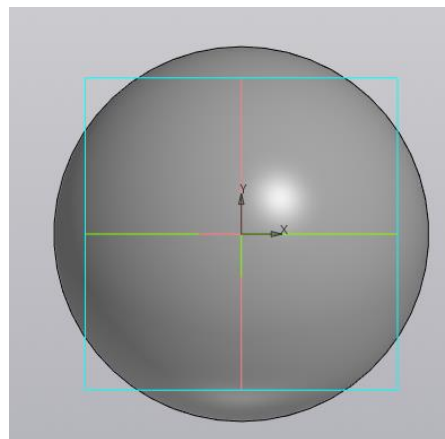


Рис. 10

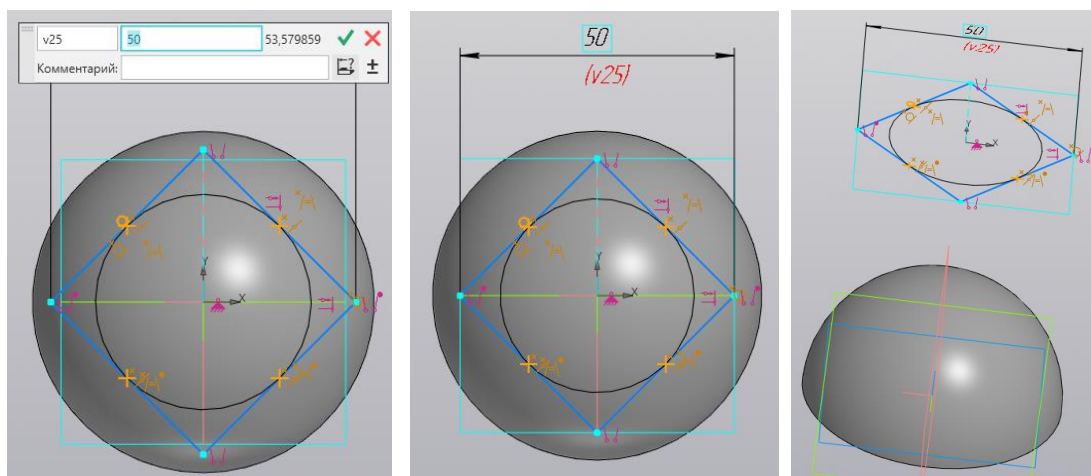
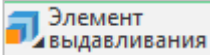




Рис. 11

Нажмем кнопку  для завершения построения эскиза.

Выберем команду  «Элемент выдавливания» и установим параметры «До ближайшей поверхности» , и если направление выдавливания вверх (рис. 12), нажмем

кнопку «Изменить направление»  .

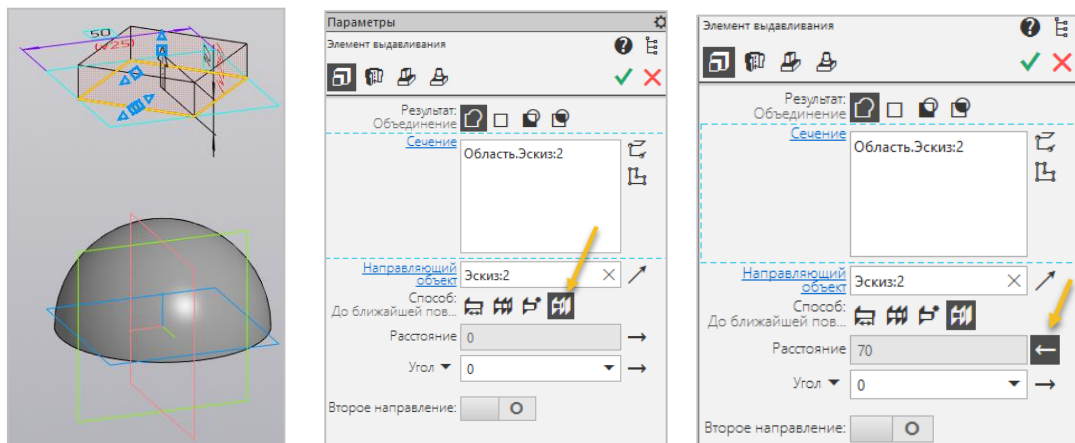




Рис. 12

Для завершения построения полушара нажмем кнопки  . Модель примет вид, как на рис. 13.

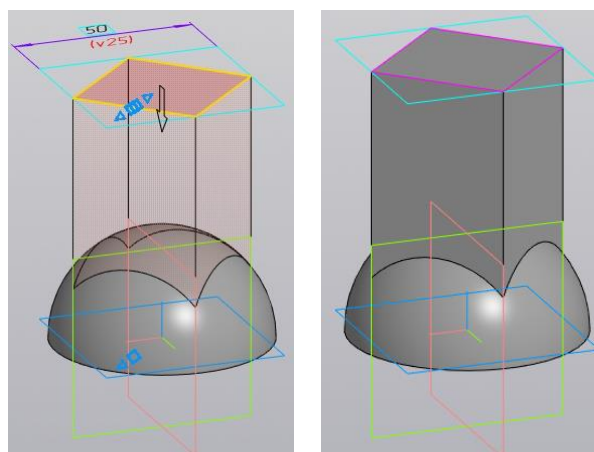

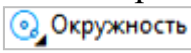


Рис. 13

Построим сквозное центральное отверстие диаметром 20 мм. Нажмем кнопку «Создать эскиз»  и выберем либо уже созданную дополнительную плоскость, либо верхнюю грань призмы (см. рис. 9). Нажмем кнопку «Окружность»  и построим окружность диаметром 25 мм, как на рис. 14.

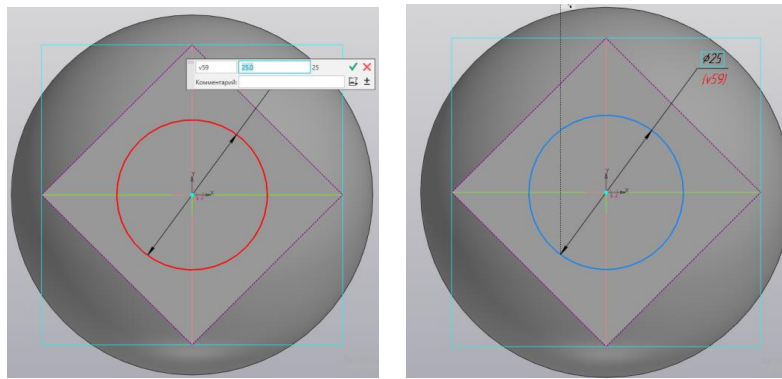
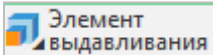





Рис. 14

Нажмем кнопку  для завершения построения эскиза.

Выберем команду «Элемент выдавливания»  и окружность, в окне «Параметры» укажем «Через все»  и «Вычитание» , а также сменим направление вычитания «Смена направления»  (рис. 15).

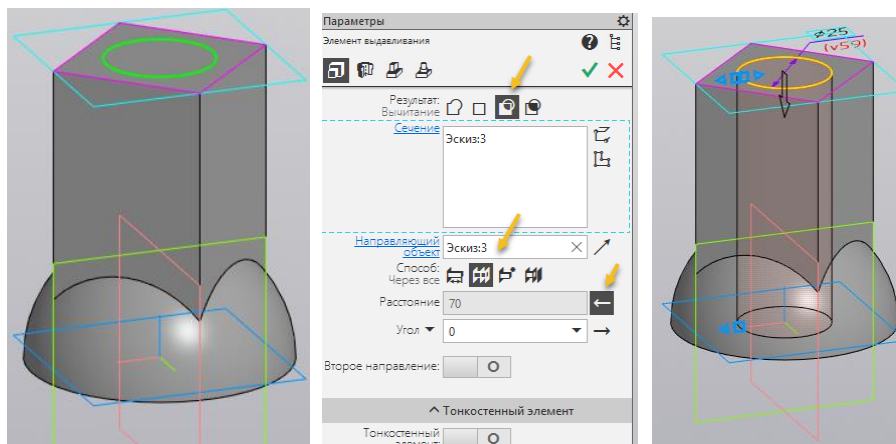




Рис. 15. Задание параметров отверстия

Для завершения построения полушара нажмем кнопки  . Модель примет вид, как на рис. 16.

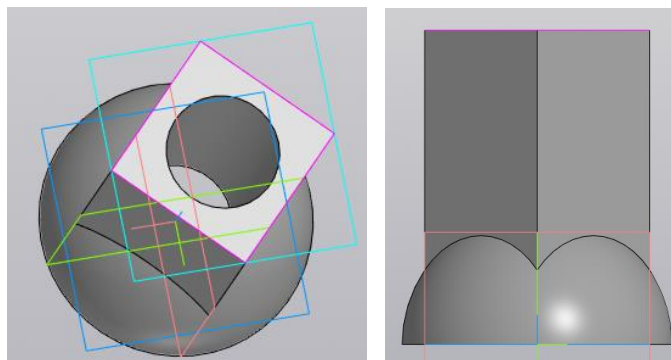



Рис. 16

Построим сквозной призматический вырез с прямоугольным сечением. Нажмем кнопку «Создать эскиз»  и выберем фронтальную плоскость для построения эскиза (рис. 17).

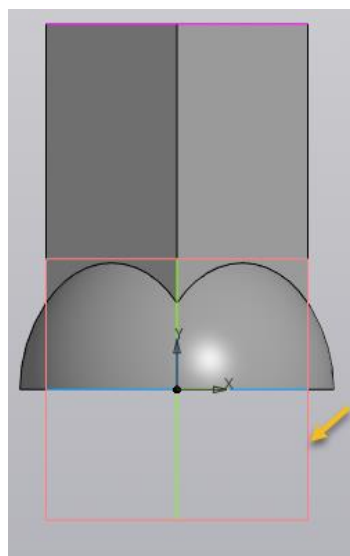
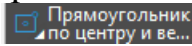


Рис. 17

Для построения эскиза воспользуемся командой «Прямоугольник по центру ...» . В качестве центральной точки выберем начало координат и зададим прямоугольник (рис. 18).

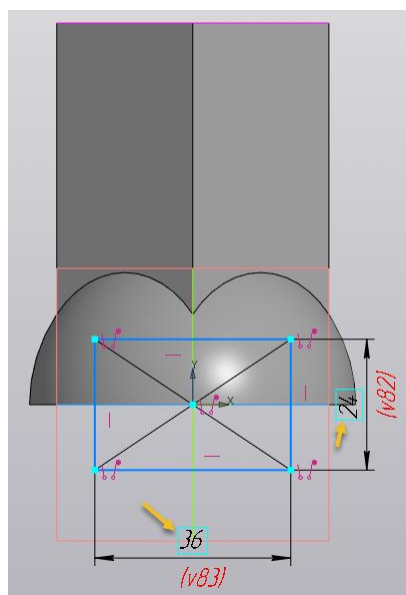
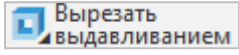




Рис. 18

Нажмем кнопку  для завершения построения эскиза.

Выберем команду «Вырезать выдавливанием»  и зададим параметры выдавливания («Вычитание» , «На расстояние» , «Расстояние», «Симметрично»), как на рис. 19.

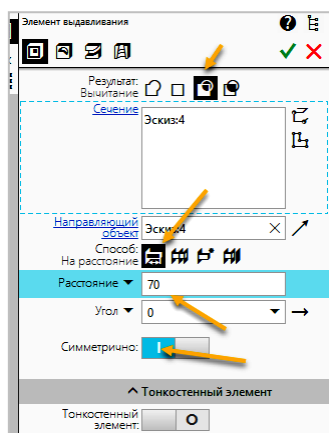




Рис. 19

Для завершения построения прямоугольного выреза нажмем кнопки  . Модель примет вид как на рис. 20.

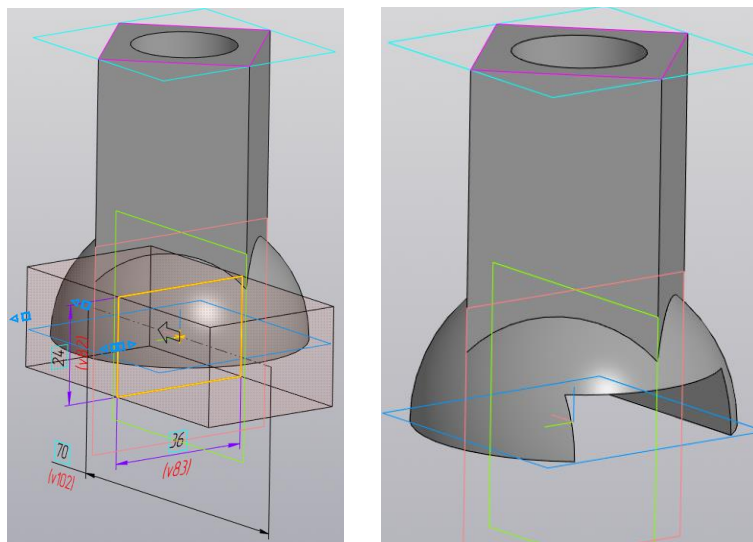




Рис. 20

Построим сквозной призматический вырез с трапециевидальным сечением. Нажмем кнопку «Создать эскиз»  и выберем фронтальную плоскость для построения эскиза.

Построим трапецию, а затем с помощью размеров определим её геометрию. Используем команду «Выравнивание»  и замкнем контур трапеции (рис. 21).

Нажмем кнопку  для завершения построения эскиза.

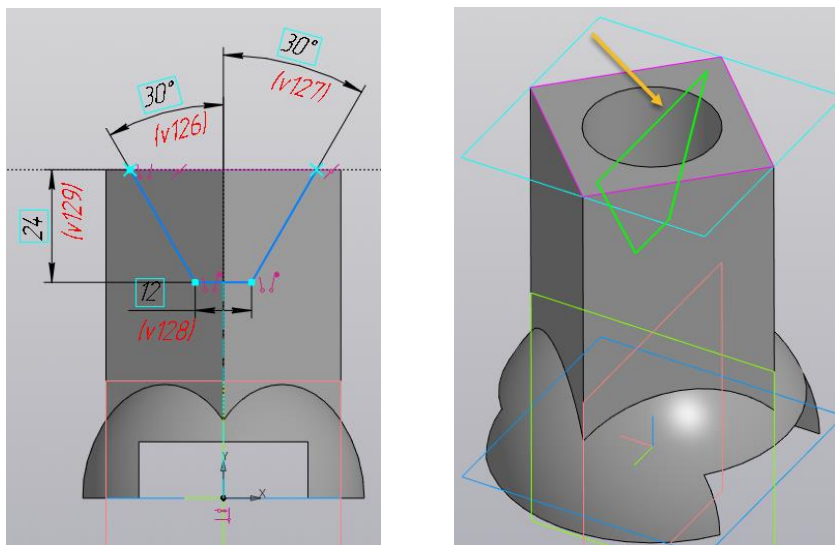
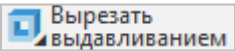




Рис. 21

Выберем команду «Вырезать выдавливанием»  и зададим параметры выдавливания («Вычитание» , «На расстояние» , «Расстояние», «Симметрично»), как на рис. 22.

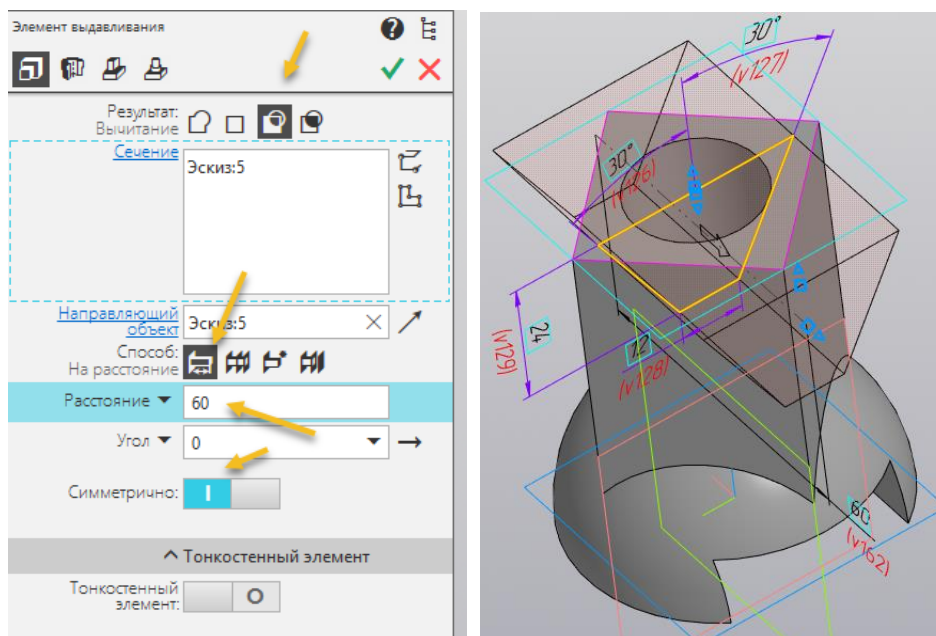




Рис. 22

Для завершения построения отверстия нажмем кнопки  . Модель примет вид, как на рис. 23.

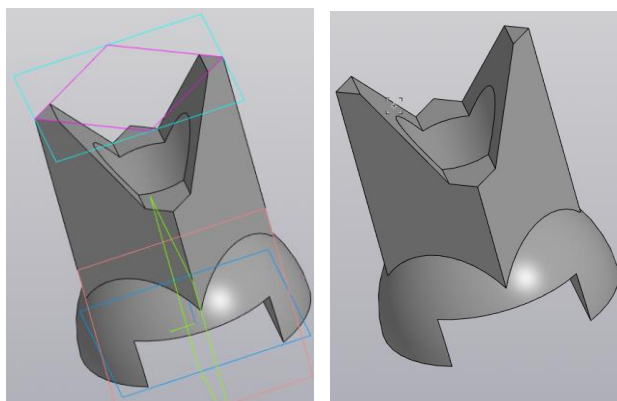


Рис. 23

Зададим цвет модели вызвав команду «Свойства» в окне «Параметры» (рис. 24). Для завершения команды нажмите кнопки .

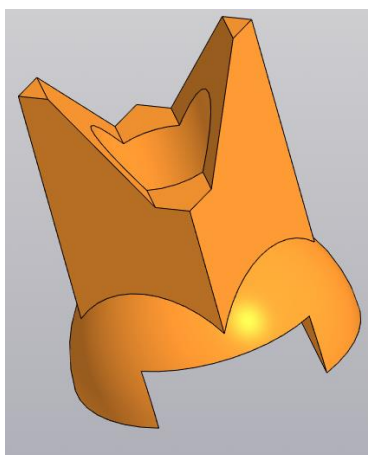


Рис. 24

Вопросы для самопроверки

1. Раскройте термин «компьютерная графика».
2. Какова роль и место компьютерной графики в геометрическом моделировании?
3. Поясните технологию задания и определения метрических параметров геометрической модели, а также позиционирования геометрических элементов модели относительно друг друга.
4. Классифицируйте геометрические элементы.
5. Назовите основные виды геометрических моделей.
6. Что понимается под твердотельными трехмерными геометрическими моделями?
7. Опишите технологии построения сложных геометрических моделей, двумерных моделей по трехмерным, трехмерных моделей на основе двумерных.

Лабораторная работа № 2

СОЗДАНИЕ ЭЛЕКТРОННОГО ЧЕРТЕЖА ПО 3D-МОДЕЛИ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДЕТАЛИ

Цель работы: приобретение практических навыков создания электронного чертежа технической детали в системе автоматизированного проектирования.

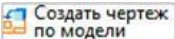
Продолжительность лабораторной работы – 4 ч.

Задание на лабораторную работу

Создайте электронный чертеж технической детали по 3D-модели (см. лабораторную работу № 1):

- постройте главный вид, вид слева и сверху, а также изометрический вид в соответствии с ГОСТ 2.305 [2];
- выполните профильный разрез на виде слева и сечение *A-A* в соответствии с заданием и в соответствии ГОСТ 2.305 [2];
- нанесите на чертеже осевые и центровые линии в соответствии с ГОСТ 2.305 [2];
- нанесите на чертеже размеры в соответствии с ГОСТ 2.307 [3];
- заполните основную надпись в соответствии с ГОСТ 2.104 [1].

Методические указания по выполнению лабораторной работы

Для создания чертежа детали «Корпус» воспользуемся командой «Создать чертеж по модели» . Зададим в панели «Свойства» обозначение документа (КИГ.12.32.00) и укажем название изделия (Корпус) (рис. 25).

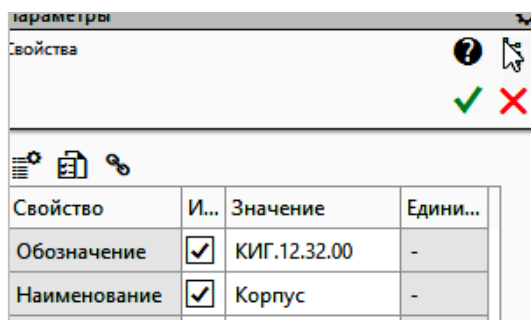


Рис. 25

Зададим формат документа «А3» (рис. 26).

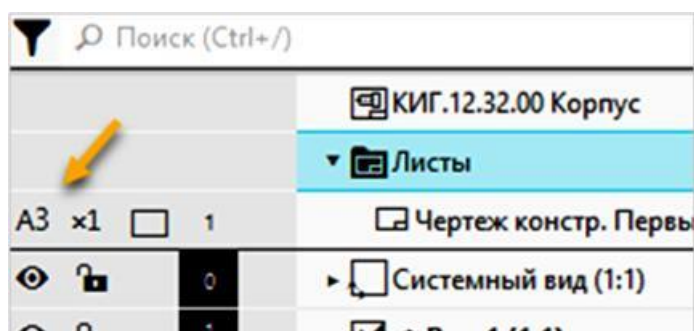


Рис. 26

Разместим внутри формата три проекционных вида и один изометрический (рис. 27).

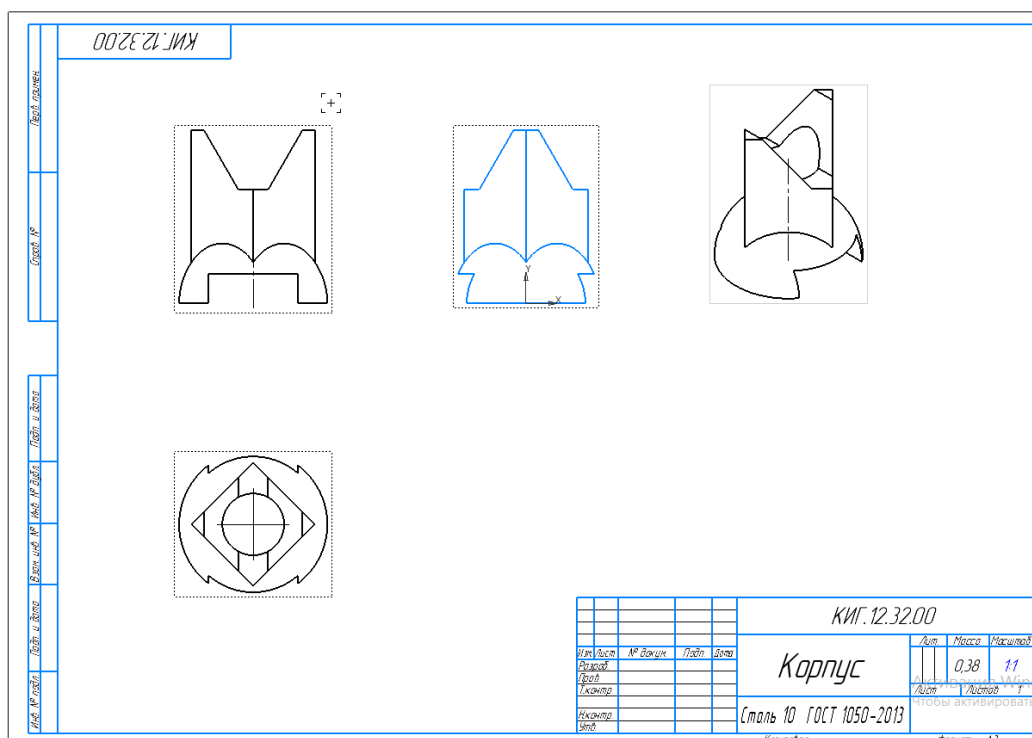



Рис. 27

Выполним разрез на правой половине главного вида. С учетом того, что на границе вида и разреза находится внешнее ребро, сместим ее. В этом случае линия раздела – волнистая линия. Для построения замкнутой линии разграничения воспользуемся командой «Сплайн по точкам»  (панель «Геометрия»). В параметрах команды поставим галочку «Замкнуть кривую» (рис. 28).

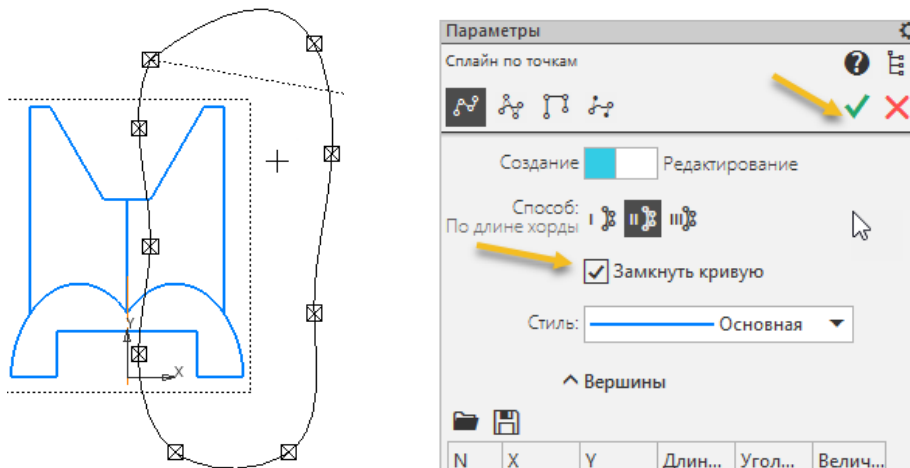



Рис. 28

Выберем команду «Местный разрез»  (панель «Виды») и укажем замкнутый контур. При этом если все сделано правильно, построенный контур станет красного цвета (рис. 29).

Укажем положение секущей плоскости на виде сверху, появится горизонтальная линия. Укажем курсором центральную точку (рис. 29).

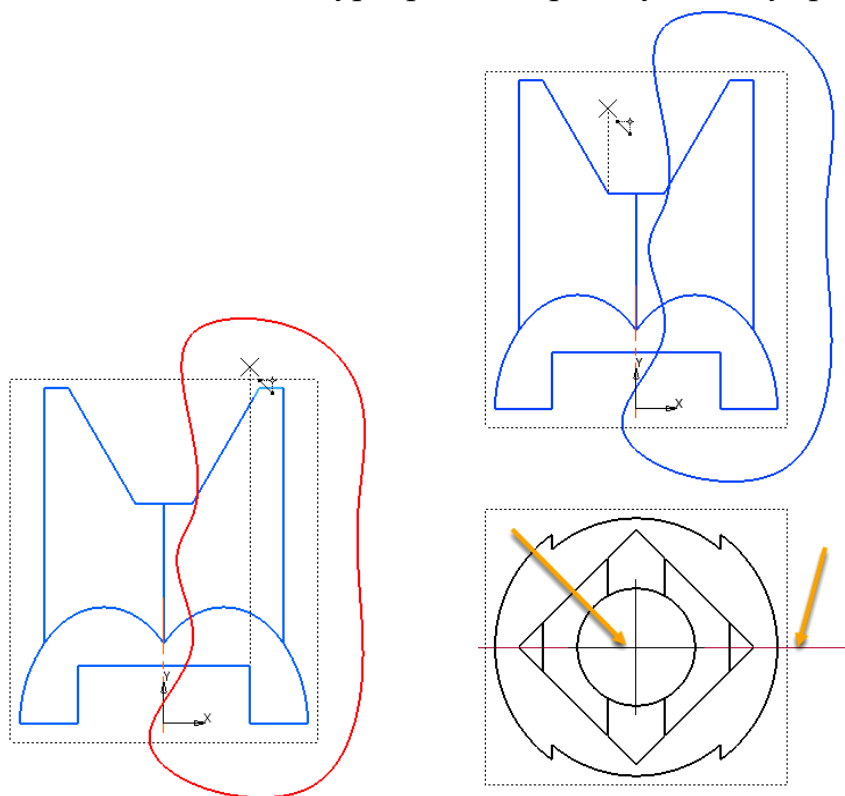


Рис. 29

После фиксации секущей плоскости вид спереди примет вид, как на рис. 30.

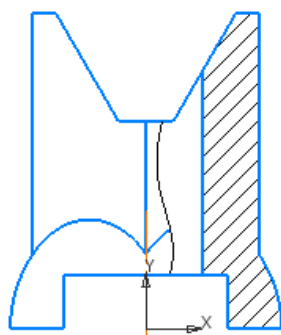


Рис. 30

Аналогичным образом выполним разрез на виде слева (рис. 31).

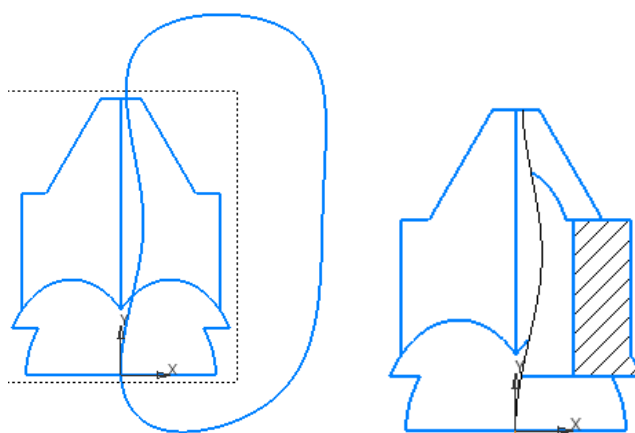



Рис. 31

Построим сечение (расположение секущей плоскости произвольное). Сделаем главный вид активным с помощью команды  «Линия разреза/сечения» (панель «Обозначения»). Двумя точками укажем расположение секущей плоскости: перемещая мышку, зададим направление взгляда (рис. 32).

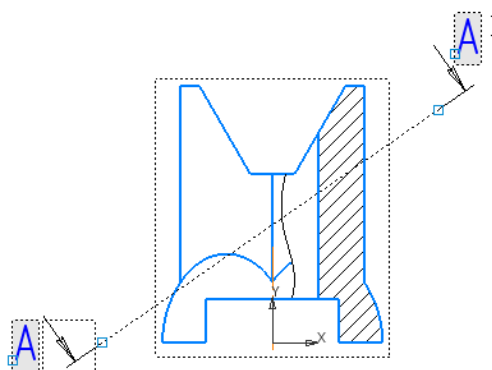


Рис. 32

В переключателе «Разрез/Сечение» (рис. 33) включим «Сечение» и выключим «Проекционная связь».

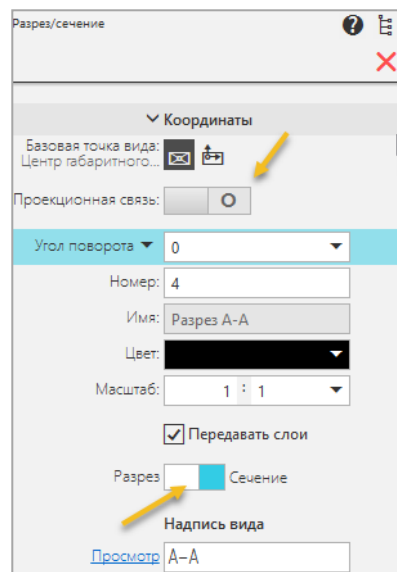


Рис. 33

Зафиксируем положение сечения мышью (рис. 33).

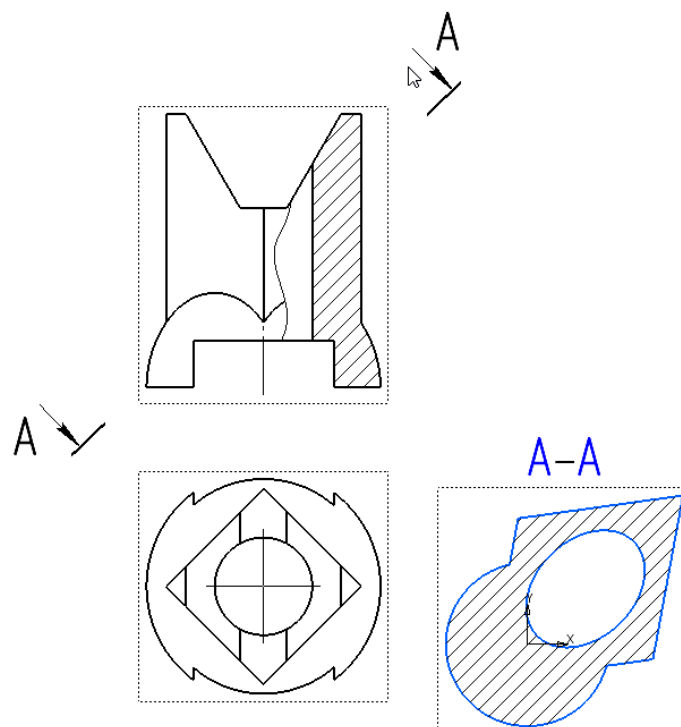


Рис. 33

Нанесем осевые и центровые линии (рис. 34).

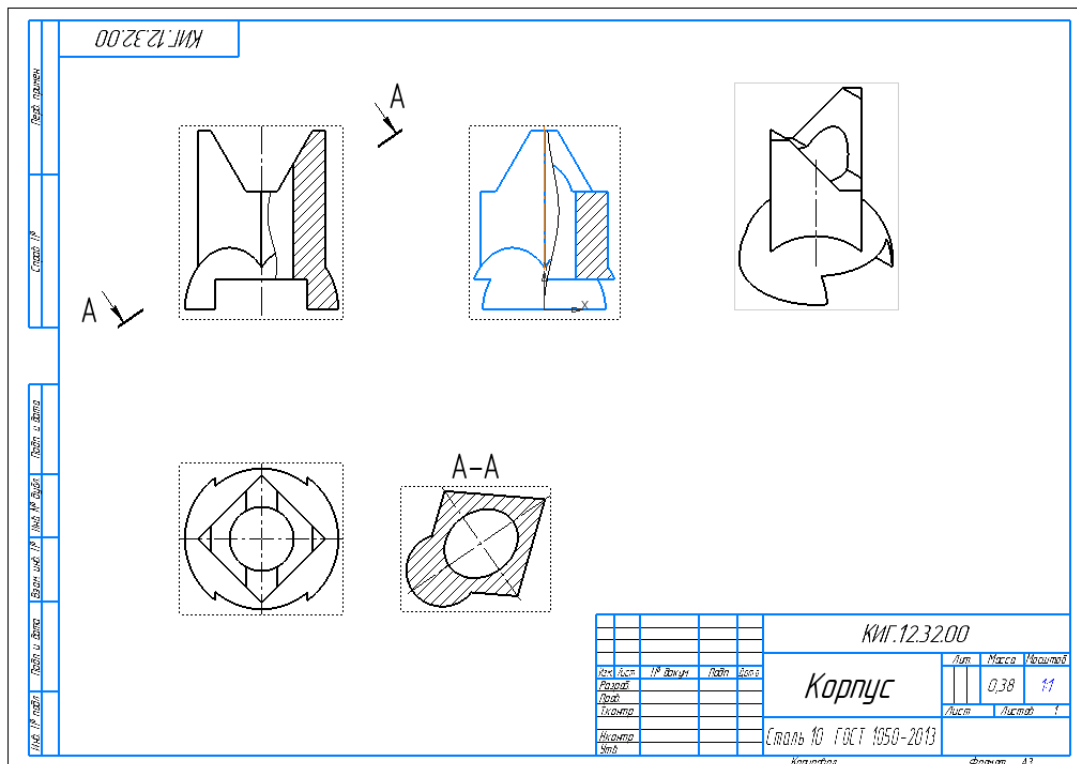


Рис. 34

Нанесем размеры (рис. 35).

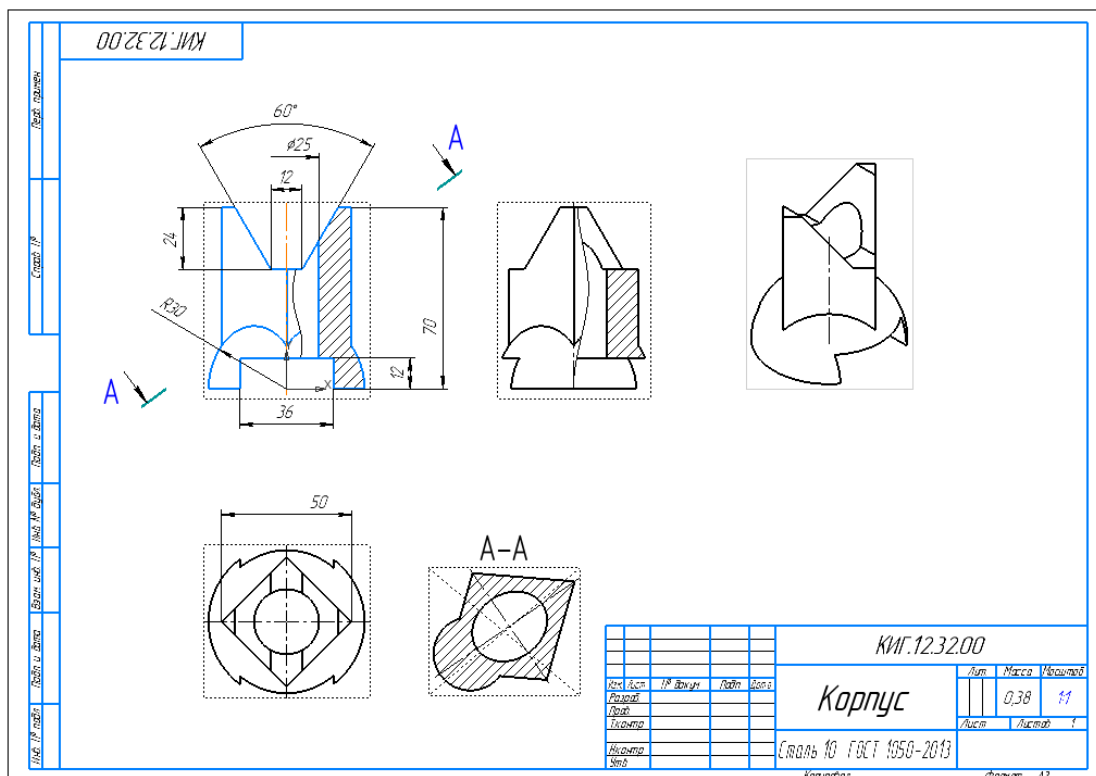


Рис. 35

Заполните основную надпись (рис. 36).

				<i>КИГ.12.32.00</i>			
				<i>Корпус</i>	<i>Лит.</i>	<i>Масса</i>	<i>Масштаб</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>				
<i>Разраб.</i>	<i>Иванов</i>					<i>0,38</i>	<i>1:1</i>
<i>Пров.</i>	<i>Сидоров</i>				<i>Лист</i>	<i>Листов</i>	<i>1</i>
<i>Т.контр.</i>							
<i>Н.контр.</i>				<i>Сталь 10 ГОСТ 1050-2013</i>	<i>КГЗУ, гр. А-1-23</i>		
<i>Утв.</i>							

Рис. 36

Вопросы для самопроверки

1. Какие методы используются для построения изображений предметов?
2. Какие изображения предметов Вы знаете?
3. Какое изображение называется «видом»?
4. Как располагаются на чертеже основные виды?
5. Какой вид называется главным?
6. Может ли главный вид быть разрезом?
7. Как обозначаются виды?
8. Какие виды называются дополнительными?

Лабораторная работа № 3

СОЗДАНИЕ ИЗОМЕТРИЧЕСКОГО ВИДА С ВЫРЕЗОМ ЧЕТВЕРТИ ДЕТАЛИ



Цель работы: приобретение практических навыков создания изометрического вида с вырезом четверти технической детали в системе автоматизированного проектирования.

Продолжительность лабораторной работы – 4 ч.

Задание на лабораторную работу

Создайте изометрический вид с вырезом четверти технической детали.

Методические указания по выполнению лабораторной работы

Создадим второе исполнение модели детали: нажмем кнопки «Исполнение»  и «Добавить»  (рис. 37).

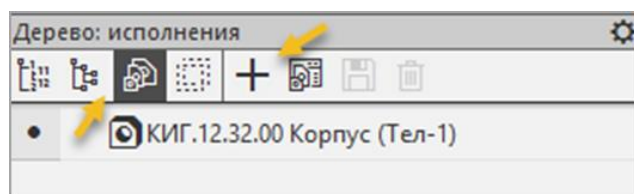


Рис. 37

В окне «Параметры» в поле «Обозначение» появится «-01». Отключим зависимость модели от чертежа с помощью переключателя «Зависимое исполнение» (рис. 38). Зададим новый цвет (синий).

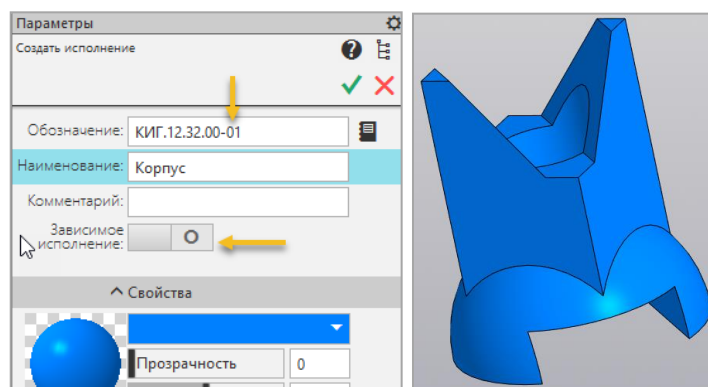


Рис. 38

Нажав кнопки , завершим создание копии модели (рис. 39).

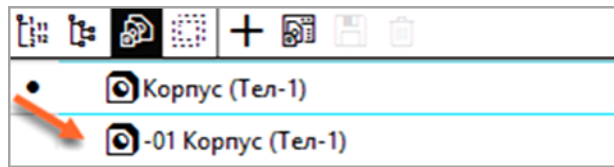


Рис. 39

Сделаем активным исполнение «-01 Корпус» (рис. 40).

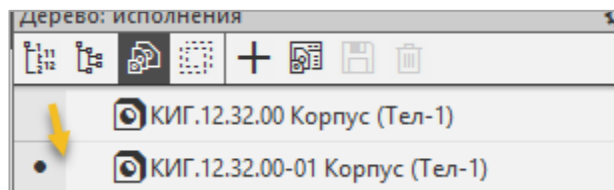

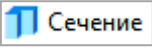


Рис. 40

Вычертим эскиз из двух отрезков для выреза и выйдем из эскиза  (рис. 41).

Зададим секущие плоскости. Вырежем четверть объекта. Выберем сначала команду  Сечение, а затем – отрезки (рис. 42). Сменим направление области выреза на обратное (рис. 43).

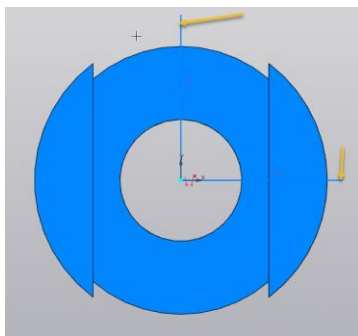


Рис. 41

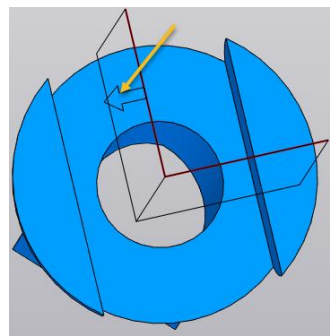


Рис. 42

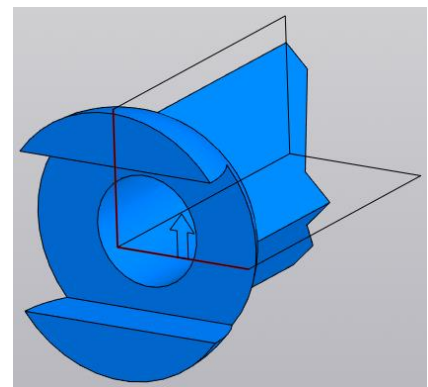
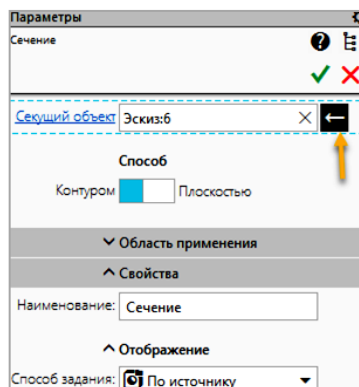
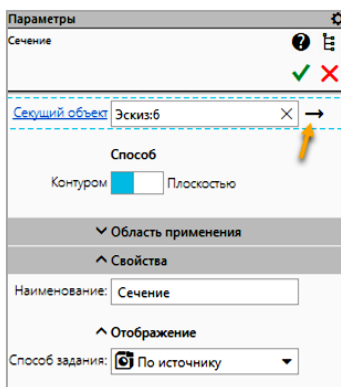

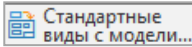


Рис. 43

Нажатием кнопки  завершим создание выреза (рис. 44). Установим изометрический вид. В среде чертёж нажмем кнопку . В окне «Открытые документы» нажмем кнопку «Выбрать» (рис. 45).

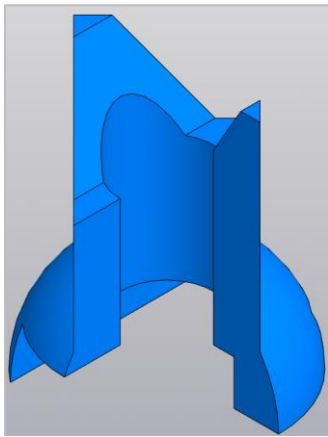


Рис. 44

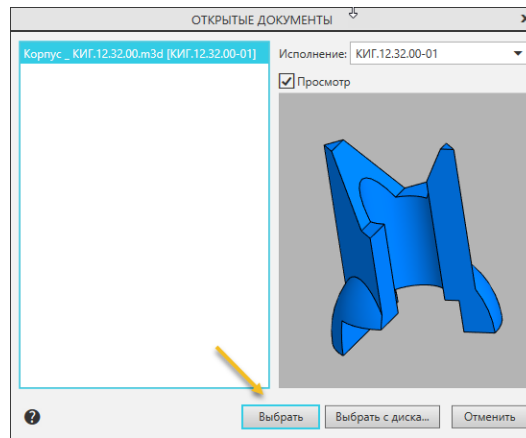



Рис. 45

В браузере выберите вариант «Изометрия» (рис. 46). В схеме видов выключите активные виды.

Расположите изометрический вид с вырезом на поле чертежа (рис. 47).

Нанесите штриховку, используя команду «Штриховка» , последовательно на области разреза (рис. 48).

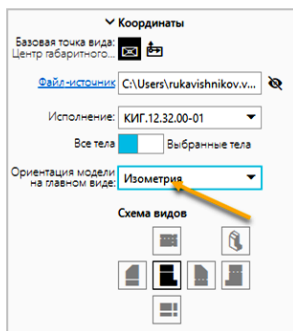


Рис. 46

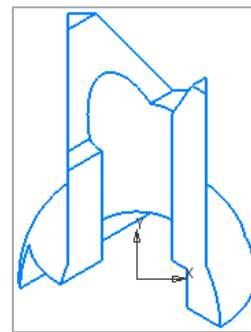


Рис. 47

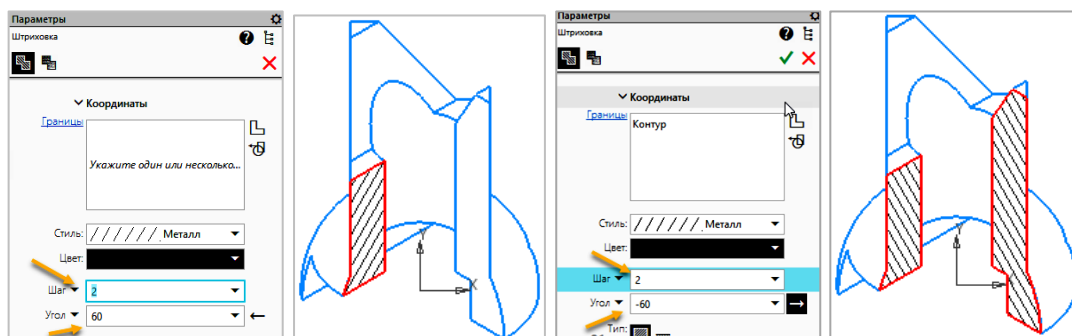


Рис. 48

Чертеж примет вид как на рис. 49.

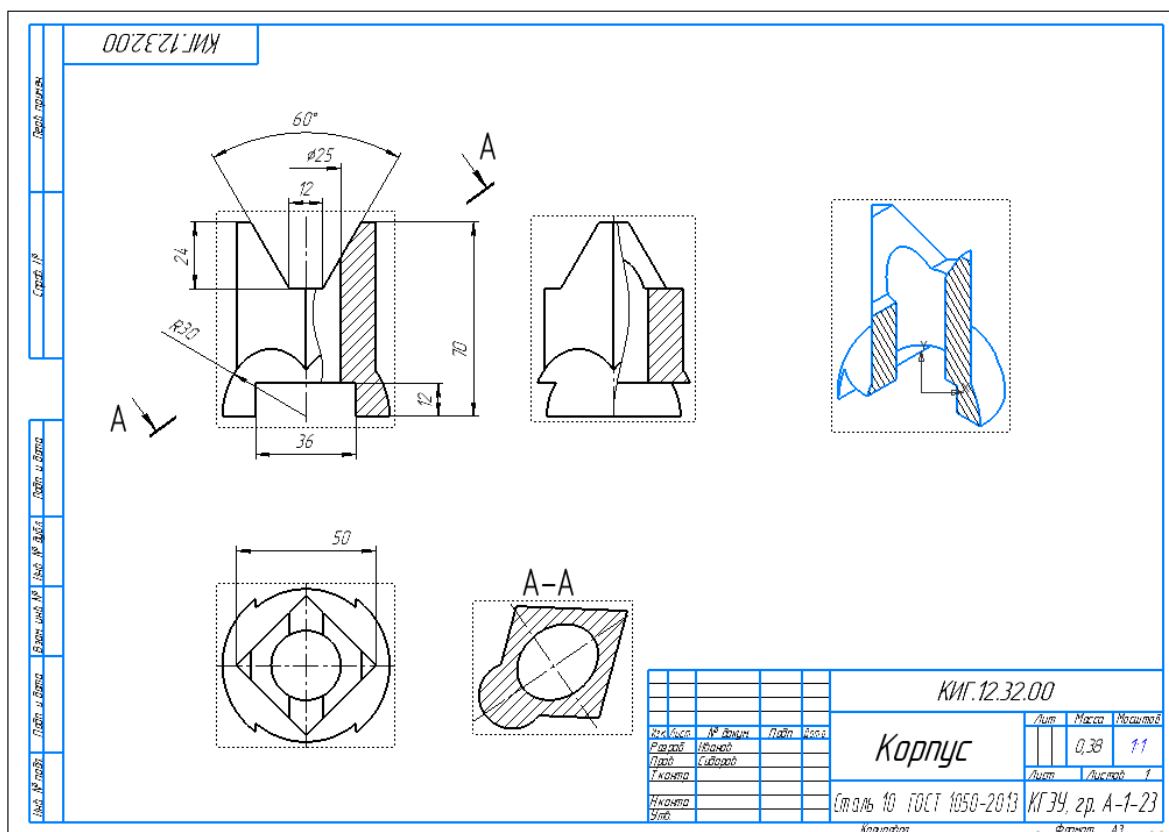


Рис. 49

Вопросы для самопроверки

1. Что называется разрезом?
2. Какие разрезы Вы знаете?
3. Как разделяют разрезы в зависимости от числа секущих плоскостей?
4. Как различают разрезы в зависимости от положения секущих плоскостей?
5. Когда следует применять ступенчатый и ломаный разрезы?
6. Какой разрез называется местным? В каких случаях его применяют?
7. Какое изображение предмета называется сечением?
8. Какие виды сечений Вы знаете? Поясните, в чем особенность их выполнения.
9. Как обозначаются сечения?

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 2.104-2006. Единая система конструкторской документации. Основная надпись : межгосударственный стандарт : введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 22 июня 2006 г. № 118-ст : дата введения 2006-09-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200045443> (дата обращения: 17.11.2023). – Текст : электронный.

2. ГОСТ 2.305-2008. Единая система конструкторской документации. Изображения – виды, разрезы, сечения : межгосударственный стандарт : введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 25 декабря 2008 г. № 703-ст : дата введения 2009-07-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200069435> (дата обращения: 17.11.2023). – Текст: электронный.

3. ГОСТ 2.307-2011. Единая система конструкторской документации. Нанесение размеров и предельных отклонений : межгосударственный стандарт : введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 3 августа 2011 г. № 211-ст : дата введения 2012-01-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200086238> (дата обращения: 17.11.2023). – Текст: электронный.

4. ГОСТ 2.056-2021. Единая система конструкторской документации. Электронная модель детали : межгосударственный стандарт : введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 20 апреля 2021 г. № 231-ст : дата введения 2021-08-01. – URL: <https://files.stroyinf.ru/Data/750/75065.pdf?ysclid=lpv3c0vs79826823314> (дата обращения: 17.11.2023). – Текст: электронный.

5. Инженерная графика. Общий курс : учебник для вузов / под редакцией В. Г. Бурова, Н. Г. Иванцевской. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Логос, 2006. – 232 с.

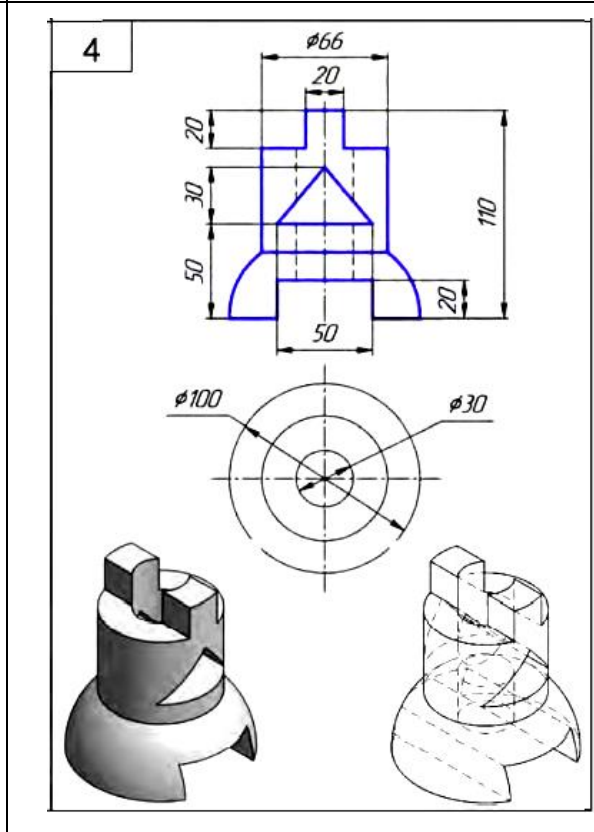
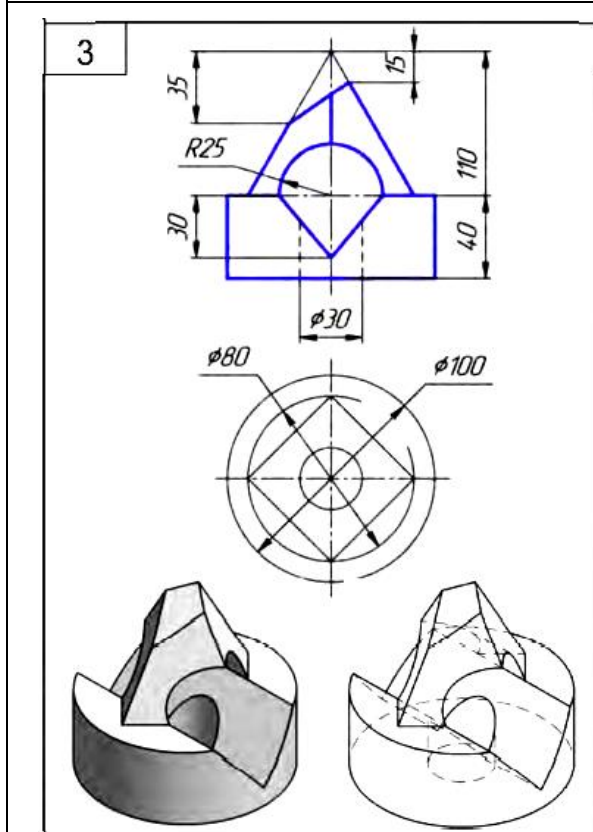
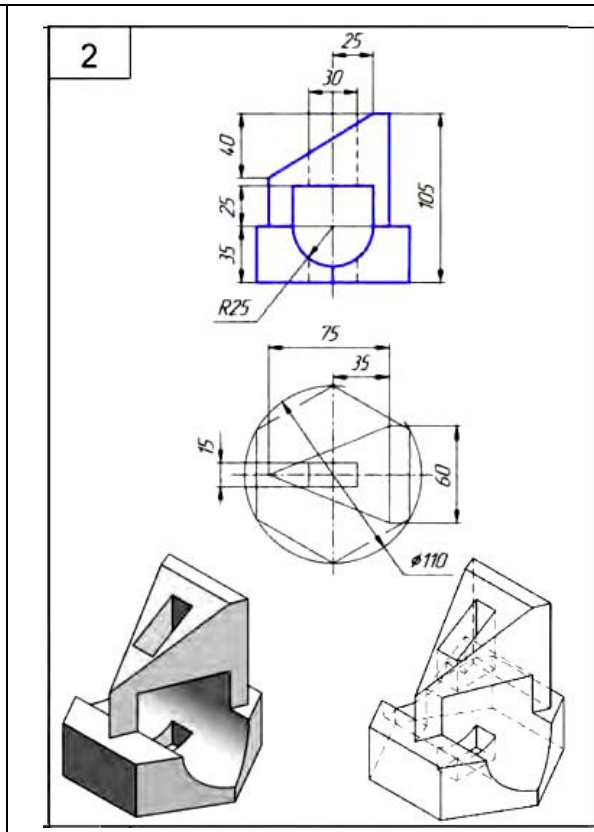
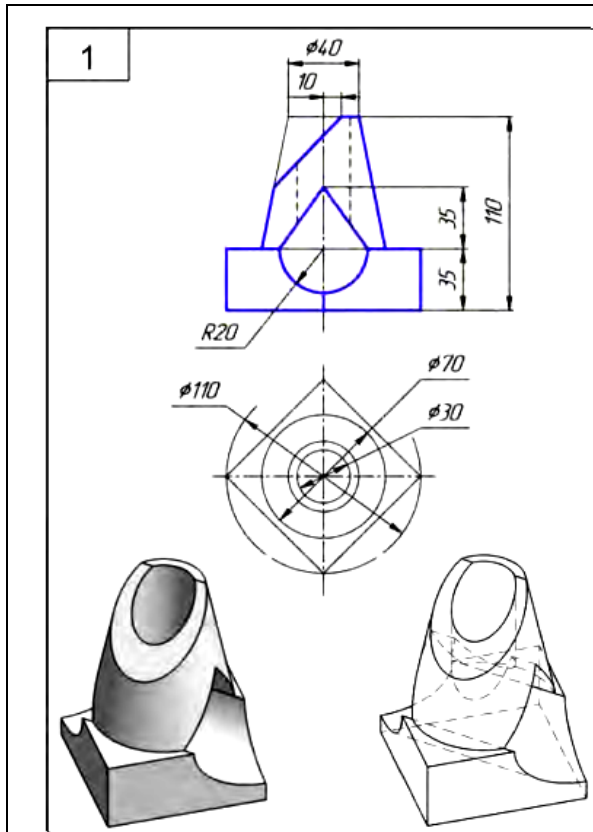
6. Лагерь, А. И. Инженерная графика : учебник для вузов / А. И. Лагерь. – 6-е изд., стер. – Москва : Высшая школа, 2009. – 335 с.

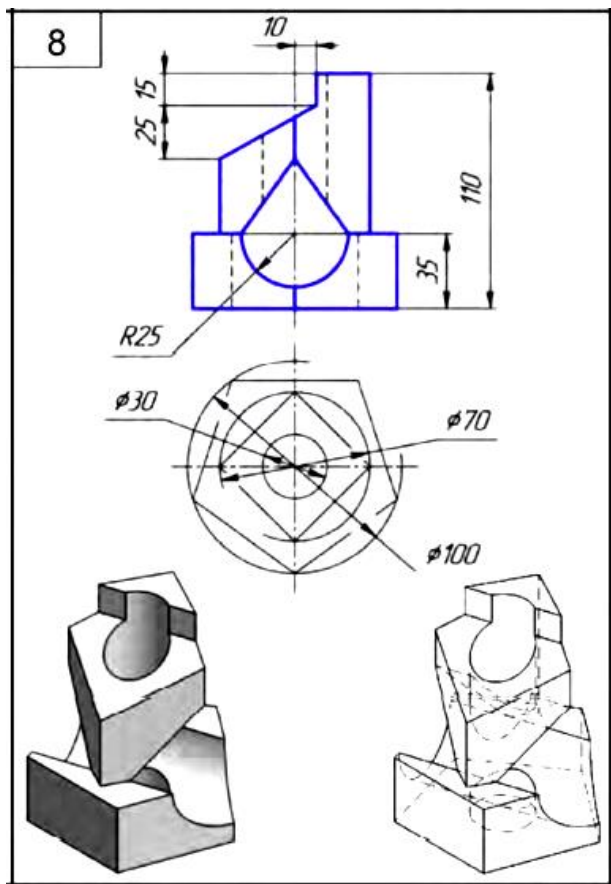
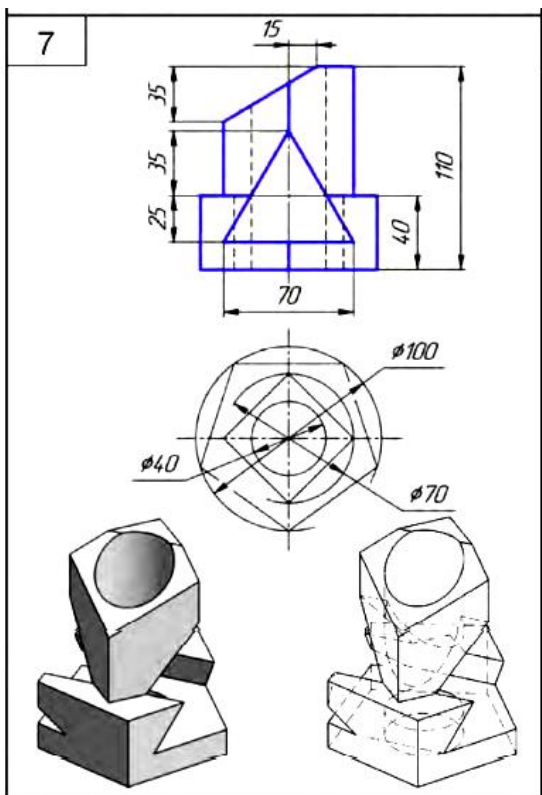
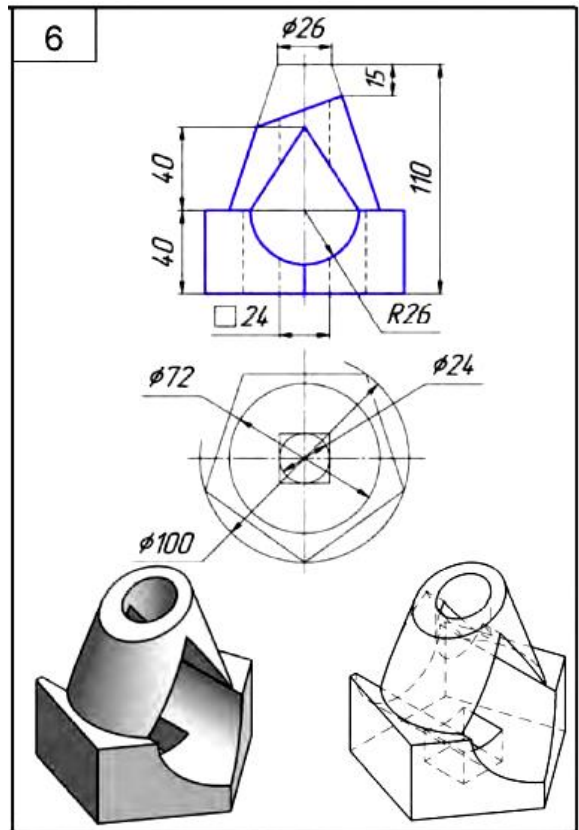
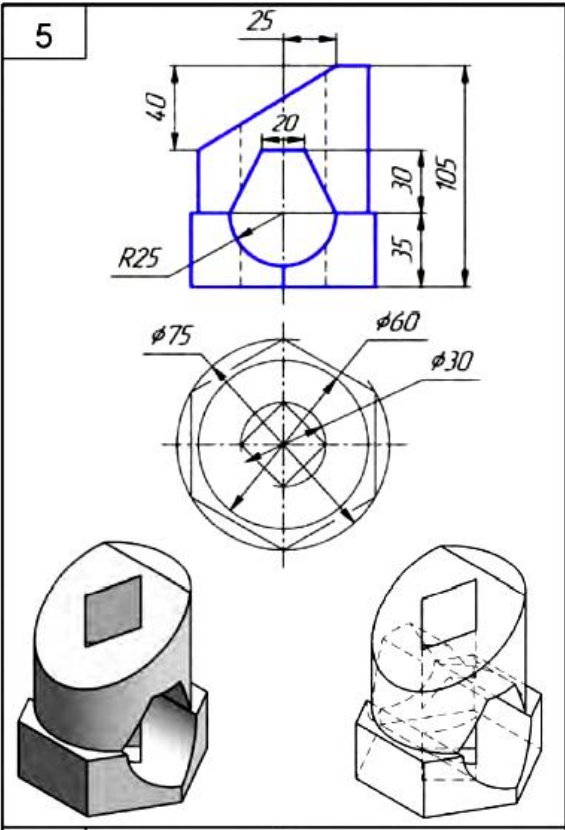
7. Рукавишников, В. А. Чертежи и эскизные конструкторские документы деталей и технологии их создания : учебное пособие / В. А. Рукавишников, В. В. Халуева, Л. Р. Хазиахметова. – Казань : Казанский государственный энергетический университет, 2014. – 97 с.

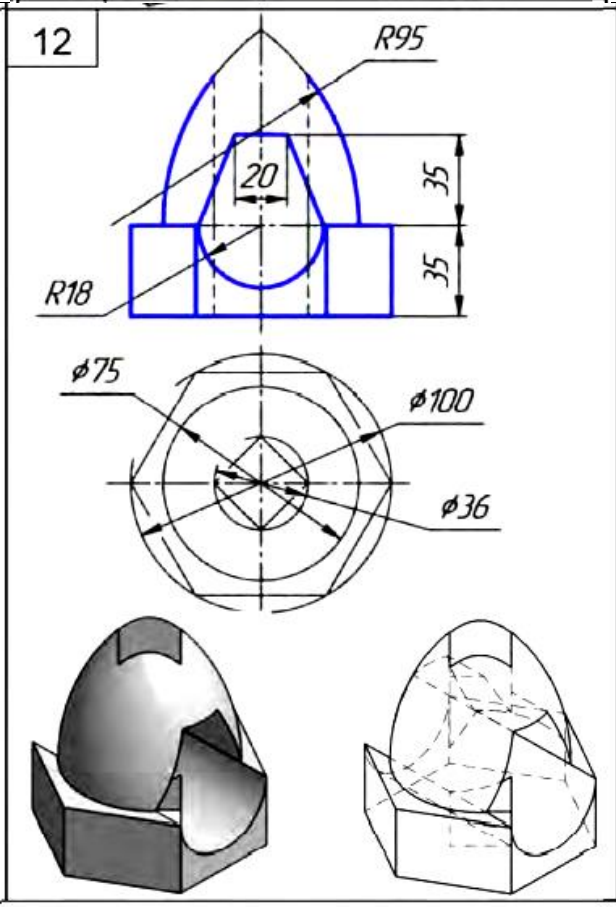
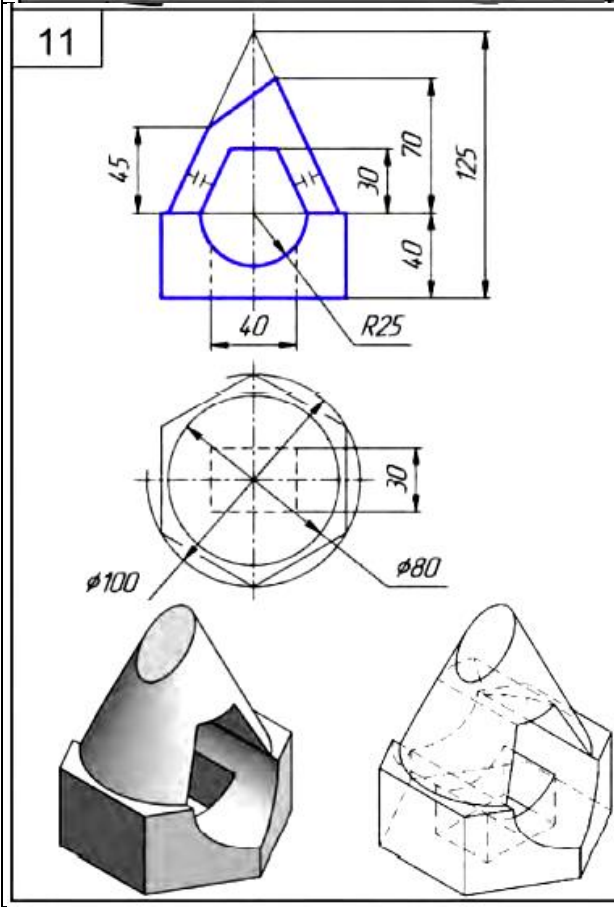
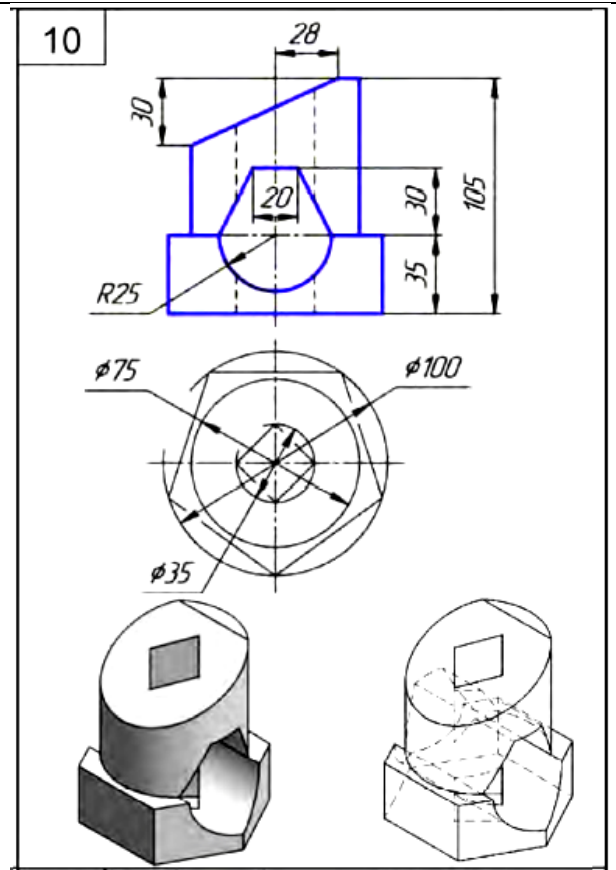
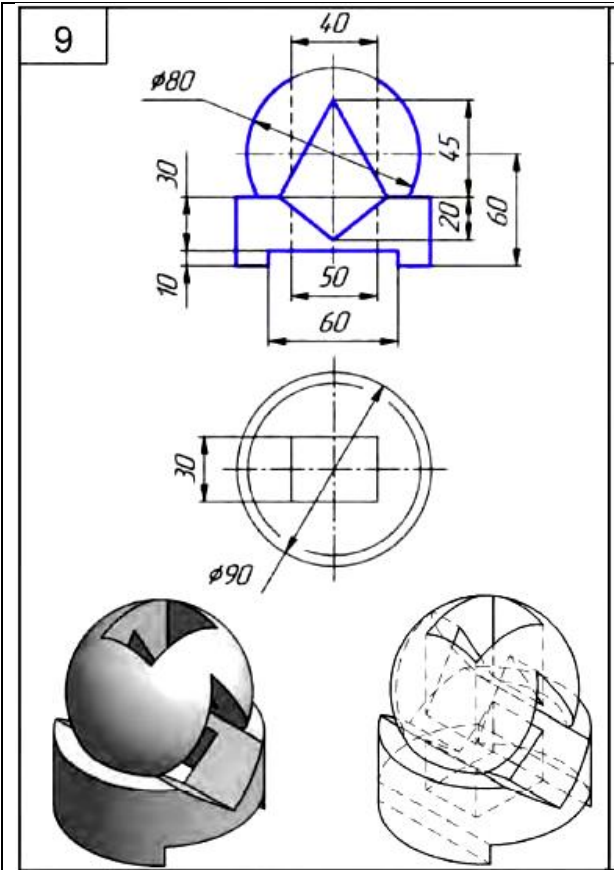
8. Халуева, В. В. Технологии создания двухмерных электронных геометрических моделей : учебно-методическое пособие / В. В. Халуева, В. А. Рукавишников. – Казань : Казанский государственный энергетический университет, 2015. – 98 с.

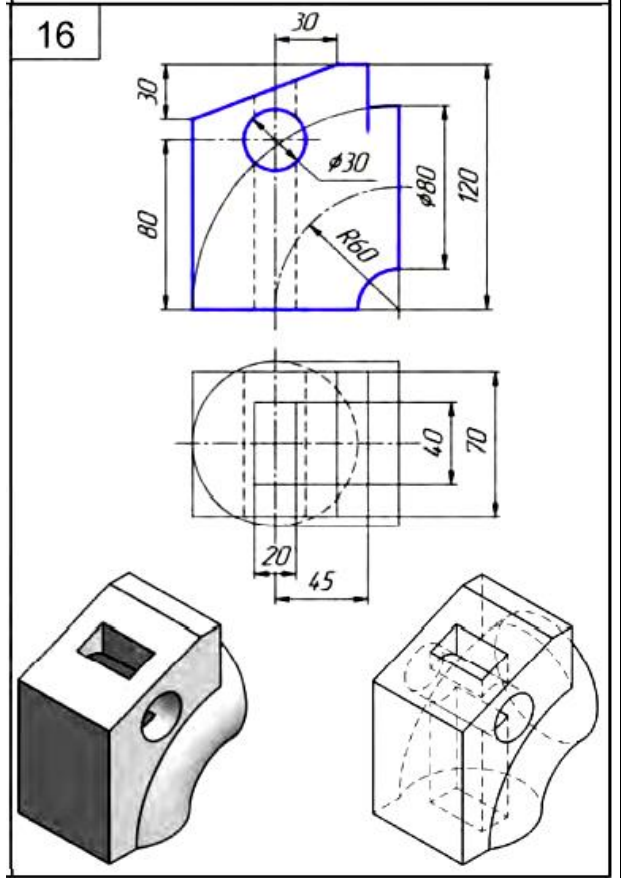
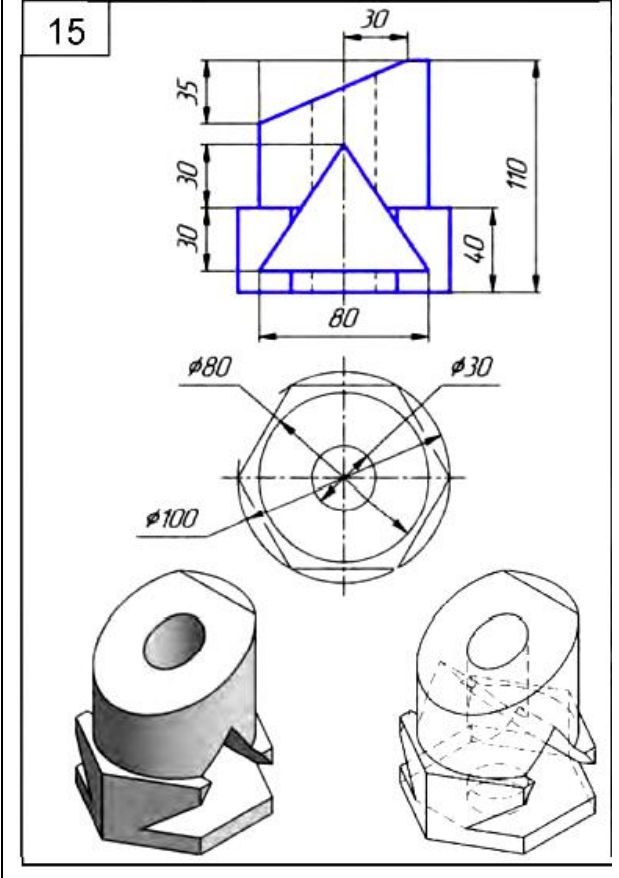
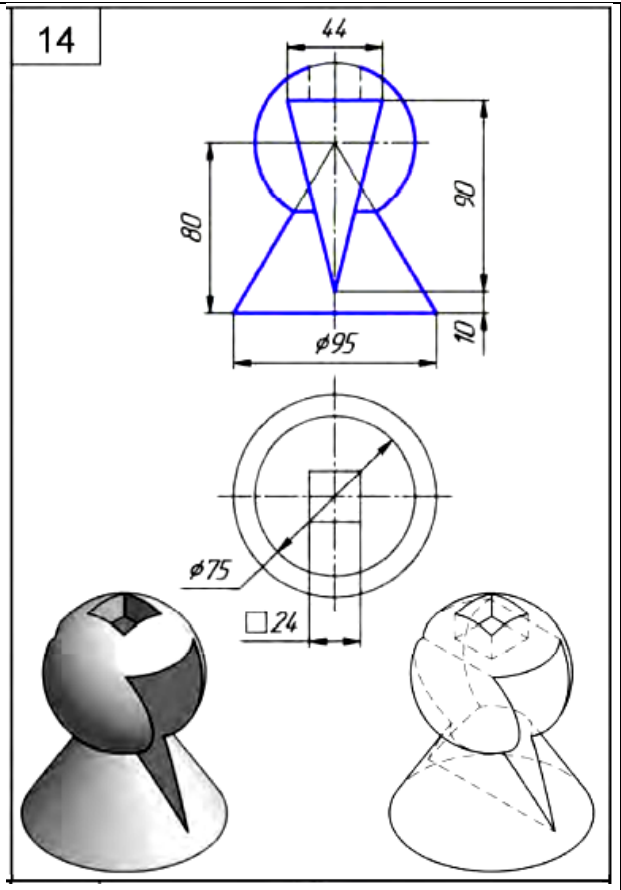
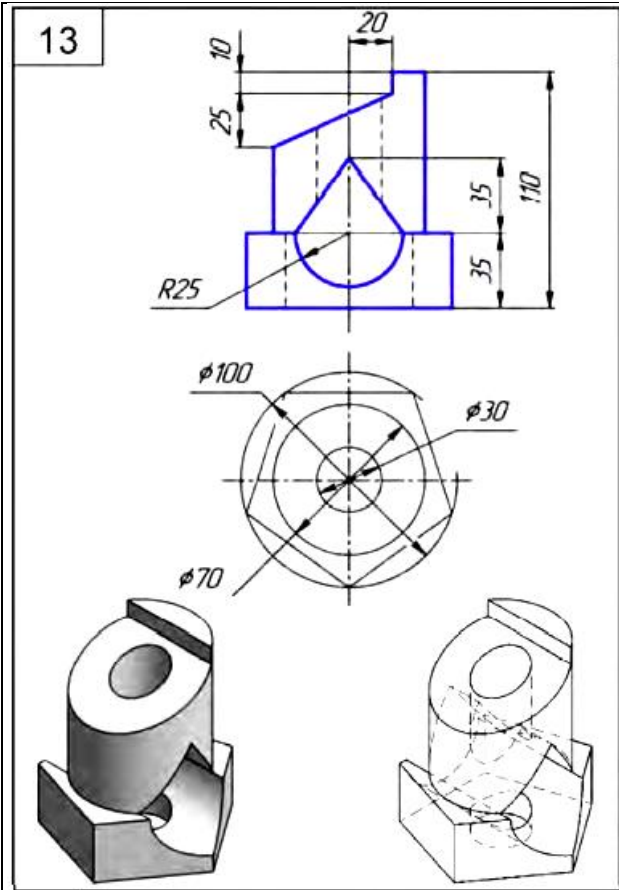
9. Хамитова, Д. В. Электронные модели и изображения изделий : учебное пособие по дисциплине «Инженерное геометрическое моделирование» / Д. В. Хамитова, В. А. Рукавишников. – Казань : КГЭУ, 2017. – 96 с.

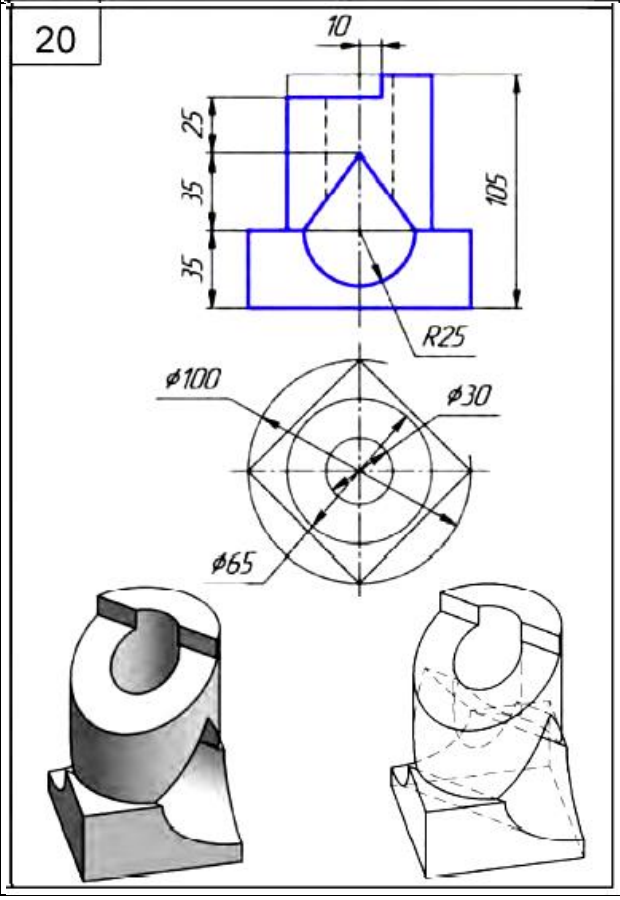
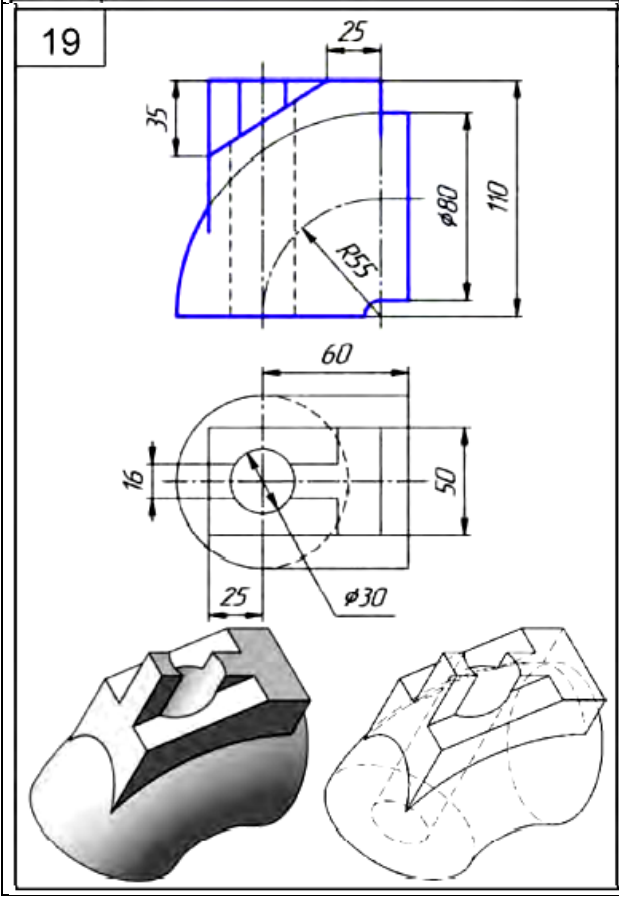
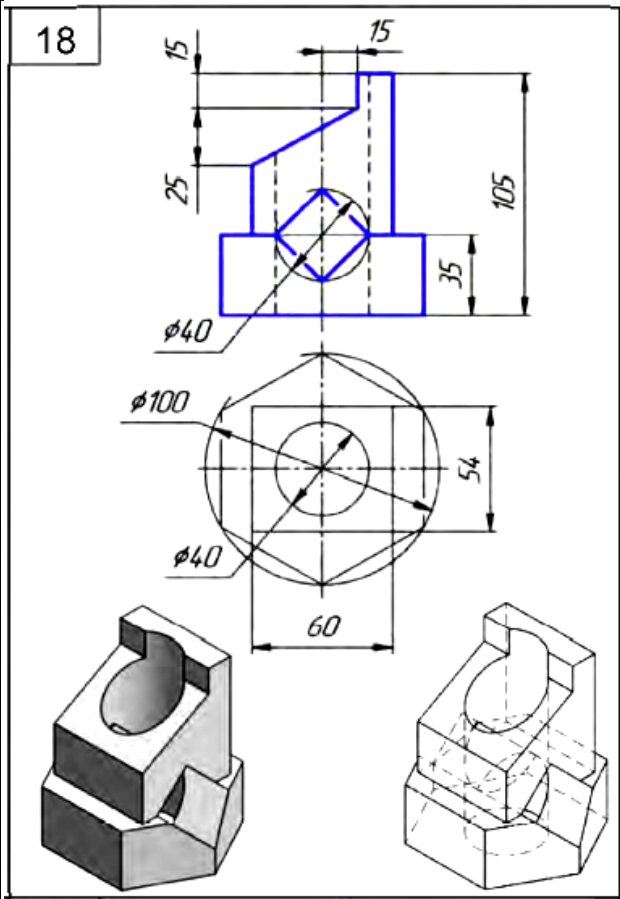
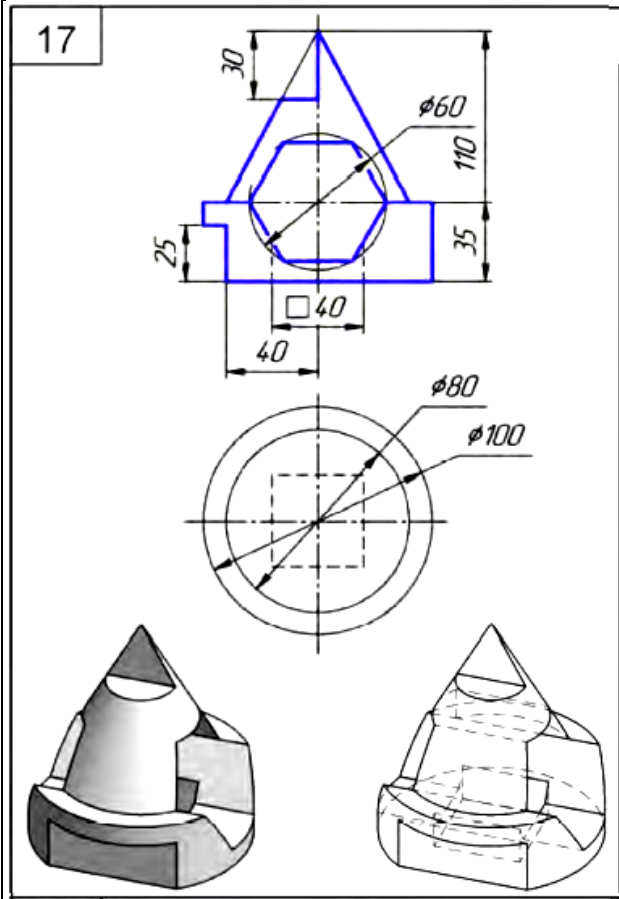
Варианты заданий

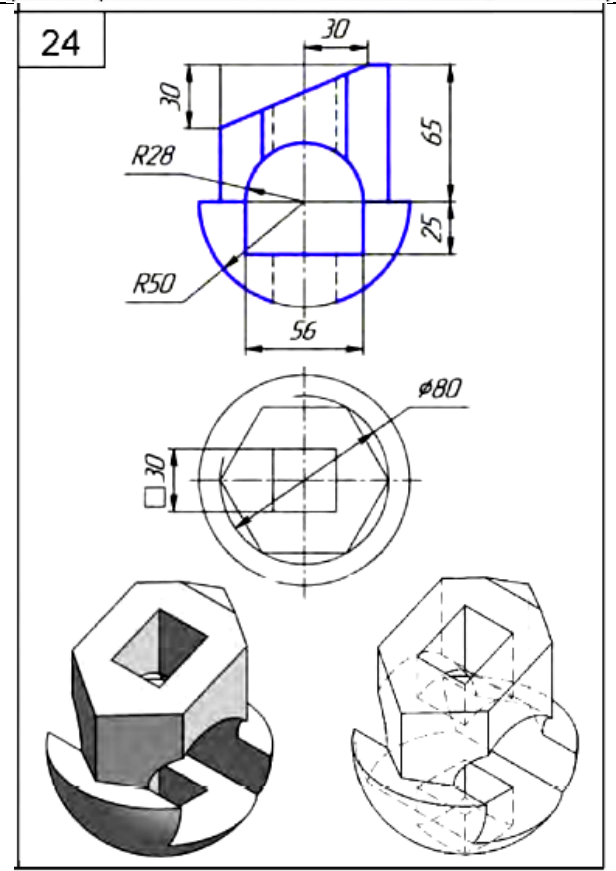
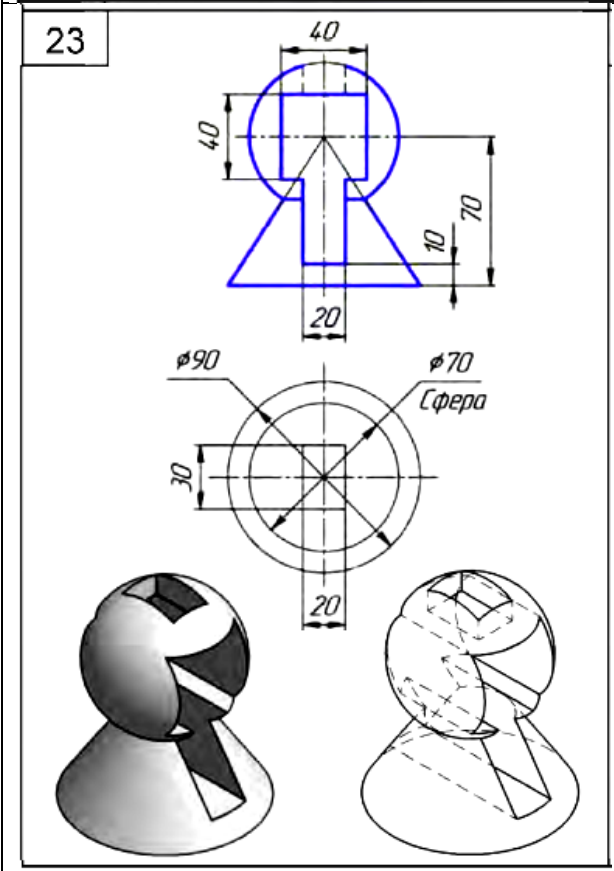
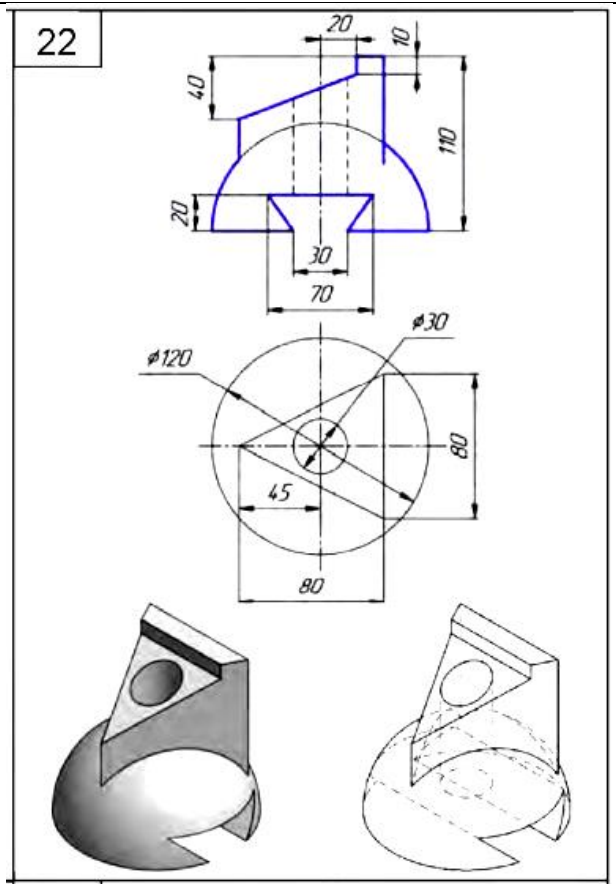
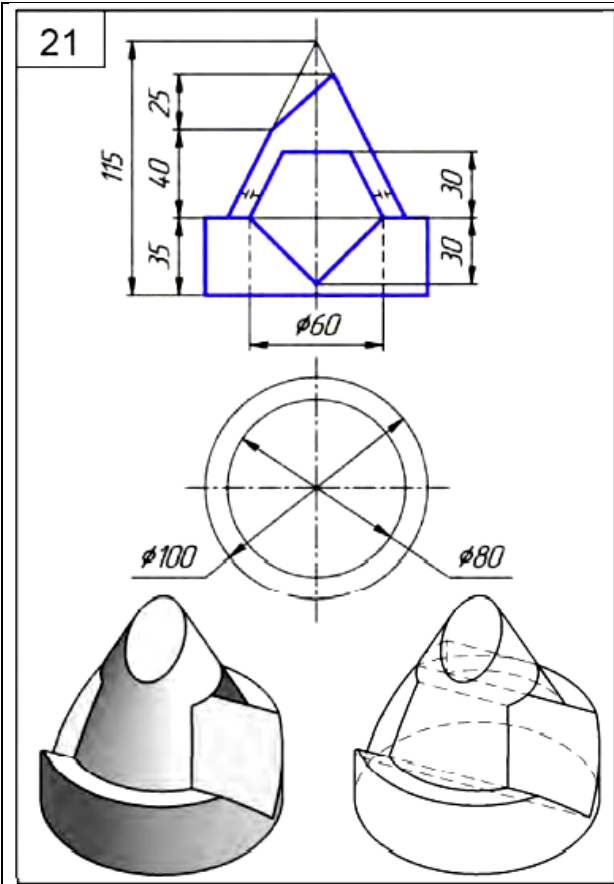




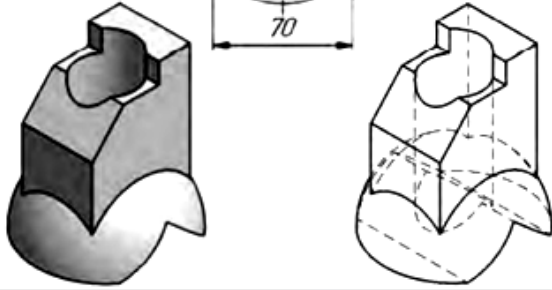
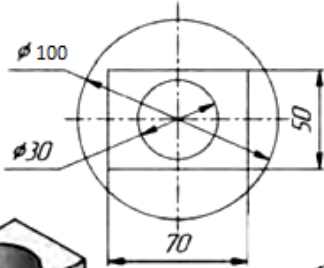
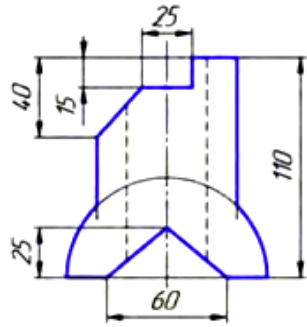




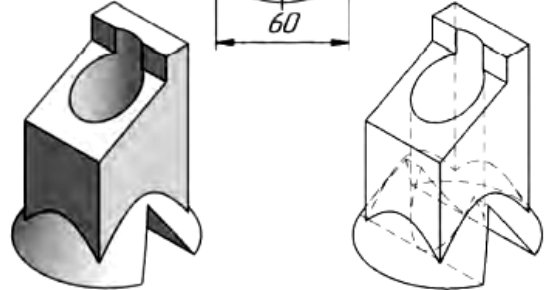
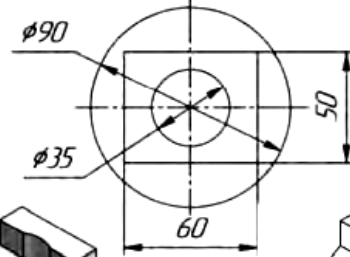
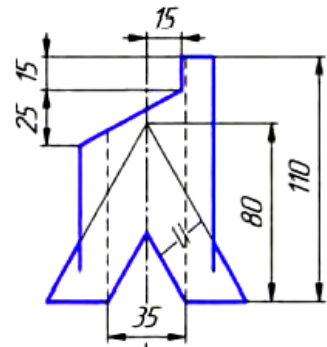




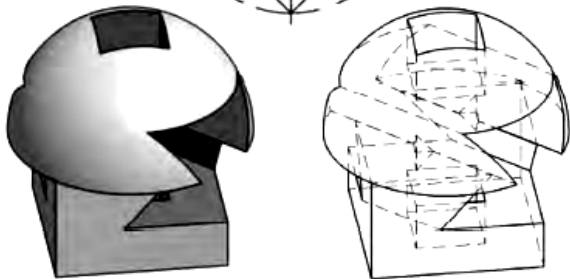
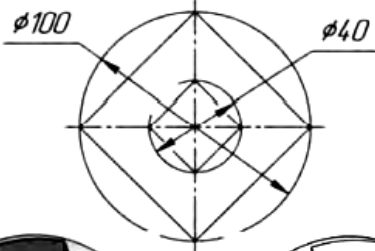
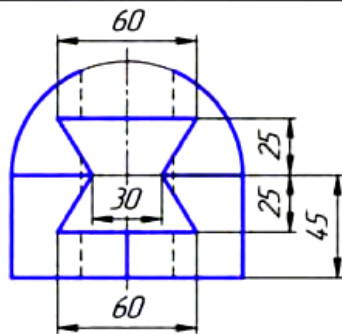
25



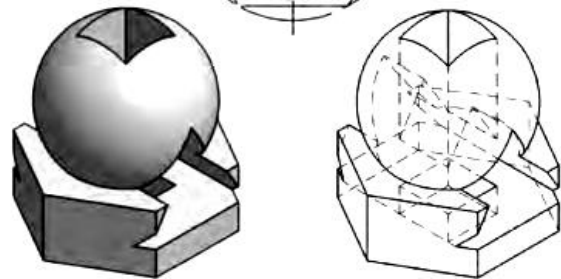
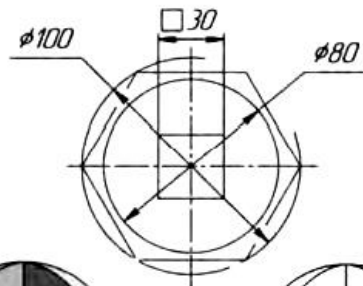
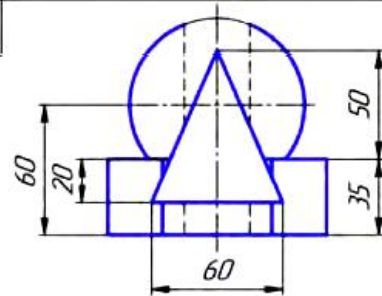
26



27



28



СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
Лабораторная работа № 1. Создание электронной геометрической модели технической детали со сквозными отверстиями	4
Лабораторная работа № 2. Создание электронного чертежа по 3D-модели технической детали	15
Лабораторная работа № 3. Создание изометрического вида с вырезом четверти детали	22
Список литературы	26
Приложение А	27

Учебное издание

НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ И ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА

Практикум

В двух частях

Часть 2

ЦИФРОВЫЕ ДВОЙНИКИ ТЕХНИЧЕСКИХ ДЕТАЛЕЙ

Составители: **Рукавишников** Виктор Алексеевич,
Хамитова Динара Вилевна,
Прец Мария Арнольдовна

Кафедра инженерной графики КГЭУ

Редактор *И. В. Краснова*
Технический редактор *И. В. Краснова*
Компьютерная верстка *И. В. Красновой*

Подписано в печать 27.12.2023.
Формат 60×84/16. Усл. печ. л. 2,03. Уч.-изд. л. 0,41.
Заказ № 493/эл.

Редакционно-издательский отдел КГЭУ.
420066, г. Казань, ул. Красносельская, 51