

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«УЛЬЯНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Факультет математики, информационных и авиационных технологий
Кафедра математического моделирования технических систем

А.А. Мешихин

П.Ю. Павлов

О.В. Железнов

**«Компьютерное моделирование деталей
в САД системе Siemens NX»**

Учебно-методическое пособие по выполнению лабораторных работ

УДК 004.9
ББК 30.2-5-05
М41

Мешихин А. А.

М41 Компьютерное моделирование деталей в САД системе Siemens NX: учебно-методическое пособие для выполнения лабораторных работ/ А. А. Мешихин, П. Ю. Павлов, О.В. Железнов – Ульяновск: УлГУ, 2019. – 71 с.

Учебно-методическое пособие составлено с целью развития навыков трехмерного моделирования в современной САПР системе Siemens NX. В процессе выполнения лабораторно-практических работ студентам предлагается создавать электронные модели деталей с использованием инструментов Siemens NX.

В ходе выполнения лабораторных работ студенты получают практические навыки по работе в САПР системе, используемой в космической, авиастроительной, автомобильной железнодорожной и прочих отраслях.

Данные указания предназначены для выполнения лабораторных работ для подготовки бакалавров, обучающихся по направлениям «Авиастроение» и «Автоматизация технологических процессов и производств» по очной и заочной форме.

Рекомендованы к использованию Ученым советом факультета математики, информационных и авиационных технологий УлГУ (протокол 2/19 от 19 марта 2019 г.).

УДК 004.9
ББК 30.2-5-05

© А.А. Мешихин, П.Ю. Павлов, О.В. Железнов, 2019
Ульяновский государственный университет, 2019

Содержание

Введение.....	4
Лабораторная работа № 1. Настройка и запуск Siemens NX. Разработка детали простой конфигурации.....	5
Лабораторная работа № 2. Разработка плоской детали с использованием эскизов и операции «Вытягивание».....	20
Лабораторная работа № 3. Индивидуальная разработка плоской детали с использованием эскизов и булевых операций.....	22
Лабораторная работа № 4. Моделирование зеркальных деталей сложной формы.....	26
Лабораторная работа № 5. Работа с массивами.....	32
Лабораторная работа № 6. Создание простых 3D моделей с помощью эскизов.....	39
Лабораторная работа № 7. Создание 3D-моделей тел вращения.....	43
Лабораторная работа № 8. Создание 3D-моделей тел вращения типа «Вал».....	48
Лабораторная работа № 9. Создание 3D-моделей тел вращения сложной конфигурации.....	60
Список литературы.....	73

Введение

В учебно-методическом пособии приведен дидактический материал для самостоятельной работы студентов по проектированию деталей машин в CAD/CAM/CAE-системе Siemens NX. Освещены основные требования и последовательность действий для проектирования трехмерных моделей деталей машин в CAD/CAM/CAE-системе Siemens NX. Изложены методы построения трехмерных моделей, приведены примеры их выполнения.

Материал изложен в доступной форме и направлен на выработку грамотного чтения чертежей и разработки трехмерных моделей деталей машин.

Методические рекомендации содержат 9 лабораторных работ по основам создания трехмерных моделей в САПР системе Siemens NX.

Каждая лабораторная работа составлена в нескольких вариантах. Это позволяет преподавателю выдавать индивидуальные задания различной сложности в зависимости от степени подготовленности студентов. Упражнения в зависимости от задач, которые ставятся при изучении той или иной темы, подобраны таким образом, что дают возможность проводить работу либо фронтально, либо индивидуально.

Учебно-методическое пособие содержит лабораторные работы разного уровня сложности, что позволяет их использовать не только для аудиторных занятий, но и дает возможность использовать их как материал для дополнительных занятий студентов.

Выполнение лабораторных работ позволит создать первоначальную базу грамотности студентов, обеспечивающую решение задач освоения и проектирования новой техники, развить навыки трехмерного моделирования, необходимые для успешного выполнения курсовых работ и выпускной квалификационной работы, а также для дальнейшей работы на производственных предприятиях.

Раздел 1. Моделирование твердых тел

Создаваемые геометрические тела в CAD/CAM/CAE-системе Siemens NX (далее NX) делятся на поверхности и твердые тела. Твердотельное моделирование представляет собой создание замкнутого геометрического объема, описывающего геометрию детали. Для этого используются примитивы, получаемые вытягиванием и вращением плоских контуров, конструктивные элементы и логические операции комбинирования тел.

Явно выраженного модуля твердотельного моделирования в NX нет, так как для этого применяются инструменты из разных приложений. В частности, твердые тела можно получать путем придания толщины поверхности созданной, в приложении «Студия формы», или заполнением замкнутого контура из поверхностей. Основная цель моделирования твердых тел – создать точное геометрическое представление проектируемой детали, которая будет основой для выпуска документации, проведения расчётов и написания программ для станков с ЧПУ. С точки зрения системы, геометрическое представление является результатом связанной последовательности операций, составляющих дерево построения модели. Работа пользователя сводится к добавлению операций в дерево построения, создающих те или иные конструктивные элементы или модифицирующие геометрию. Это справедливо для классического случая моделирования с историей построения.

Для создания моделей вы можете использовать типовые конструктивные элементы или создавать тела на базе двумерных контуров, а также комбинировать эти два способа. Эскизы являются основой для всех тел, получаемых вращением или протягиванием вдоль траектории.

1.1 Эскизы

Эскизом считается именованная группа двумерных кривых, связанных геометрическими и размерными отношениями и расположенных на одной плоскости. Вы можете создавать эскизы на основе любого существующего плоского объекта, а также на кривой. В последнем случае в точке кривой, где будет привязан эскиз, система создаст плоскость, расположенную по нормали к кривой. Данный тип расположения эскизов используется для создания тел протягиванием эскиза вдоль траектории.

Начиная с версии NX7.5 для создания эскиза предлагаются два набора инструментов – **Эскиз в среде задач (Sketch in Task Environment)** и инструментальная панель **Прямой эскиз (Direct Sketch)**. Первый представляет собой отдельный модуль, который запускается вызовом команды **Вставить > Эскиз в среде задач** и предназначен для редактирования

эскизов, на которые ссылаются много конструктивных элементов. Прямой эскиз позволяет строить двумерные контуры непосредственно в текущем приложении NX и больше подходит для создания новых эскизов. Функционально эти два средства создания эскизов отличаются на три команды: **Кривая пересечения (Intersection Curve)**, **Точка пересечения (Intersection Point)** и **Проецирование кривой (Projected Curve)**, которые отсутствуют в Прямом эскизе.

Для создания эскиза в среде задач вызовите соответствующую команду из главного меню и укажите плоскую поверхность размещения эскиза (Рисунок 1). Если эскиз должен располагаться на кривой, то необходимо выбрать соответствующий подтип эскиза в выпадающем списке диалога. Обычно для задания исходных данных эскиза достаточно только указания плоскости. После задания этих параметров или принятия значений по умолчанию система координат эскиза расположится на плоскости и будет открыта среда создания эскиза с соответствующим инструментарием.

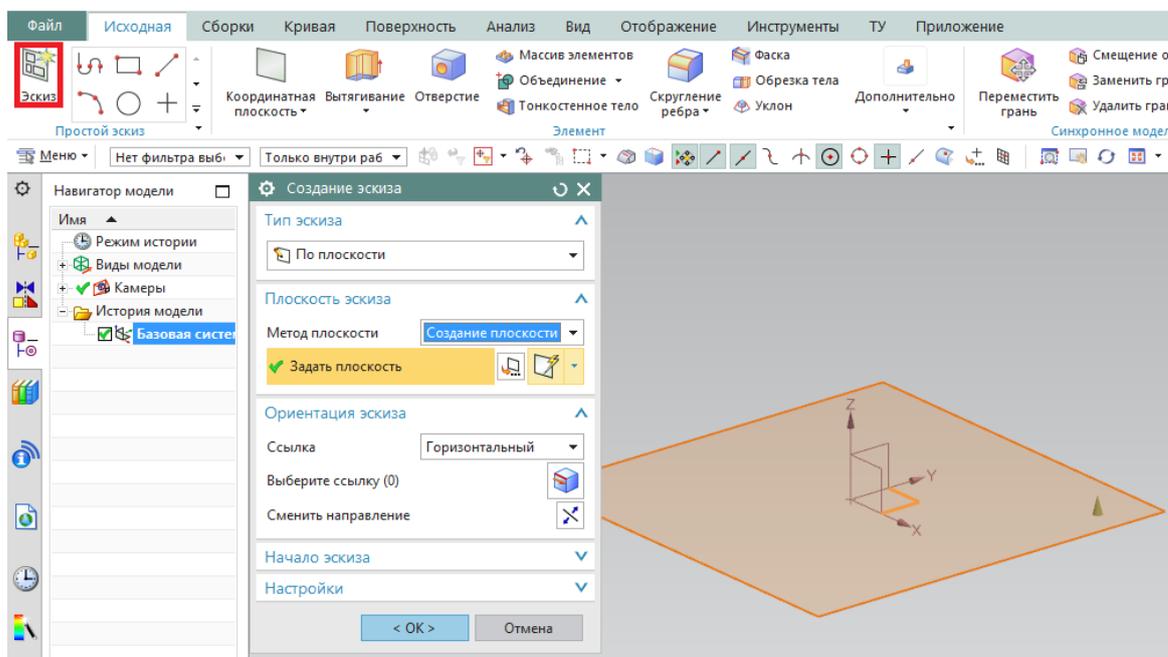


Рисунок 1. Создание эскиза

Прямой эскиз может также задаваться с помощью аналогичного диалога, для этого необходимо нажать кнопку **Эскиз (Sketch)** на инструментальной панели **Прямой эскиз**. Но можно, просто выбрав на этой панели команду рисования какого-либо двумерного объекта, и начать его рисовать на любой плоской грани тела или плоскости. В этом случае направление системы координат и её начало будут приняты по умолчанию.

Дальнейшая работа по созданию плоского контура одинакова для обоих инструментов создания эскизов. С помощью команд рисования геометрии на инструментальной панели **Инструменты эскиза (Sketch Tools)** рисуется геометрия, на которую потом накладываются размерные и геометрические ограничения.

В момент рисования того или иного двумерного объекта система пытается автоматически определить, каким геометрическим ограничениям он подчиняется, и накладывает эти ограничения. Этот режим регулируется кнопкой **Создать контекстные ограничения (Create Inferred Constraints)**.

Для ручного задания ограничений или для задания дополнительных ограничений необходимо воспользоваться кнопкой **Ограничения (Constraints)**. При выборе геометрии эскиза в диалоговом окне команды будут отображаться те ограничения, которые наложены на выбранную геометрию и которые можно наложить. В зависимости от количества и типа выбранных объектов будут отображаться разные типы ограничений. Если придерживаться правильного подхода к проектированию, то все элементы эскиза должны быть связаны размерными и геометрическими ограничениями – то есть эскиз должен быть полностью определенным и не иметь свободных степеней свобод.

1.2. Создание тел

Для создания тела на основе эскиза необходимо воспользоваться одной из команд вытягивания эскиза в заданном направлении или вращения вокруг оси. Наиболее часто используемые из них – это команды **Вытягивание (Extrude)** и **Вращение (Revolve)**, расположенные на инструментальной панели **Элемент (Feature)** или в разделе главного меню **Вставить > Элементы проектирования (Insert > Feature)**.

Рассмотрим команду **Вытягивание** (Рисунок 2). Для её работы необходимый минимальный набор исходных данных состоит из плоского контура или прямой и вектора направления, которые задаются соответственно в разделах диалога **Сечение (Sections)** и **Направление (Direction)**. При этом возможно сразу из команды запустить редактор эскиза и нарисовать его с нуля. В этом случае эскиз будет считаться внутренним и не будет доступен в Навигаторе модели до тех пор, пока не будет сконвертирован во внешний. В качестве контура для вытягивания могут выступать любые кривые, в том числе и ребра существующих тел.

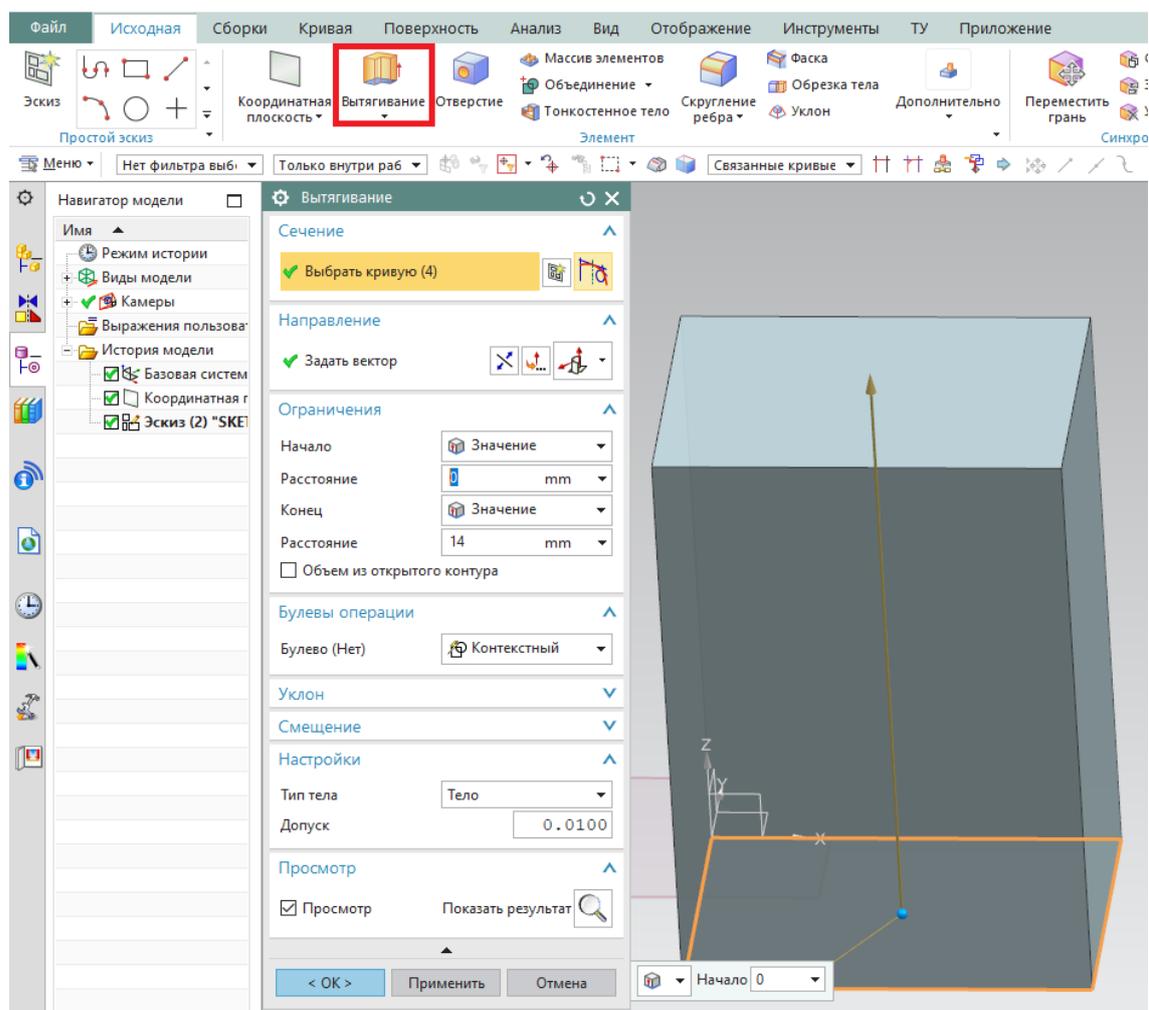


Рисунок 2. Создание вытягивания

При выборе плоского контура направление по умолчанию определяется по нормали к плоскости контура, но при необходимости его можно переопределить, нажав кнопку **Задать вектор (Specify Vector)**. В разделе **Ограничения (Limits)** задаются лимиты перемещения эскиза от плоскости его построения в обе стороны. Они могут задаваться как напрямую, указанием величин, так и ссылкой, с помощью выбора одного из следующих значений опции:

- **до следующего (Until Next)** – контур будет вытянут до пересечения с другим твердым телом, встреченным в направлении вытягивания;
- **до выбранного (Until Selected)** – контур будет вытянут до выбранной грани существующего тела или поверхности. Если вытянутый контур не полностью пересекает выбранную грань или поверхность, то по возможности будут использоваться смежные грани или поверхности. Если такой возможности нет, то будет сгенерировано сообщение об ошибке;
- **до расширенного (Until Extended)** – модификация опции **До выбранного**, которая позволяет выбирать ограничивающие объекты, не полностью

пересекающие протягиваемый контур. В этом случае система автоматически рассчитывает продолжение выбранной грани или поверхности и использует её для построения;

- **через все (Through All)** – протягивает контур в заданном направлении через все встречающиеся тела.

В разделе диалога Булевы операции (Boolean) можно сразу задать тип логической операции, применяемой к телу, если в модели уже есть твердые тела. Среди возможных значений этой опции следует отметить значение Контекстный (Inferred). При этом значении система сама определяет подходящий тип операции, исходя из взаимного расположения создаваемого тела и существующего. Такой вариант следует применять, когда не предполагается изменения модели, которое может вызвать изменение взаимного расположения задействованных тел, иначе тип применяемой логической операции может измениться.

Одновременно с вытягиванием контура можно задать дополнительные трансформации получаемого тела в разделах Уклон (Draft) и Смещение (Offset) или воспользоваться соответствующими командами после создания элемента вытягивания.

Тип получаемого тела определяется в разделе диалога Настройки (Settings), но эта опция действует только в случае использования замкнутого контура, в противном случае получаемый элемент вытягивания будет представлять собой поверхность.

1.3 Выражения

Выражения модели представляют собой набор всех параметров, созданных пользователем или операциями построения. Практически каждый создаваемый геометрический объект является ассоциативным и параметрическим, все числовые параметры объектов попадают в выражения модели. С помощью диалога редактирования и задания выражений можно изменять текущие значения параметров или связывать их формулами. Диалог открывается с помощью пункта главного меню **Инструменты > Выражения (Tools> Expressions)**. С помощью выпадающего списка можно фильтровать отображаемые параметры по типу.

Так как наименование параметрам элементов система даёт автоматически, то в моделях достаточно трудно определить по имени параметра, к какому конкретно объекту он относится. Для этого в выпадающем списке фильтра отображения используется значение Параметры объекта (ObjectParameters), которое отобразит все параметры выбранного в графической области объекта. При связывании параметров с помощью формул можно

ссылаться на параметры другой модели, что создаст параметрическую межмодельную связь.
Для этого используется кнопка **Создать ссылку между деталями**.

Раздел 2. Лабораторные работы

Лабораторная работа № 1. Настройка и запуск Siemens NX. Разработка детали простой конфигурации

Запуск приложения NX осуществляется из меню «Пуск» либо с помощью значка на рабочем столе. Визуально процесс запуска приложения показан на рисунке 2.

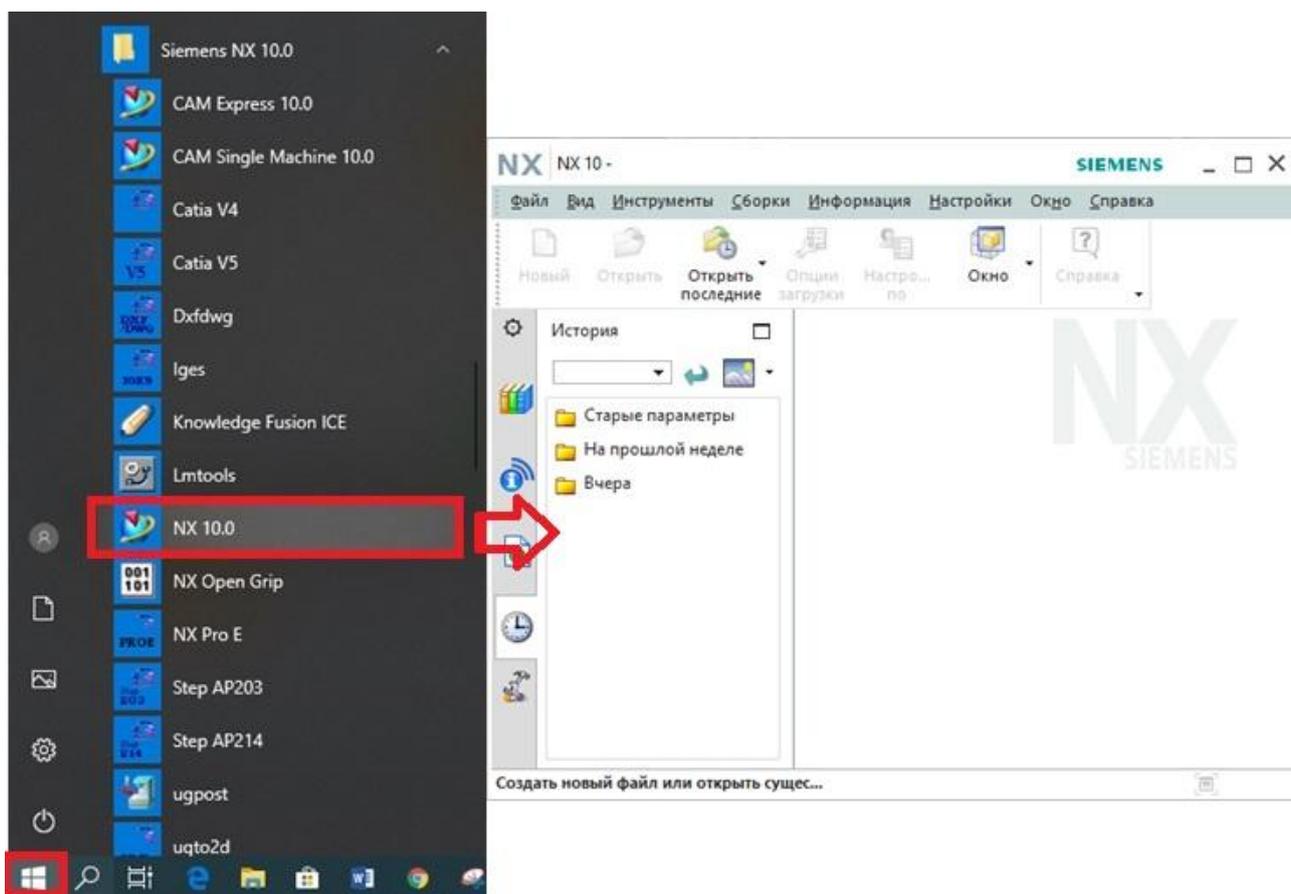


Рисунок 3. Запуск NX

Если после запуска приложения появляется ошибка лицензирования NX, то необходимо следовать выпадающей инструкции (рис.3). Набор необходимых лицензий нужно уточнить у преподавателя.

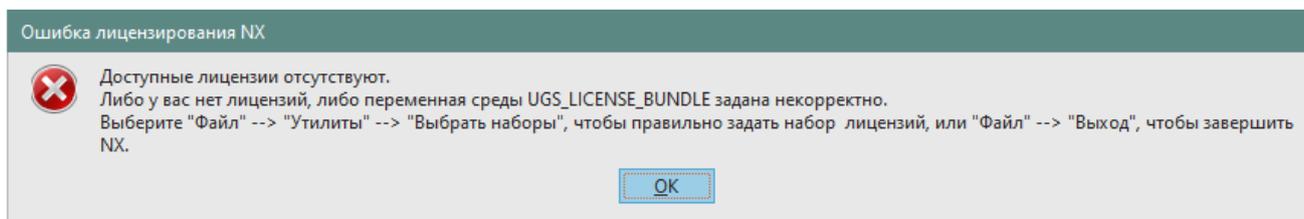


Рисунок 4. Ошибка лицензирования

Создать новый или открыть уже существующий файл мастермодели можно разными способами:

- с помощью вкладки Файл, главного меню (рис.4);

- используя соответствующие значки на Инструментальной панели (рис.5);
- Через панель ресурсов (рис.6).

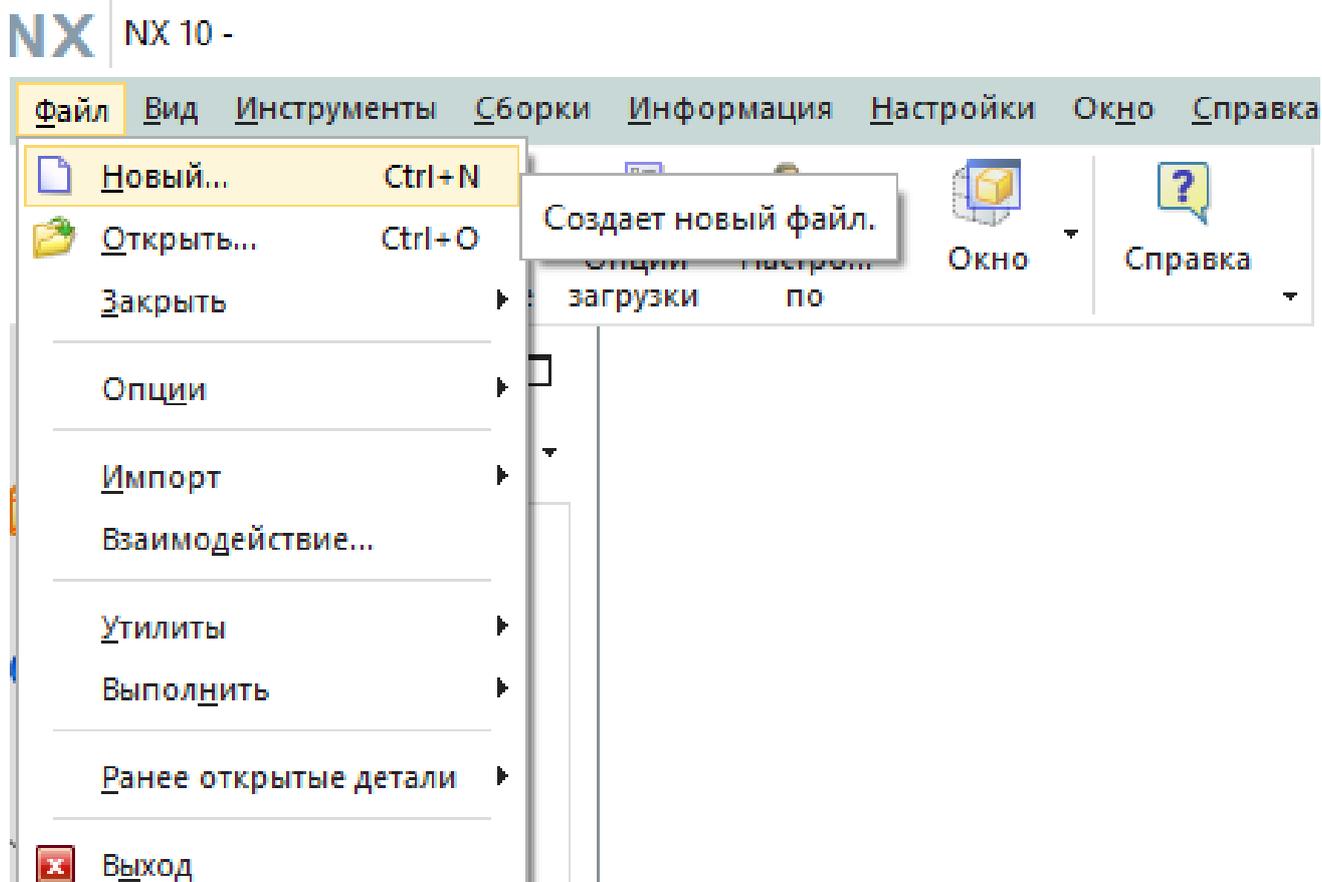


Рисунок 5. Вкладка файл главного меню

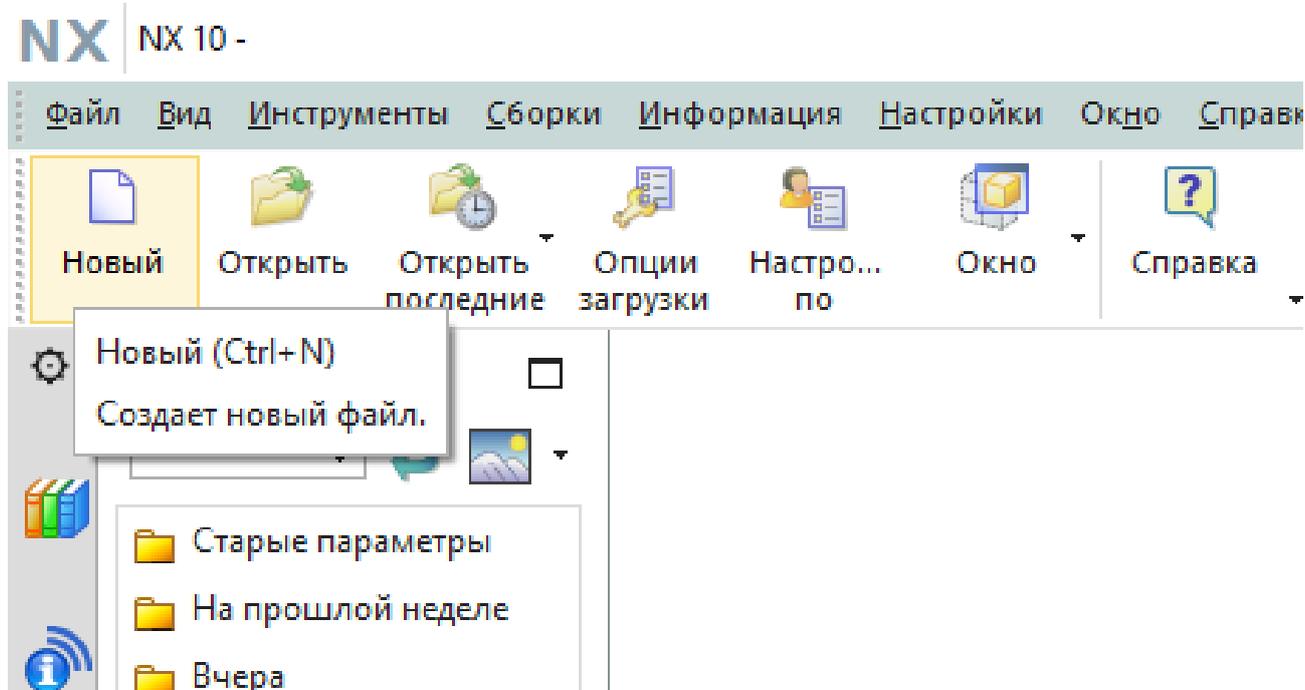


Рисунок 6. Инструментальная панель

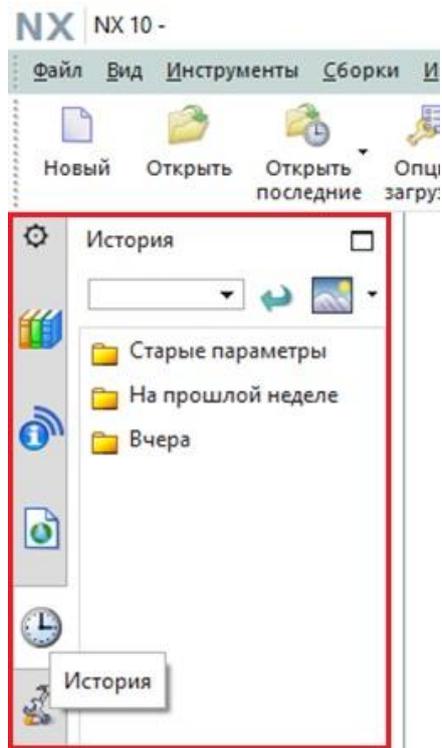


Рисунок 7. Панель ресурсов

При создании нового файла модели в открывшемся окне необходимо выбрать в верхней строке меню «Model» и в средней части окна тоже выбрать «Model», а затем указать имя модели и папку для сохранения (рис.7).

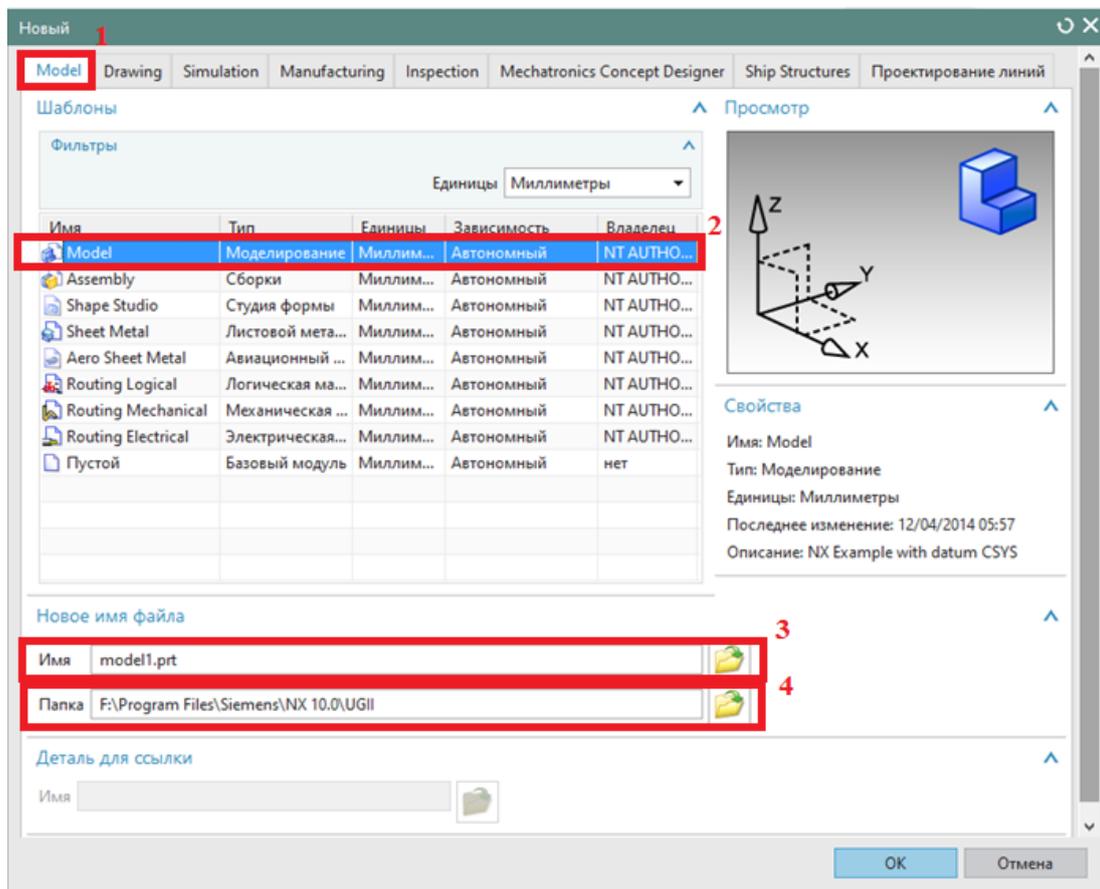


Рисунок 8. Создание нового файла модели

Для разработки электронной модели Пластины понадобятся две функции: «Эскиз»



Эскиз — это специальный набор функций, который дает возможность задать плоский контур кривых, управляемых размерами. Вы начинаете создавать эскиз, определив приблизительно контур кривых. Затем вы можете задать специальные условия, называемые ограничениями, которые определяют точно форму эскиза. Эскиз может многократно использоваться другими операциями построения. Эскиз сохраняет ассоциативную связь с элементами, для построения которых он использовался. Изменение размеров или ограничений на эскизе приводят к изменению зависимых от него элементов построения. Так как эскиз является элементом построения, он изображается отдельной операцией в навигаторе построения модели.

Для построения эскиза необходимо нажать на меню эскиз и выбрать тип эскиза и метод плоскости, а затем при необходимости задать саму плоскость и её направление (рис.8).

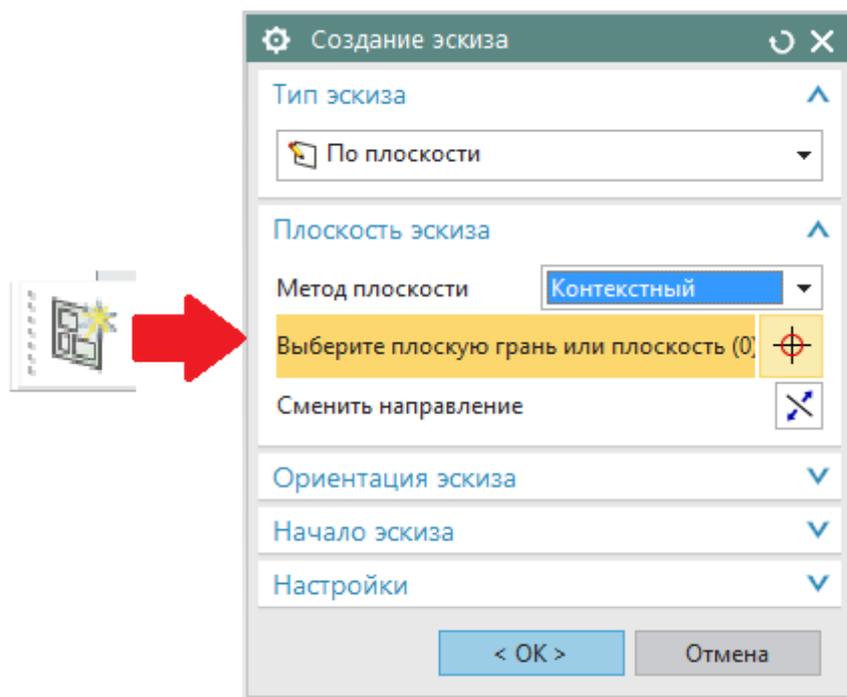


Рисунок 9. Создание эскиза

При разработке эскиза необходимо использовать «Инструменты эскиза (Создание геометрии в эскизе)» (рис.9), «Панель команд задания ограничений» (рис.10).



Рисунок 10. Инструменты для создания геометрии в эскизе

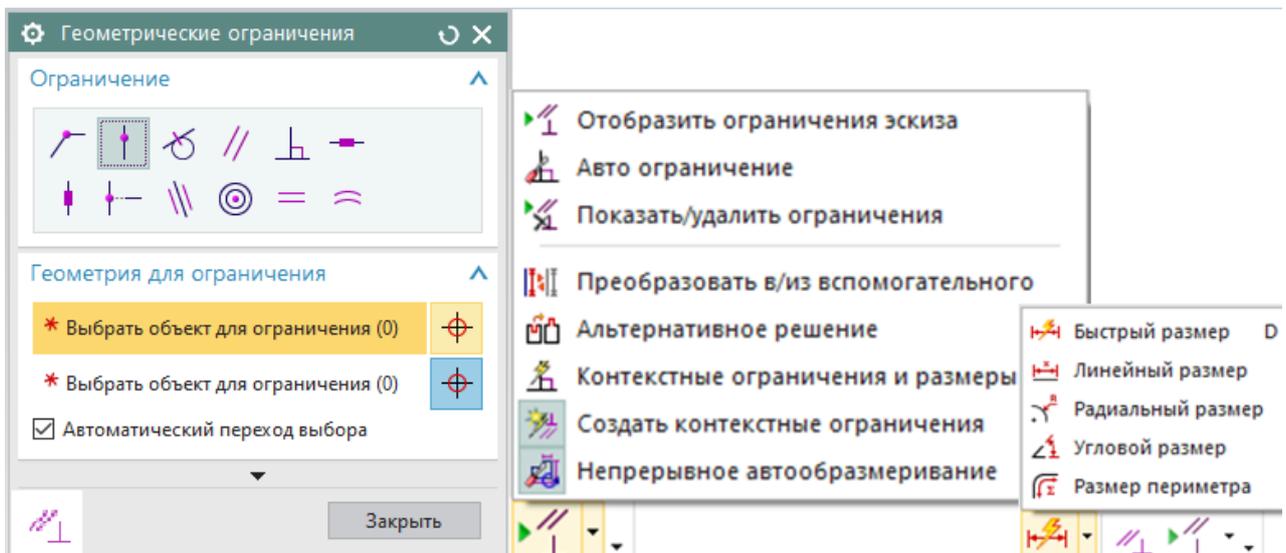


Рисунок 11. Ограничения эскиза

Создавать пластину необходимо начинать с прямоугольника. Прямоугольник нужно создавать с помощью инструмента «Прямоугольник»  из точки 0. После создания прямоугольника его необходимо образмерить, для этого используем инструмент «Быстрый размер» . Созданный прямоугольник изображен на рисунке 11.

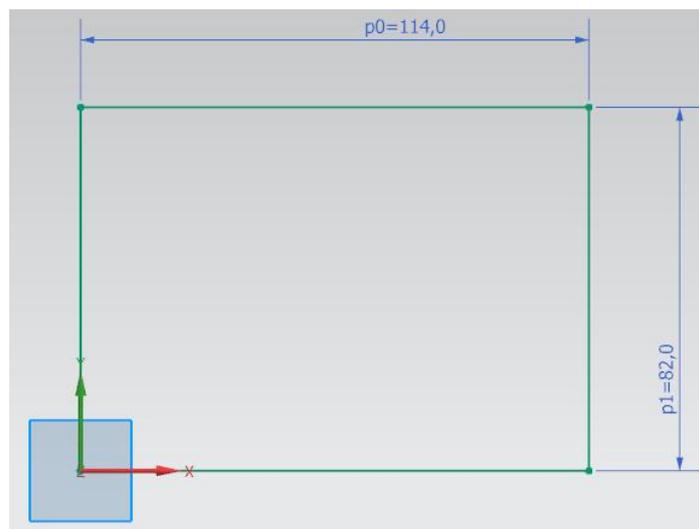


Рисунок 12. Создание прямоугольника

Затем используем инструмент «Скругление»  и создаем скругления в углах данного прямоугольника. С помощью инструмента «Быстрый размер» назначим на один радиус размер - $R=20$. Остальные радиусы сделаем равные указанному ранее радиусу с помощью панели команд задания «Геометрических ограничений» и инструмента «Равный радиус» . Получившаяся фигура показана на рисунке 12.

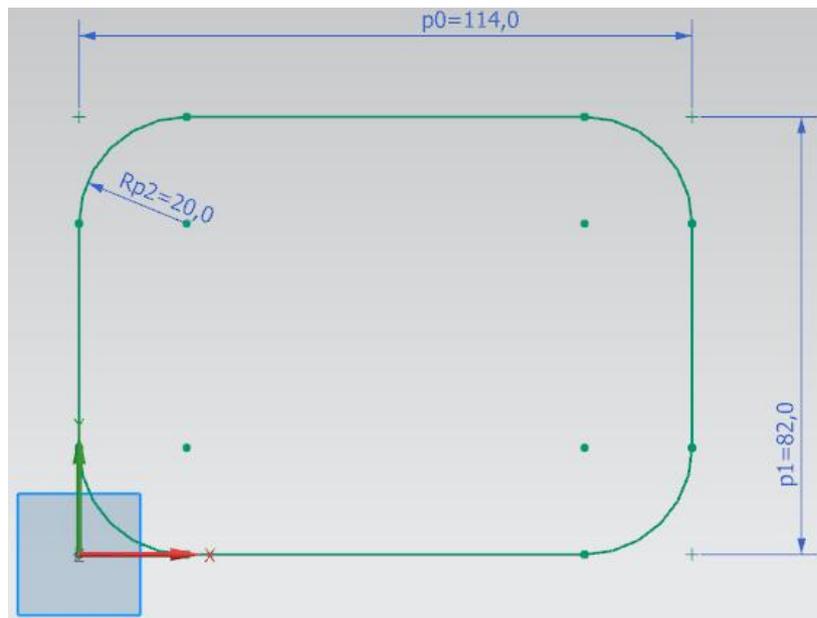


Рисунок 13. Скругление углов прямоугольника

Далее необходимо провести две линии от центров противоположных сторон, с помощью инструмента «Отрезок»  и сделать эти линии вспомогательными с помощью инструмента «Преобразовать в/из вспомогательного» . Ниже, на рисунке 13 показано, что должно получиться.

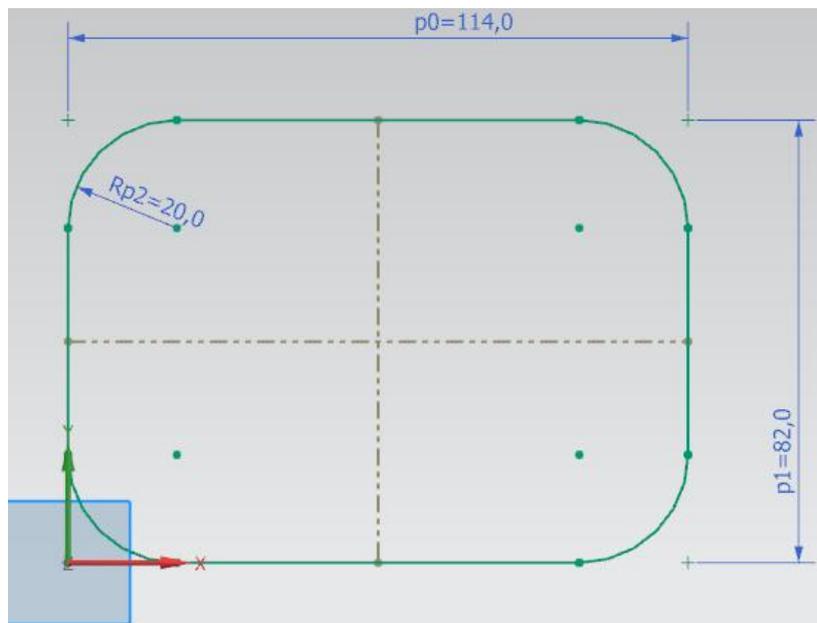


Рисунок 14. Вспомогательные линии

Теперь необходимо построить центральную окружность с помощью инструмента «Окружность»  и с помощью инструмента геометрических ограничений «Точка на кривой»  разместить центр данной окружности на вспомогательных линиях. После необходимо задать диаметр окружности с помощью инструмента «Быстрый размер» . Эскиз с построенной окружностью показан на рисунке 14.

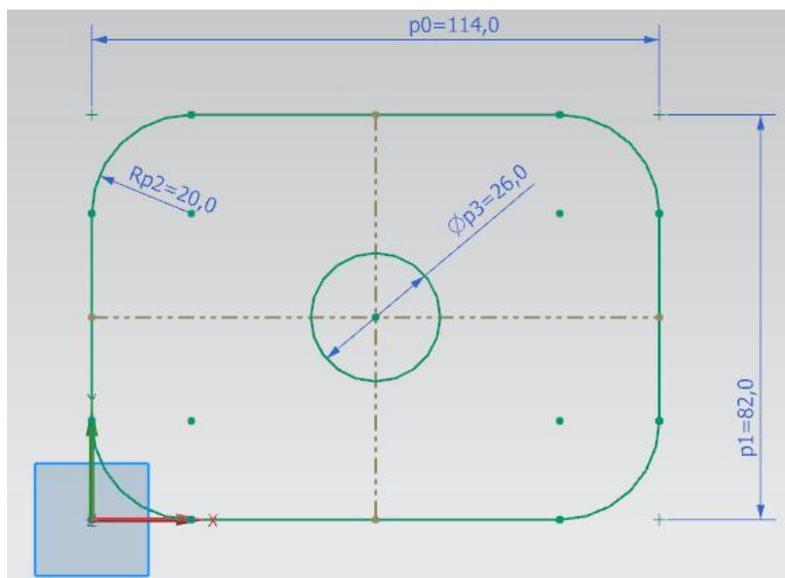


Рисунок 15. Построение центральной окружности

После построение окружности в центре пластины необходимо построить четыре окружности в углах пластины. Для этого также используем инструмент «Окружность» . Также, как и с радиусами назначаем на одну из окружности диаметр с помощью инструмента «Быстрый размер» , а остальные окружности образмериваем с помощью панели команд задания «Геометрических ограничений» и инструмента «Равный радиус» . Затем позиционируем эти окружности относительно ребер пластины с помощью инструмента «Быстрый размер» . Полученный эскиз показан на рисунке 15.

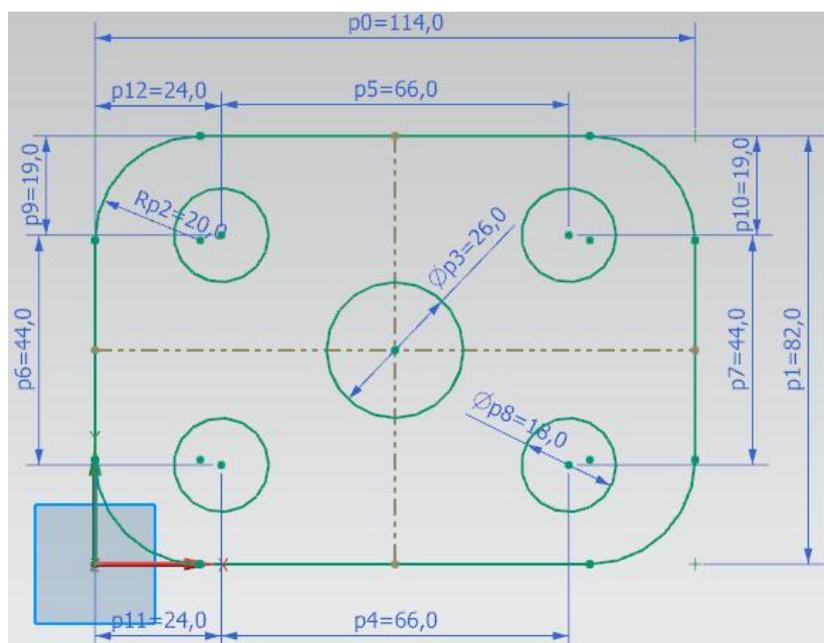


Рисунок 16. Эскиз Пластины

На этом построение эскиза окончено. Для выхода из меню эскиза необходимо нажать

на кнопку «Закончить эскиз»  Закончить эскиз

После создания эскиза необходимо придать пластине объем (т.е. создать 3д модель),



для этого необходимо воспользоваться функцией «Вытягивание» **Вытягив...** .

Для вытягивания необходимо задать кривые, вектор и расстояние (рис.16). Для задания кривых существует меню разумного выбора объектов, которое называется «Правила кривой» (рис.17).

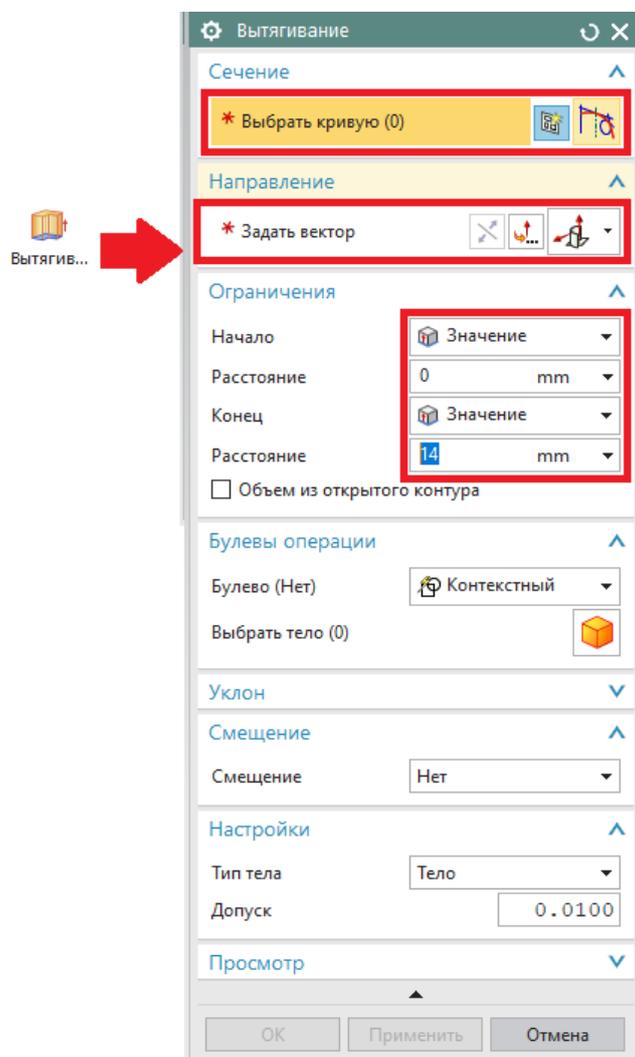


Рисунок 17. Функция «Вытягивание»

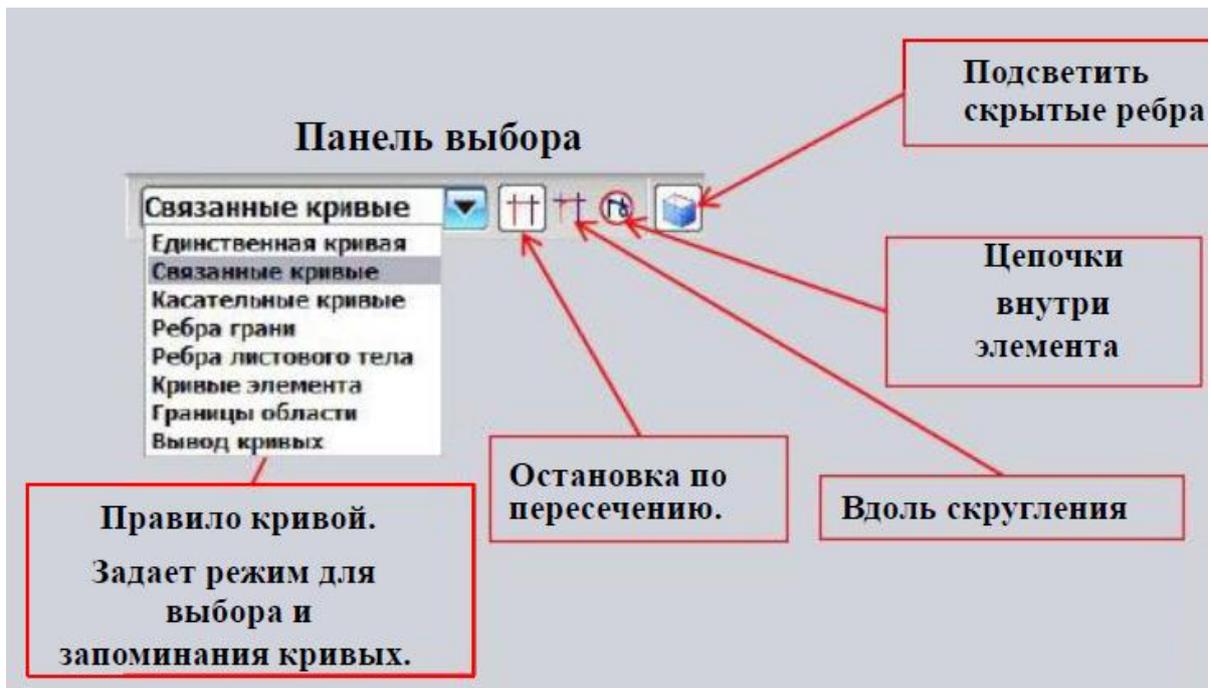
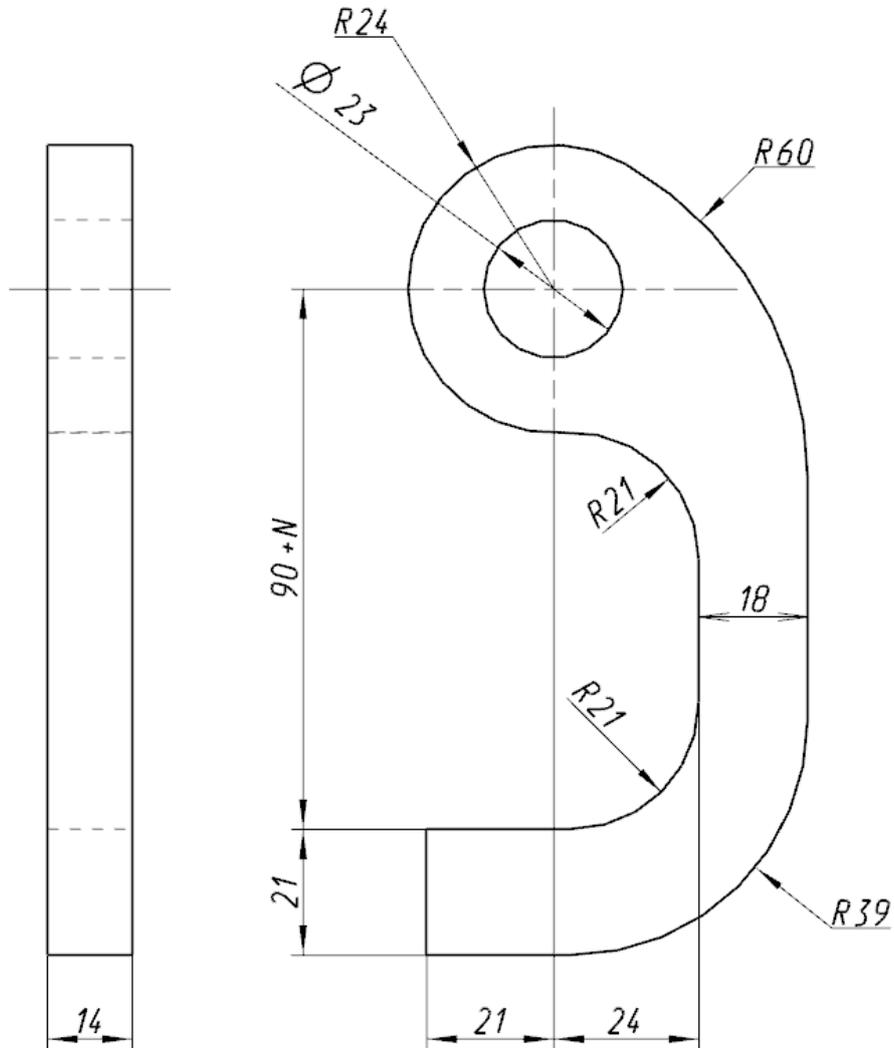


Рисунок 18. Разумный выбор объектов

Лабораторная работа № 2. Разработка плоской детали с использованием эскизов и операции «Вытягивание»

1. Построить электронную модель детали по чертежу, согласно своему варианту.



Варианты индивидуальных заданий.

№ варианта	
1	
2	0
3	
4	
5	5

№ варианта	
9	0
10	0
11	
12	1
13	2

№ варианта	
16	3
17	4
18	
19	4
20	00

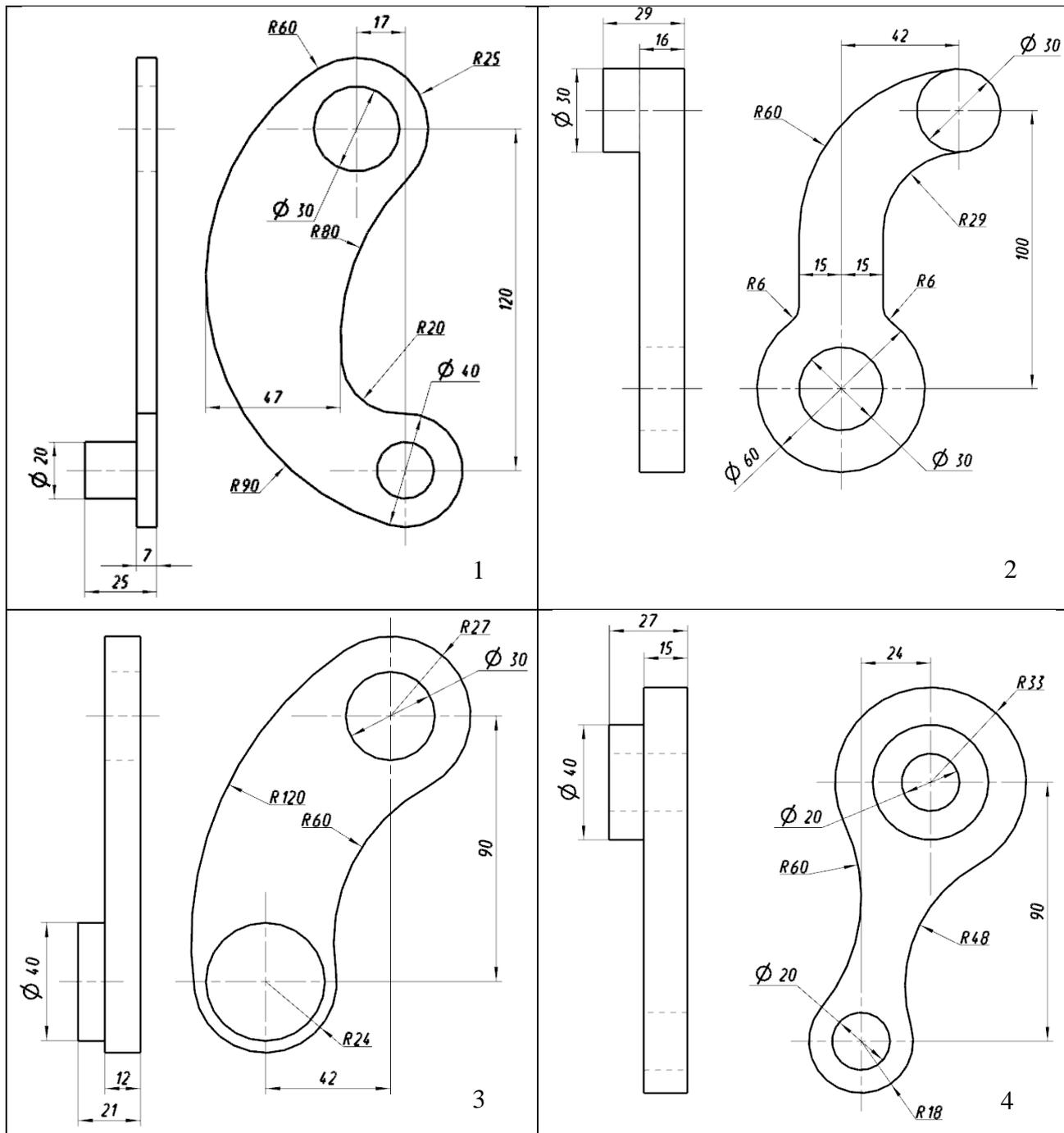
6	1
7	0
8	8

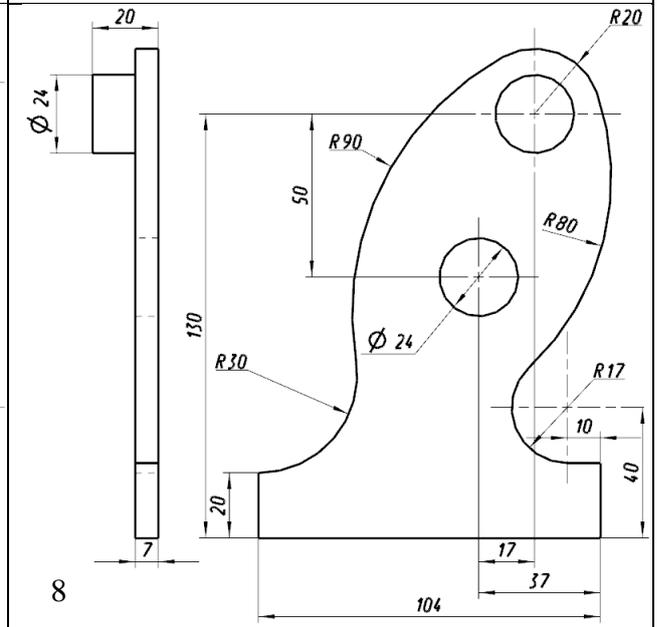
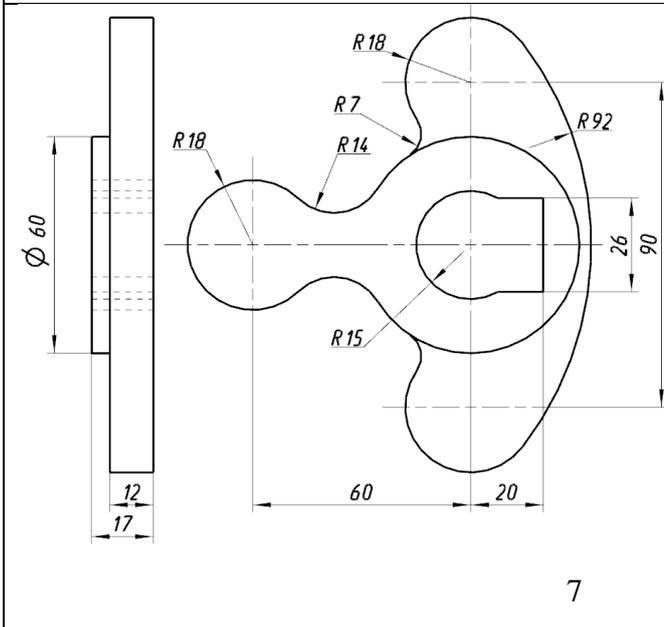
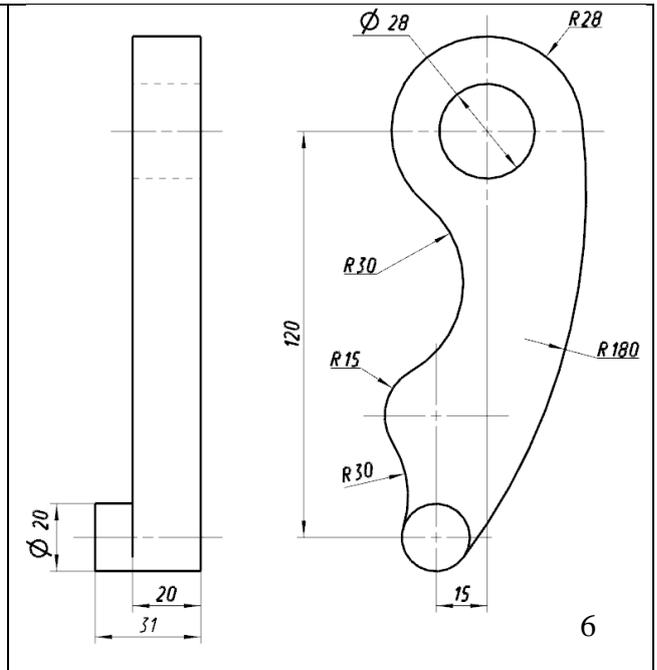
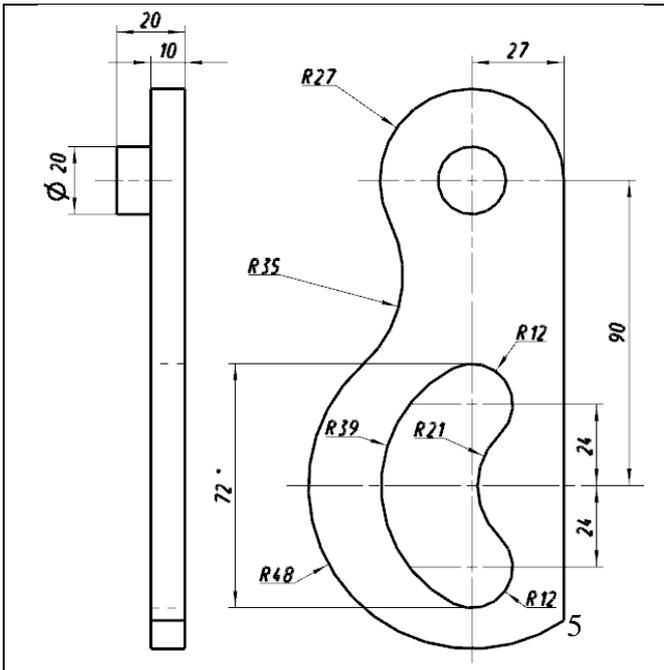
14	
15	3
16	2

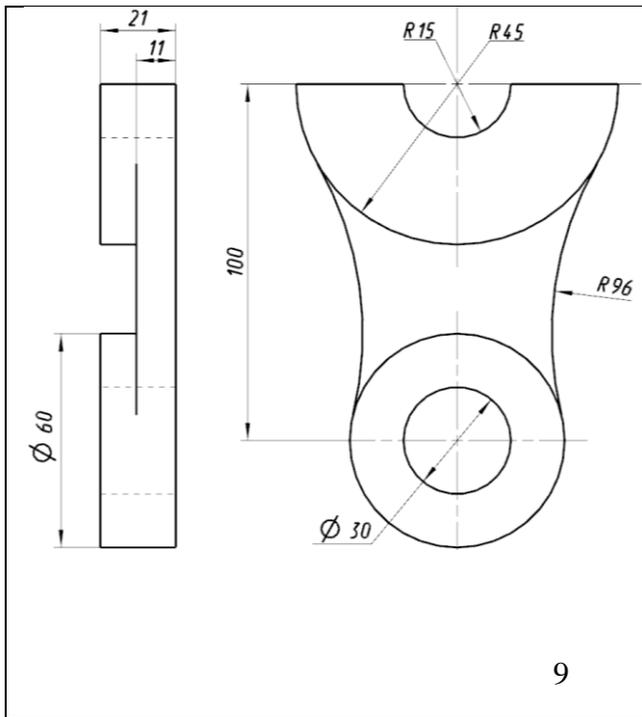
21	9
22	3
23	7

Лабораторная работа № 3. Индивидуальная разработка плоской детали с использованием эскизов и булевых операций

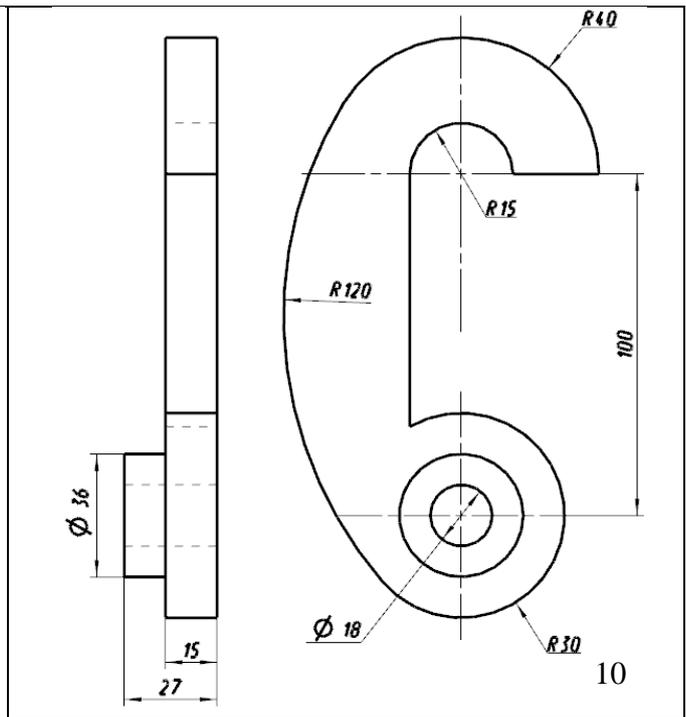
1. Построить электронную модель детали по чертежу, согласно своему варианту.
Значение N взять из предыдущей работы, согласно своему варианту



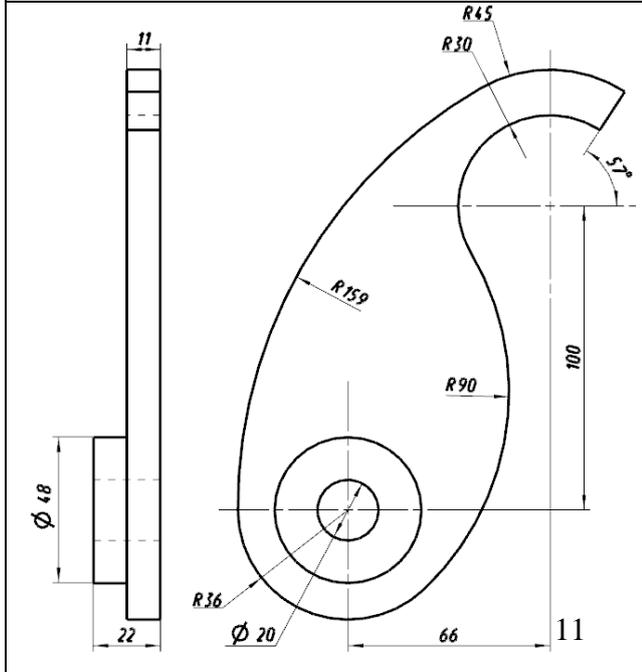




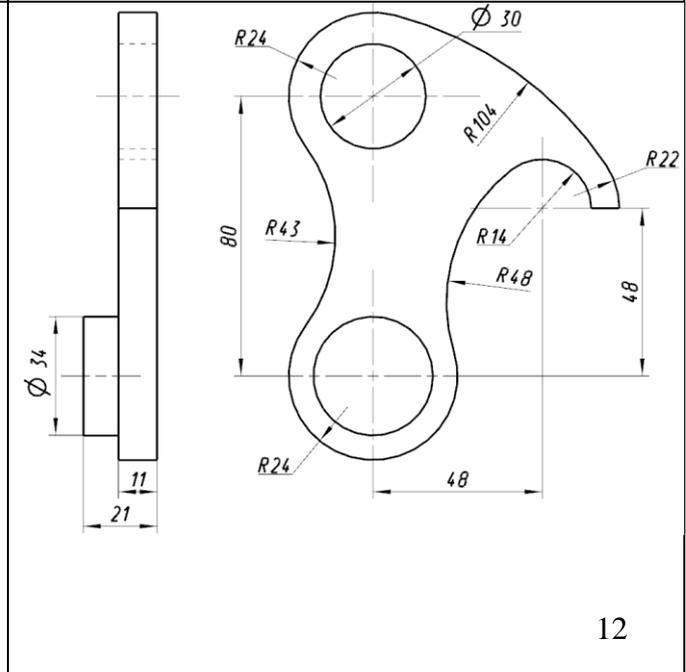
9



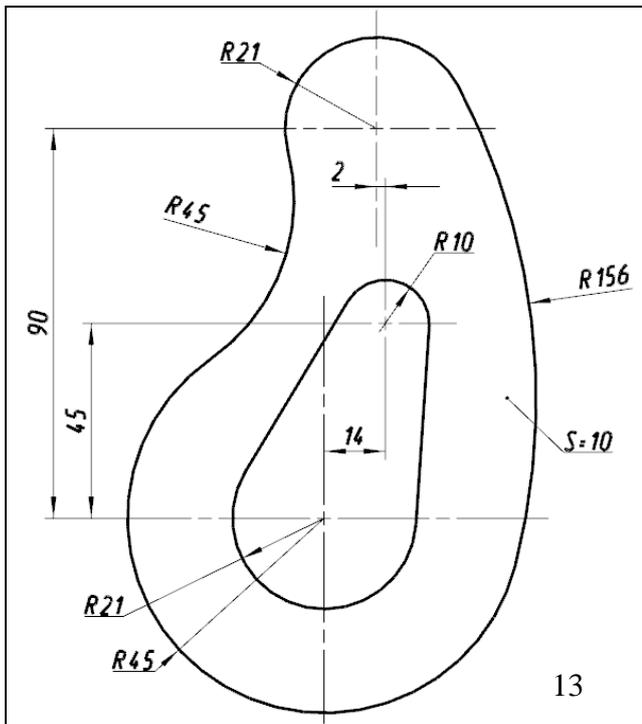
10



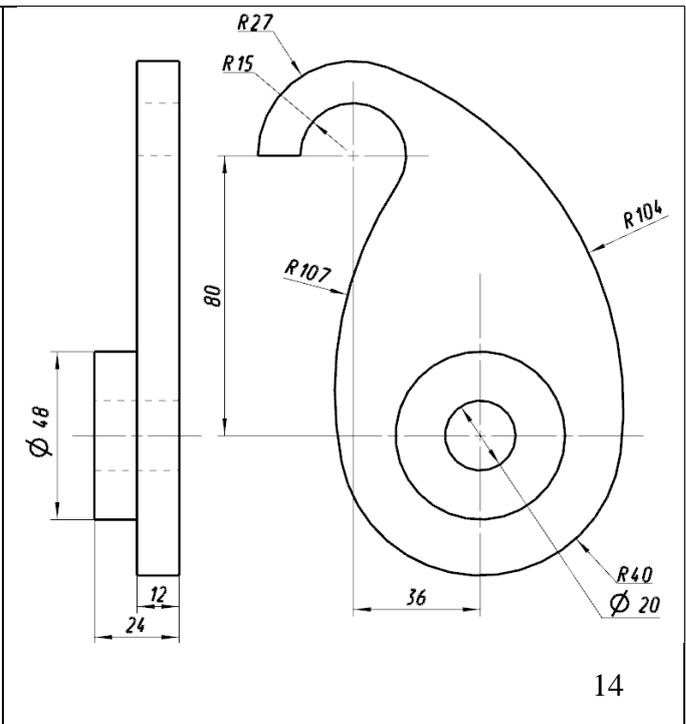
11



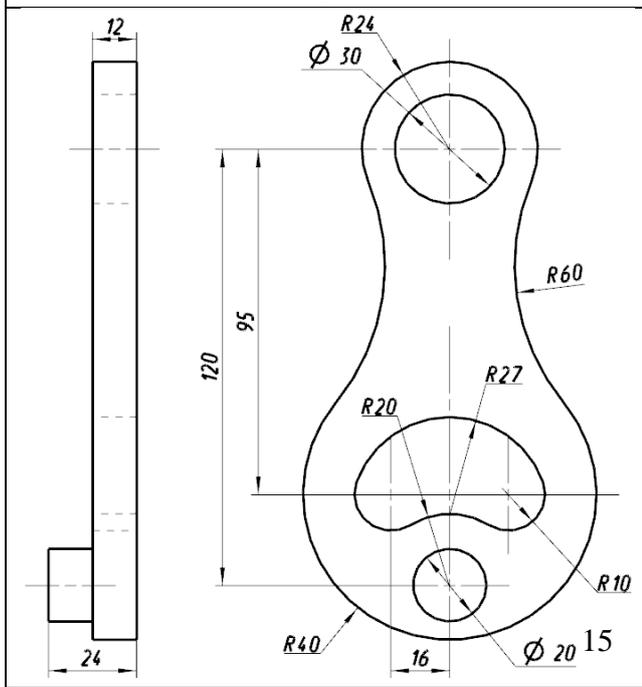
12



13



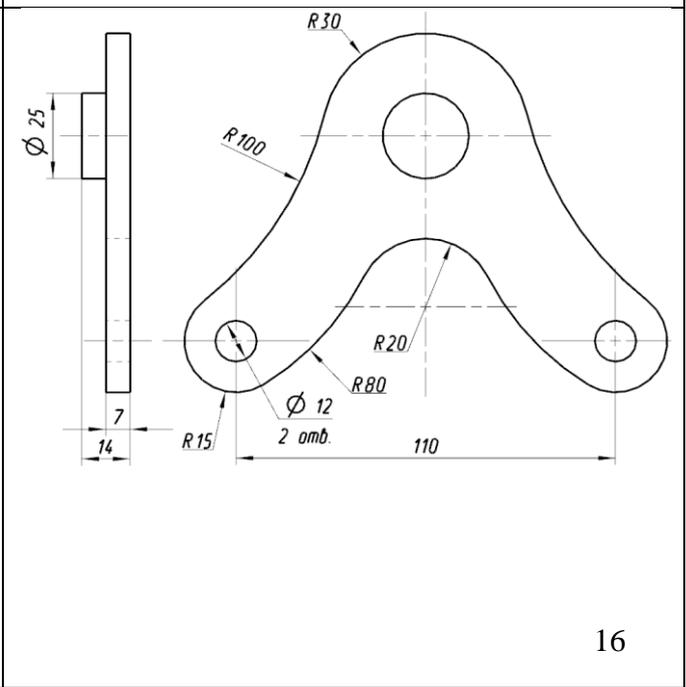
14



120

95

16



16

Лабораторная работа № 4. Моделирование зеркальных деталей сложной формы

Большое количество деталей машиностроения имеет симметричную форму. Поэтому данная лабораторная работа посвящена построению одинаковых элементов на примере детали, показанной на Рисунок 19.

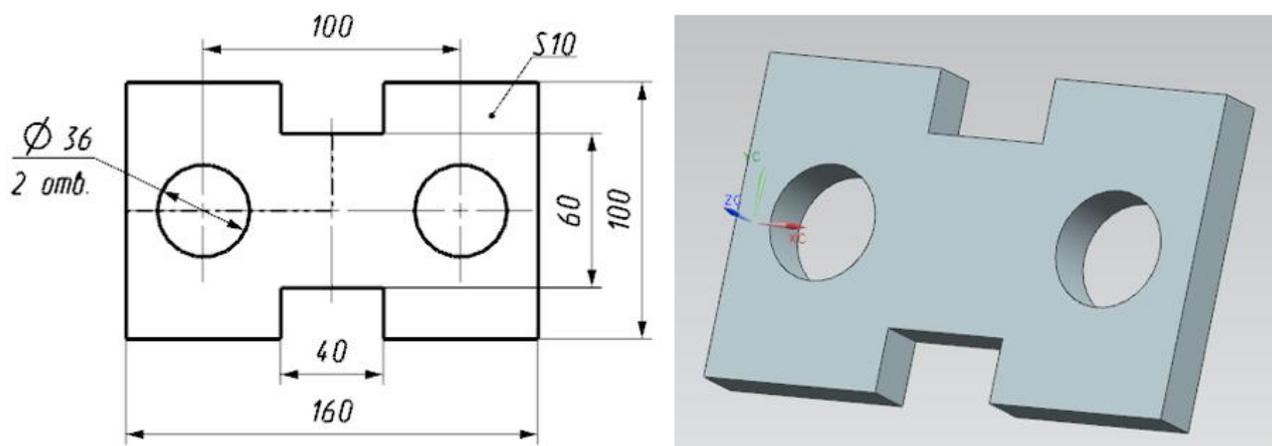


Рисунок 19. Деталь симметричной (зеркальной) формы

Построение подобных деталей в Siemens NX можно выполнять двумя способами. Первый способ подразумевает разработку одинаковых элементов детали в эскизе детали с помощью инструмента «зеркальная кривая» (). Второй способ позволяет создавать одинаковые элементы детали после создания трехмерной модели с помощью инструмента «зеркальный элемент» ().

Для построения такой детали необходимо определить оси симметрии. Данную деталь можно условно разбить на 4 одинаковых части (Рисунок 20).

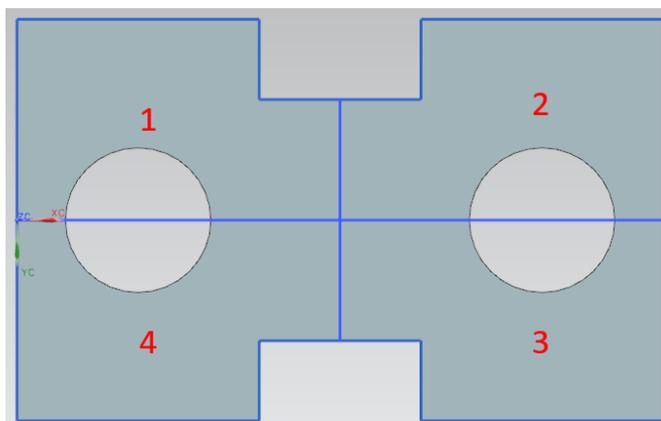


Рисунок 20. Разбивка детали на одинаковые элементы

Пример построения детали, изображенной на Рисунок 19, с помощью инструмента «зеркальный элемент».

После того, как деталь поделена на одинаковые части, необходимо создать эскиз одной такой части (Рисунок 21.а), затем с помощью операции вытягивание придать толщину этой части (Рисунок 21.б-в). После этого необходимо два раза применить инструмент «отражение элемента» (Рисунок 21.г) и затем объединить получившиеся элементы в одну деталь (Рисунок 21.д).

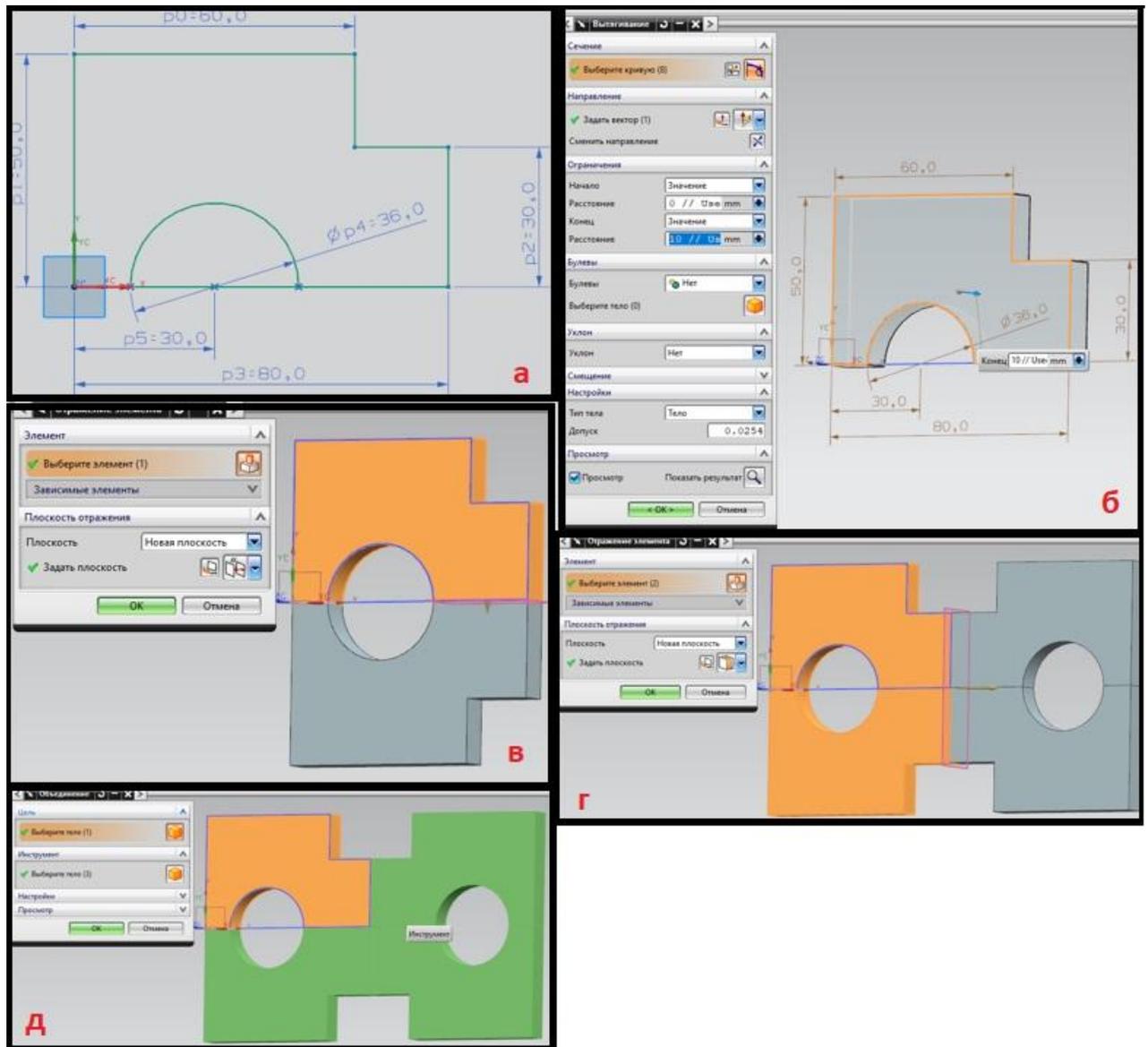


Рисунок 21. Построение симметричной детали с помощью инструмента «зеркальный элемент»

Пример построения детали, изображенной на Рисунок 19, с помощью инструмента «зеркальный кривая».

Построение детали данным способом показано на Рисунок 22).

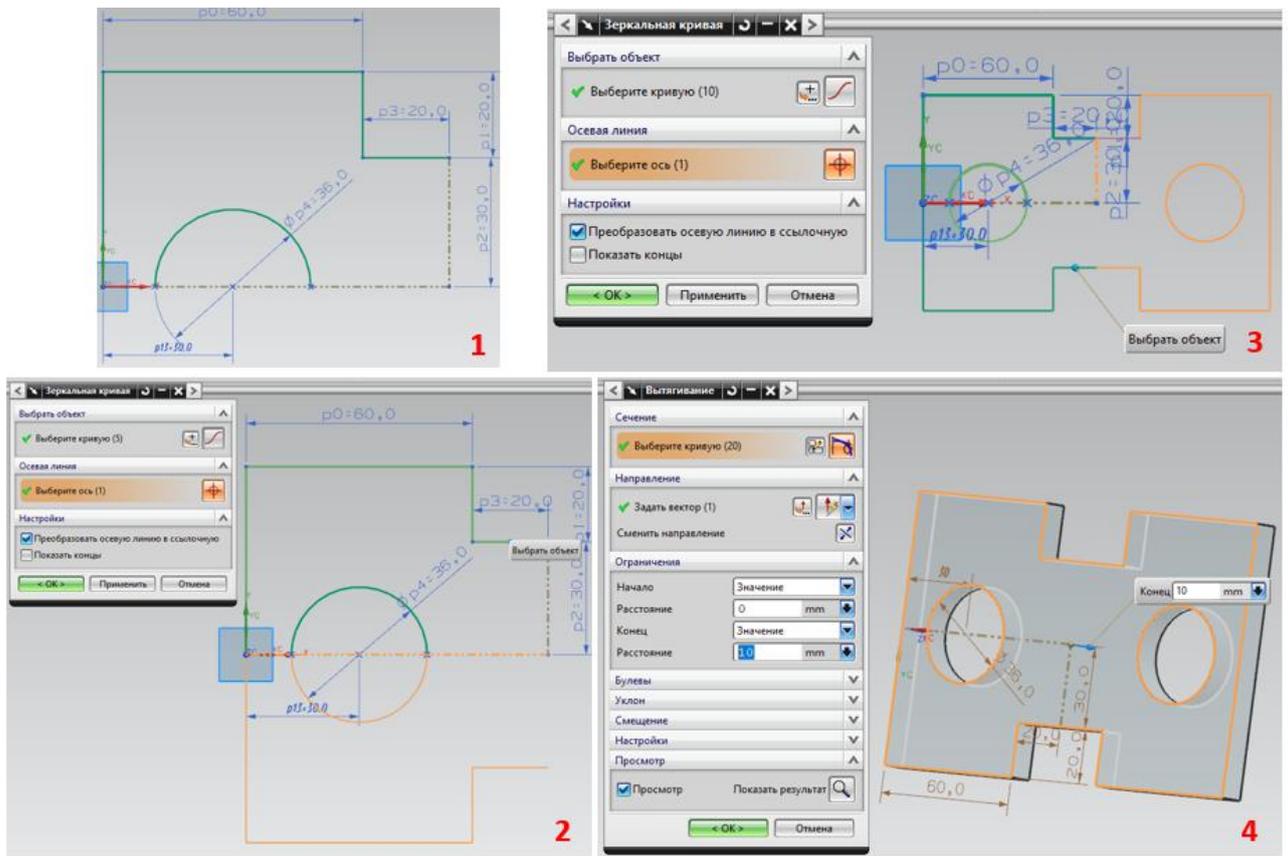
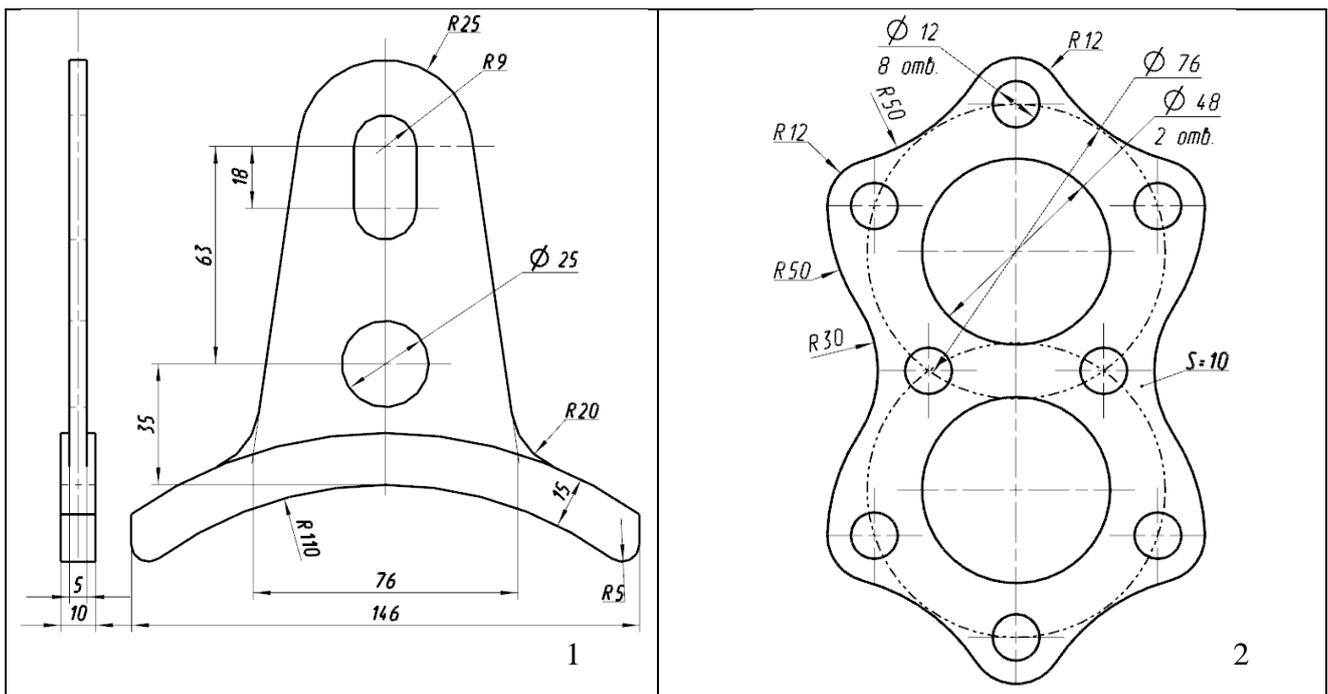
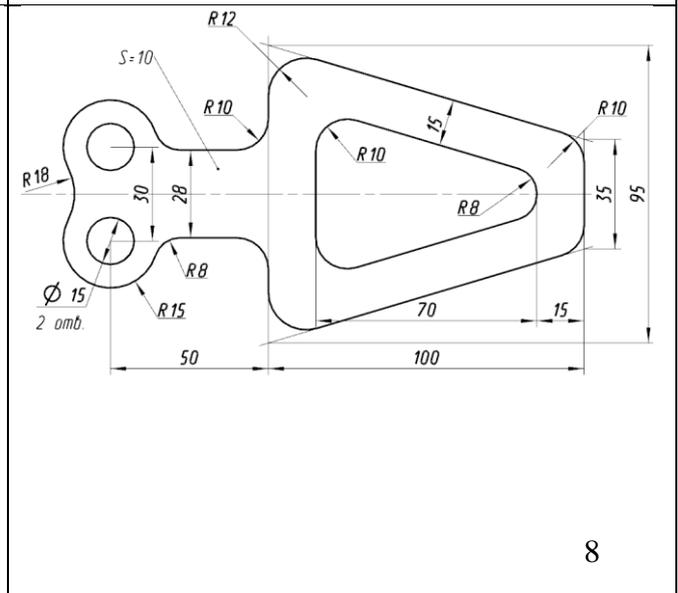
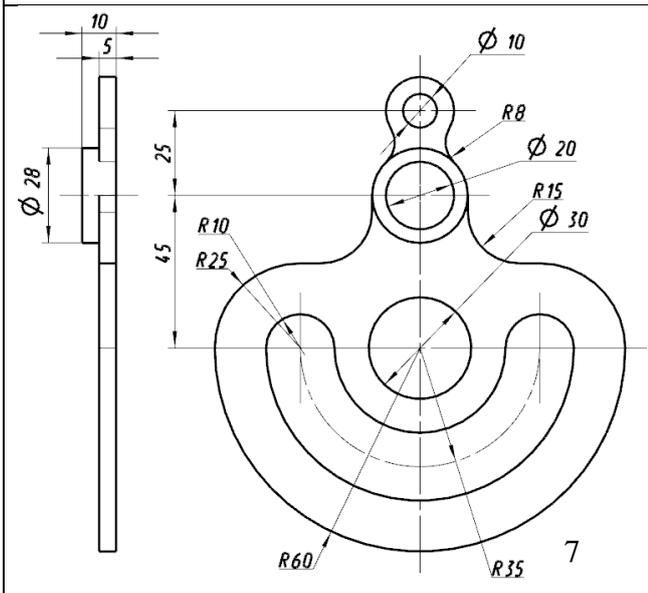
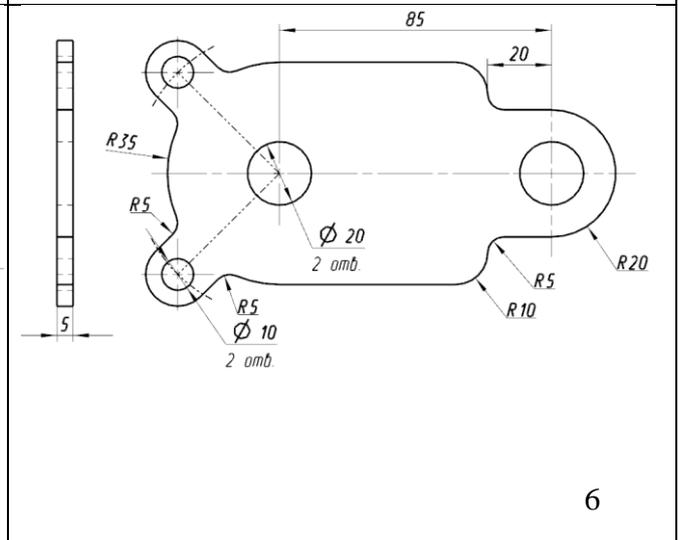
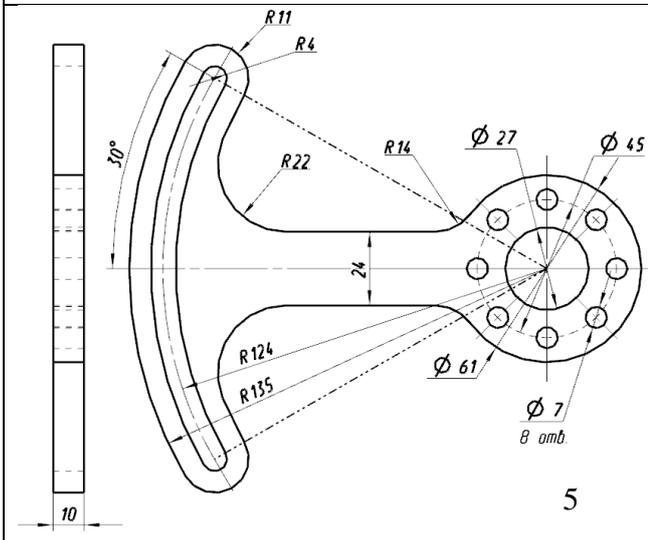
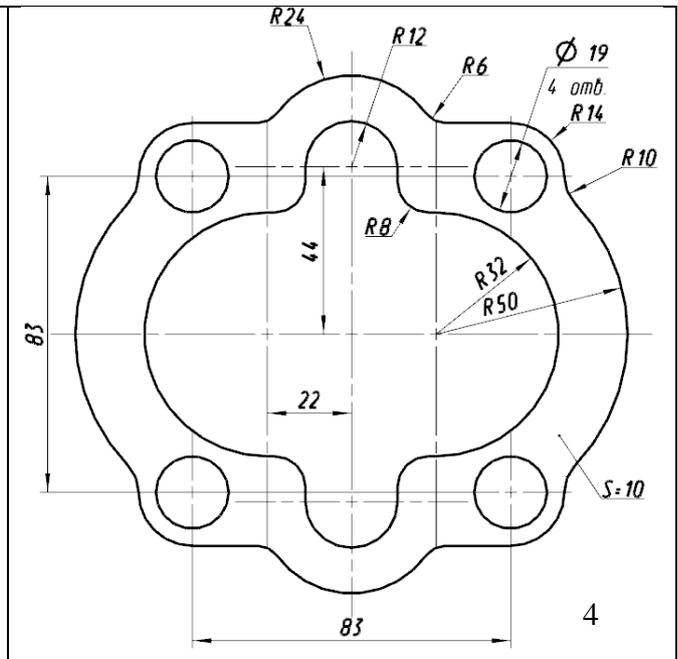
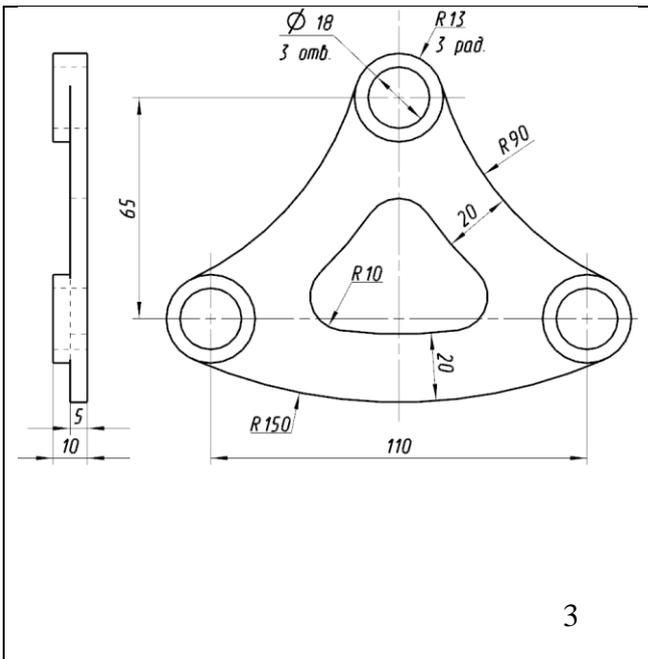


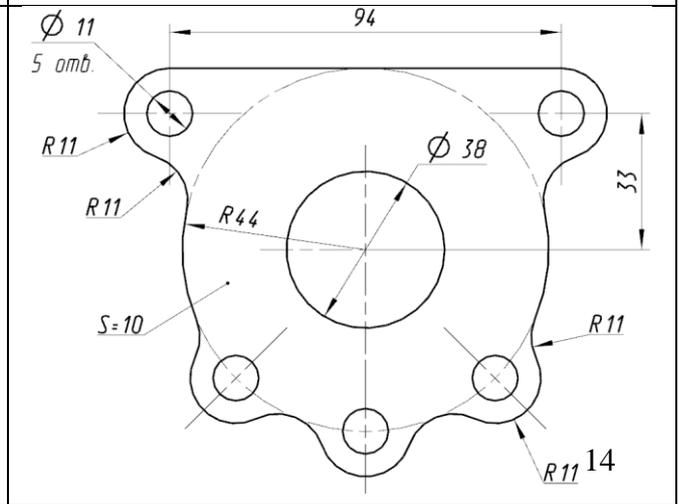
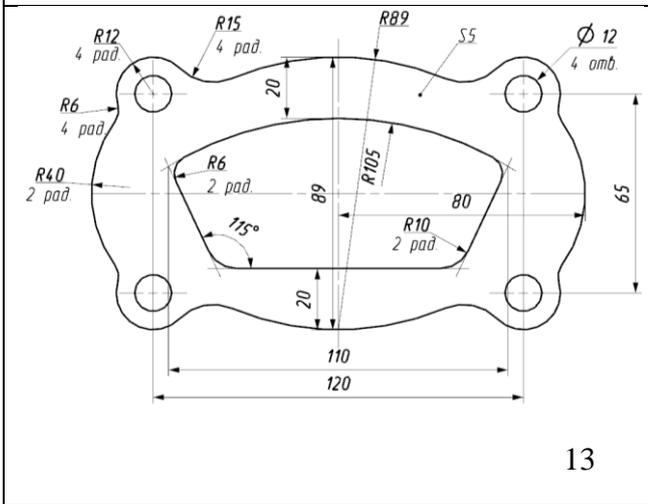
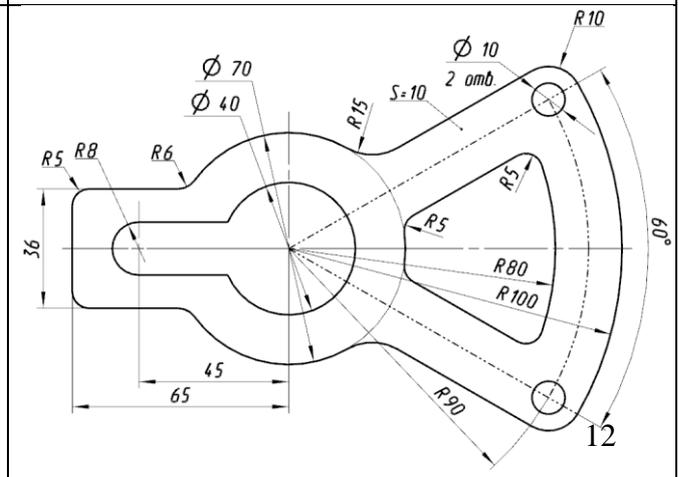
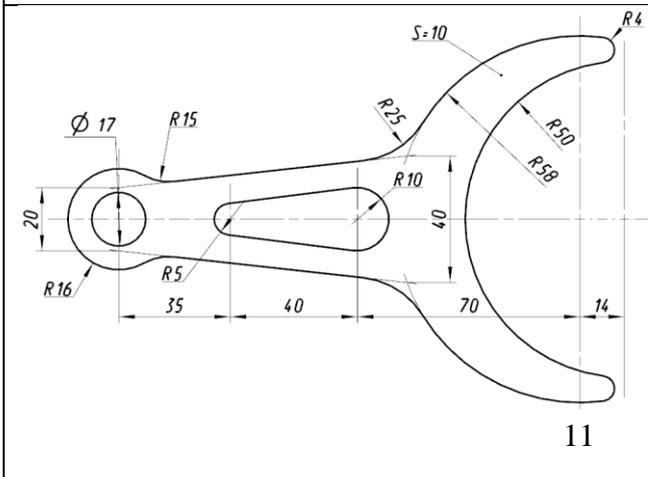
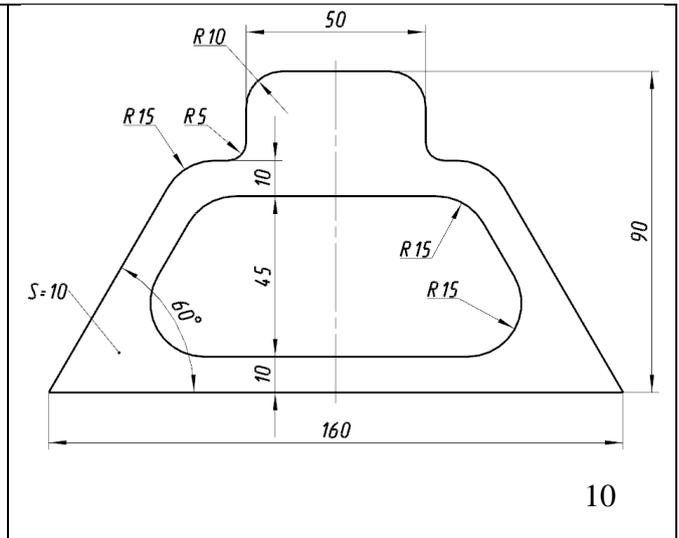
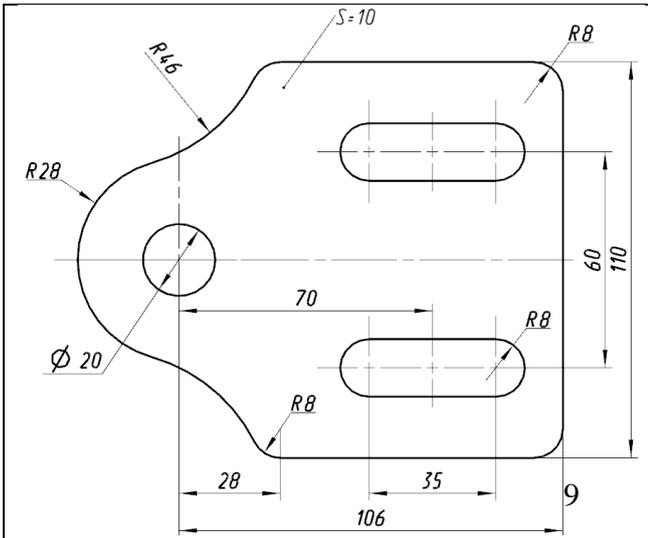
Рисунок 22. Построение симметричной детали с помощью инструмента «зеркальная кривая»

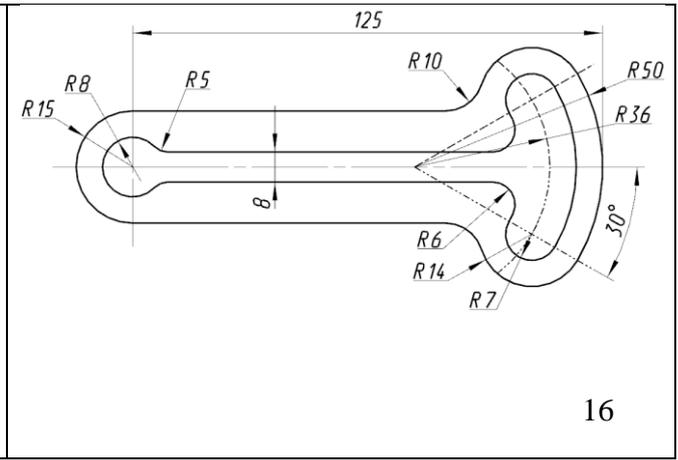
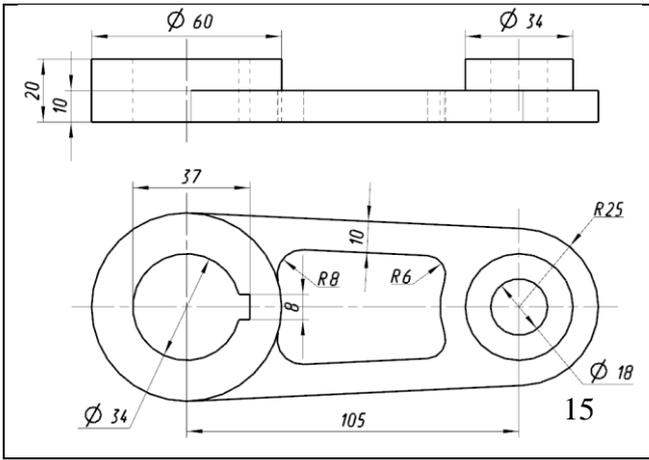
Выполнение индивидуальных заданий.

1. Построить электронную модель детали по чертежу, согласно своему варианту.
2. Выполнить дополнительное задание по требованию преподавателя.









16

Лабораторная работа № 5. Работа с массивами

В современном машиностроении такие детали, как крышки, фланцы, прокладки, пластины и т.д. имеют как симметричную форму, так и не симметричную, но с большим количеством повторяющихся элементов.

Построение подобных деталей в Siemens NX можно выполнять двумя способами. Первый способ подразумевает разработку одинаковых элементов детали в эскизе детали с помощью инструмента «массив кривой» () . Второй способ позволяет создавать одинаковые элементы детали после создания трехмерной модели с помощью инструмента «массив элементов» ().

Пример такой детали показан на Рисунок 23.

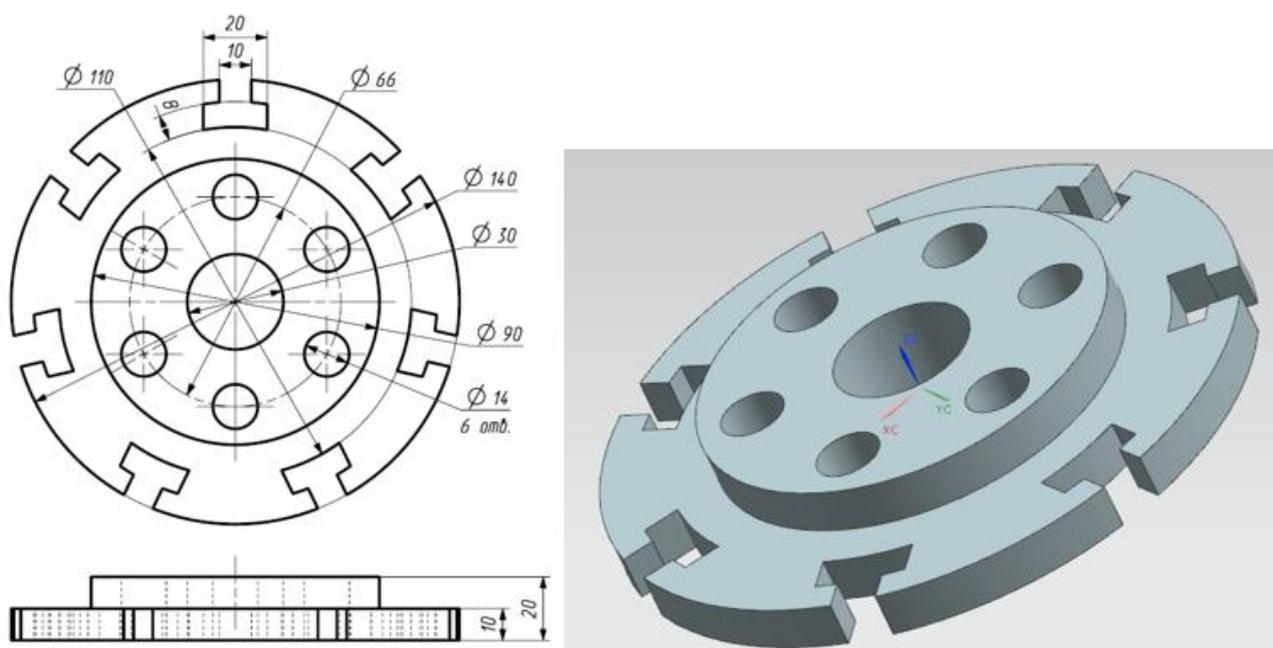


Рисунок 23. Пример детали с повторяющимися элементами

Пример построения детали, изображенной на Рисунок 23, с помощью инструмента «массив кривой».

Для построения этой детали необходимо создать эскиз с тремя концентрическими окружностями диаметром 30 мм, 90 мм и 66 мм. Последнюю окружность нужно преобразовать во вспомогательную (Рисунок 24.1). Затем необходимо построить еще одну окружность диаметром 14 мм и расположить её центр на оси Y и на вспомогательной окружности диаметром 66 мм (Рисунок 24.2). Теперь, с помощью инструмента «массив кривой» необходимо размножить окружность диаметром 14 мм до требуемого количества (6шт) (Рисунок 24.3).

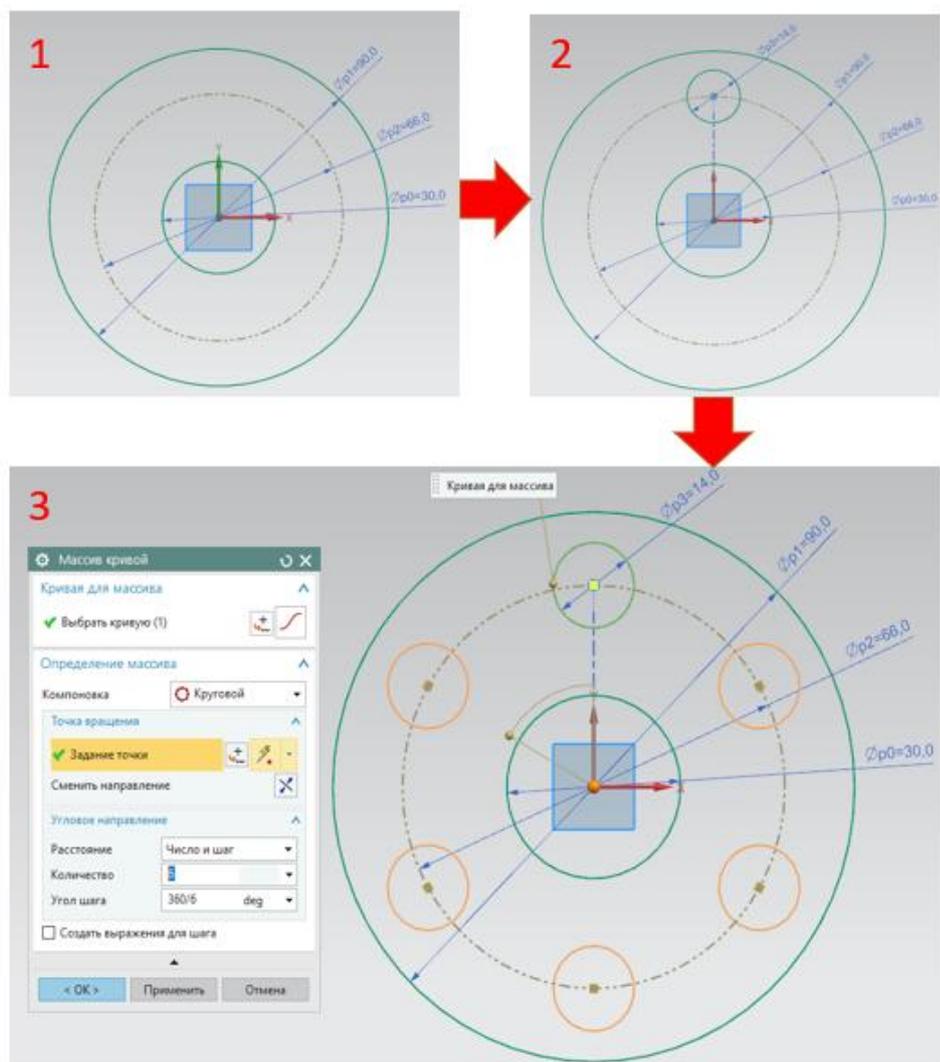


Рисунок 24. Построение отверстий на детали, с помощью инструмента «массив кривой»

Далее необходимо построить еще три concentric окружности диаметром 140 мм, 126мм и 110мм (Рисунок 25.1). Затем построить один вырез, согласно чертежу в верхней части эскиза, с помощью инструментов «отрезок» () и «быстрая обрезка» () (Рисунок 25.2). После этого необходимо снова воспользоваться инструментом «массив кривой» и размножить вырез (Рисунок 25.3). Потом инструментом быстрая обрезка удалить лишнее, закрыть эскиз и выполнить необходимые вытягивания.

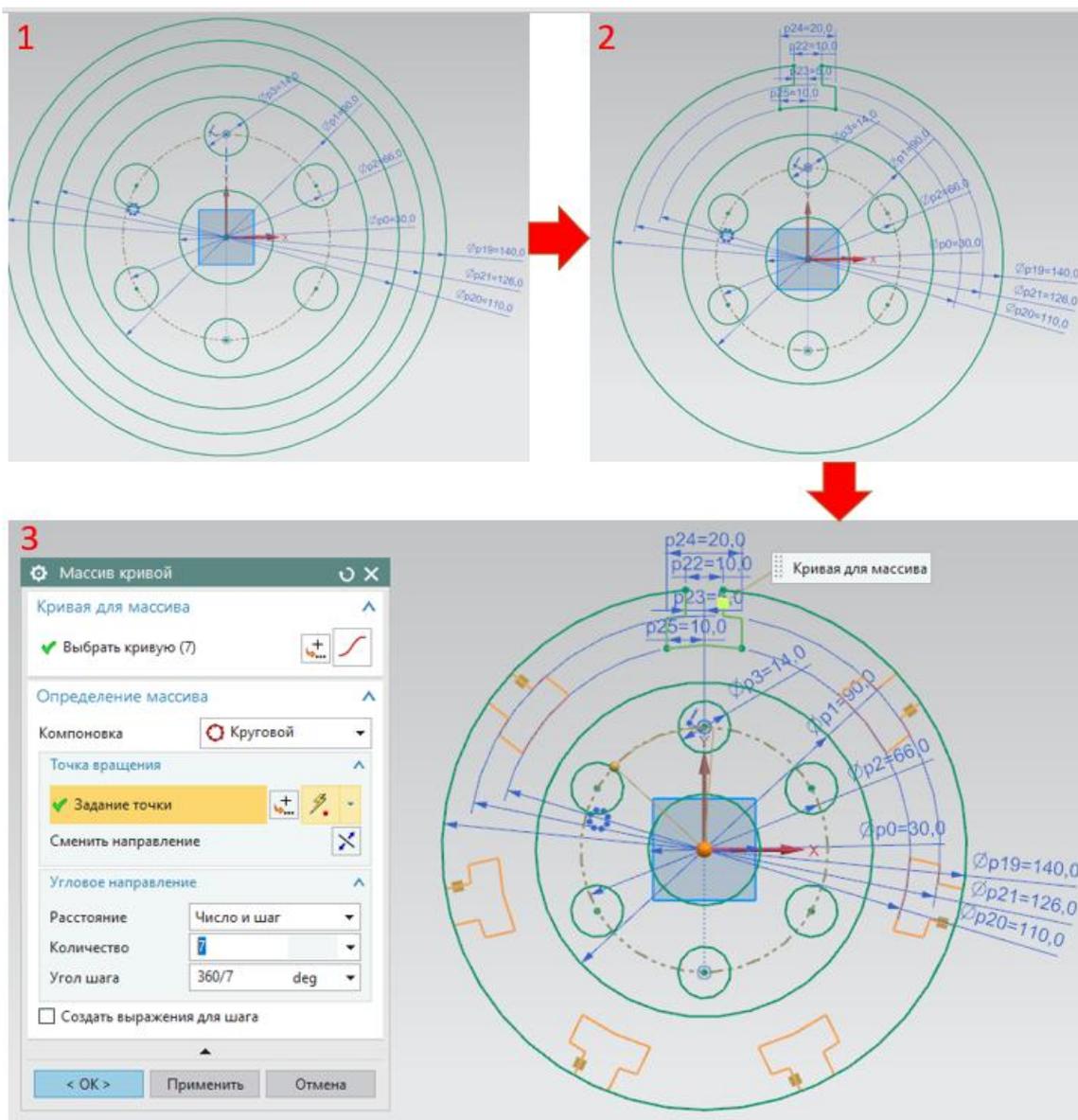


Рисунок 25. Построение вырезов на детали, с помощью инструмента «массив кривой»

Пример построения детали, изображенной на Рисунок 23, с помощью инструмента «массив элементов».

Для построения детали этим способом необходимо построить эскиз, как показано на Рисунок 26.1, затем с помощью инструмента «вытягивание» придать ему требуемую толщину (Рисунок 26.2). Важно на этом этапе не вытягивать отверстия, которые в дальнейшем необходимо размножить.

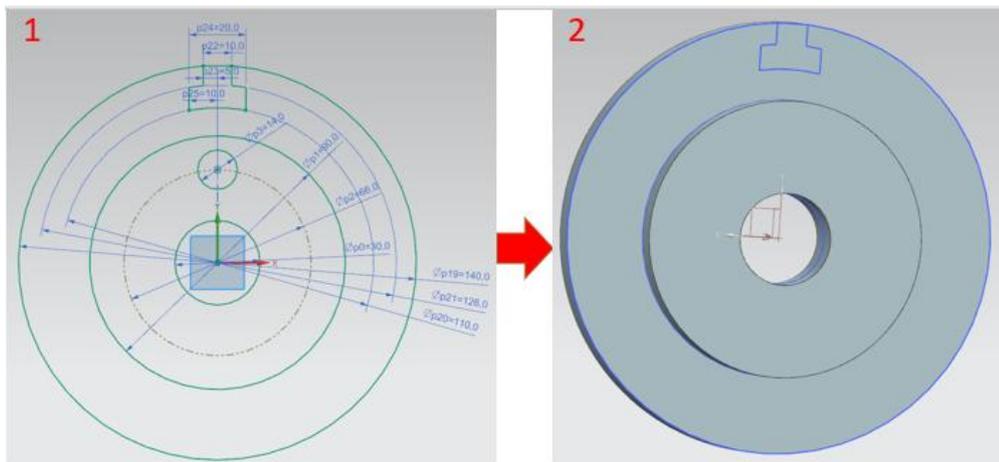


Рисунок 26. Построение эскиза и придание толщины детали

После этого необходимо создать последовательно два «вычитания», первое – вычитание отверстия, второе – это вычитание выреза (Рисунок 27).

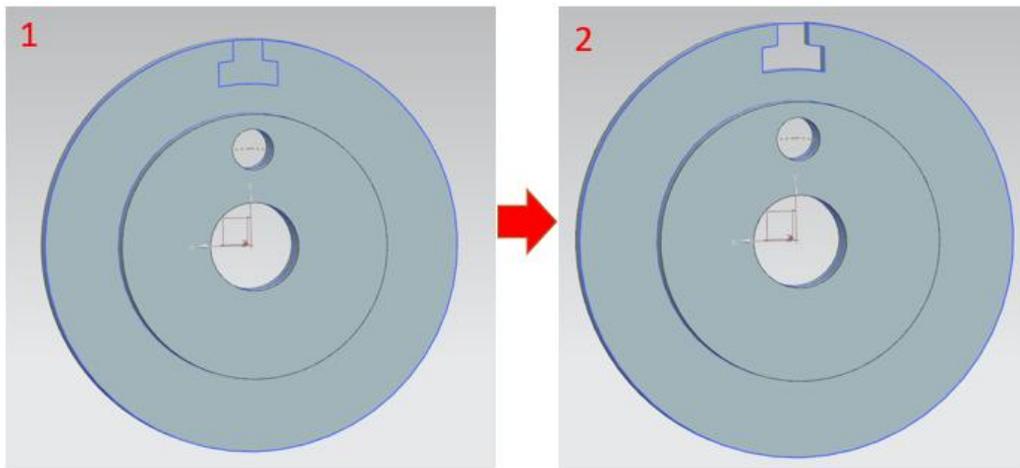


Рисунок 27. Создание отверстия и выреза

В конце нужно размножить повторяющиеся элементы, согласно чертежу. Для этого необходимо два раза воспользоваться инструментом «массив элементов» (Рисунок 28).

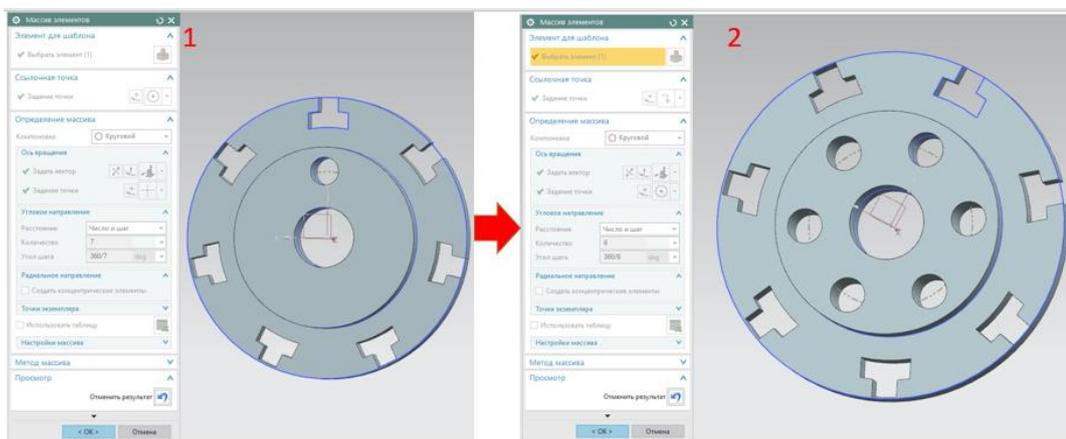
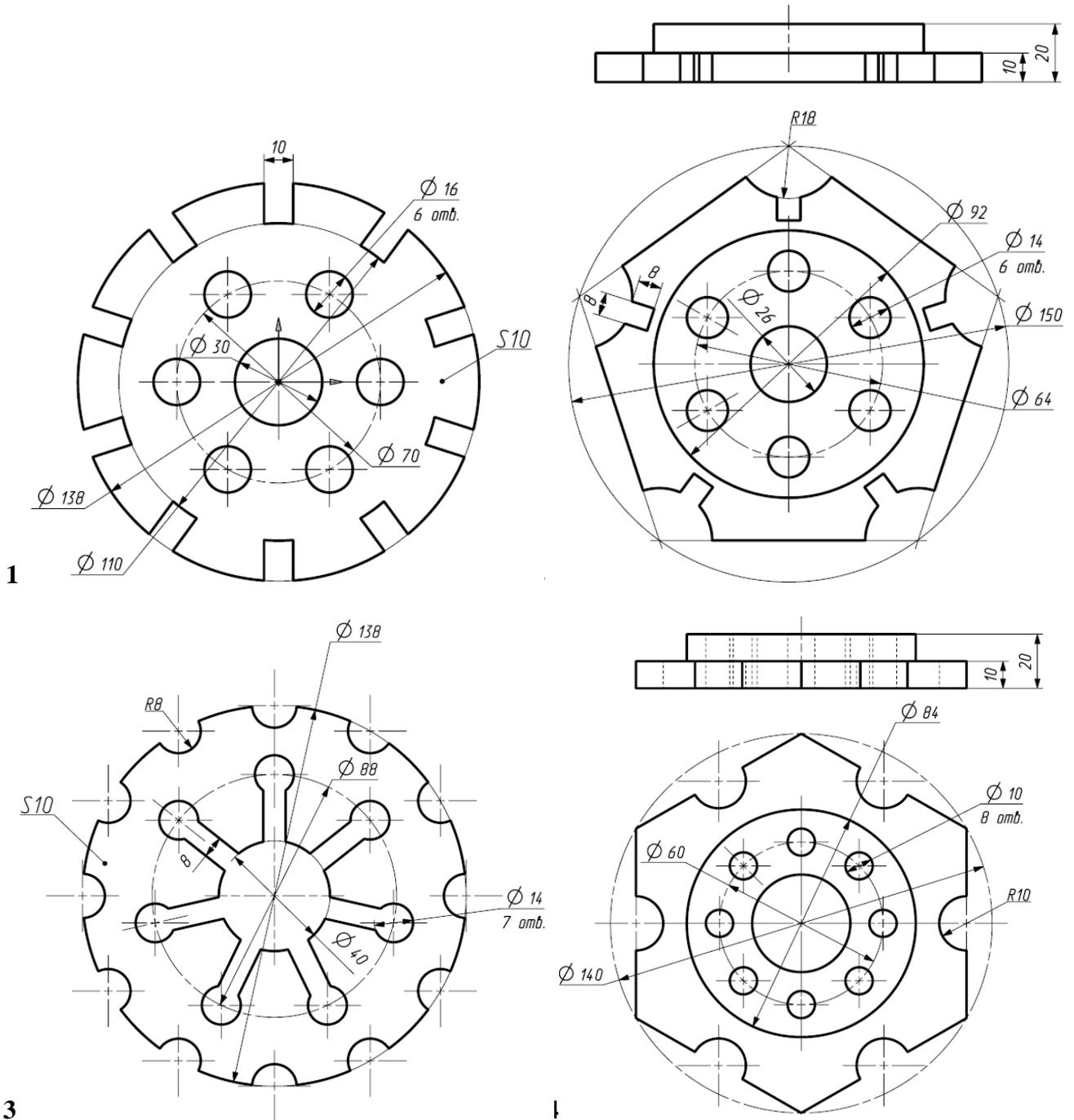
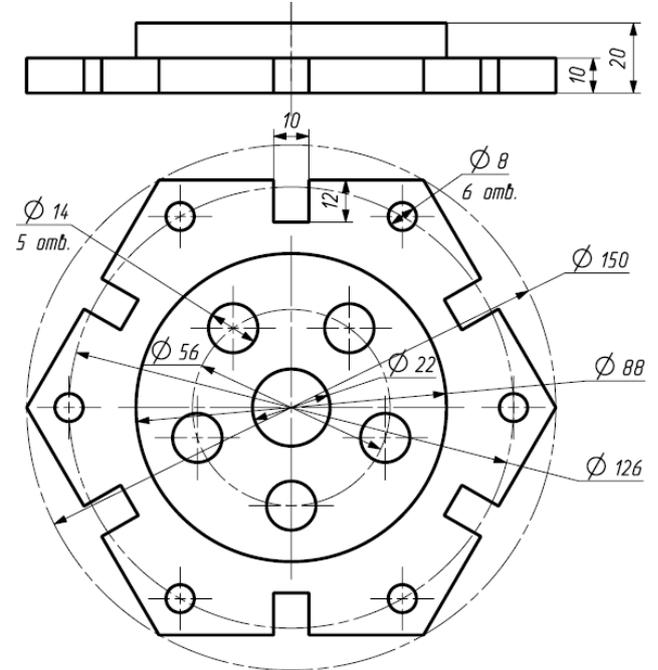
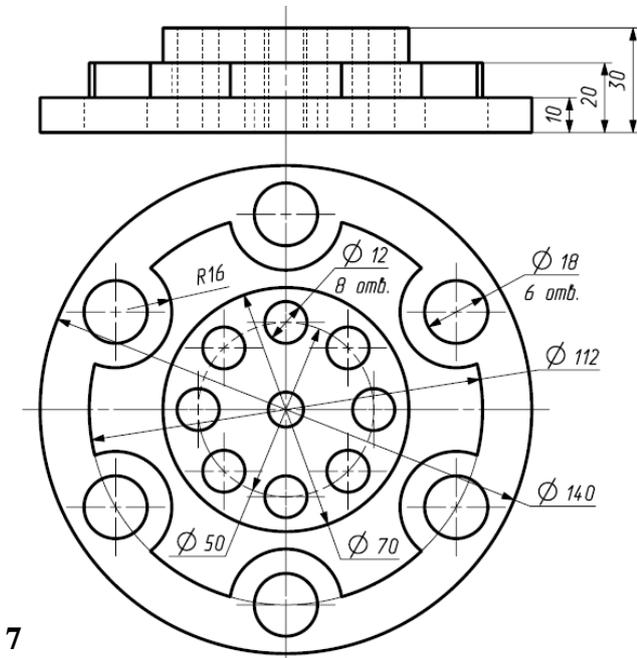
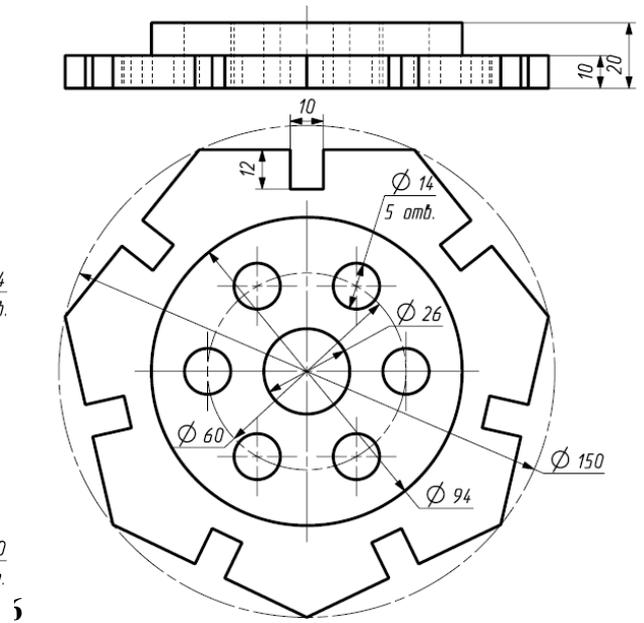
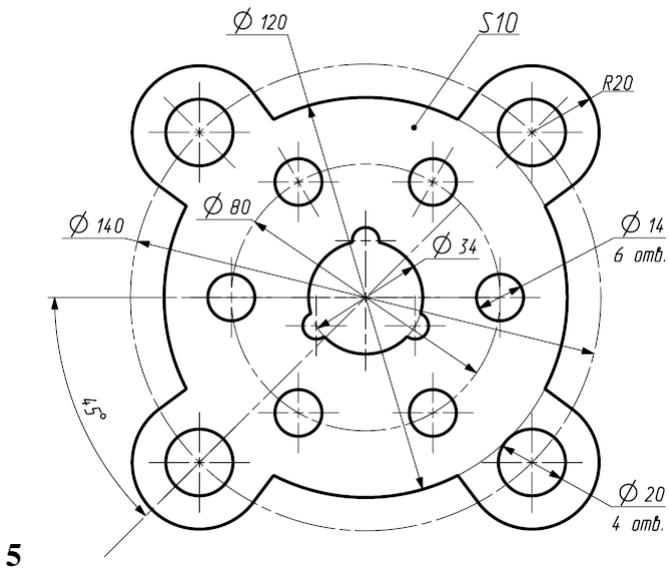


Рисунок 28. Создание одинаковых элементов, с помощью инструмента «массив элементов».

Выполнение индивидуальных заданий

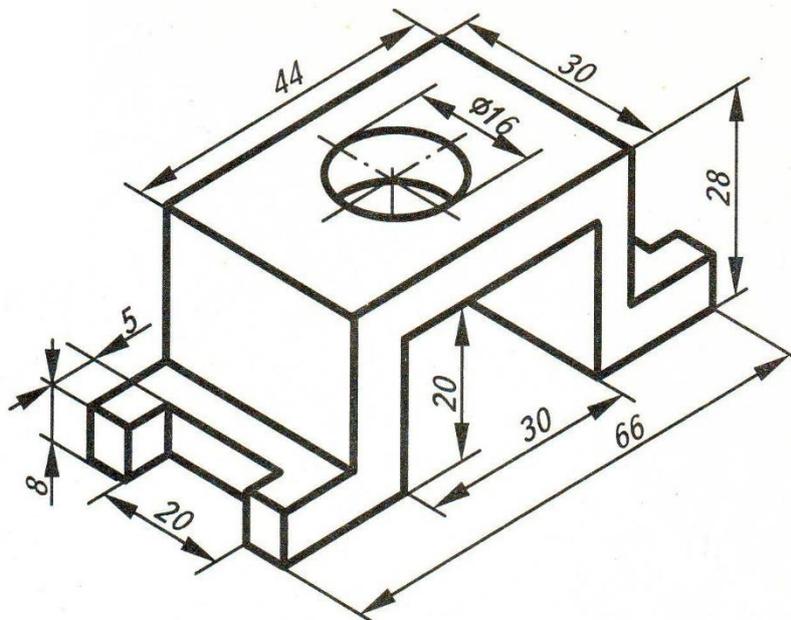
1. Построить электронную модель детали по чертежу, согласно своему варианту.
2. Выполнить дополнительное задание по требованию преподавателя.





Лабораторная работа № 6. Создание простых 3D моделей с помощью эскизов

1. Построить электронную модель детали по чертежу.
2. Изменить требуемые преподавателем размеры детали.
3. Выполнить дополнительные построения по требованию преподавателя.



Для построения этой детали необходимо воспользоваться двумя «эскизами» и двумя «вытягиваниями».

Сначала нужно построить эскиз, изображенный на рис.19 под цифрой 1. Затем использовать операцию «Вытягивание» на 30 мм (рис.19, 2). Теперь строим эскиз, изображенный под цифрой 3. И в конце с помощью операции «Вытягивание» и булевой операции «Вычитание» строим необходимые отверстия в модели (рис.19, 4).

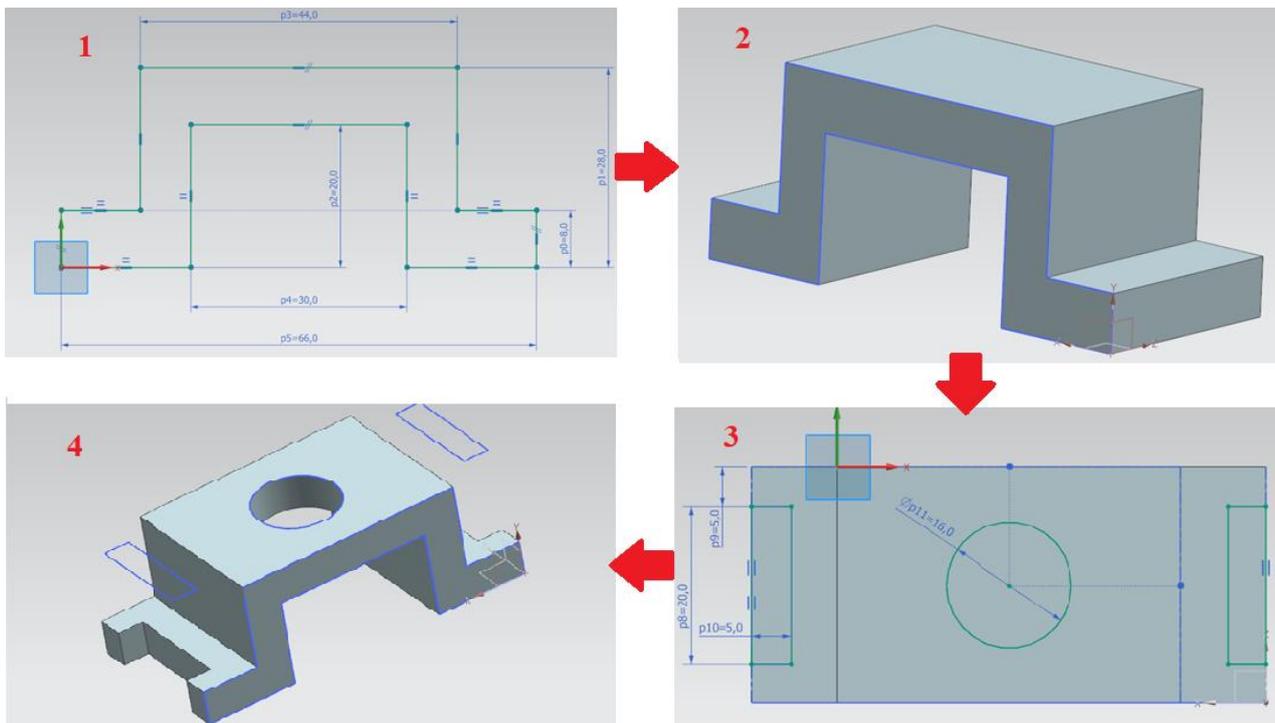
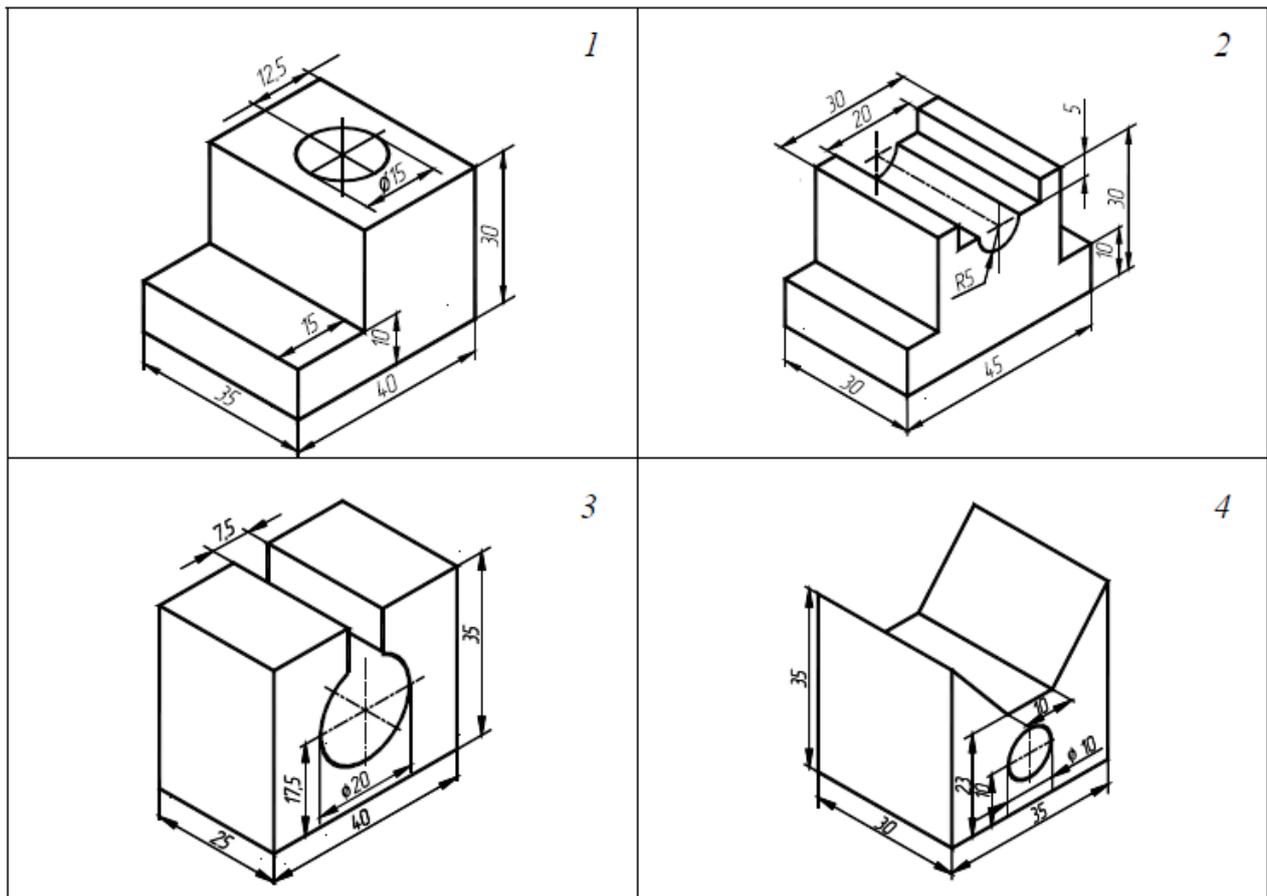
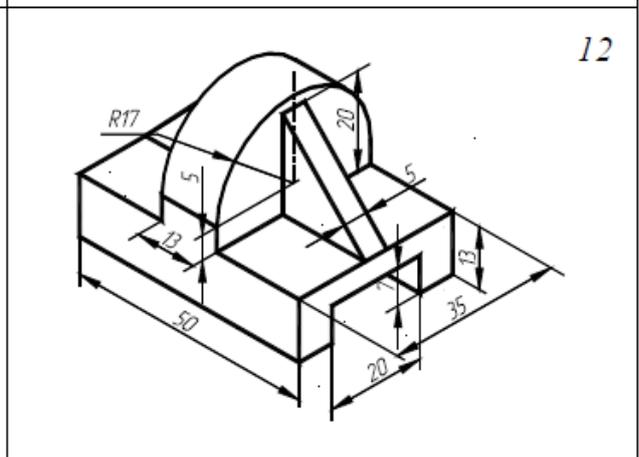
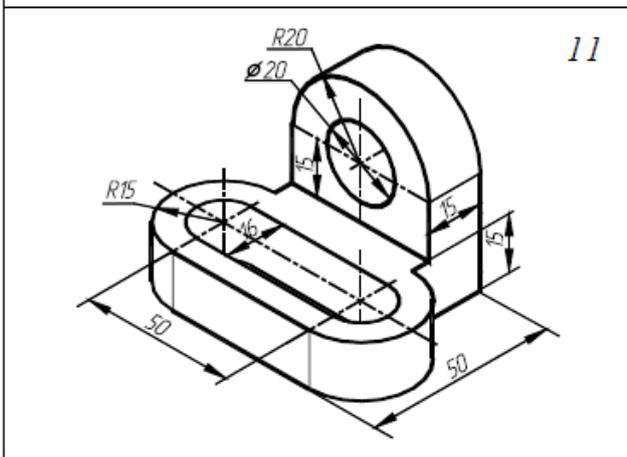
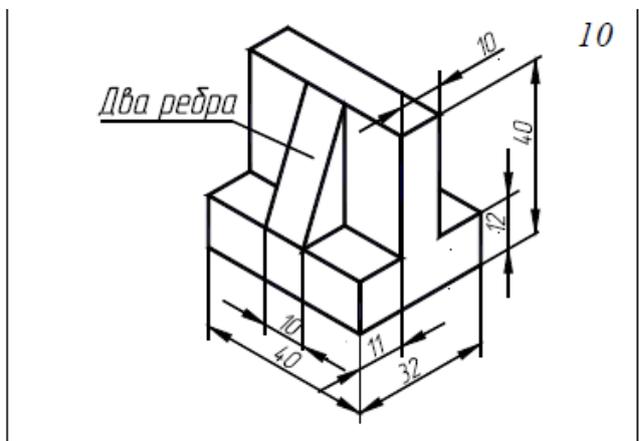
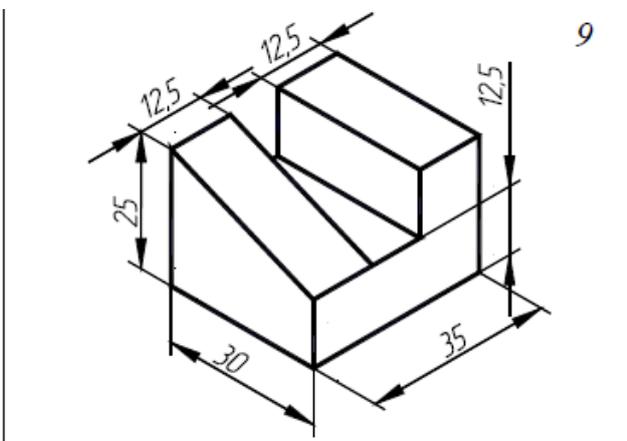
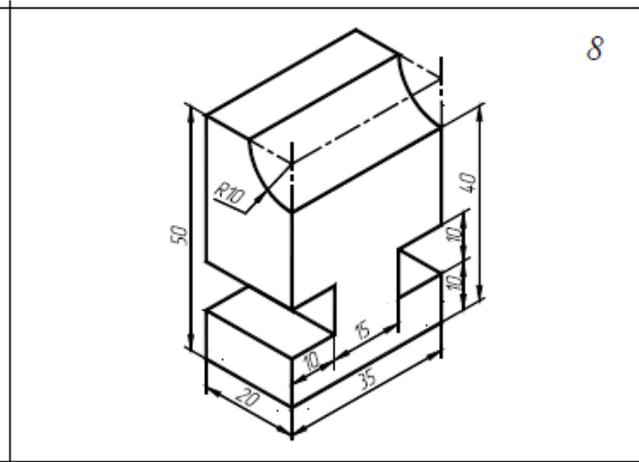
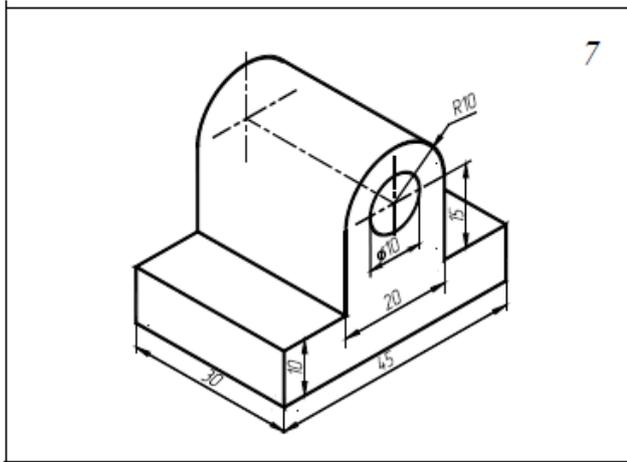
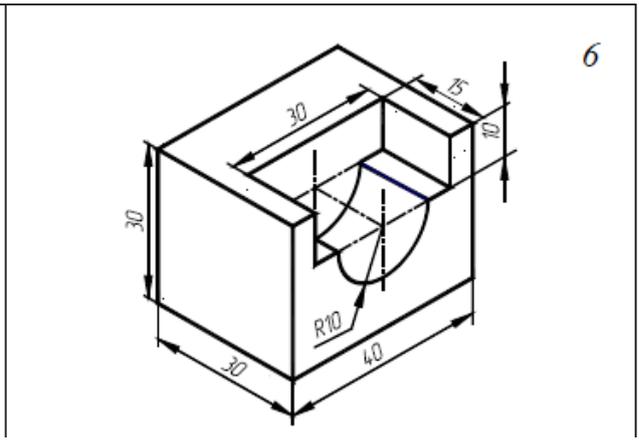
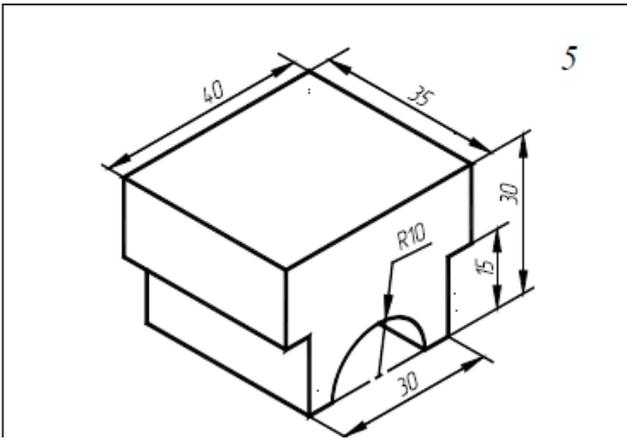


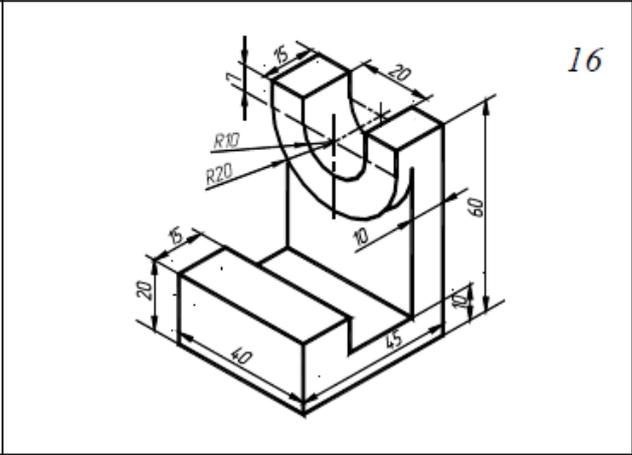
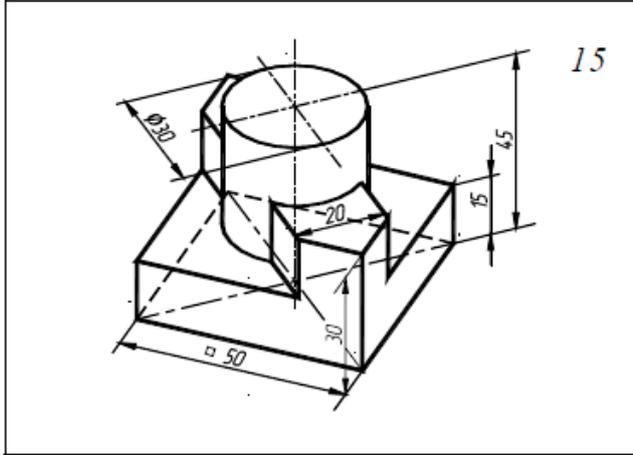
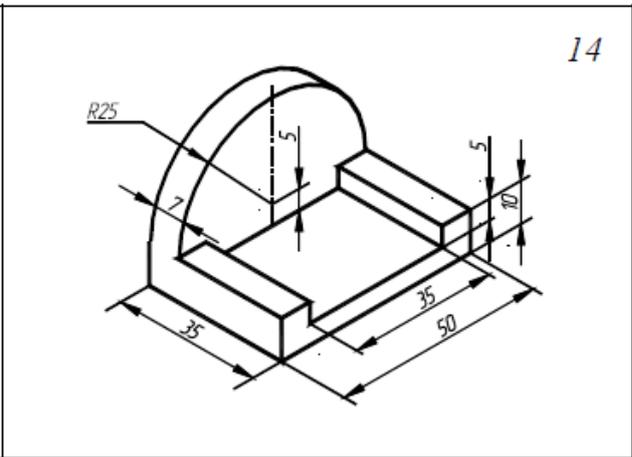
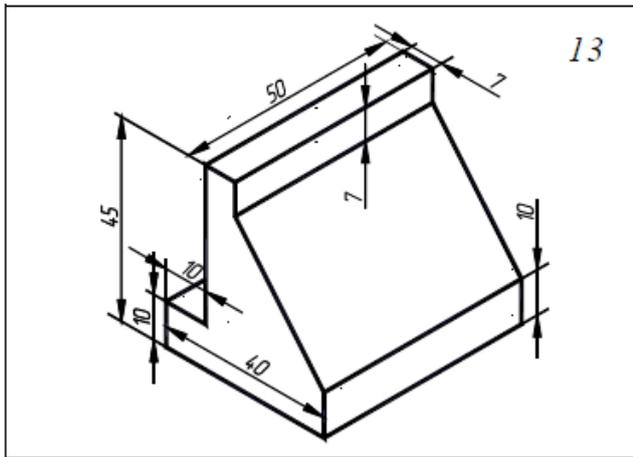
Рисунок 29. Процесс построения детали

Выполнение индивидуальных заданий

1. Построить электронную модель детали по чертежу.
2. Изменить требуемые преподавателем размеры детали.
3. Выполнить дополнительные построения по требованию преподавателя.







Лабораторная работа № 7. Создание 3D-моделей тел вращения

Детали типа тел вращения широко используются во всех отраслях машиностроения. Наиболее характерными деталями типа тел вращения являются валы коробок передач и скоростей, шпиндели станков, торсионы и т.п. Валы в основном предназначены для передачи крутящего момента и бывают ступенчатые и бесступенчатые, цельные и пустотелые, гладкие и шлицевые, валы- шестерни и комбинированные.

Следующие лабораторные работы данного учебного пособия будут посвящены деталям типа тела вращения различной сложности.

1. Построить электронную модель детали по чертежу с помощью функции «Вращение».
2. Изменить требуемые преподавателем размеры детали.
3. Выполнить дополнительные построения по требованию преподавателя.

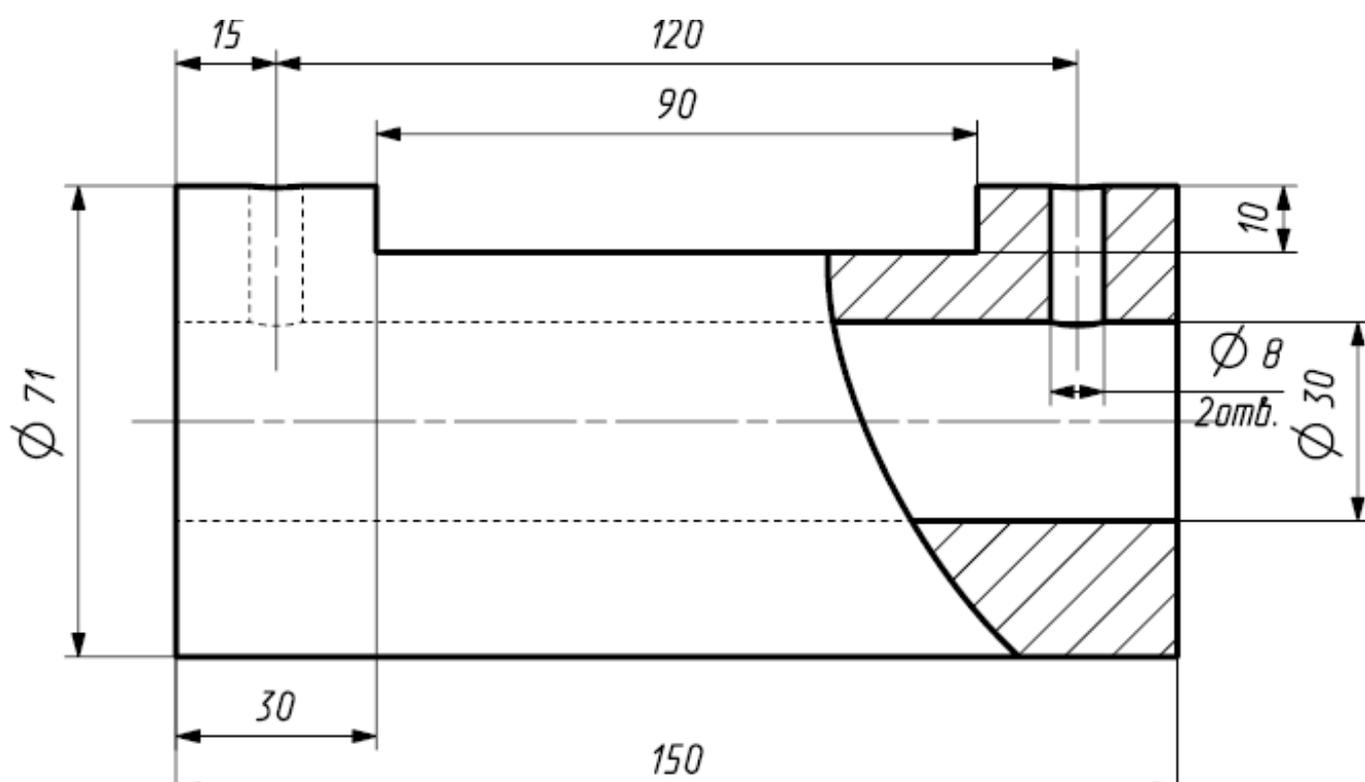


Рисунок 30. Чертеж тела вращения

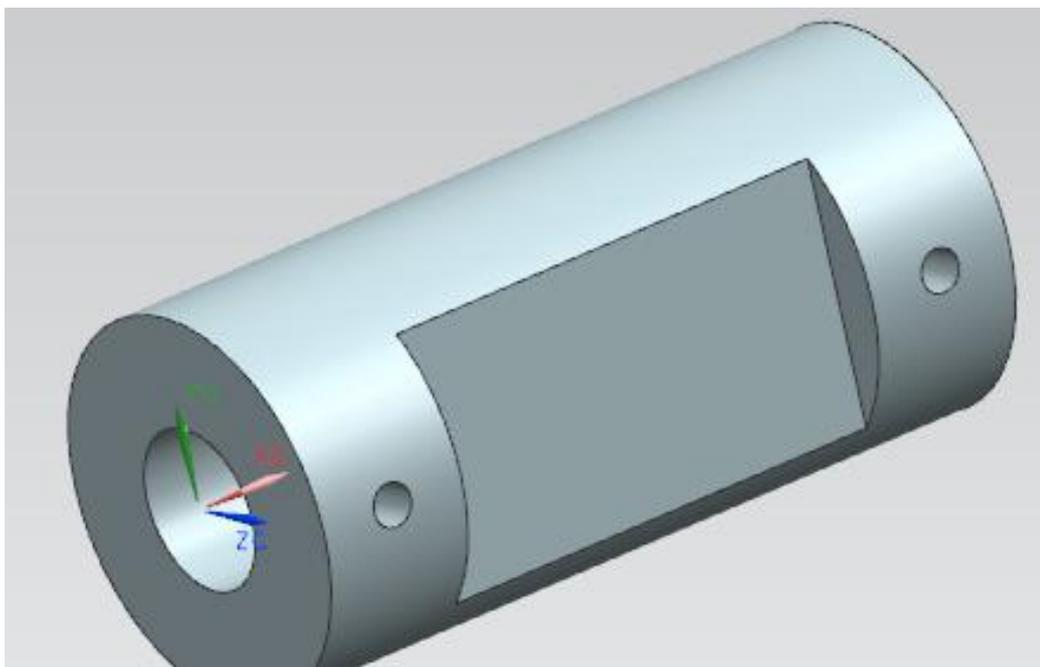


Рисунок 31. 3д модель тела вращения

Обычно тела вращения создаются с помощью использования операции



«Вращение» Вращение .

Для этого необходимо создать эскиз для дальнейшего его вращения (рис.20).



Рисунок 32. Эскиз тела вращения

Эскиз необходимо повернуть на 360 градусов вдоль заданной оси (рис.21)

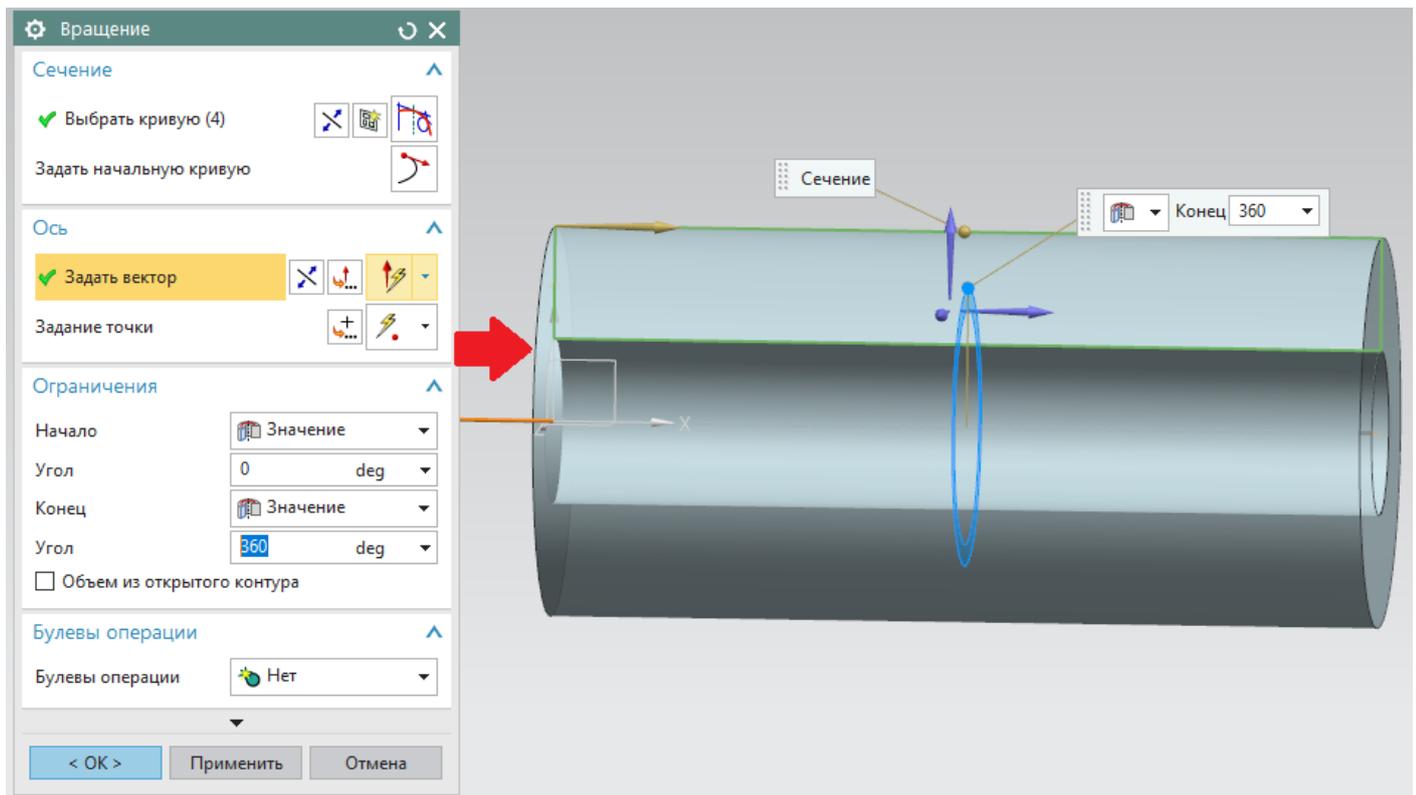


Рисунок 33. Использование операции «Вращение»

После операции «Вращение» необходимо достроить дополнительную геометрию, если таковая имеется.

В данном случае необходимо построить вырез и два резьбовых отверстия.

Для построения выреза и отверстий необходимо построить эскиз на плоскости, касательной верхней грани детали (рис. 22).

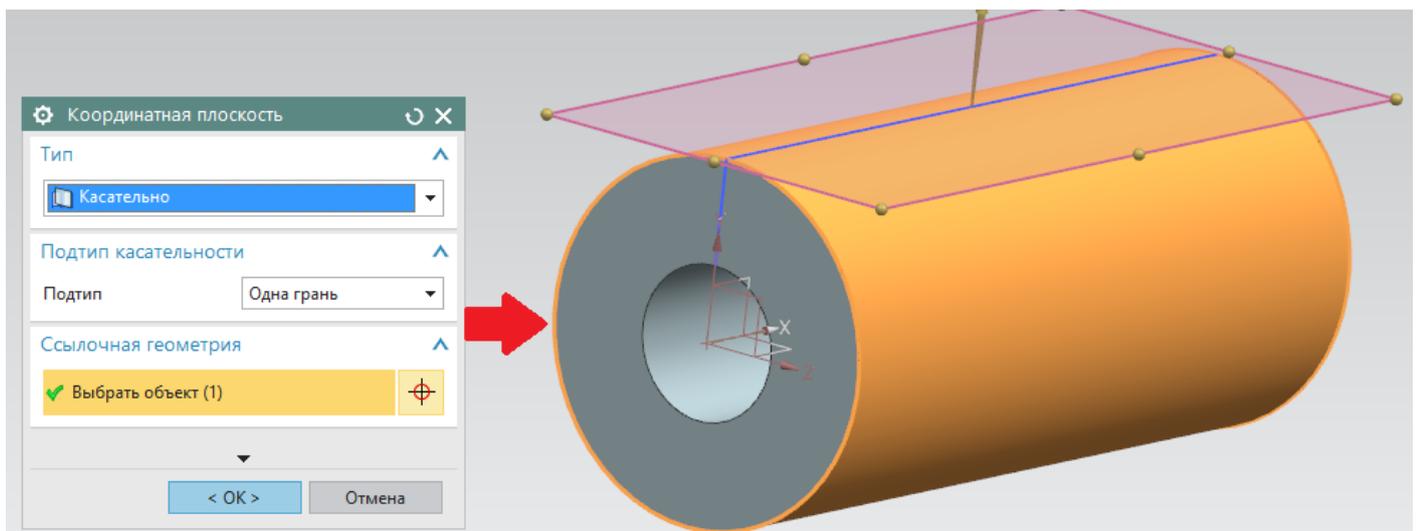


Рисунок 34. Построение плоскости

Построение эскиза необходимо сделать как показано на рисунке 23.

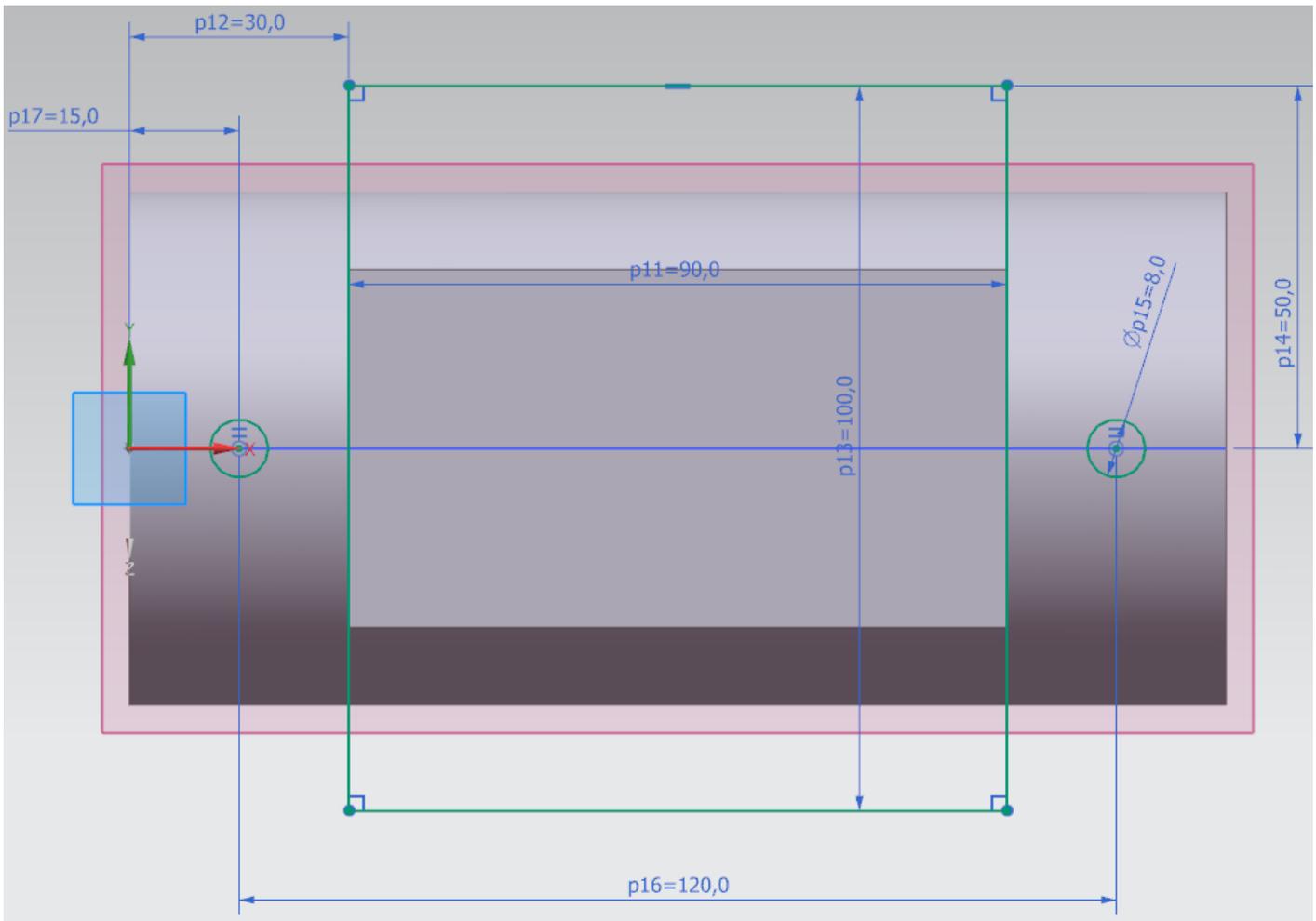


Рисунок 35. Эскиз для построения выреза и отверстий

После построения эскиза необходимо с помощью вычитания построить вырез (рис.24)

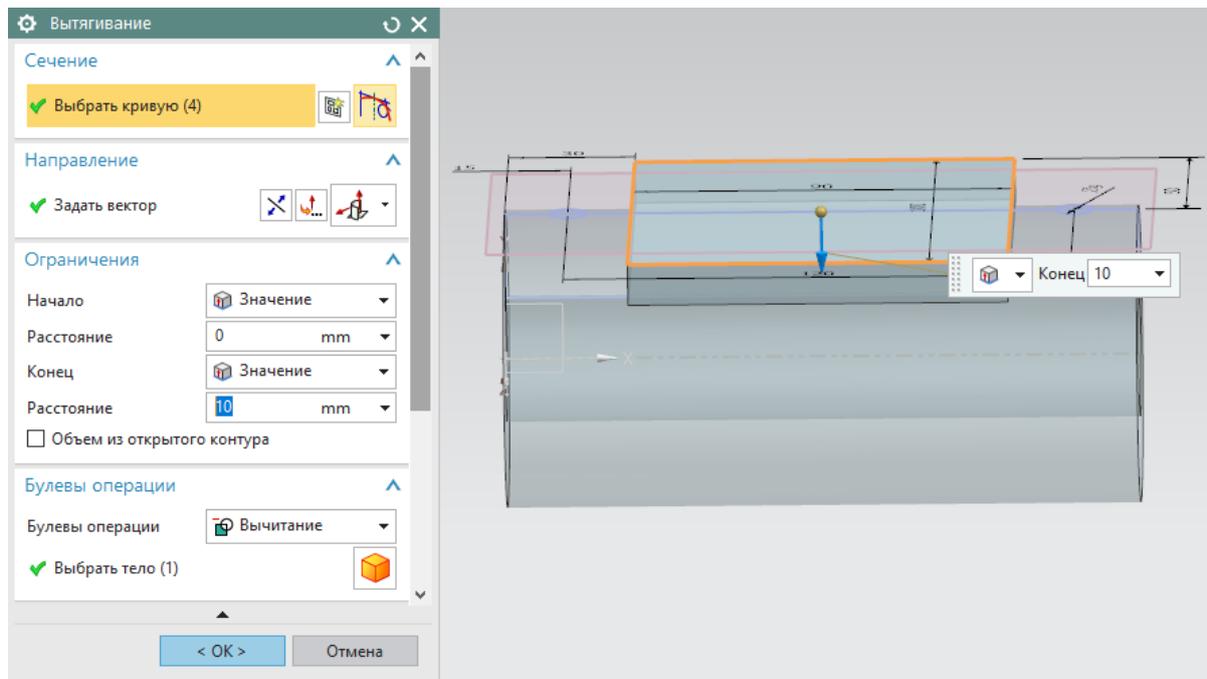


Рисунок 36. Построения выреза

В конце строим отверстия, с помощью функции «Отверстие»  Отверст... (рис.25).

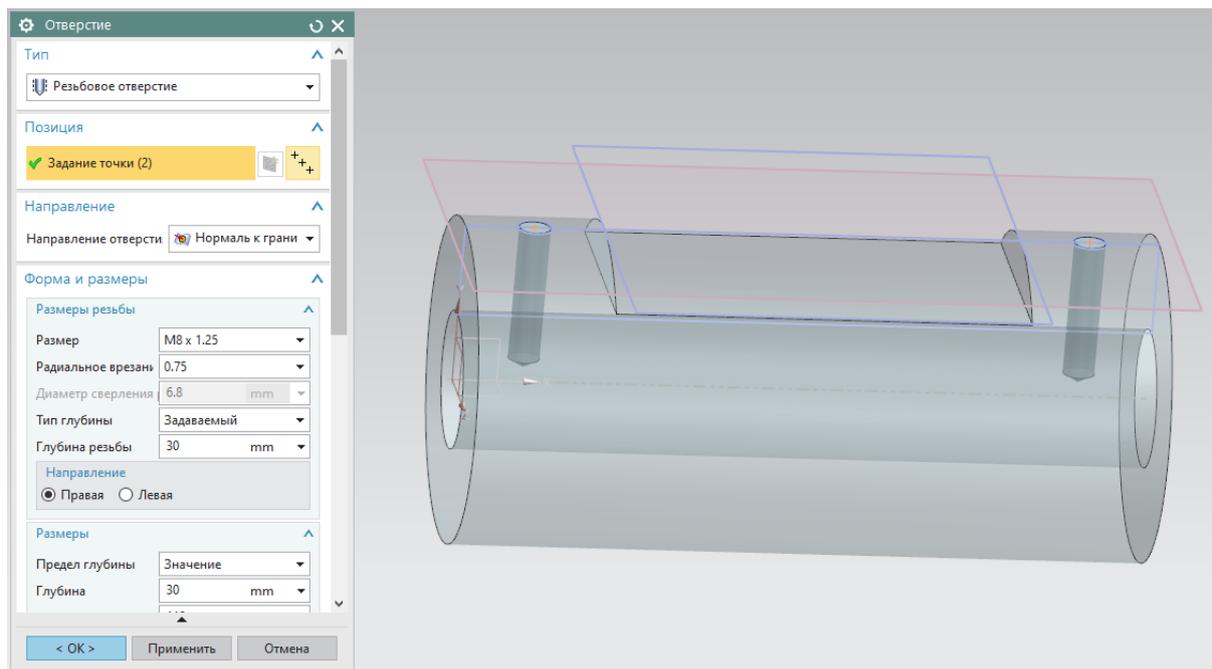


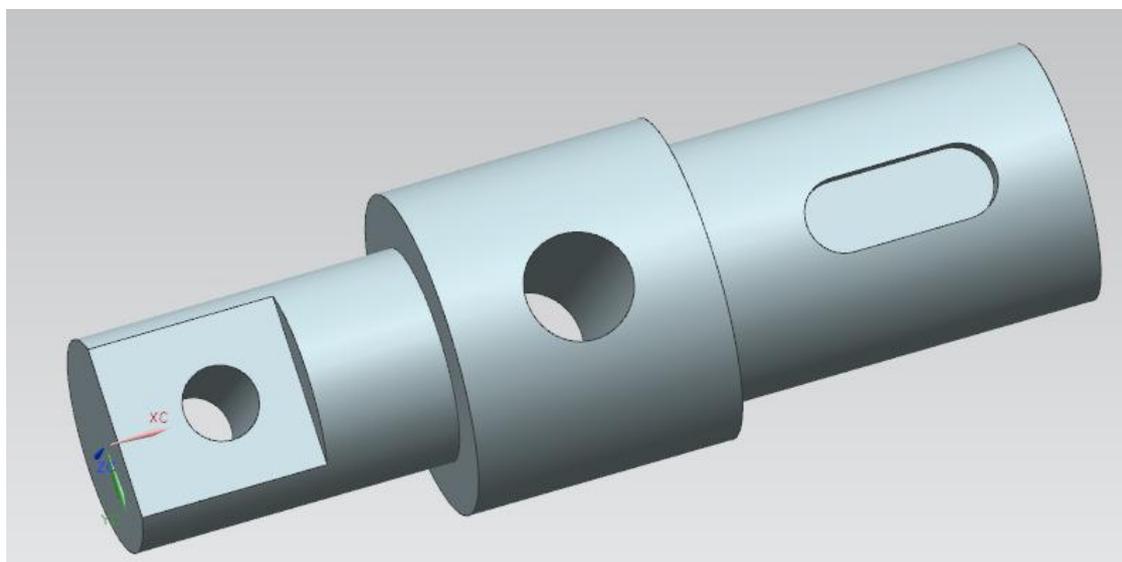
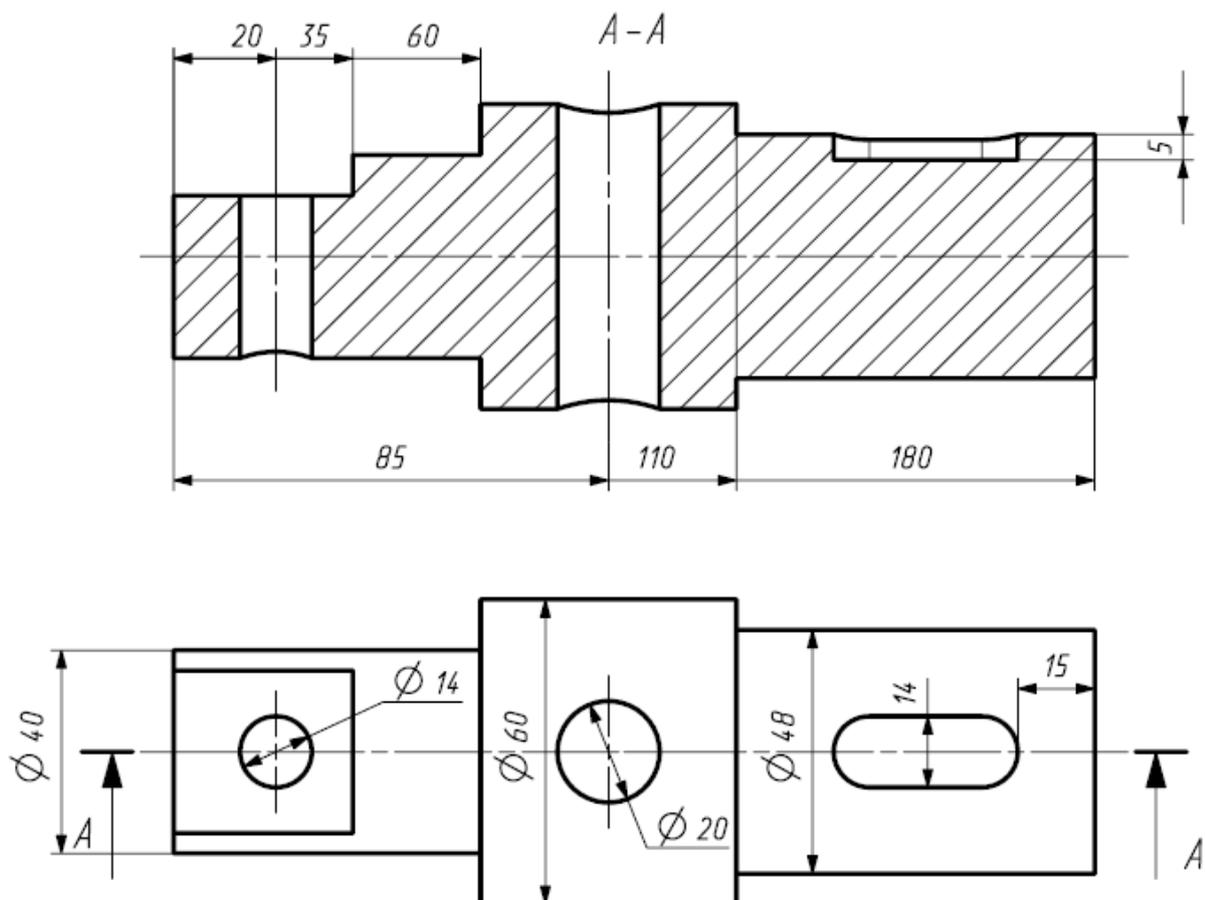
Рисунок 37. Построение отверстий

Лабораторная работа № 8. Создание 3D-моделей тел вращения типа «Вал»

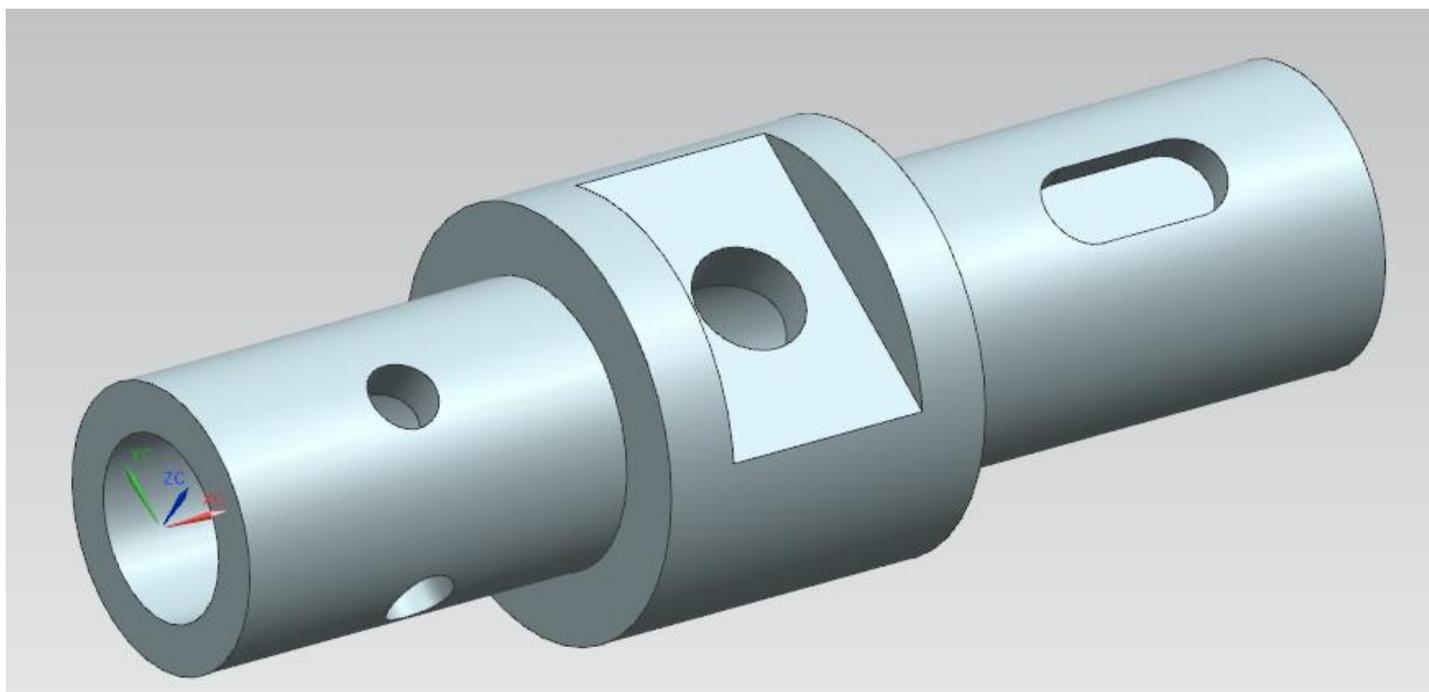
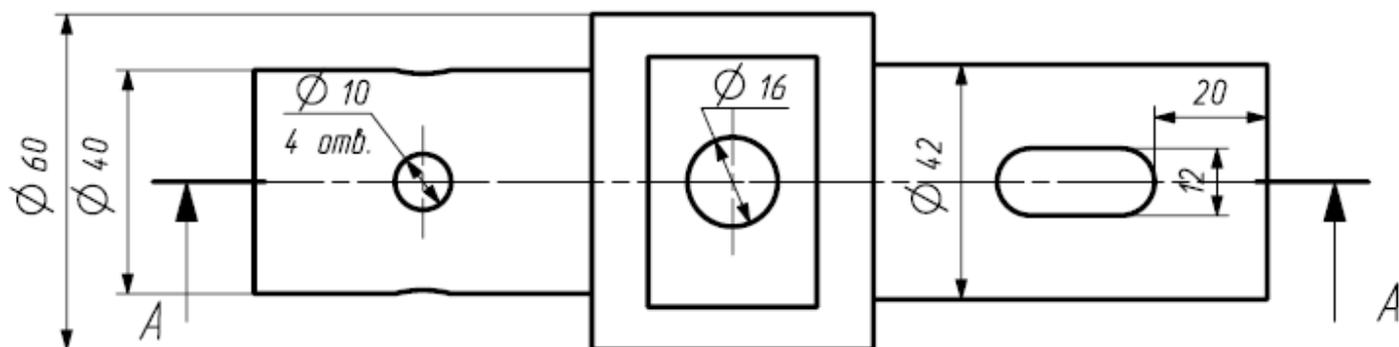
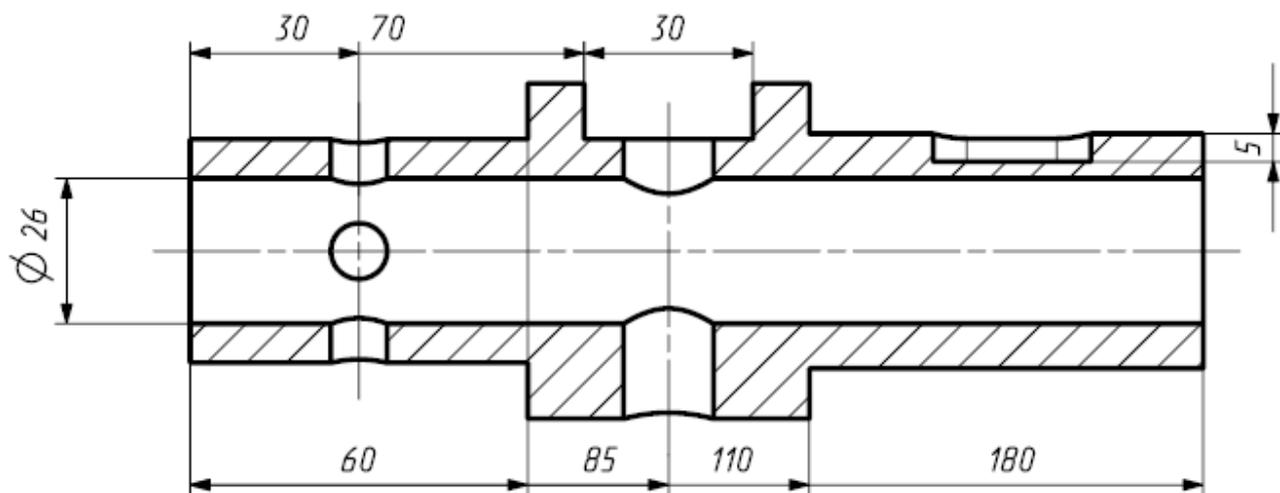
1. Построить электронную модель детали по чертежу, согласно своему варианту, с помощью функции «Вращение».

Варианты индивидуальных заданий

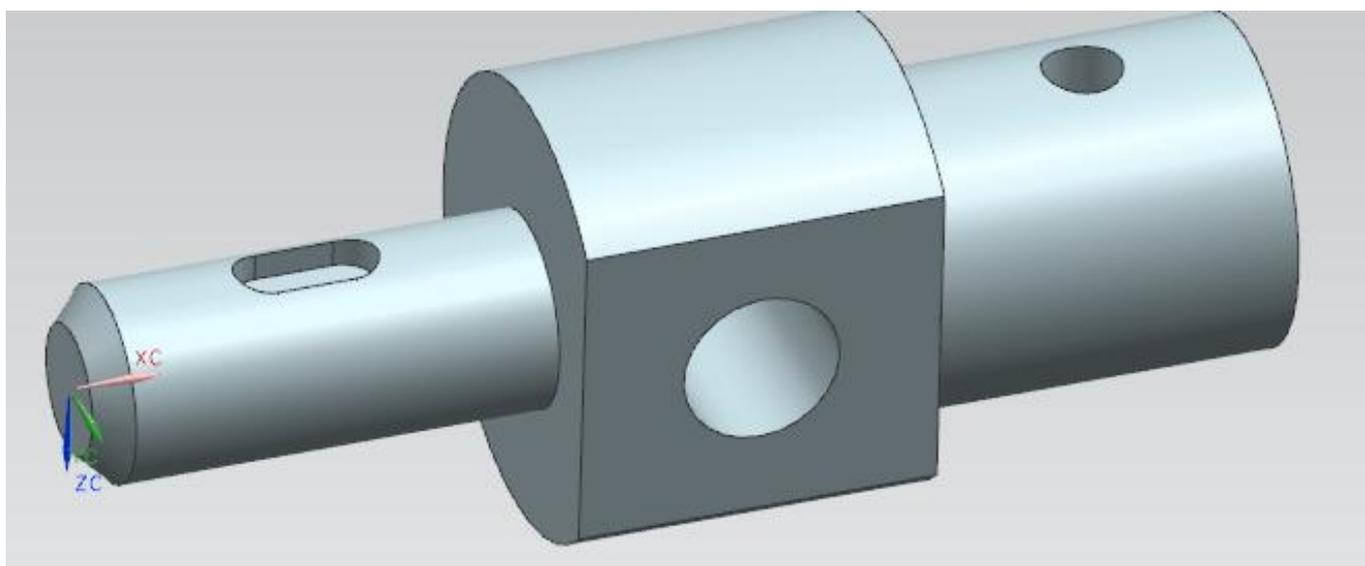
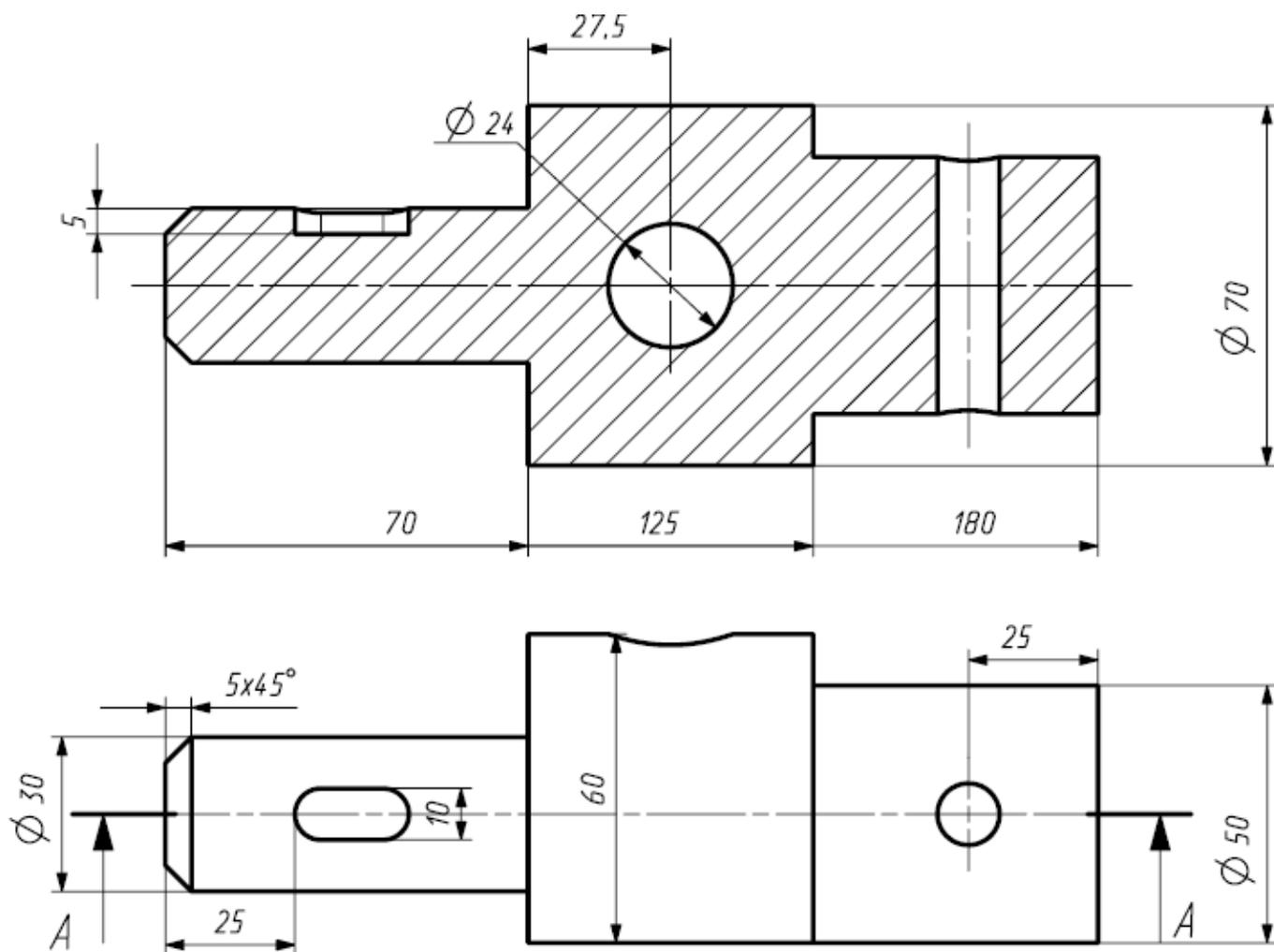
Вариант 1.



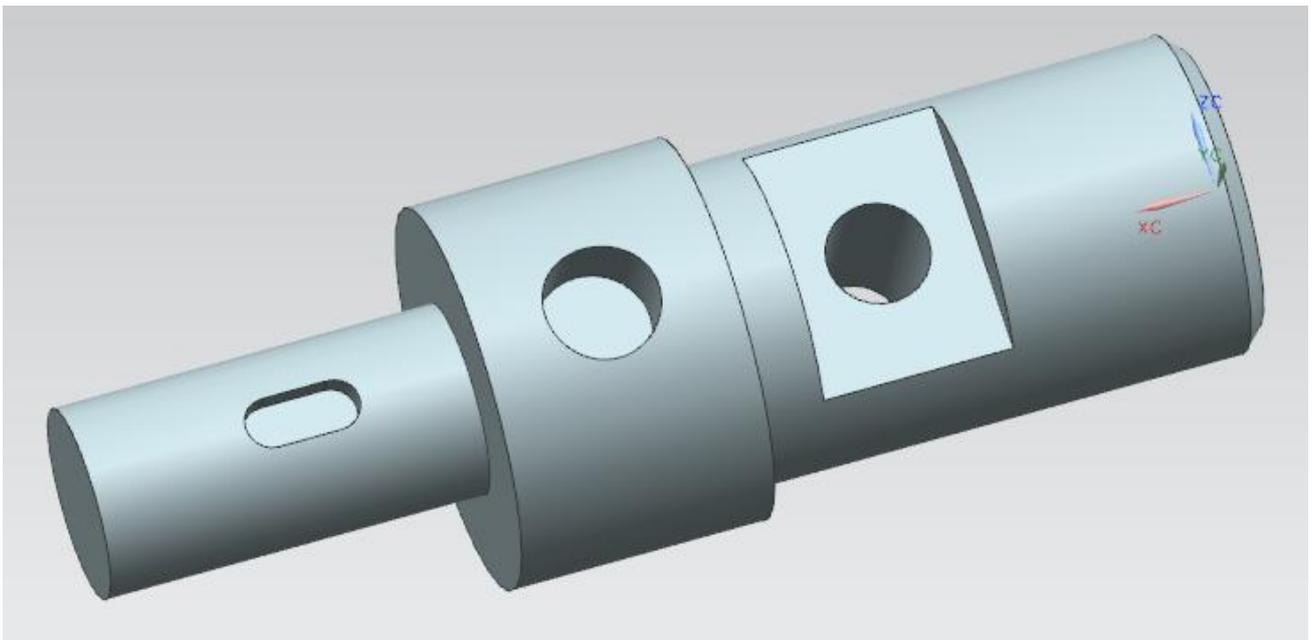
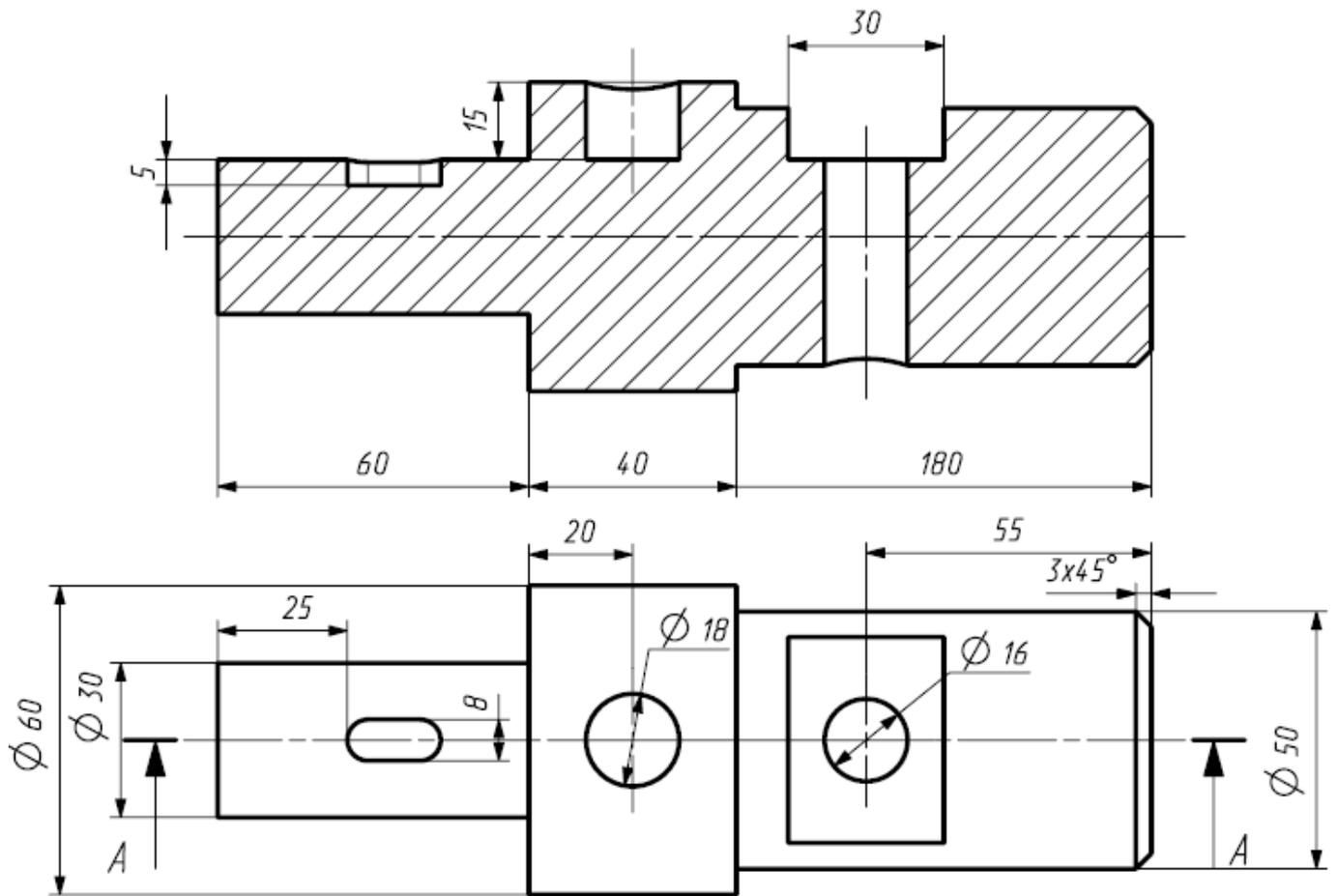
Вариант 2.



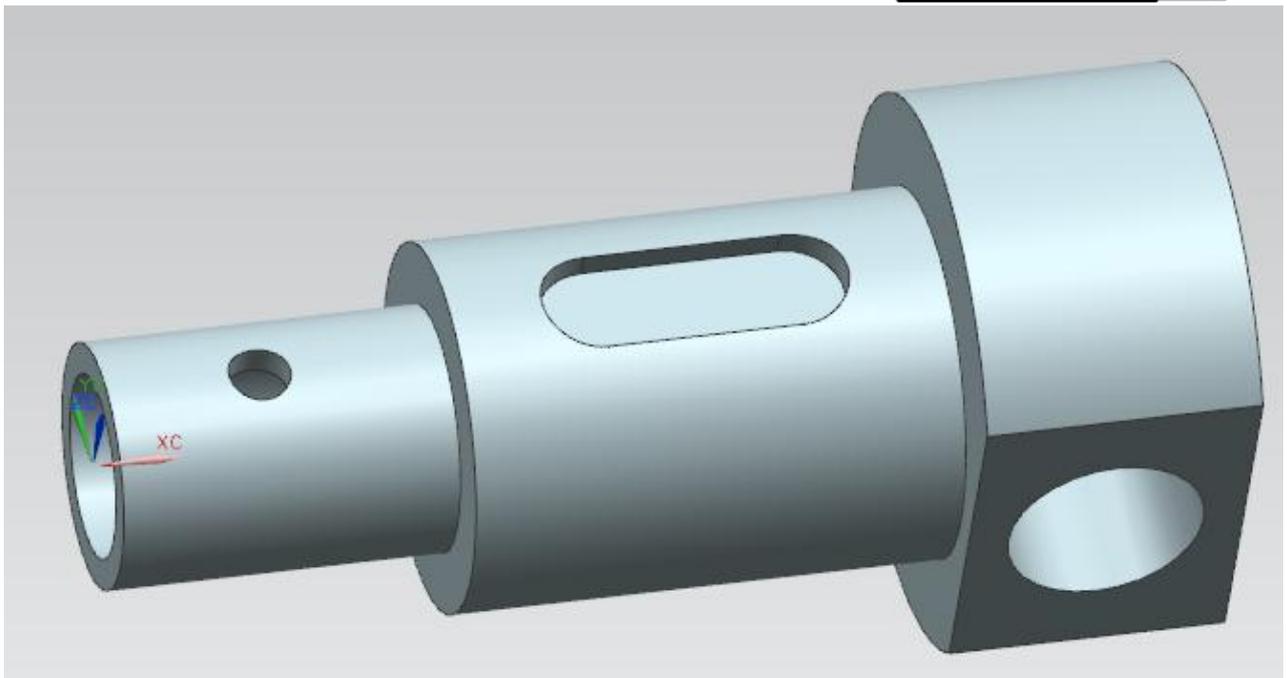
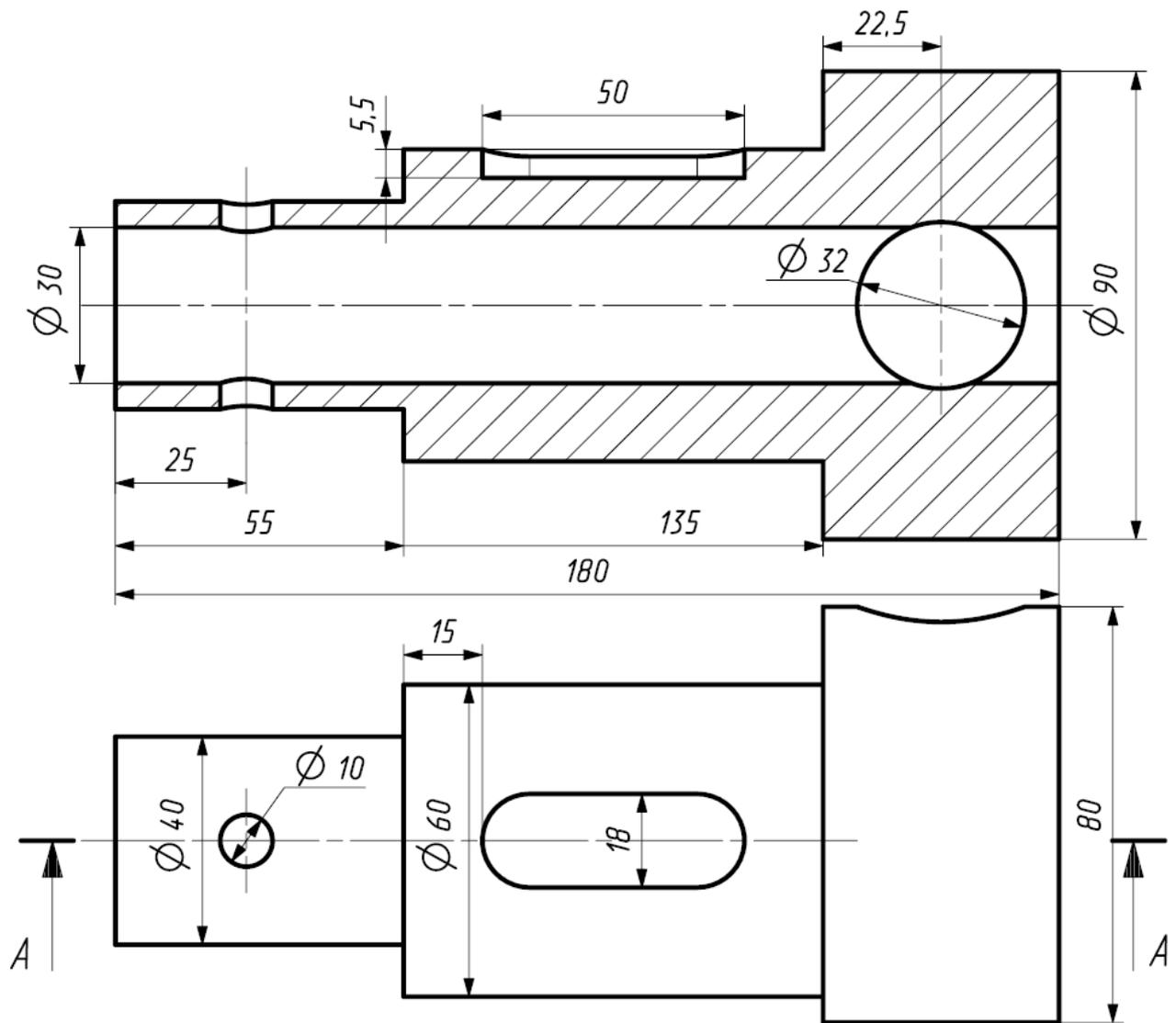
Вариант 3.



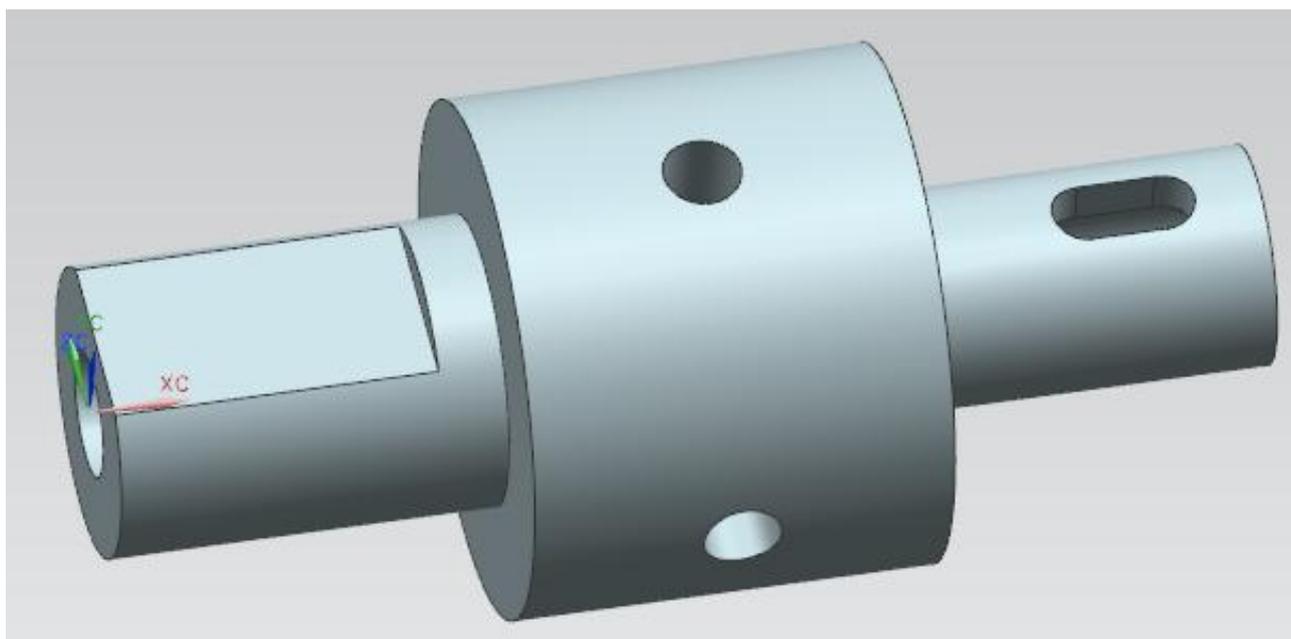
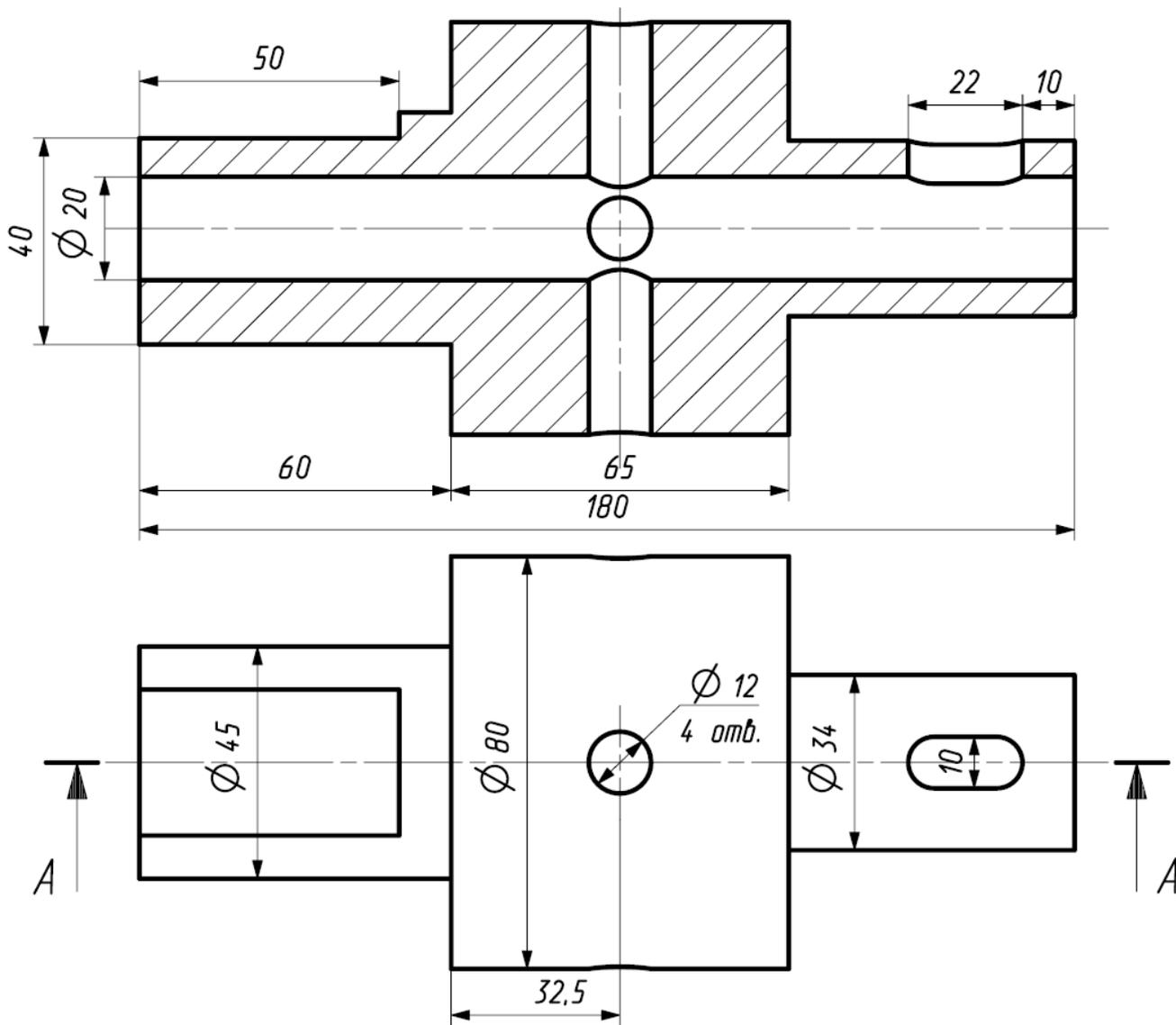
Вариант 4.



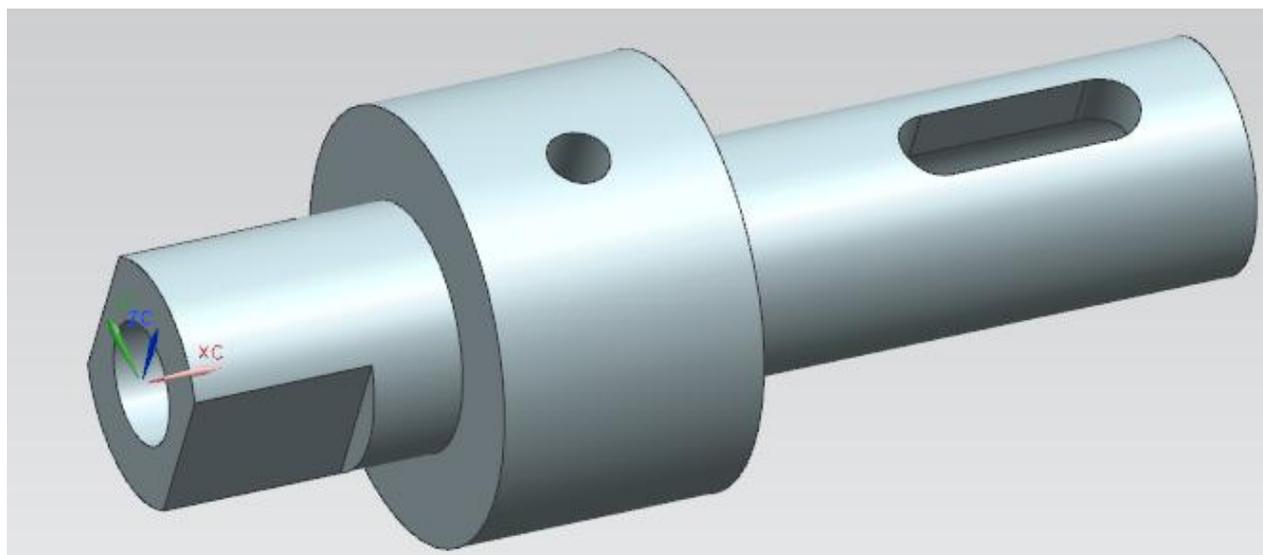
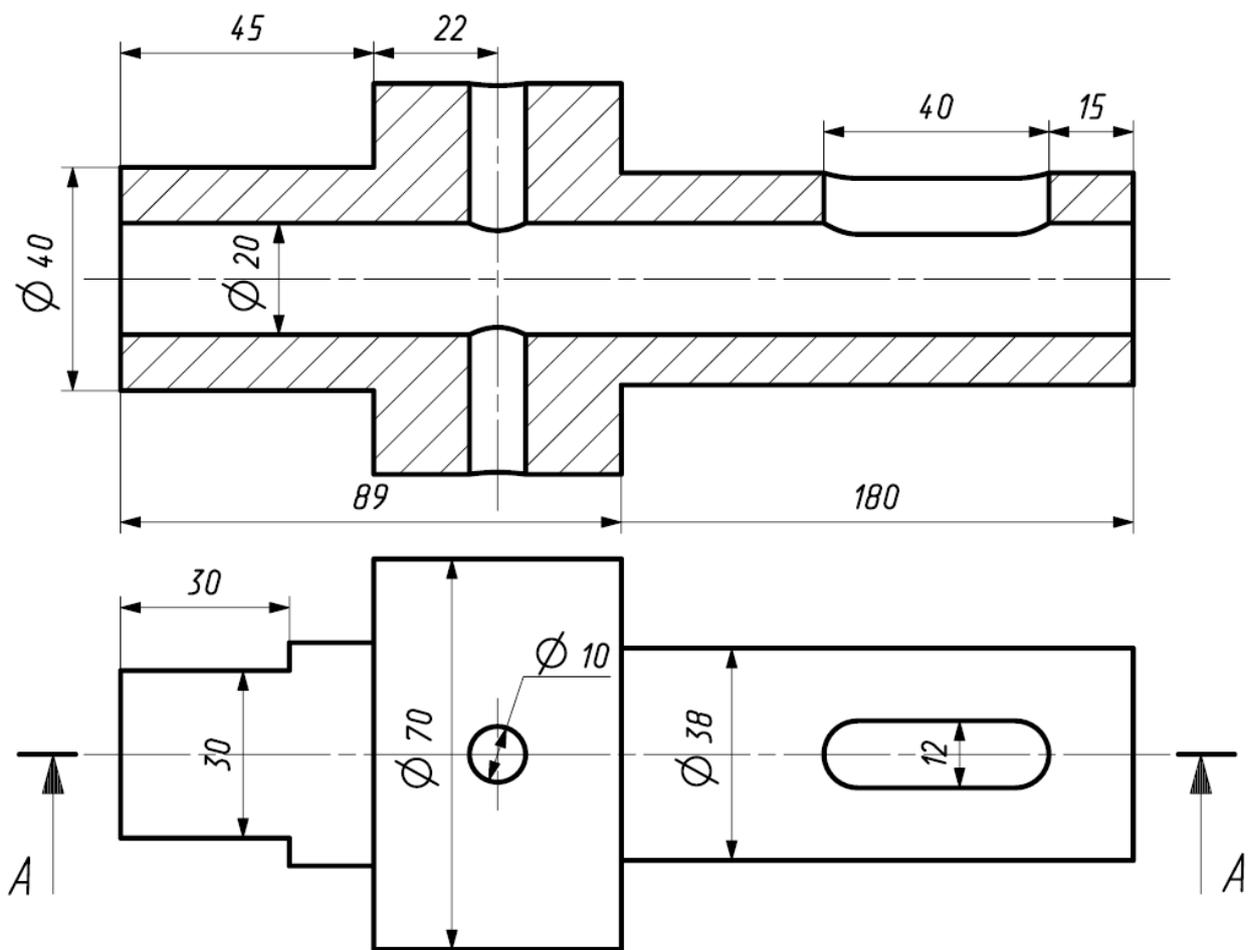
Вариант 5.



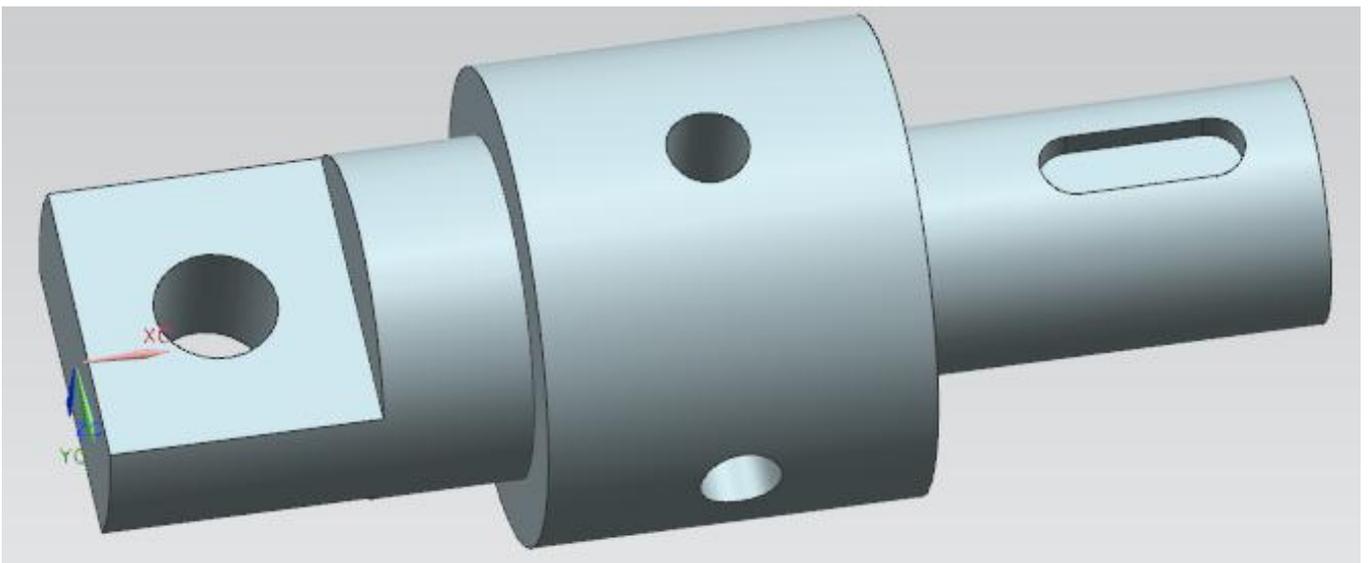
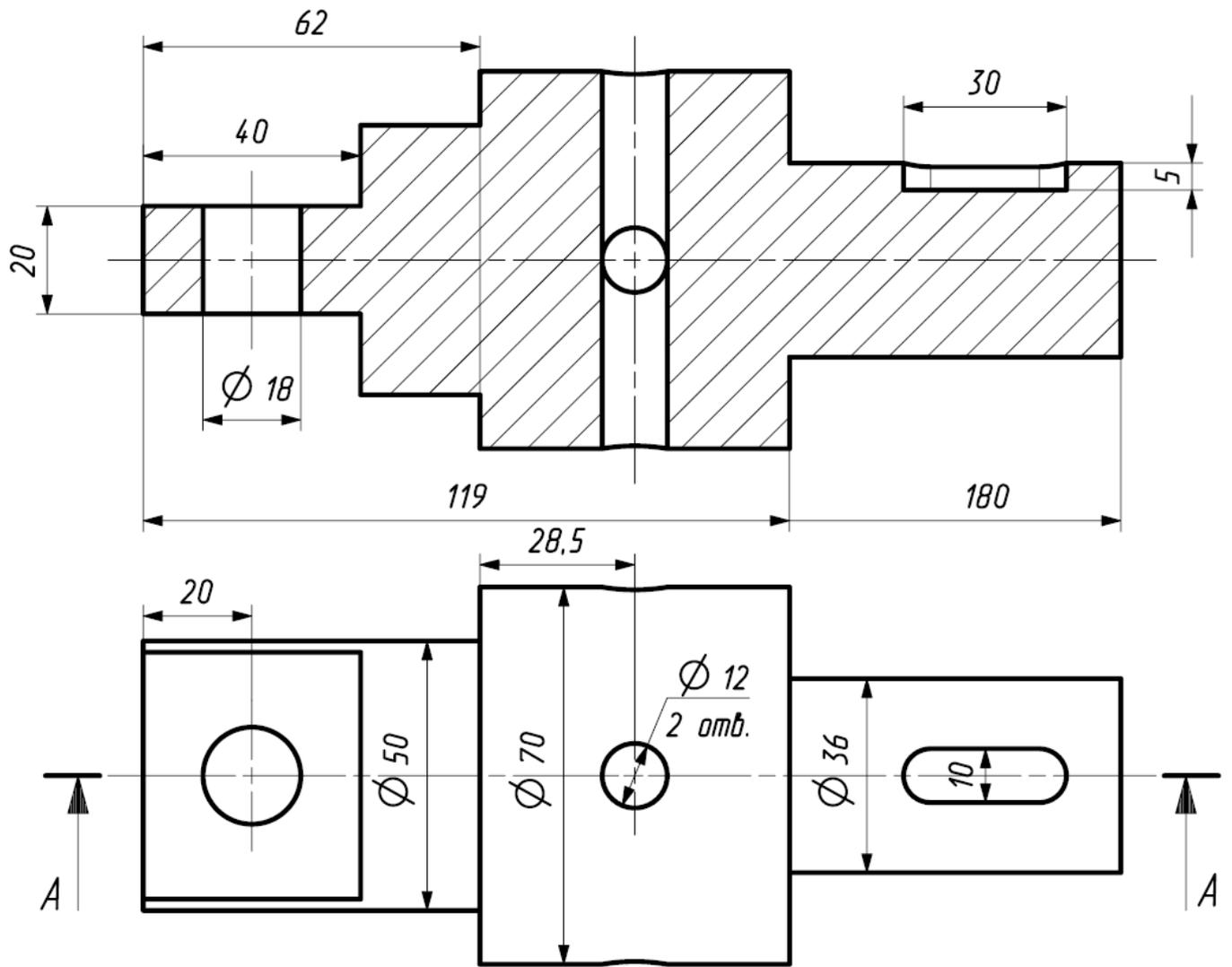
Вариант 6.



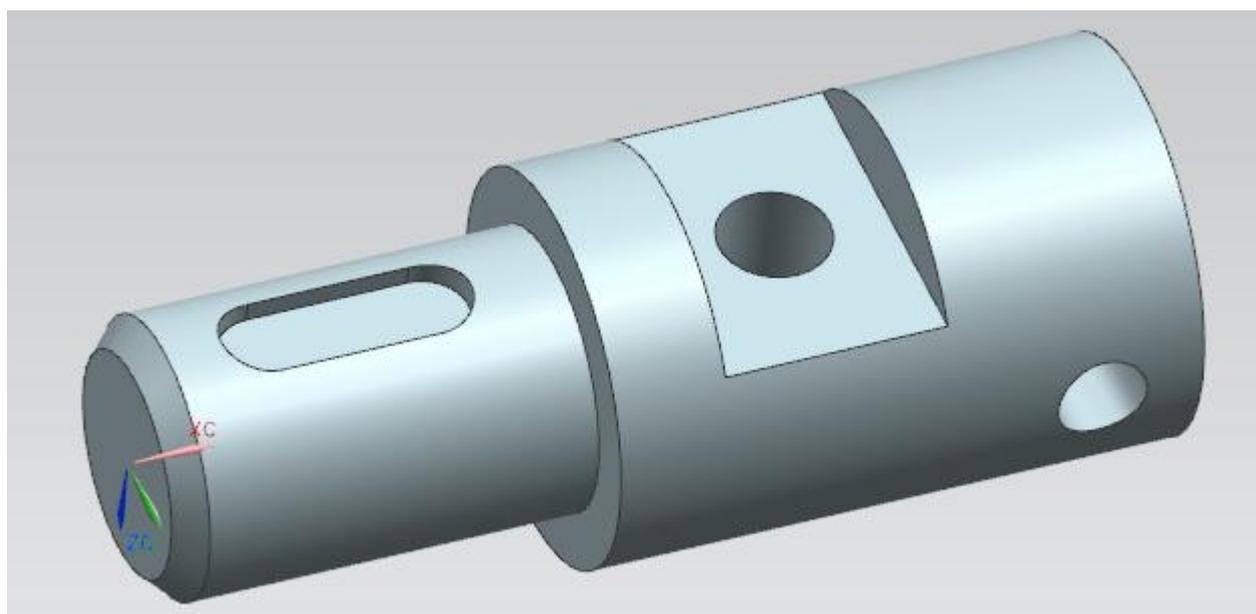
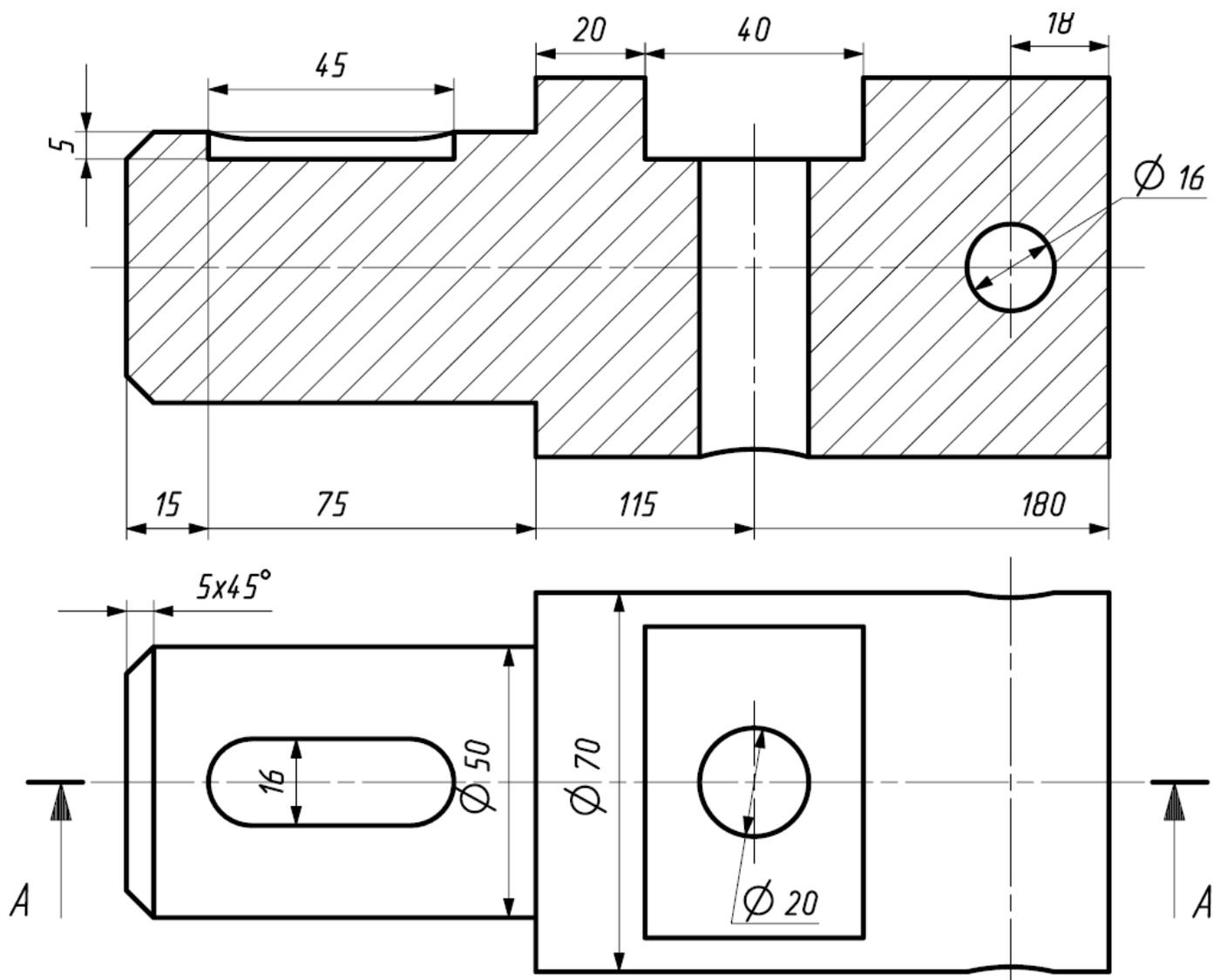
Вариант 7.



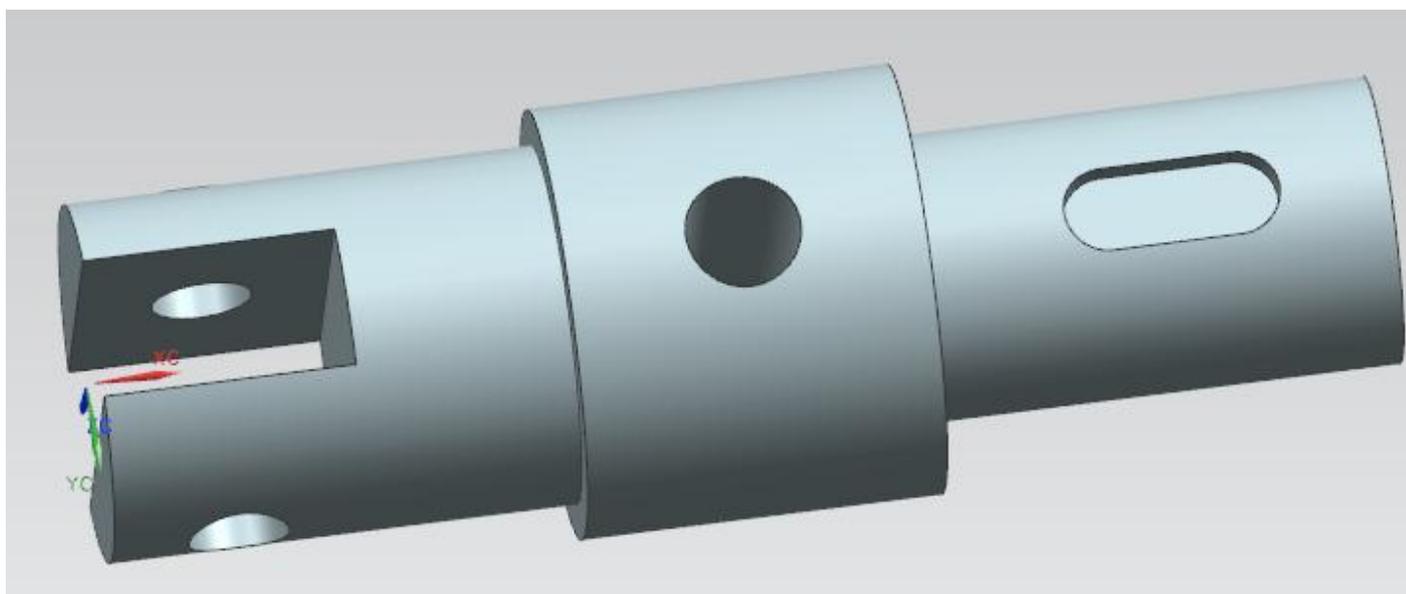
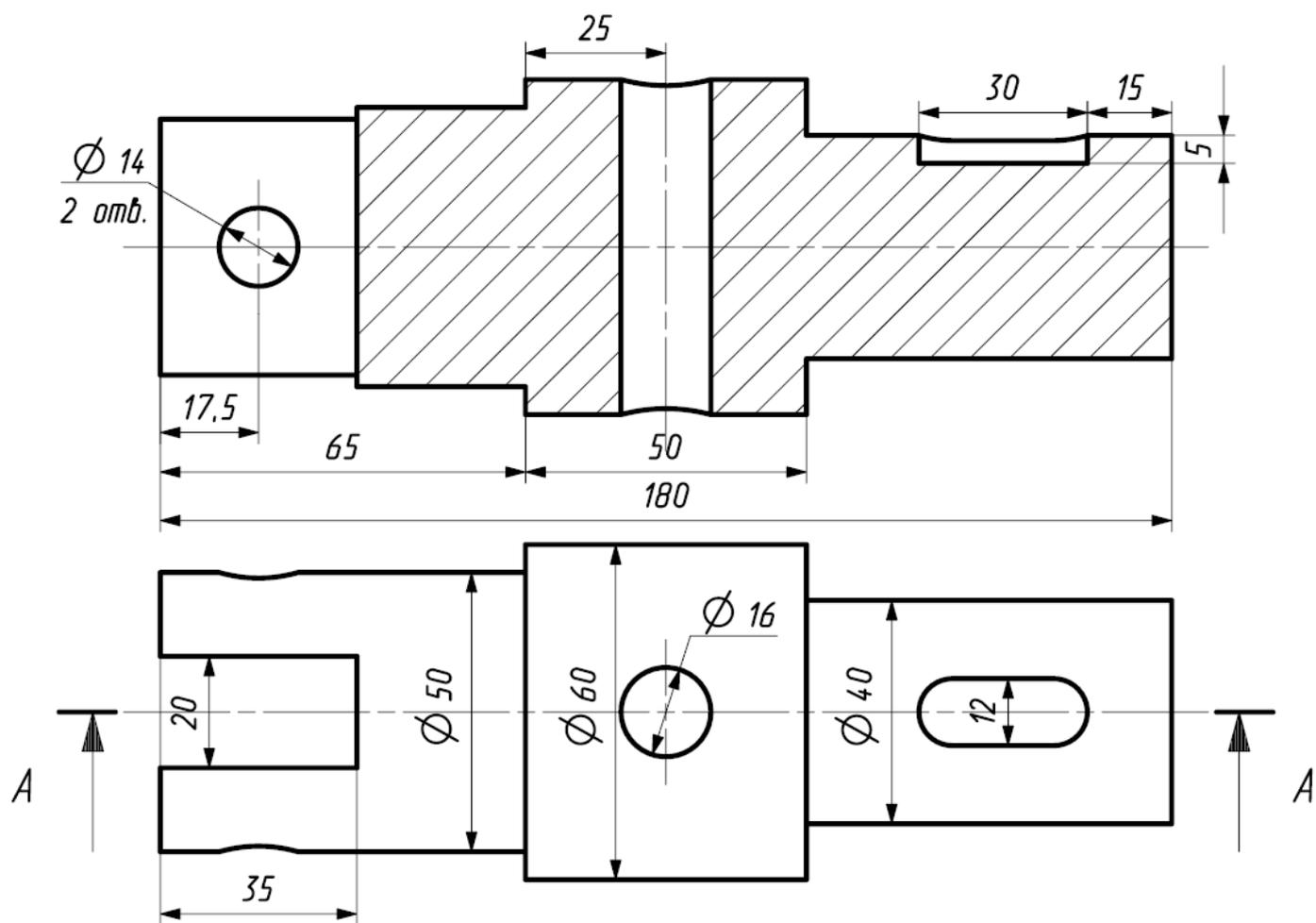
Вариант 8.



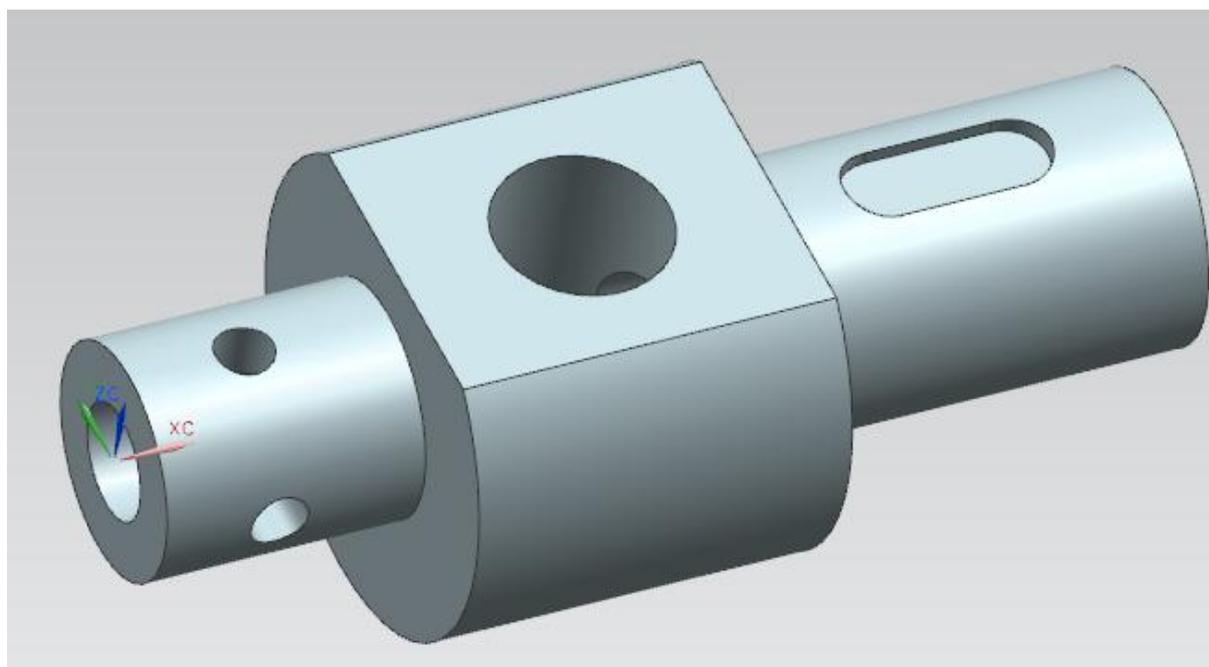
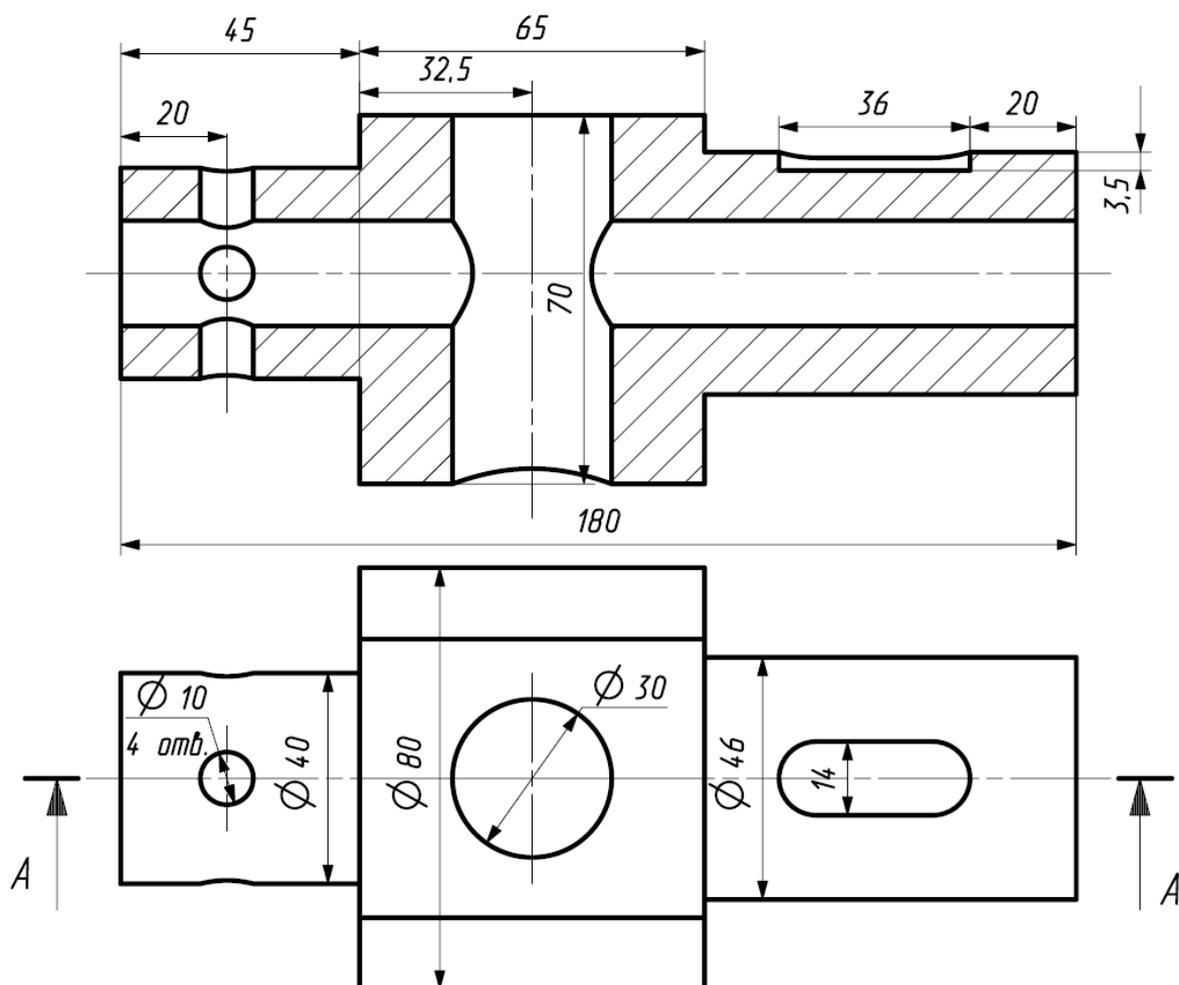
Вариант 9.



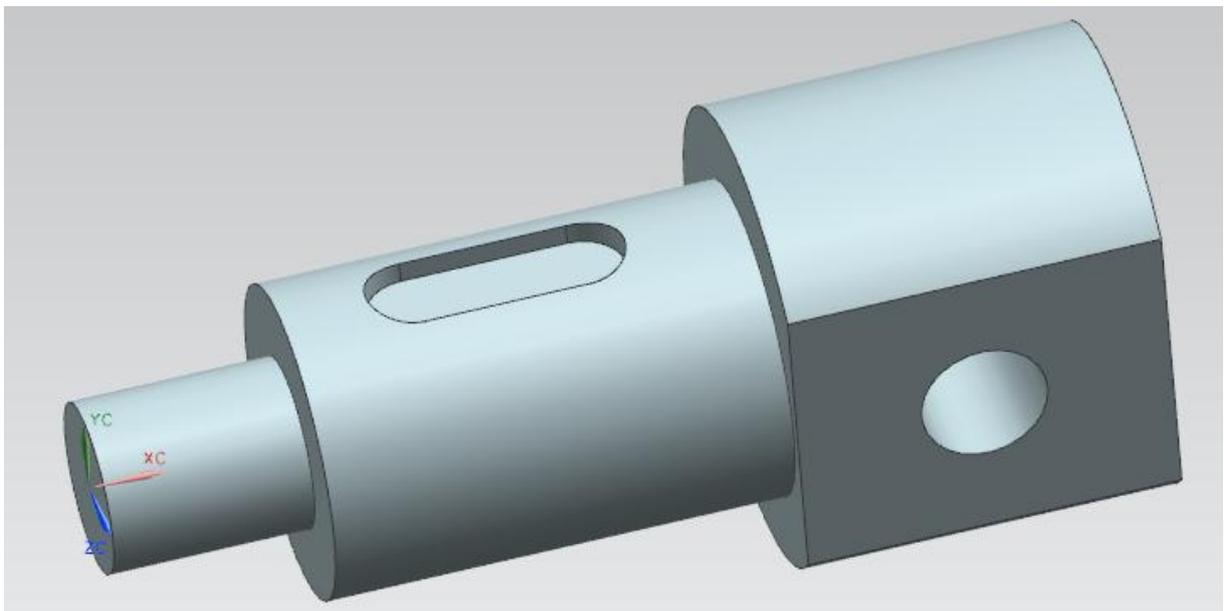
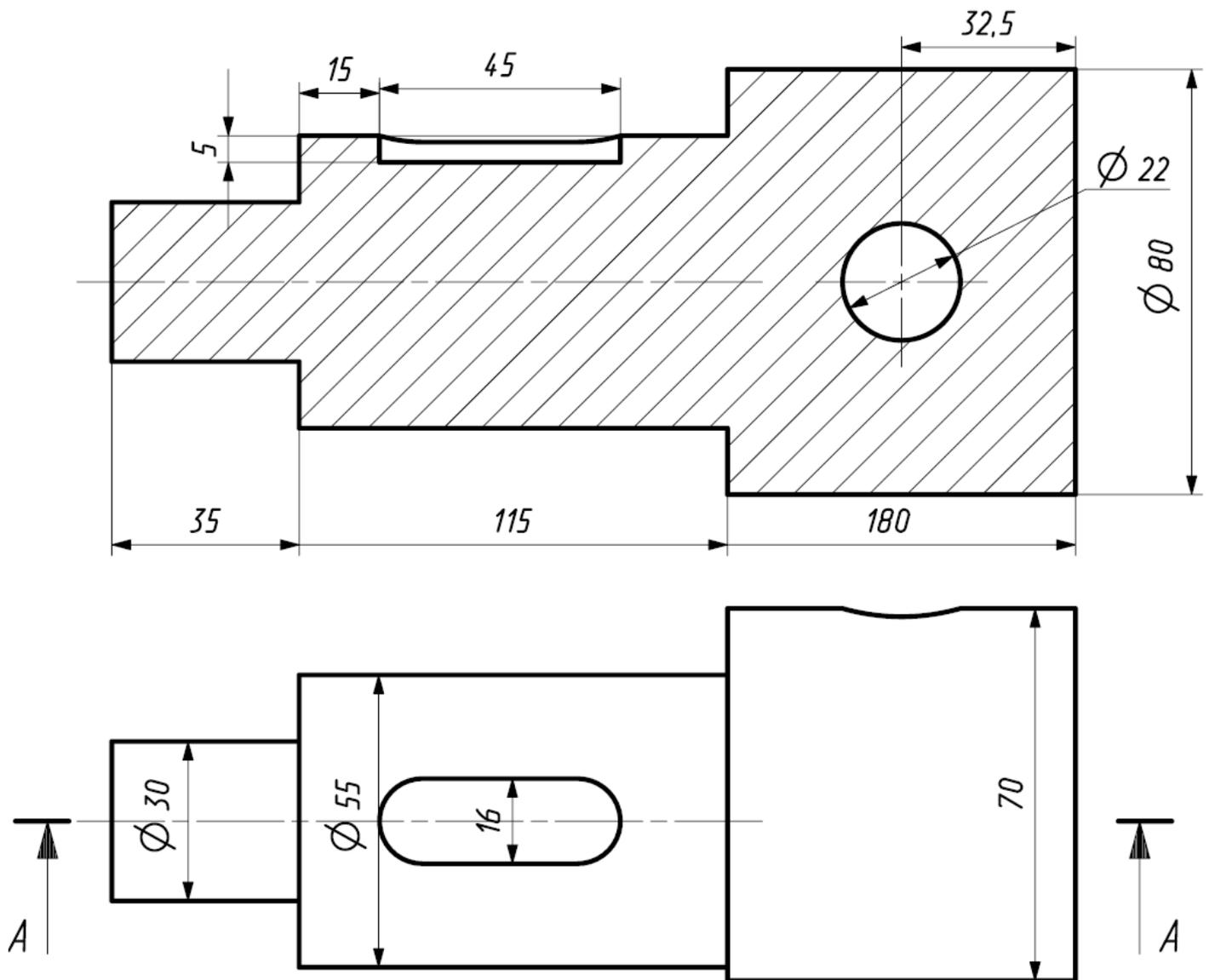
Вариант 10.



Вариант 11.



Вариант 12

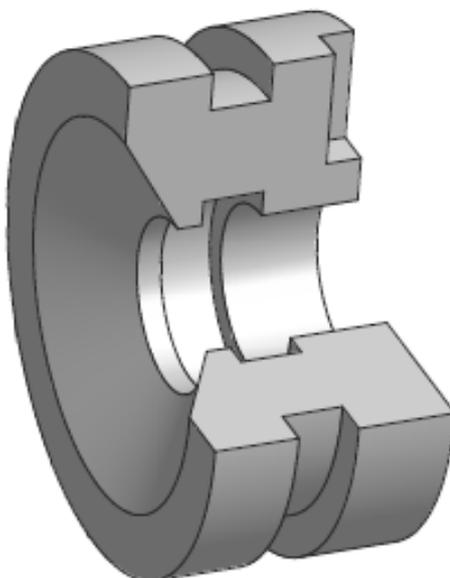
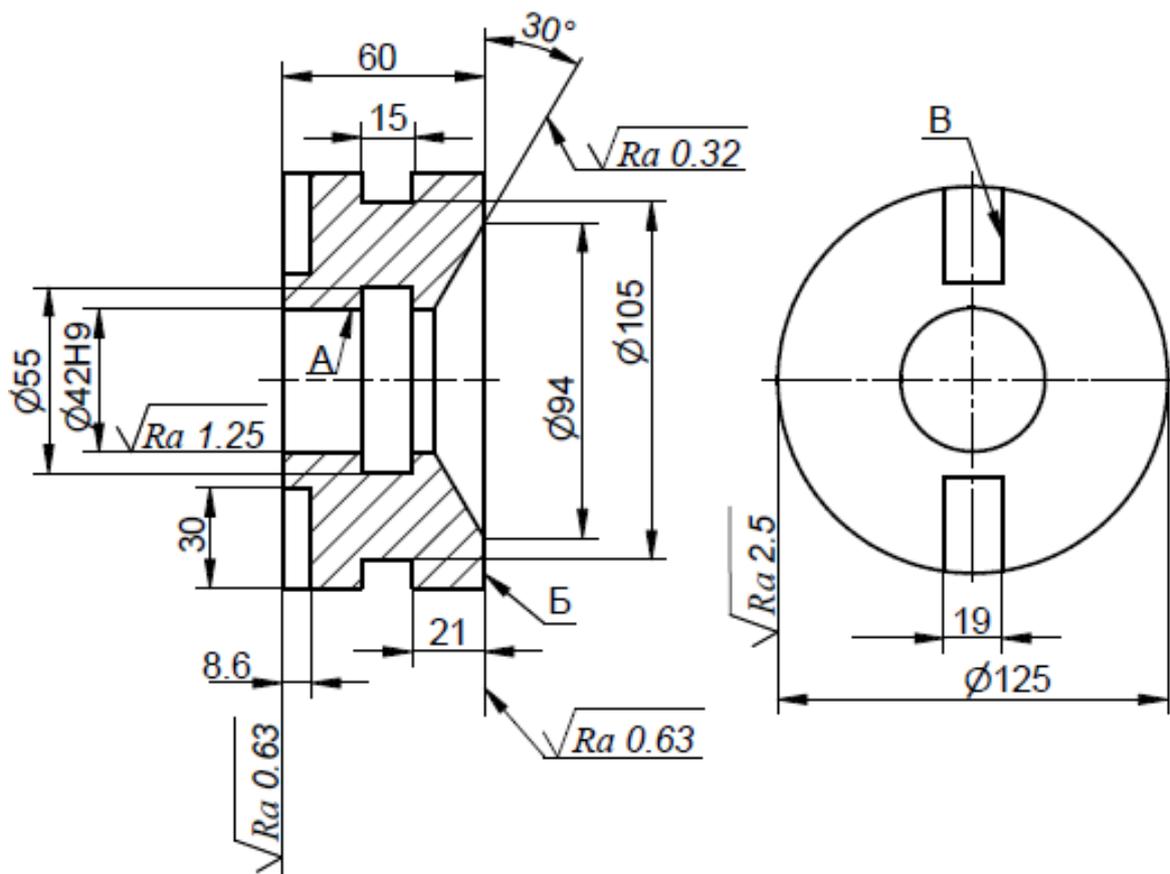


Лабораторная работа № 9. Создание 3D-моделей тел вращения сложной конфигурации

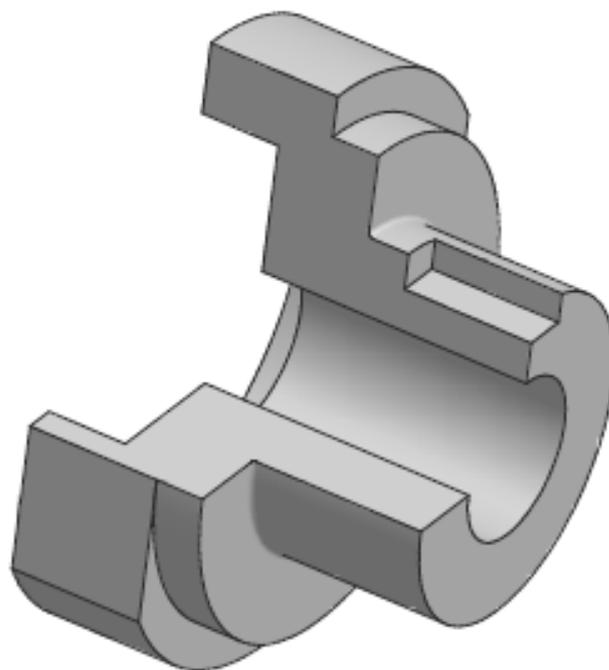
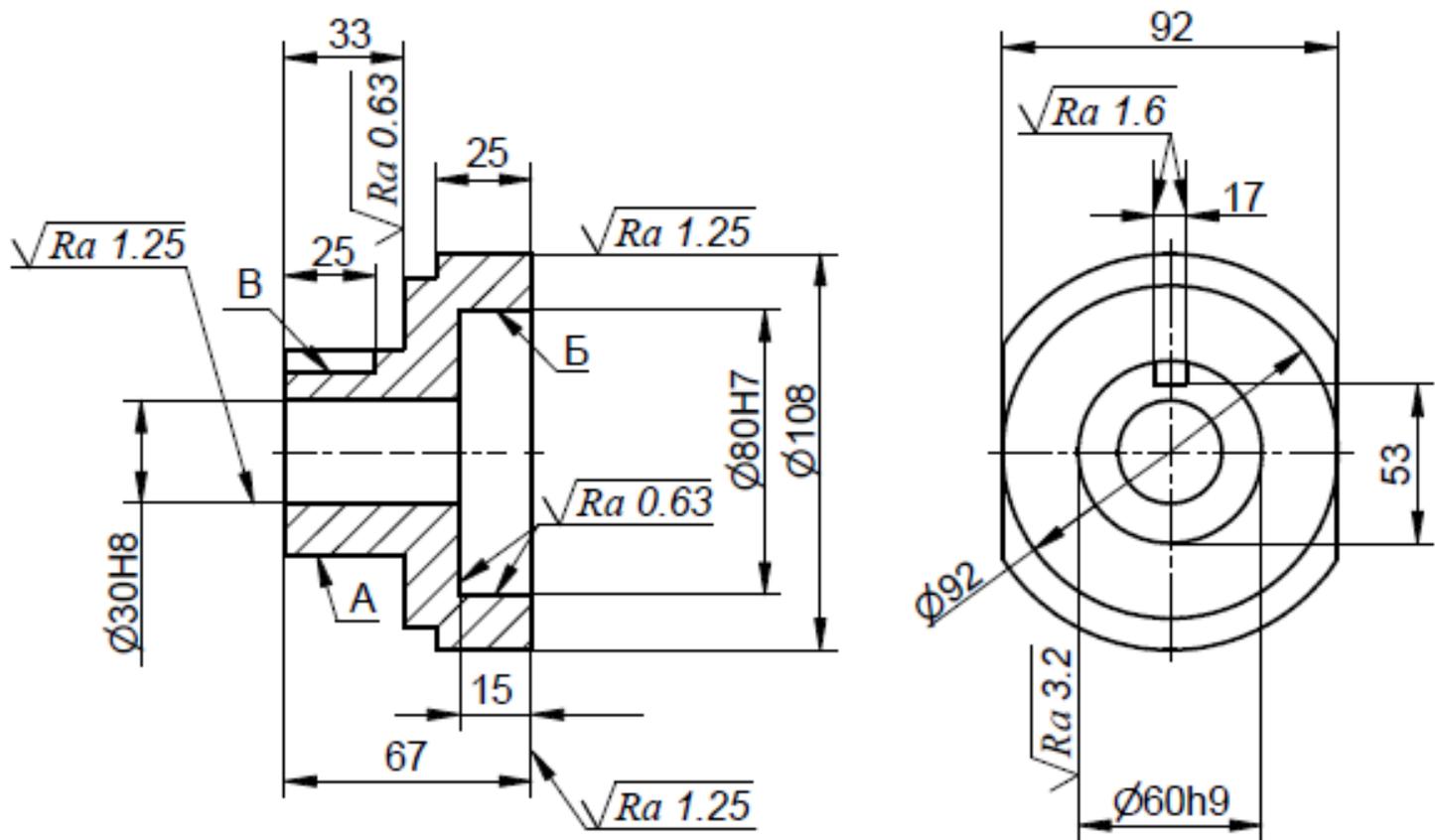
1. Построить электронную модель детали по чертежу, согласно своему варианту, с помощью функции «Вращение».

Варианты индивидуальных заданий

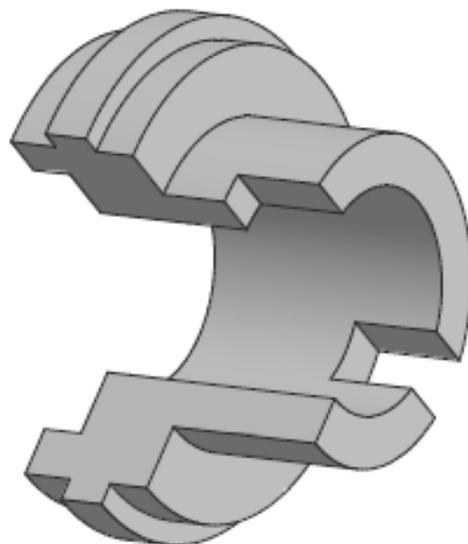
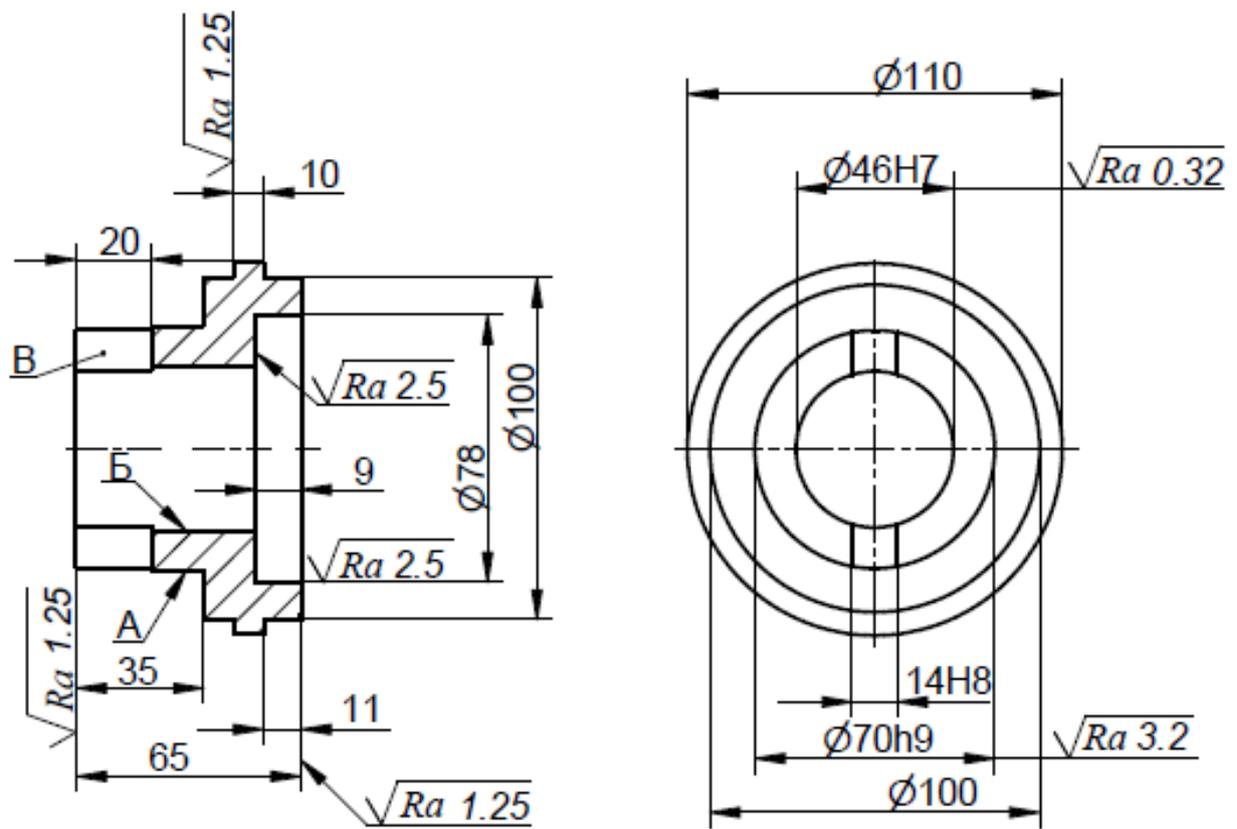
Вариант 1.



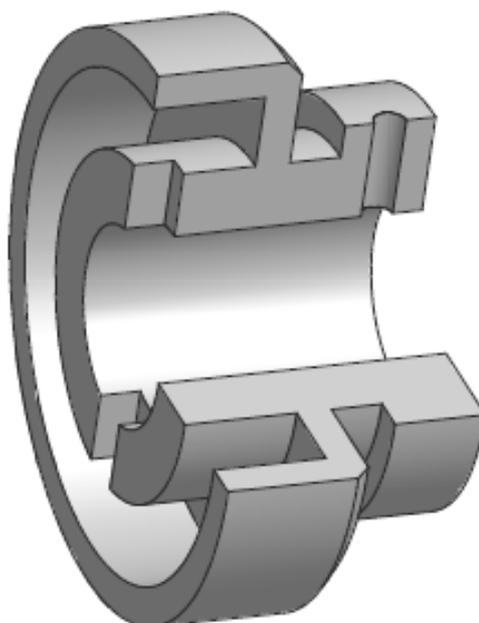
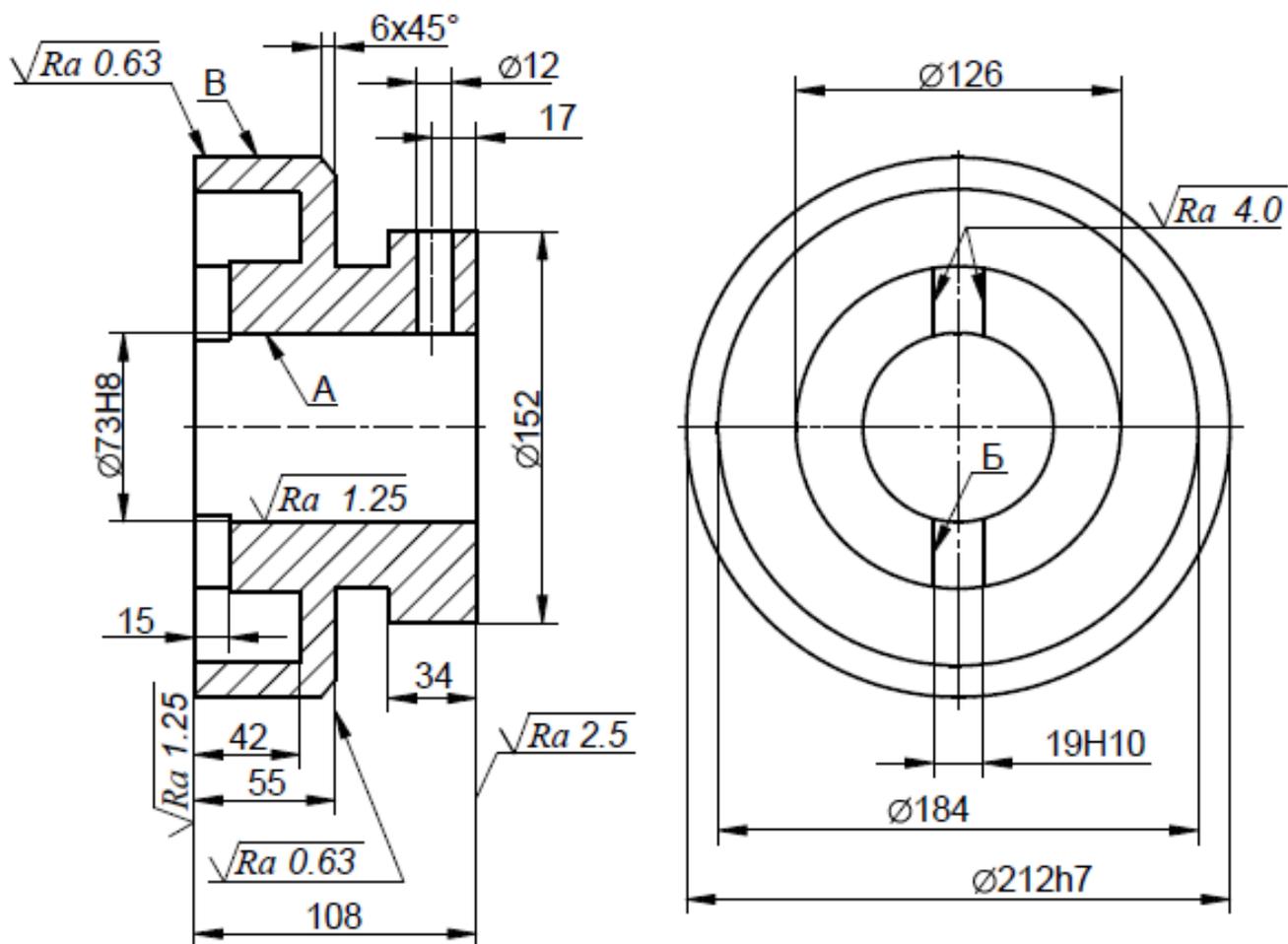
Вариант 2.



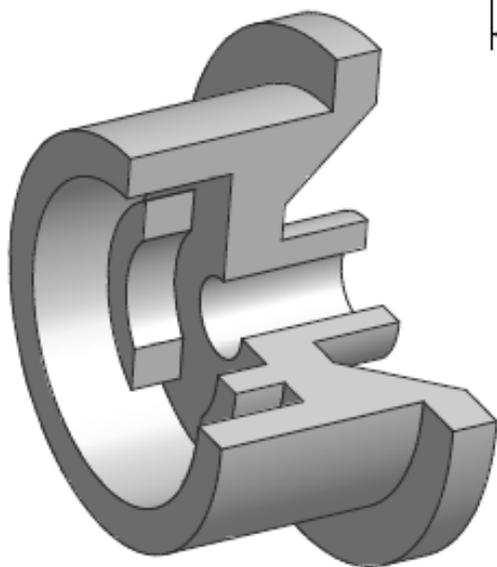
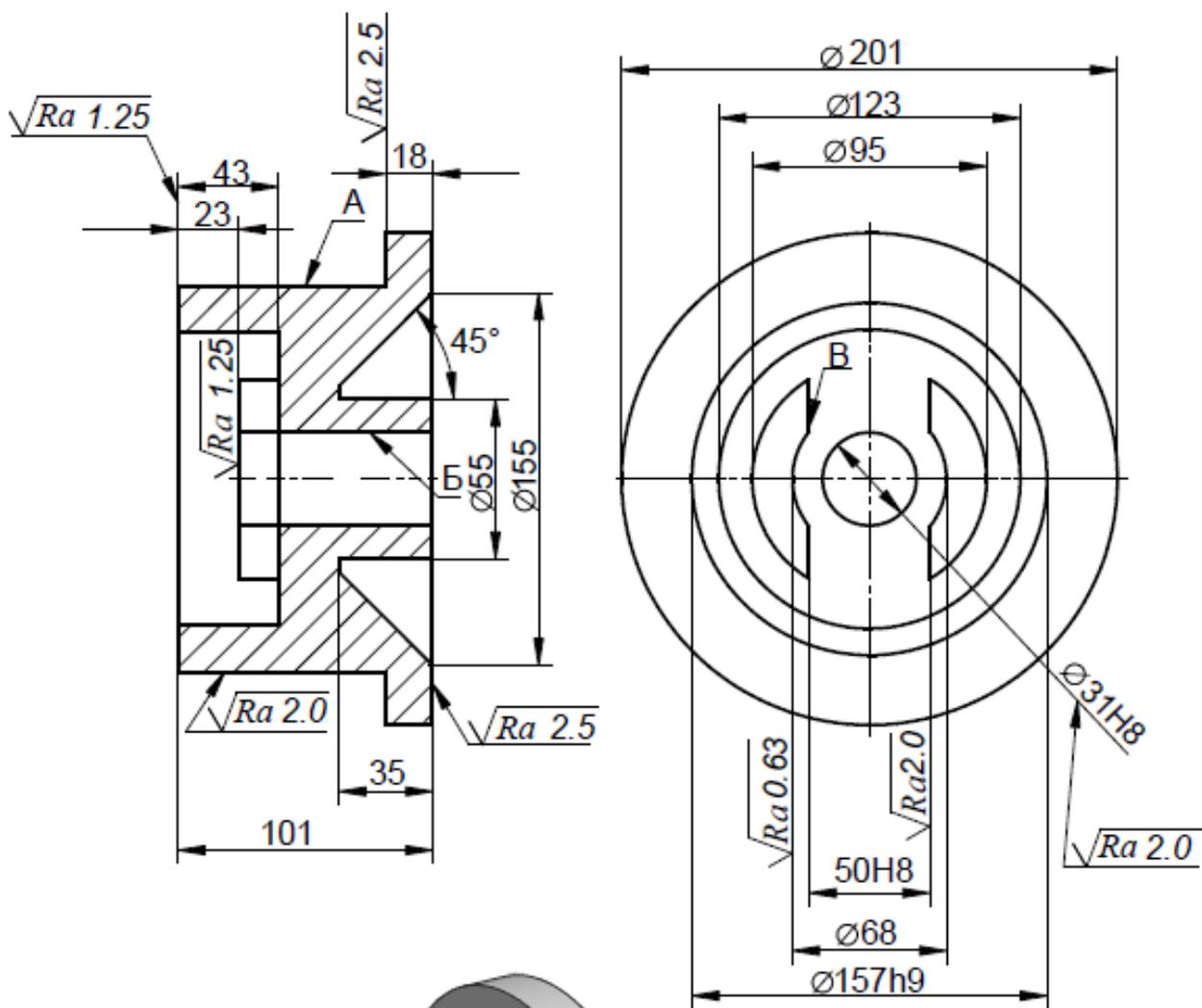
Вариант 3.



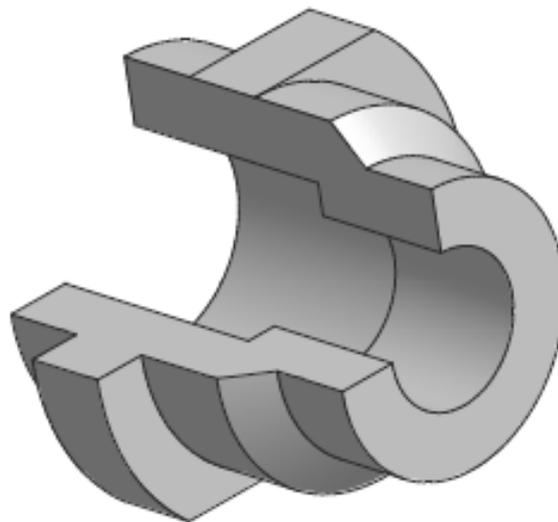
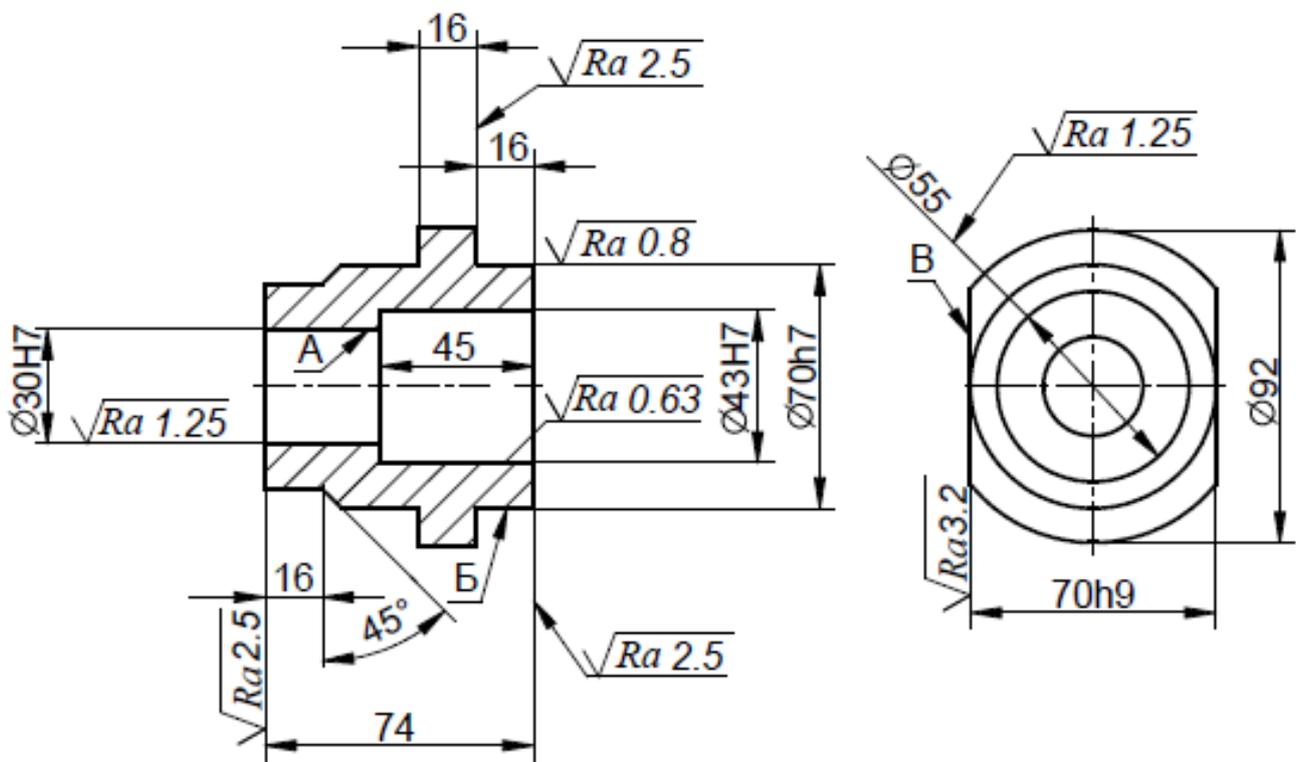
Вариант 4.



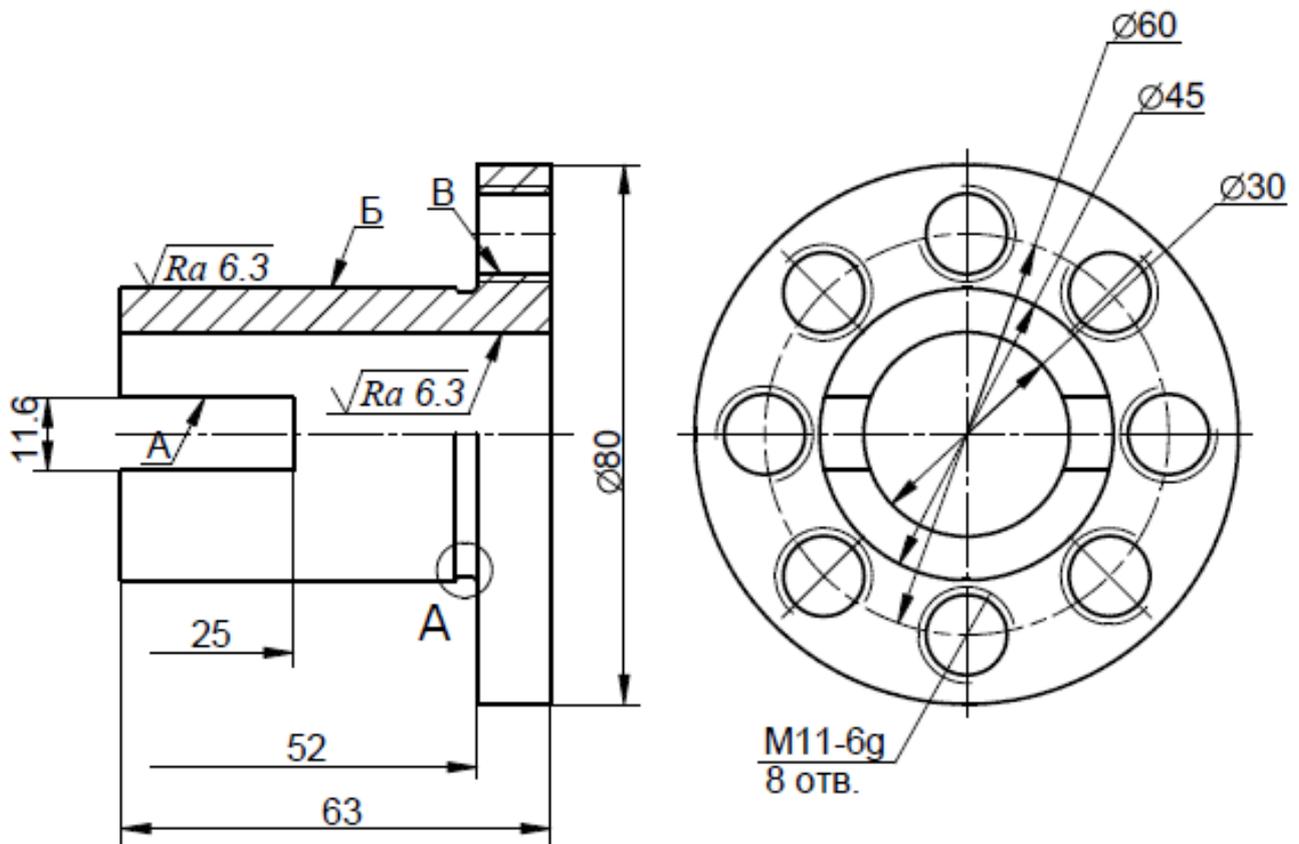
Вариант 4.



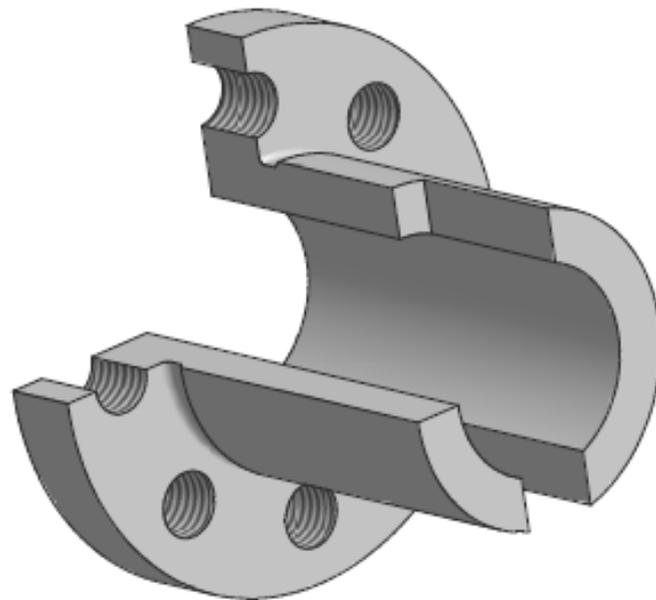
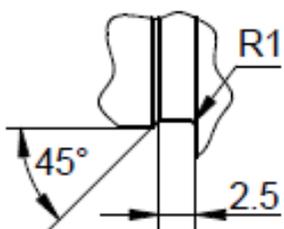
Вариант 5.



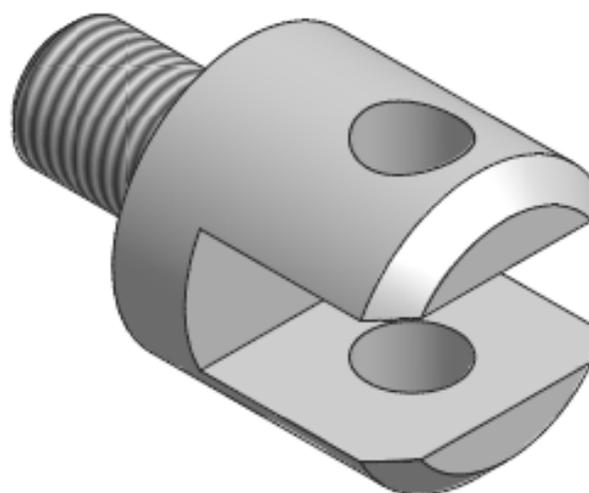
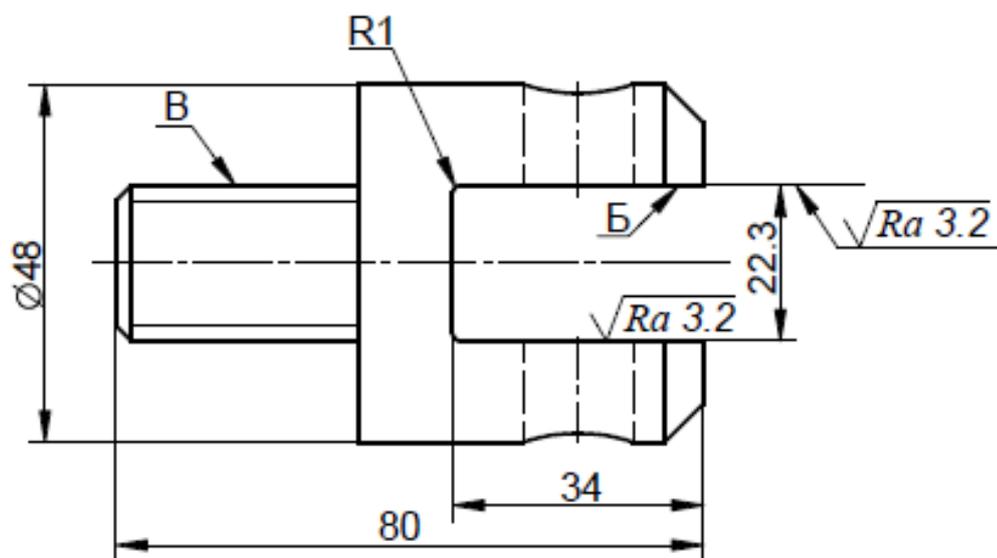
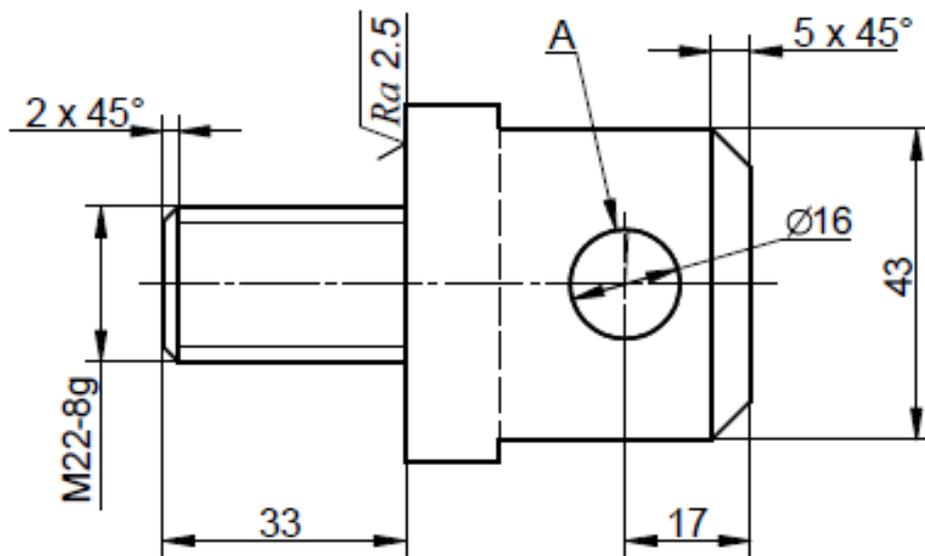
Вариант 6.



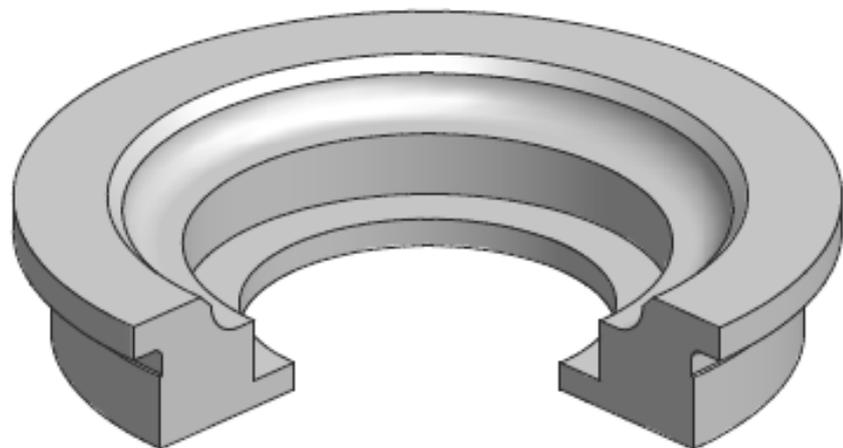
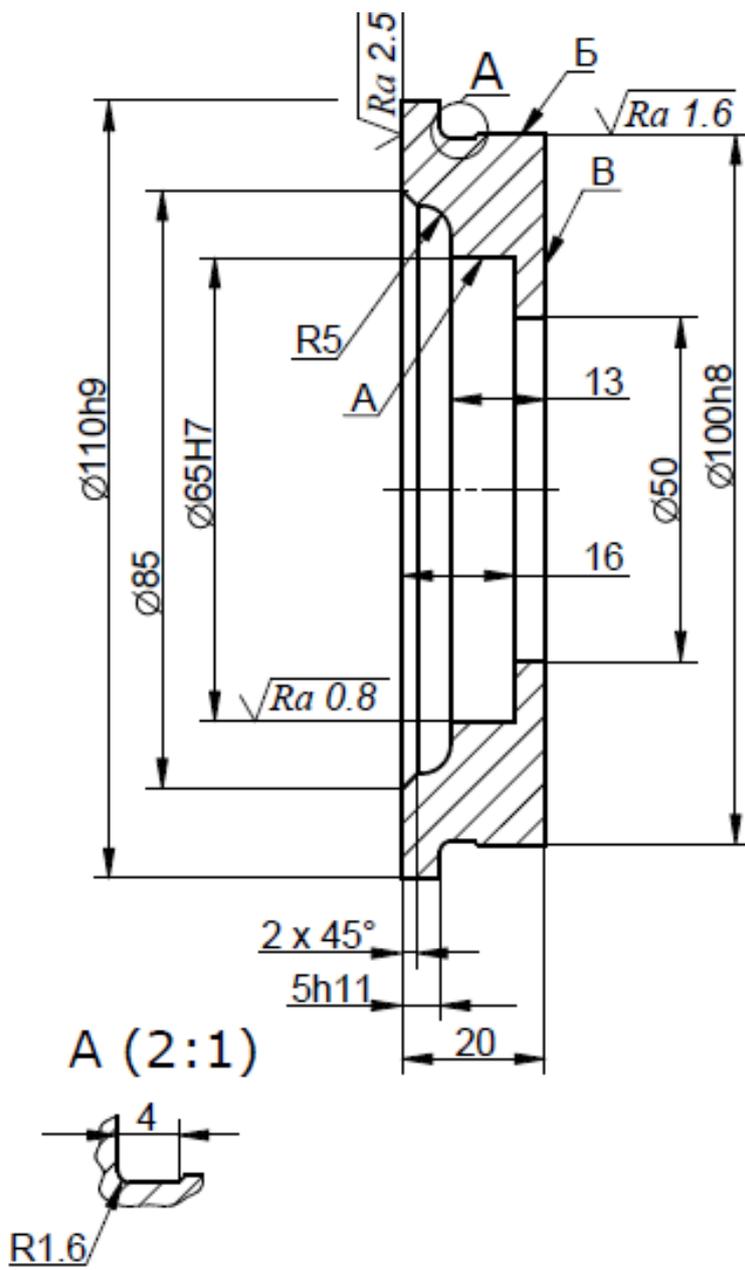
A (2:1)



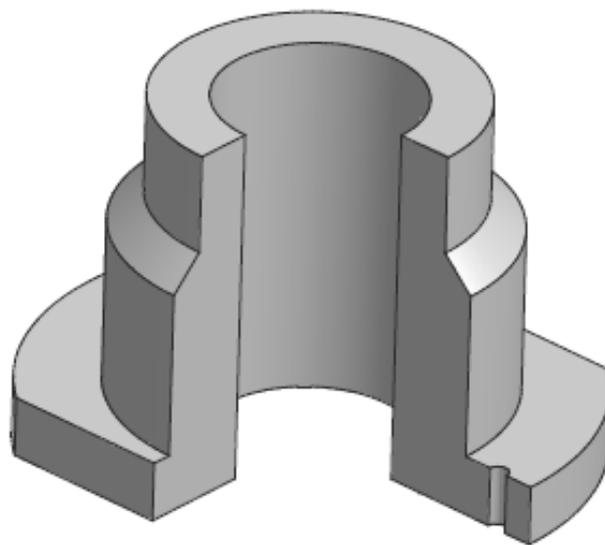
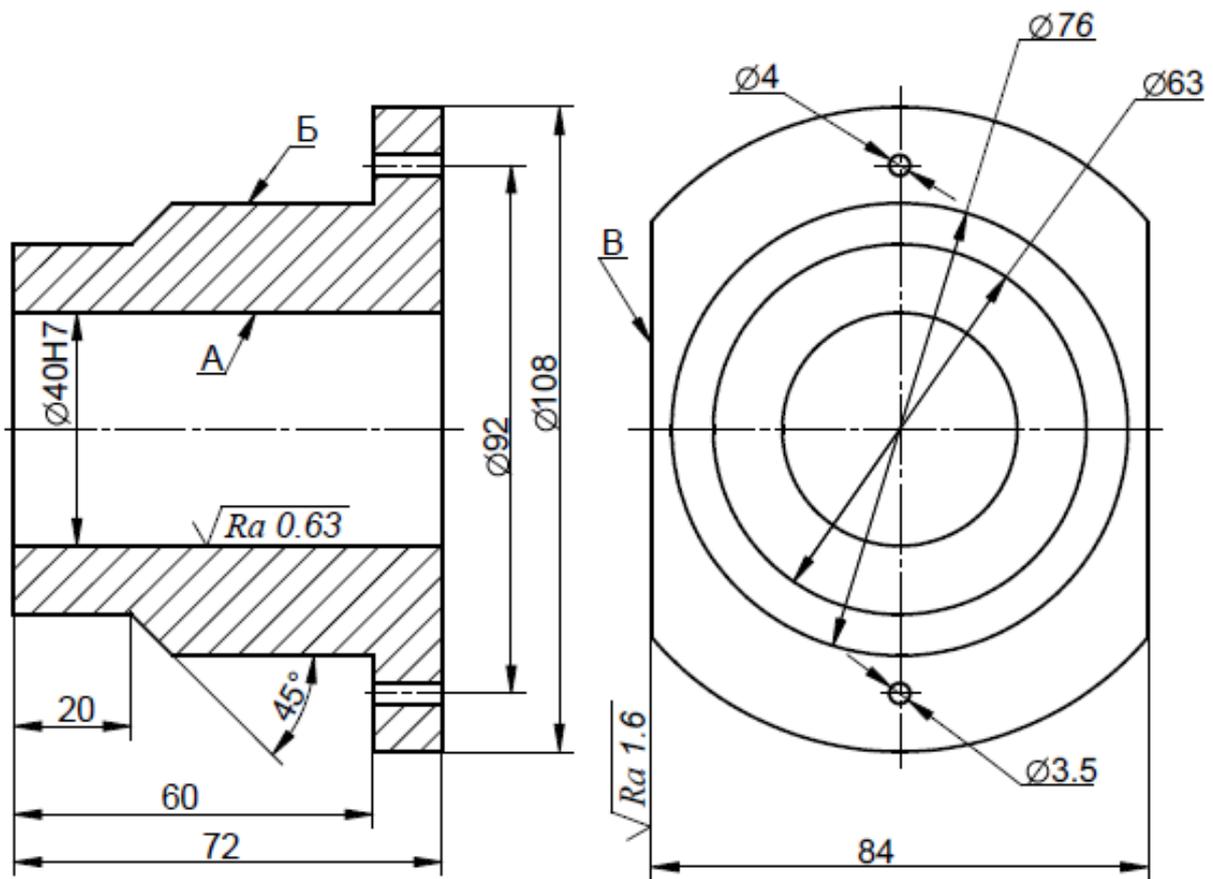
Вариант 7.



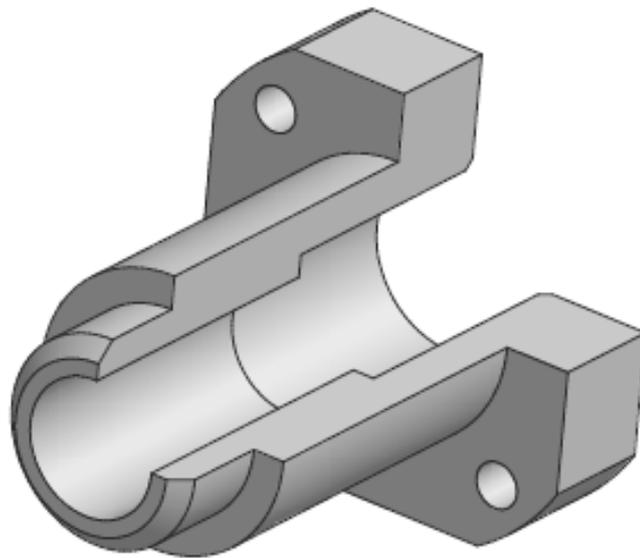
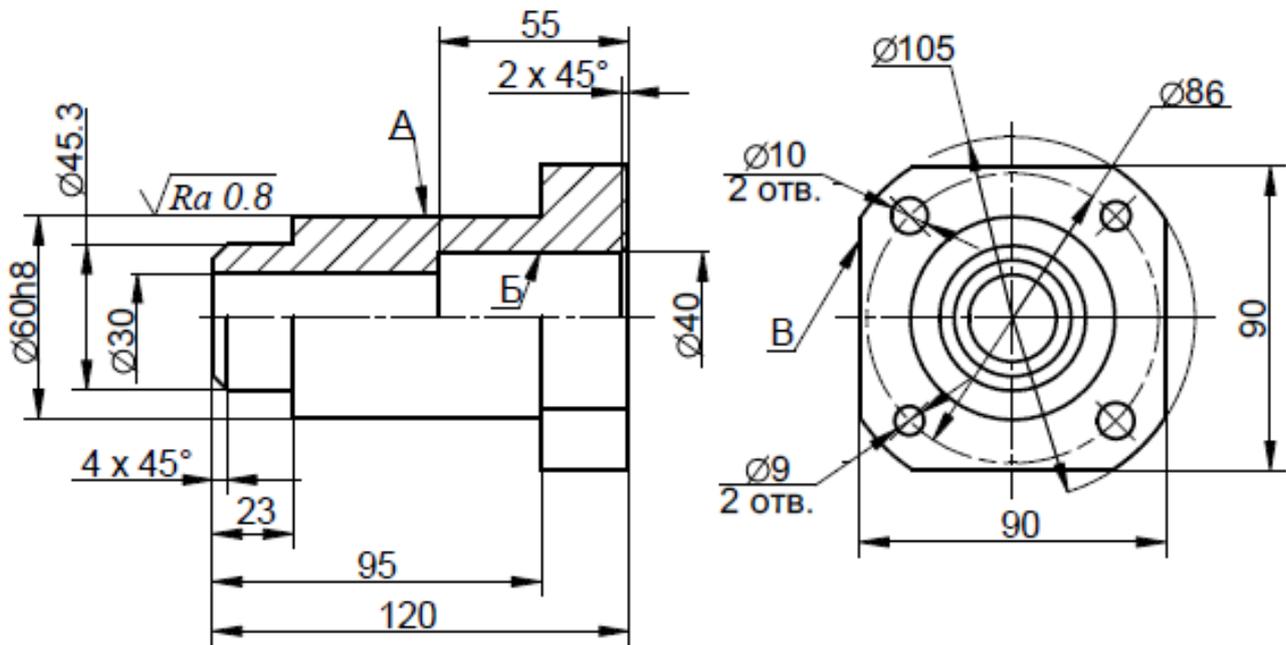
Вариант 8.



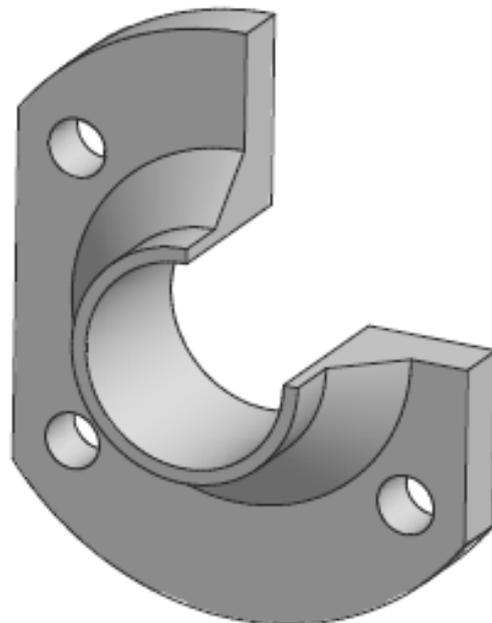
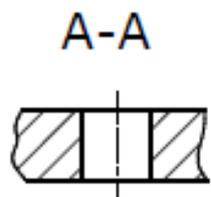
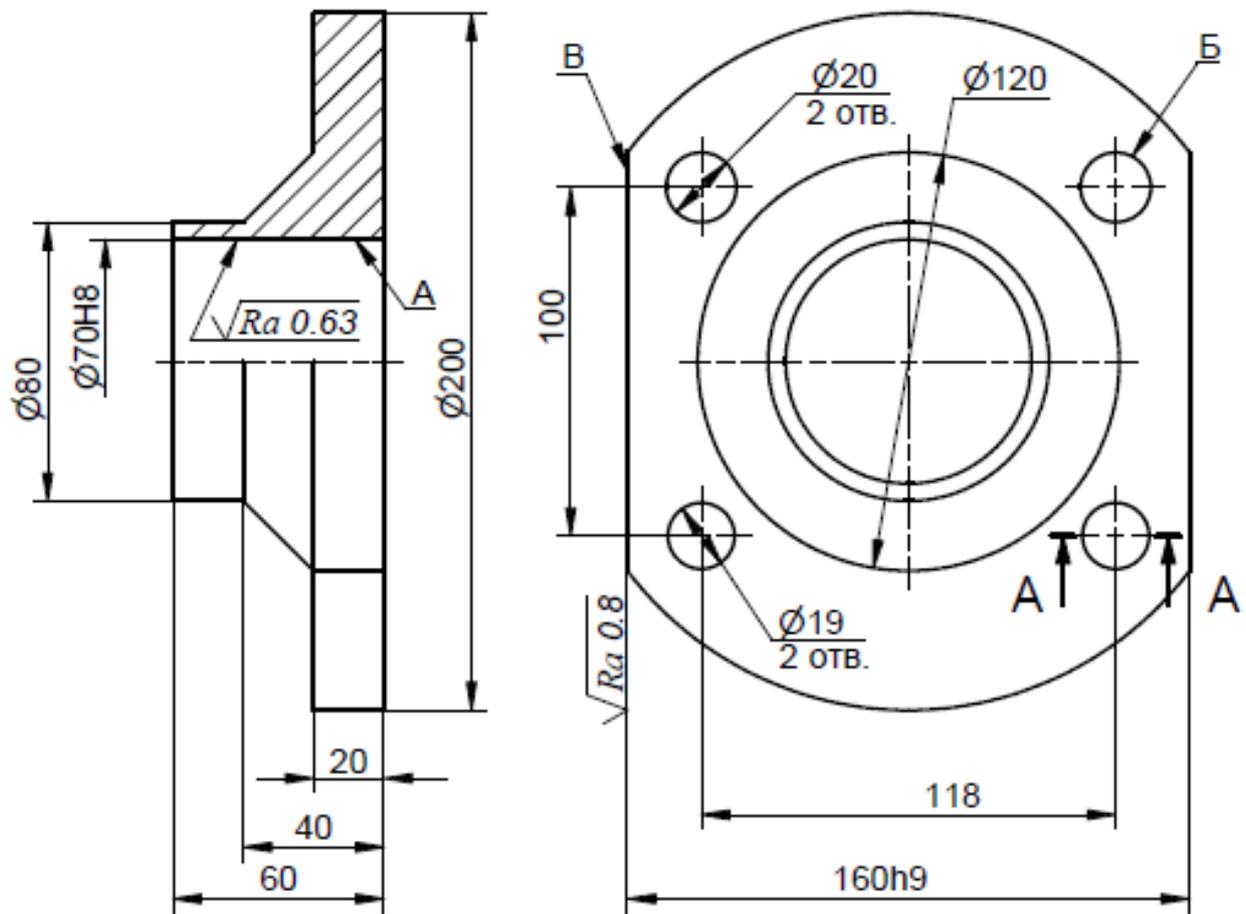
Вариант 9.



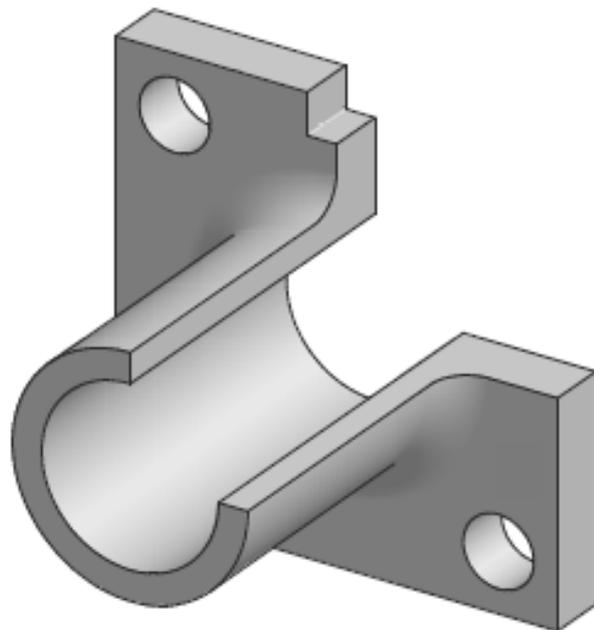
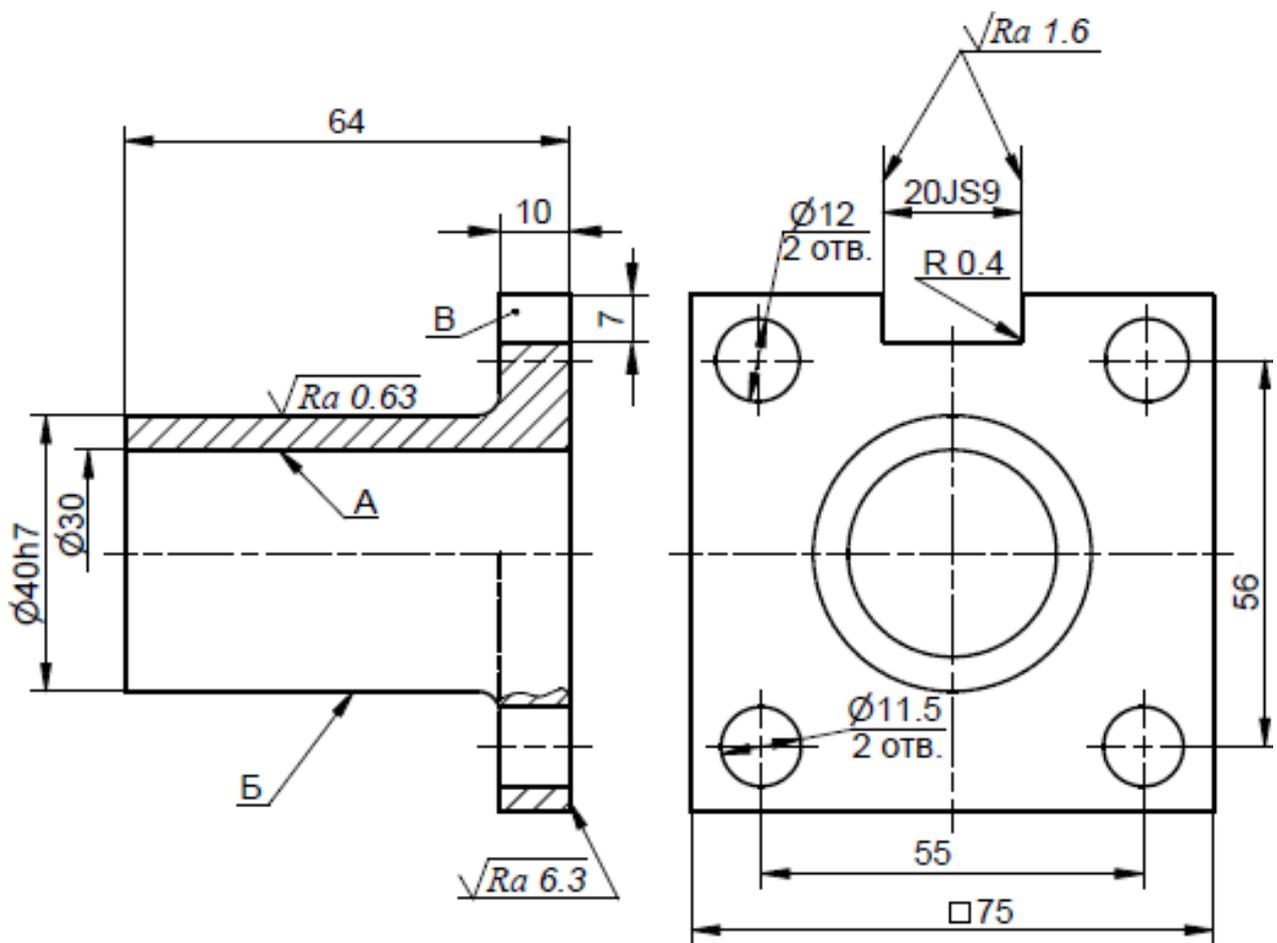
Вариант 10.



Вариант 11.



Вариант 12.



Список литературы

1. Гончаров П.С., Артамонов И.А., Халитов Т.Ф. NX Advanced Simulation. Инженерный анализ. М.: ДМК Пресс, 2012. 504 с.
2. Гончаров П.С., Артамонов И.А., Халитов Т.Ф. Основы NX САМ М.: ДМК Пресс, 2012. 216 с.
3. Данилов. Ю., Артамонов И. Практическое использование NX. М.: ДМК Пресс, 2011. 332 с.
4. Егер С.М. Основы автоматизированного проектирования самолетов: Уч. пособие для студентов авиационных специальностей вузов. 2-е-е изд., М.: Машиностроение, 2001. 246 с.
5. Егер С.М., Мишин В.Ф., Лисейцев Н.К. Проектирование самолетов 3-е перераб. и доп.-е изд., М.: Машиностроение, 1983. 616 с.
6. Ельцов М.Ю., Козлов А.А., Седойкин А.В., Широкова Л.Ю. Проектирование в NX под управлением Teamcenter. Учебное пособие. Белгород: ДМК Пресс, 2010. 784 с.
7. Комаров В.А. и др. Концептуальное проектирование самолёта: учеб. пособие. 2-е изд., Самара: СГАУ, 2013. 120 с.
8. Краснов М. Unigraphics для профессионалов. М.: ЛОРИ, 2004. 320 с.
9. Миронова Р.С., Миронов Б.Г. Сборник заданий по черчению: Учеб. пособие для не машиностр. спец. техникумов М.: Высшая школа, 1984. 264 с.
10. Норенков И.П. Введение в автоматизированное проектирование технических устройств и систем. М.: Высшая школа, 1980. 311 с.
11. Рязанов А.И. Твердотельное параметрическое САД моделирование в Siemens NX [Электронный ресурс]: электрон. учеб. пособие Самара: СГАУ, 2014. 1 эл. опт. диск (CD-ROM). с.
12. Фокс А., Пратт А. Вычислительная геометрия. Применение в проектировании и на производстве. / Пер. с англ. М.: Мир, 1982. 304 с.
13. Шестопалов, К.К., Новиков А.Н. Основы автоматизированного проектирования. Учебное пособие 2-е издание, исправленное-е изд., М.: МАДИ, 2017. 96 с.
14. Ярославцев В.М., Алешин В. Ф., Ярославцева Н. А. Сборник чертежей деталей машин для выполнения домашнего задания по дисциплине «Технология конструкционных материалов»: Учебное пособие / под ред. В.М. Ярославцева. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2010. -с.; ил.
15. Amadori K. Geometry-Based Design Automation: Applied to Aircraft Modeling and Optimization Linkoping University: Linkoping Studies In Science And Technology, Dissertations, No. 1418, 2012.
16. Mieloszyk J., Goetzendorf-Grabowski T., Mieszalski D. Rapid Geometry Definition For Multidisciplinary Design And Analysis Of An Aircraft // Aviation. 2016. № 20 (2). С. 60–64.
17. Rizzi A., Zhang M., Nagel B., Boehnke D.I. and Saquet P. Towards a Unified Framework using CPACS for Geometry Management in Aircraft Design, In Proc. of the 50th AIAA Aerospace Sciences Meeting including the New Horizons Forum and Aerospace Exposition Aerospace Sciences Meeting, Nashville, USA:, 2012.