



# **СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ**

Методические указания и индивидуальные задания для  
выполнения контрольных работ  
студентами заочной формы обучения

## **Оглавление**

Введение

Методические указания к изучению дисциплины

Методические рекомендации к выполнению контрольной работы

Перечень тем контрольных работ

Учебно-методическое обеспечение

Приложения

- Варианты выполнения графических работ
- Примеры выполнения графических работ

## **Введение**

В процессе обучения студенты должны ознакомиться с краткой историей развития систем автоматизированного проектирования, основными функциями, которые выполняла и выполняет автоматизация проектирования в производстве.

Основной формой работы студента-заочника является самостоятельное изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям, а основная форма отчетности за усвоение пройденного материала – написание контрольной работы по одной из приведенных ниже тем и сдача зачета.

Методические указания помогут организовать самостоятельную работу по изучению дисциплины.

## **Методические указания к изучению дисциплины**

Целью преподавания дисциплины «Основы САПР» является изучение общих принципов, методов и средств решения инженерных задач, реализуемых в системах автоматизированного проектирования. В программе «Основы САПР» учитывается подготовка, полученная студентами по теоретическим, общеинженерным и специальным дисциплинам. Конкретные технические задачи, решаемые средствами автоматизированного проектирования, являются предметом изучения специальных дисциплин.

В результате изучения дисциплины студент должен знать:

- основные требования, предъявляемые к технической документации, при использовании САПР;
- методы математического моделирования машин и механизмов, их применение при конструкторских расчетах на ЭВМ;
- принципы построения программного и информационного обеспечения САПР машин, установок и систем;

- принципы создания математического описания проектируемых объектов;
- основные методы и алгоритмы, реализованные в системе автоматизированного проектирования;
- состав, структуру и назначение основных технических средств, используемых при создании системы автоматизированного проектирования;
- методы конструирования и автоматизированного проектирования для создания типовых, нестандартных и принципиально новых перспективных машин и механизмов;
- методические и нормативные материалы, касающиеся использования САПР при проектировании машин и механизмов.

Должен уметь:

- разрабатывать технические условия и технические задания на проектирование оборудования;
- использовать средства САПР в курсовом, дипломном проектах или работах;
- выбирать критерии оценки и сравнения проектируемого оборудования с учетом требований надежности, технологичности, экономичности, безопасности, охраны окружающей среды и конкурентоспособности;
- организовывать планирование и ход реализации проектных и конструкторских работ;
- использовать информационные технологии при проектировании и конструировании технологического оборудования;
- создавать схемы, графики, чертежи, диаграммы, номограммы и другие профессионально значимые изображения средствами САПР;
- использовать средства САПР в своей инженерной деятельности.

Изучение дисциплины помогает студентам решать инженерные задачи, возникающие при конструировании и создании машин и механизмов.

При изучении отдельных разделов курса в соответствии с программой и методическими указаниями необходимо прочитать относящийся к этому разделу материал по рекомендуемым литературным источникам, затем самостоятельно составить алгоритм и блок-схему для расчёта изучаемого элемента. В случае необходимости написать на алгоритмическом языке текст расчетной процедуры или ключевой фрагмент программы. Желательно при изучении дисциплины конспектировать разбираемый материал. Работа над графической частью включает в себя разработку конструкторской документации в электронном виде и, в случае необходимости, распечатку их на бумажном носителе.

## Учебно-методическое обеспечение

### *Основная литература*

1. Малюх В. Н. Введение в современные САПР: Курс лекций. М.: ДМК Пресс, 2010. -192 с.: ил.

### *Дополнительная литература*

1. Гафуров Х. Л. и др. Системы автоматизированного проектирования: Учеб. пособие. СПб.: Судостроение, 2000. — 320 с, ил.
2. Государственные стандарты ЕСКД: Общие правила выполнения чертежей М., 2001. 160 с. Разработка и оформление конструкторской документации РЭА. Под ред. Э.Т.Романычевой. М.: Радио и связь,1989.
3. Панченко А. А. Условные графические обозначения в электрических схемах. Хабаровск.: Изд-во ДВГУПС, 2000.
4. Николаев С. В. Основы САПР измерительных систем: Текст лекций. Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2002. 128 с.
5. Городецкий А.Я. Информационные системы. Вероятностные модели и статистические решения. Учеб.пособие. СПб: Изд-во СПбГПУ, 2003. 326 с.
6. Кудрявцев, Е. М. Компас-3Д . V7. Наиболее полное руководство / Е. М. Кудрявцев. М. : ДМК-Пресс, 2005. 664 с.
7. Потемкин, А. Е. Твёрдотельное моделирование в системе КОМПАС-3Д / А. Е. Потемкин. СПб. : БХВ-Петербург, 2004. 512 с.
8. Основные команды в системе автоматизированного проектирования КОМПАС 3Д : методические указания для студентов машиностроительных специальностей / сост. Г. М. Горшков, Д. А. Коршунов, А. В. Рандин. Ульяновск : УлГТУ, 2007. 128 с.

## **Методические рекомендации к выполнению контрольной работы**

Данное методическое пособие предназначено как для непосредственного изучения дисциплины под руководством преподавателя, так и для дистанционного изучения. Зачет по данной дисциплине сдается преподавателю после предъявления выполненной студентом зачетной контрольной работы, включающей в себя письменный доклад по одной из тем, приведенных в задании настоящего методического пособия, и графической части, выполненной на компьютере в одной из чертежных программ по выбору студента.

Темы контрольной работы и варианты графического задания принимаются согласно порядковому номеру студента в списке группы.

Объем контрольной работы 15-20 стандартных страниц формата А4. Титульный лист должен быть оформлен в соответствии со стандартом МАДИ (ГТУ). В контрольной работе должны присутствовать введение, заключение и оглавление. В конце работы должен быть приведен список литературы, использованной при составлении контрольной работы. Графическое задание размещается после списка литературы.

### **Перечень тем контрольных работ**

Контрольная работа по дисциплине может быть посвящена системам автоматизированного проектирования, информационной поддержке жизненного цикла изделия, автоматизации технологической подготовки производства и т.п. В тему может включаться исторический очерк об известном ученом, разработчике, работы которого посвящены автоматизации проектирования.

1. История развития вычислительной техники.
2. История развития информационных систем.
3. История развития САПР.
4. Применение средств Вычислительной техники для автоматизации проектных процедур.
5. Применение средств Вычислительной техники для автоматизации управления предприятием.
6. Автоматизированные системы обработки информации и управления.
7. Системы информационной поддержки жизненного цикла промышленных изделий.
8. Принципы построения САПР.
9. Применение САПР в машиностроении.
10. Применение САПР в строительстве.
11. Применение САПР в приборостроении.
12. Инженерные расчеты в САПР.

13. Состав САПР.
14. Математическое обеспечение САПР.
15. Программное обеспечение САПР.
16. Техническое обеспечение САПР.
17. Современное техническое обеспечение САПР.
18. Современное программное обеспечение САПР.
19. Назначение и функции систем автоматизированного проектирования (САПР);
20. Классификация САПР;
21. Требования к техническому обеспечению САПР;
22. Схемотехническое проектирование;
23. Конструкторское проектирование;
24. Программные среды, применяемые при проектировании радио электронной аппаратуры.
25. Программные среды, применяемые при проектировании в машиностроении
26. Программные среды, применяемые при проектировании в строительстве

## Методические указания по выполнению графических работ

Задания на выполнение графических работ состоят из 3 частей:

1. построение простых элементов, нанесение размеров
2. построение массивов элементов
3. построение сопряжений

Графические задания выполняются на компьютере в одной из чертежных программ по выбору студента. В качестве основной программы рекомендуется использование отечественного программного комплекса «Компас-3D» – учебная версия, которую можно скачать с официального сайта по ссылке.

[http://edu.ascon.ru/main/download/cab/?show\\_me\\_content=1](http://edu.ascon.ru/main/download/cab/?show_me_content=1)

Особенность бесплатной учебной версии в том, что сохранение чертежа выполняется в собственном особом формате. Для печати файла с другого компьютера на нем необходимо также установить программу «Компас-3D» – учебная версия.

Оформление графических заданий производится на листах формата А4 согласно прилагаемых образцов (Приложения А-Г).

### **Графическое задание №1. Построение простых элементов. Нанесение размеров**

Для освоения основных команд системы КОМПАС-3D рассмотрим выполнение плоского чертежа пластины (рис. 1).

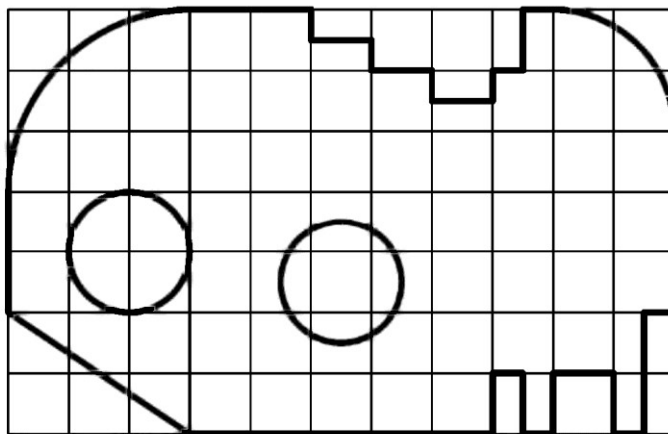


Рис. 1. Пластина

На рисунке 1 на контур пластины наложена сетка со стороной 10 мм для упрощения измерения размеров элементов пластины.

Так как размеры элементов пластины кратны 5 мм, то для построения ее контура рациональнее использовать вспомогательную сетку с шагом 5 мм по осям X и Y, а также включить привязку «По сетке» в установках глобальных привязок. Сначала выполним контур пластины без скруглений, используя команду «Непрерывный ввод объектов» (см. рис. 2).

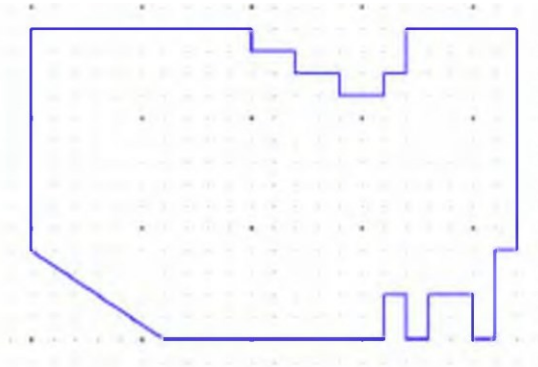


Рис. 2. Контур пластины

Затем, с помощью команды «Скругление» выполним скругления радиусами 30 и 20 мм соответственно в левом и правом верхних углах контура пластины, как показано на рис. 3.

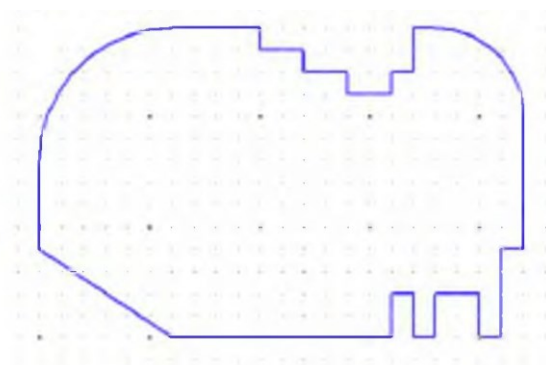


Рис. 3. Выполнение скруглений

Завершим чертеж пластины, выполнив два отверстия с помощью команды «Окружность» и проставив размеры (см. рис. 4).

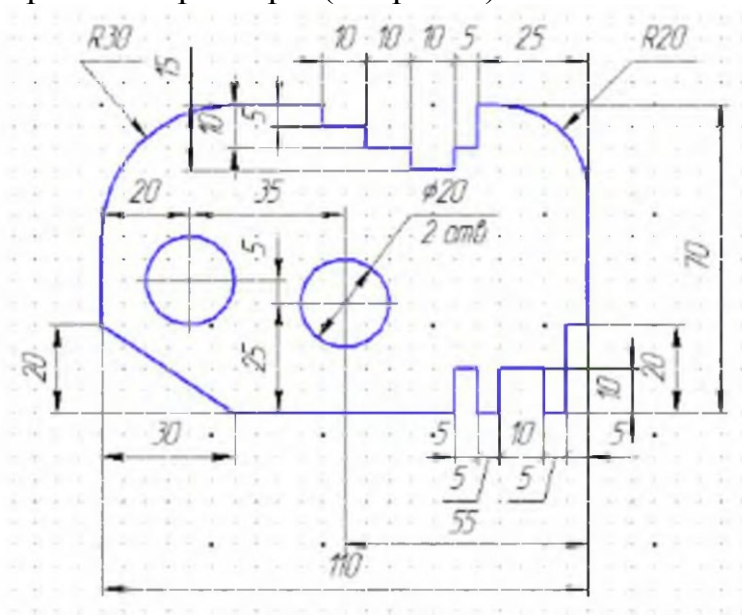


Рис. 4. Чертеж пластины с размерами



В качестве самостоятельной работы каждому студенту необходимо по варианту, приведенному в Приложениях (таблица 1), построить изображение пластины в масштабе 1:1 и нанести размеры на все ее конструктивные элементы. Сетка образует квадрат со стороной 10 мм. Пример выполнения индивидуального задания приведен в приложении А «Пластина».

## **Графическое задание №2. Построение массивов элементов**

Зачастую в таких деталях как крышки, фланцы и т.п. присутствуют повторяющиеся элементы (отверстия и др.). Поэтому данный раздел посвящен построению этих одинаковых элементов на примере детали, показанной на рис. 5.

Вначале построим два взаимно перпендикулярных отрезка длиной примерно 200 мм для определения центра детали. Из точки пересечения этих отрезков построим три окружности диаметрами 66, 92 и 120 мм, как показано на рис. 6.

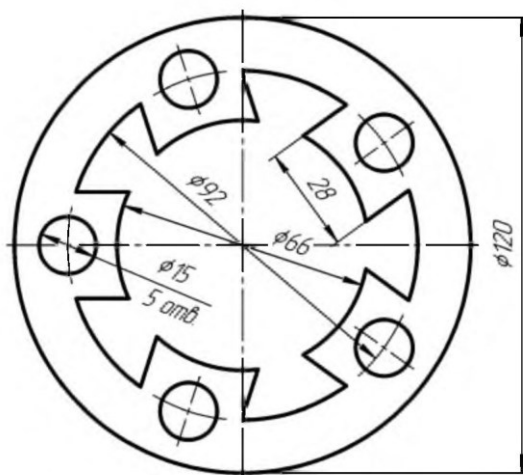


Рис. 5. Деталь с повторяющимися элементами

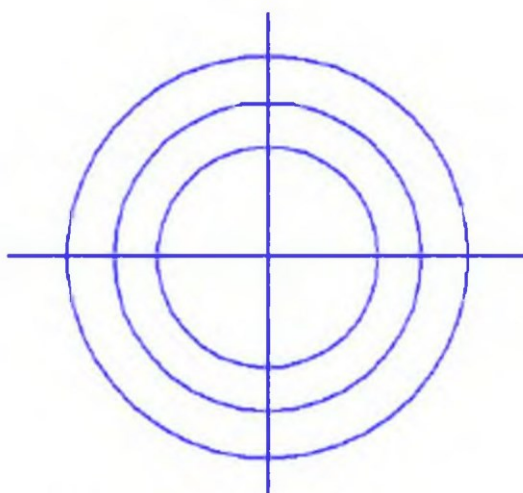


Рис. 6.

Затем создадим две копии горизонтального отрезка на расстоянии 14 мм от оригинала, а также построим окружность диаметром 15 мм на пересечении окружности диаметром 92 мм с горизонтальным отрезком, как показано на рис. 7.

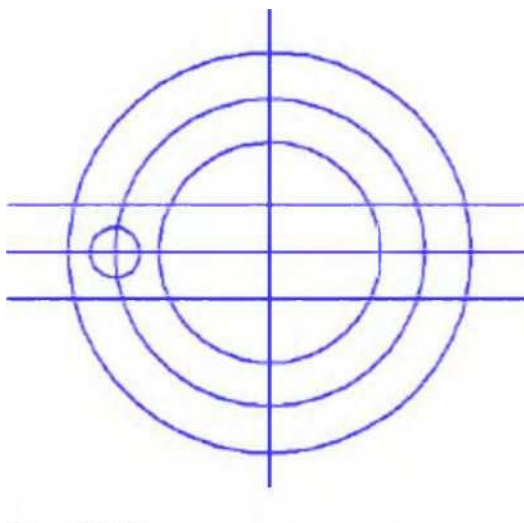


Рис. 7. Построение одного отверстия

Обрежем «лишние» концы отрезков и дуг окружностей, как показано на рис. 8.

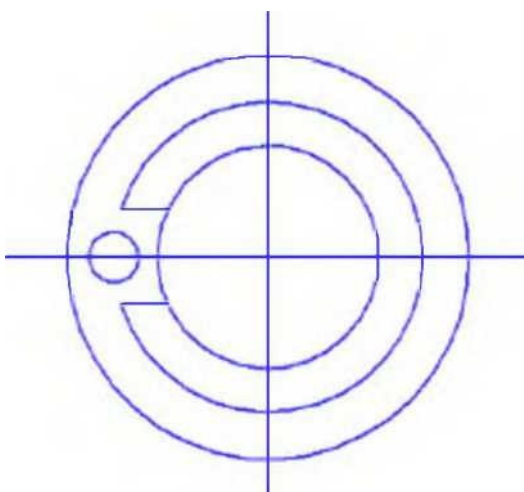


Рис. 8. Обрезка концов отрезков и дуг окружности

Выделим повторяющиеся элементы и построим круговой массив командой «Копия по окружности», указав мышкой на экране в качестве центра массива центр окружностей, а в панели свойств нужное количество копий и режим расположения их на полной окружности (360 °), как показано на рис 9

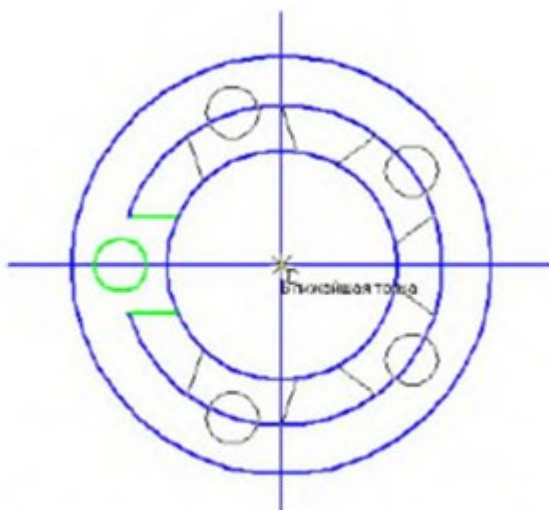


Рис. 9. Построение массива элементов

Далее обрежем ненужные части окружностей и заменим горизонтальный и вертикальный отрезки специальной командой осевыми линиями (см. рис. 10).



Рис. 10. Обрезка частей окружностей

*Индивидуальные задания по чертежу «Массивы» приведены в таблице 4. Требуется по индивидуальному заданию построить контур детали в масштабе 1:1, нанести размеры. Пример чертежа детали с повторяющимися элементами приведен в приложении Б «Массивы».*

### Графическое задание №3. Построение сопряжений

Для построения сопряженных элементов, таких как окружности касательные к дугам или отрезкам прямых, в системе КОМПАС-3D предусмотрены специальные команды. Рассмотрим их особенности на примере построения профиля крюка, показанного на рис. 11.

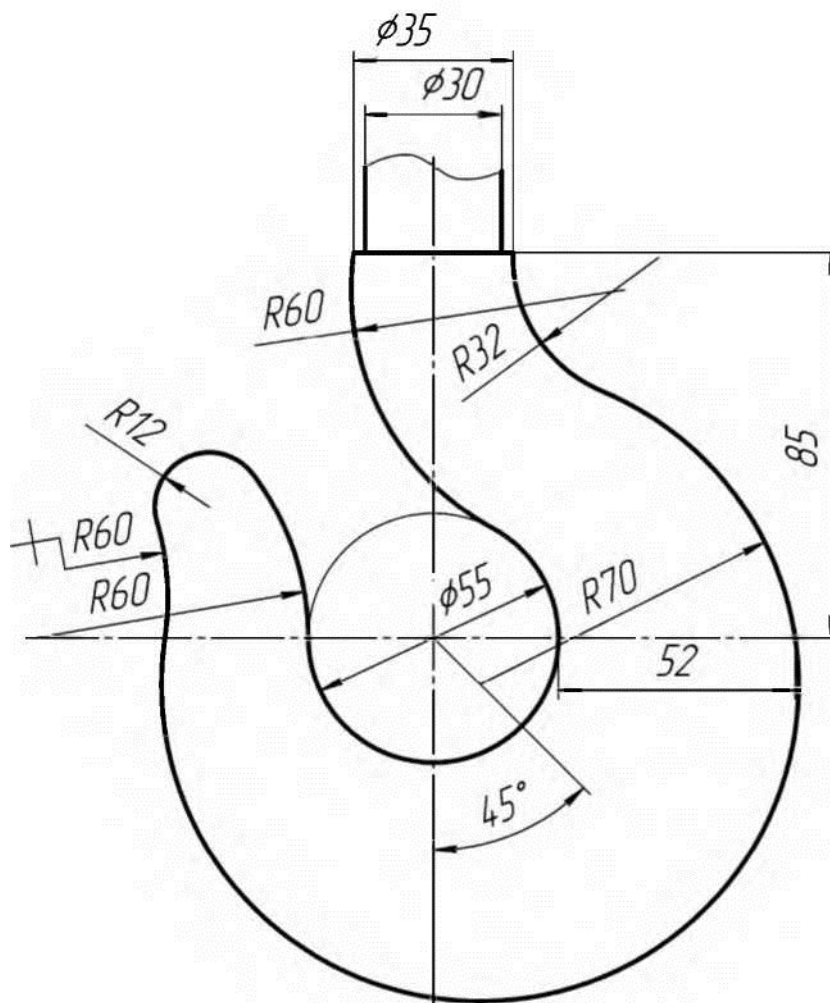


Рис.11. Профиль крюка

На первом этапе построения выполним линии, обозначающие центр крюка, его верхнюю часть диаметром 35 и 30 мм, окружность диаметром 55 мм, расположенную в центре, а также наклонную в  $45^\circ$  линию. Затем построим вспомогательную линию, отстоящую от центральной окружности на 52 мм в качестве опорной точки для окружности радиусом 70 мм.

Окружность радиусом 70 мм должна проходить через вышестроенную отметку, а ее центр должен находиться на наклонном в  $45^\circ$  отрезке. Поэтому используем команду построения окружности «Окружность с центром на объекте», при этом вначале указываем наклонный в  $45^\circ$  отрезок в качестве объекта, на котором будет находиться центр окружности, затем введем в панели свойств радиус окружности 70 мм и укажем точку на построенной вспомогательной линии (см. рис. 12).

Вспомогательную линию, построенную на расстоянии 52 мм от окружности, удалим. Аналогично построим окружность радиусом 60 мм, как показано на рис. 13, где центр окружности будет лежать на горизонтальном отрезке.

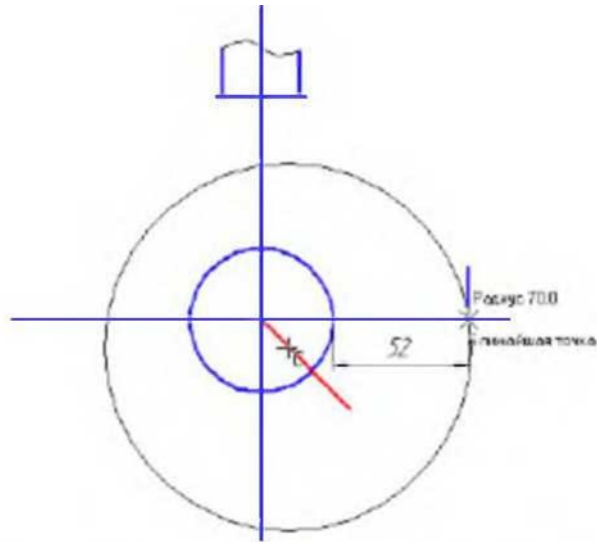


Рис.12 Вспомогательные построения

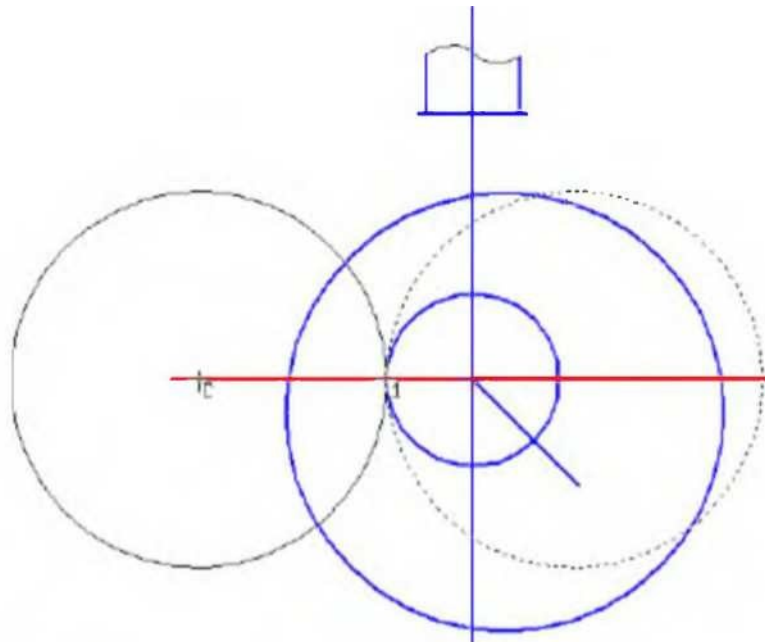


Рис. 13. Построение касательной окружности радиусом 60 мм

Далее построим окружность радиусом 32 мм, касательную к окружности радиусом 70 мм, используя команду «Окружность, касательная к 1 кривой». При построении этой окружности укажем в качестве касательной кривой окружность радиусом 70 мм, в панели свойств зададим радиус 32 мм и точку с правой стороны на верхнем горизонтальном отрезке, как показано на рис. 14.

Аналогично построим две окружности радиусом 60 мм, касательные к окружности диаметром 55 мм и 70 мм и обрежем «лишние» части окружностей, (см. рис. 15).

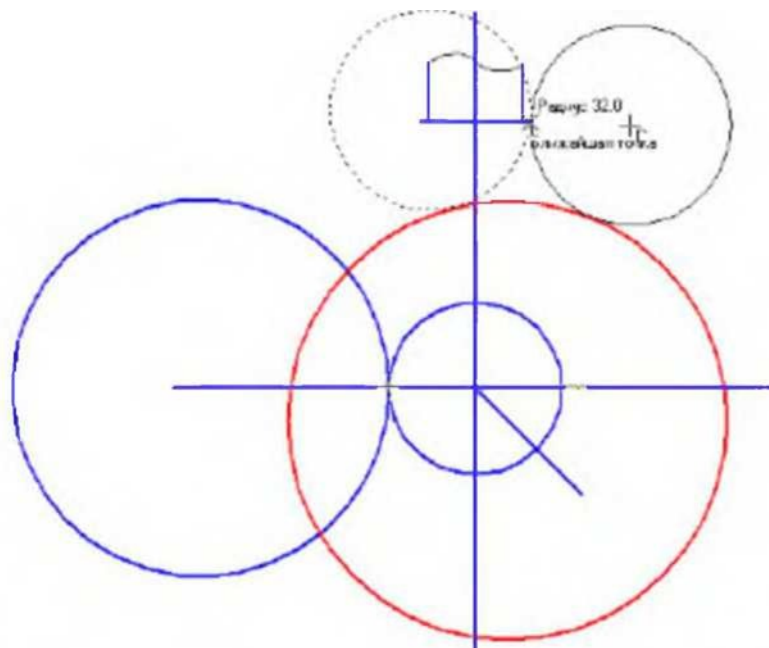


Рис 14. Построение касательной окружности радиусом 32 мм

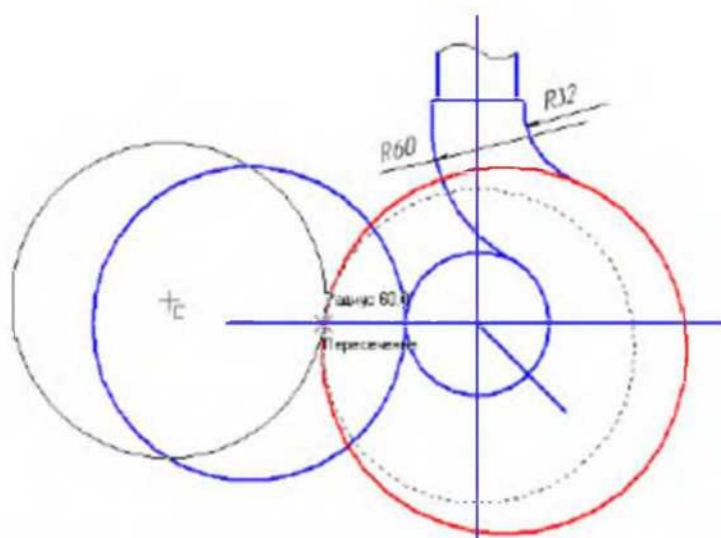


Рис. 15. Построение касательных окружностей радиусом 60 мм

Для построения кончика крюка необходимо использовать команду «Окружность, касательная к 2 кривым», в качестве касательных кривых укажем две окружности радиусом 60 мм, а в панели свойств введем радиус 12 мм, как показано на рис. 16.

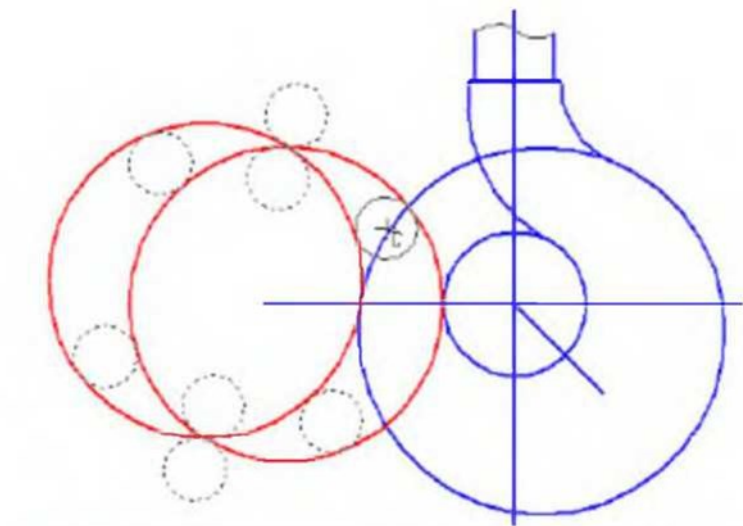


Рис. 16. Построение окружности, касательной к двум другим

Обрежем все ненужные линии и проставим осевые (см. рис. 17).

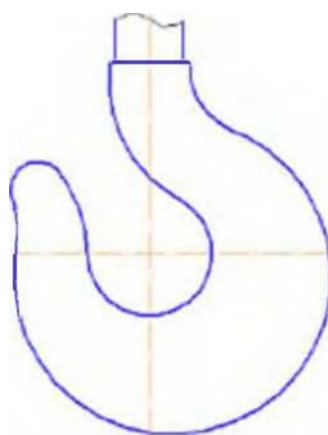


Рис. 17. Контур крюка

*По индивидуальному заданию требуется в масштабе 1:1 выполнить чертеж детали с элементами сопряжения и проставить размеры. Пример чертежа «Сопряжения» приведен в приложении В, а индивидуальные задания в таблице 3.*

# ПРИЛОЖЕНИЯ



Таблица 1. Варианты заданий чертежа «Пластины»

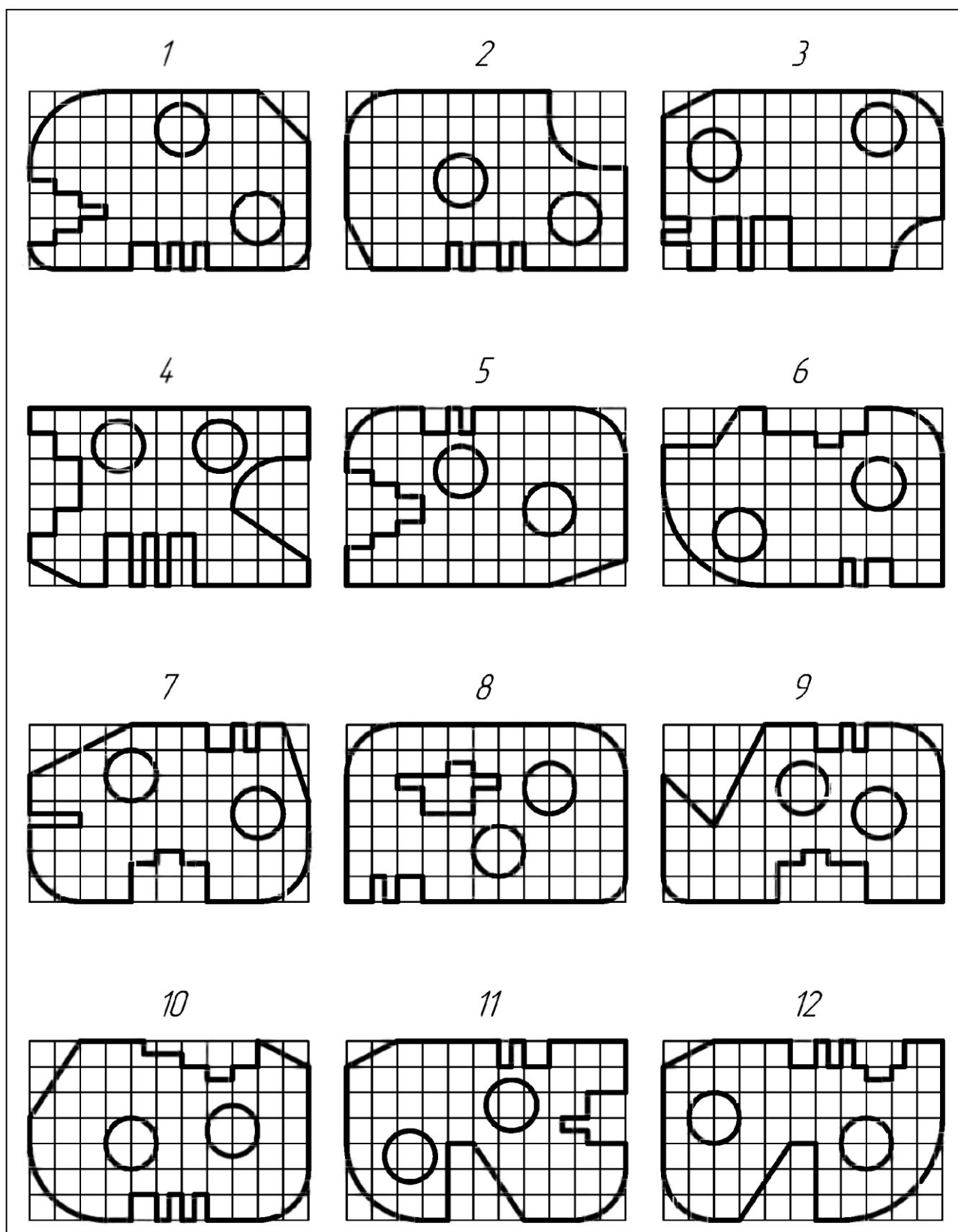
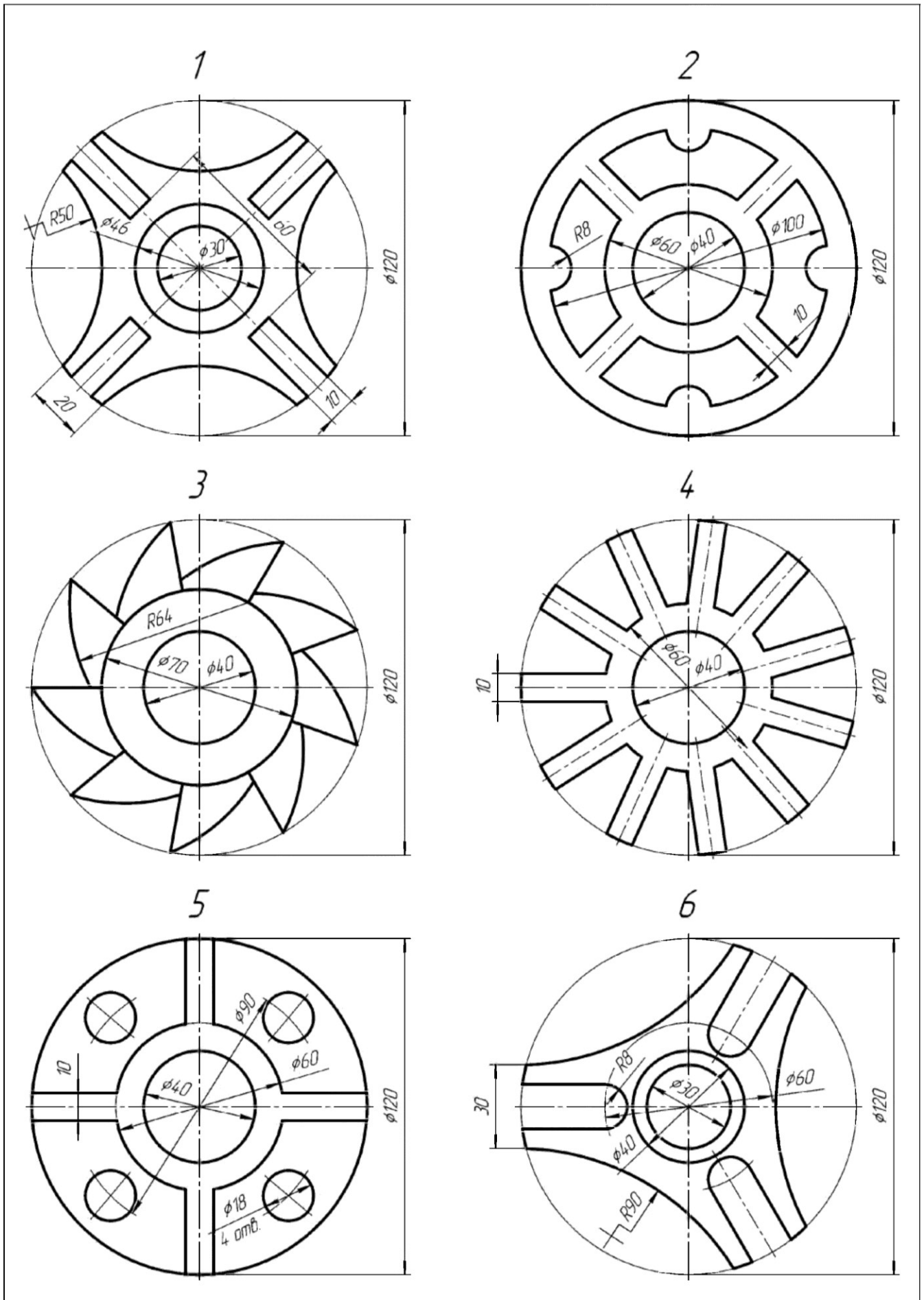


Таблица 2. Варианты заданий «Массивы»



Окончание таблицы 2.

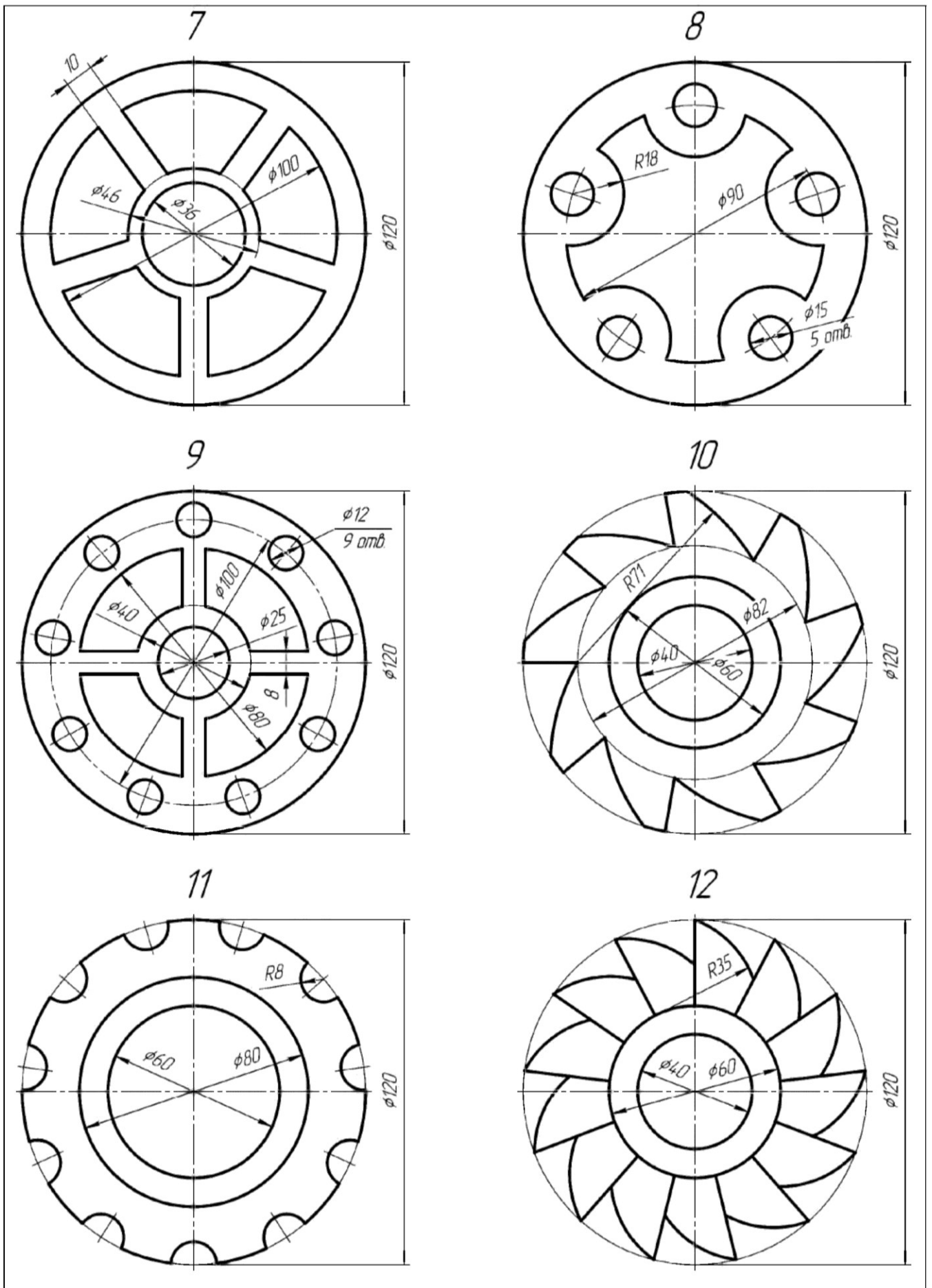
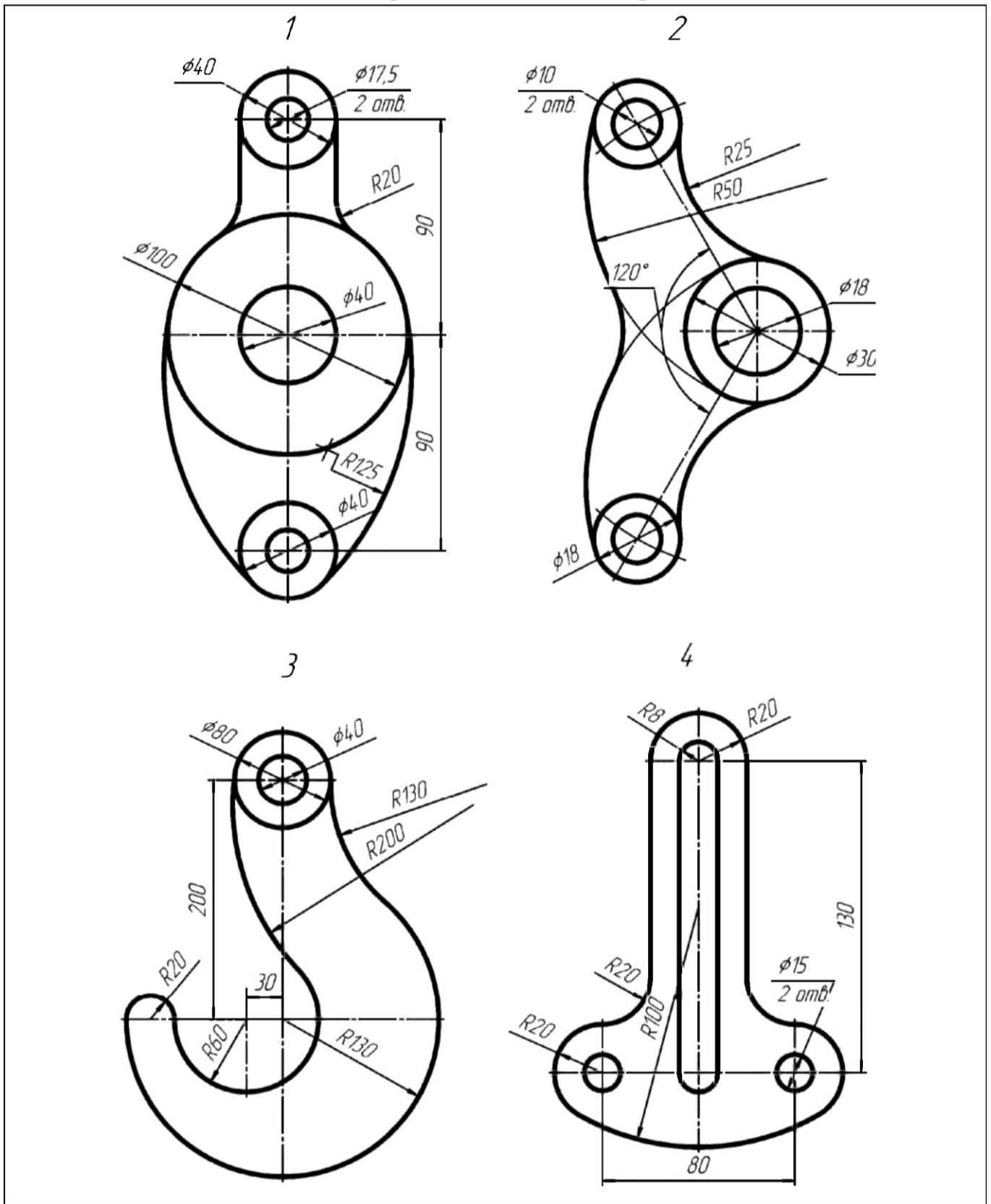
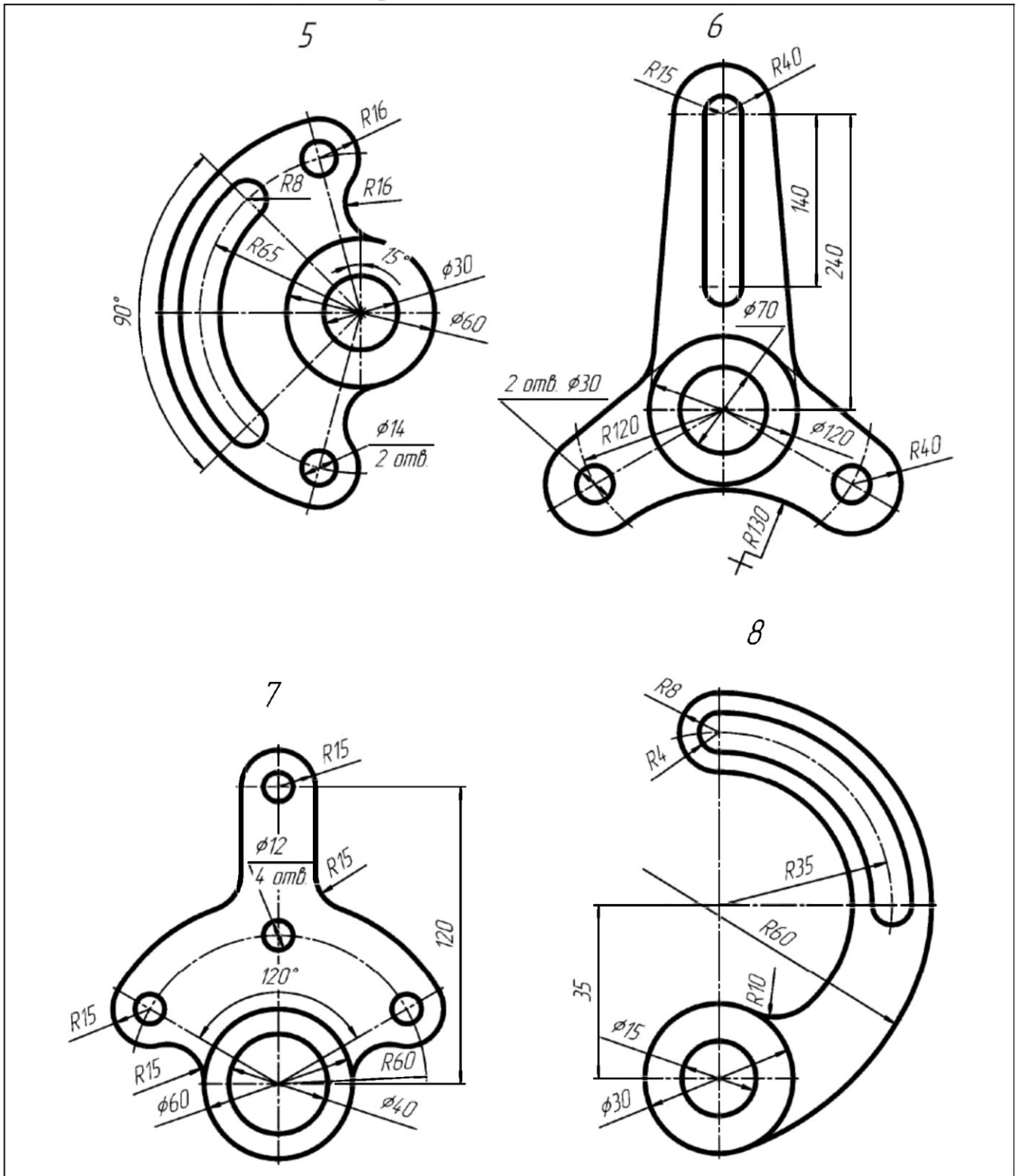
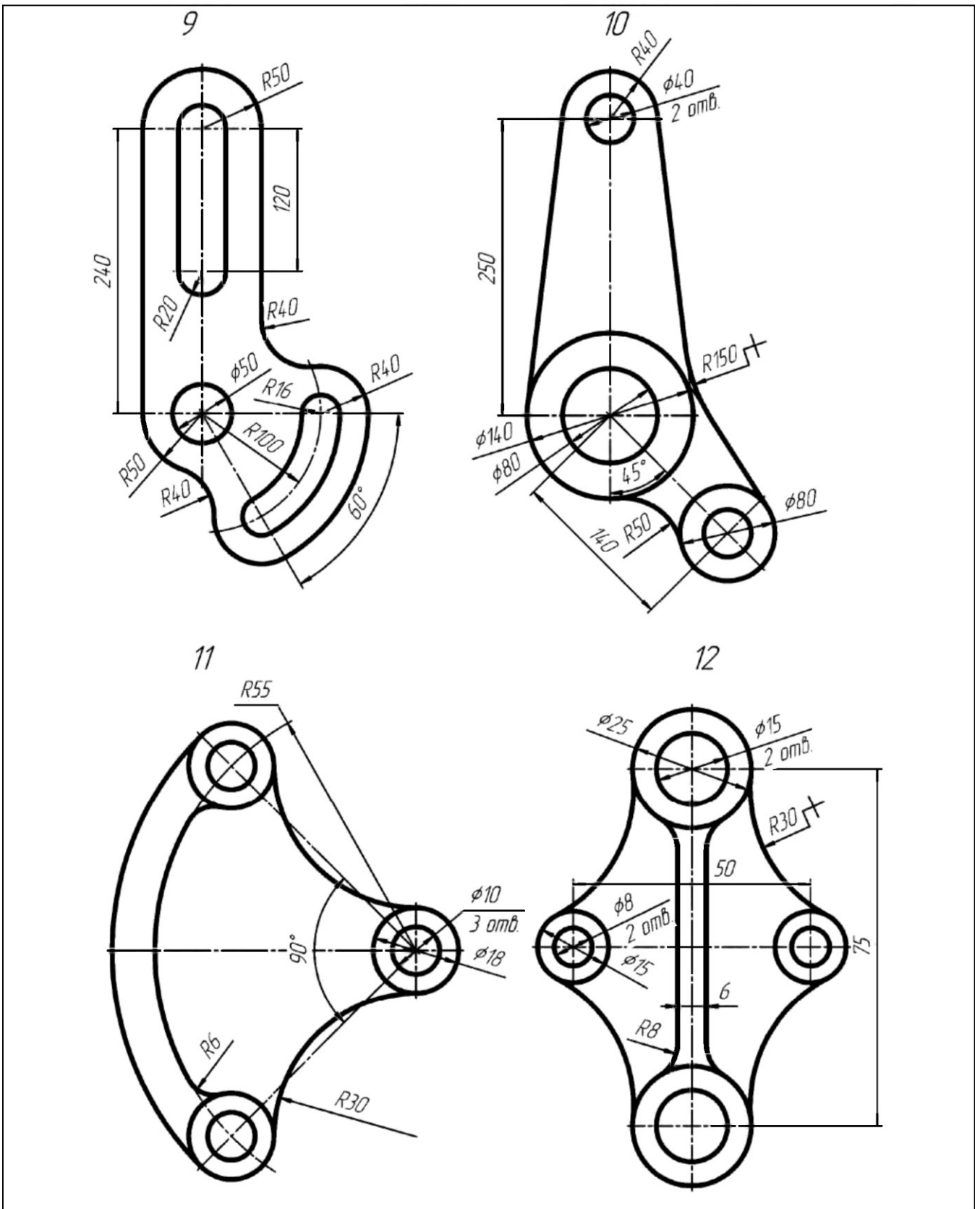


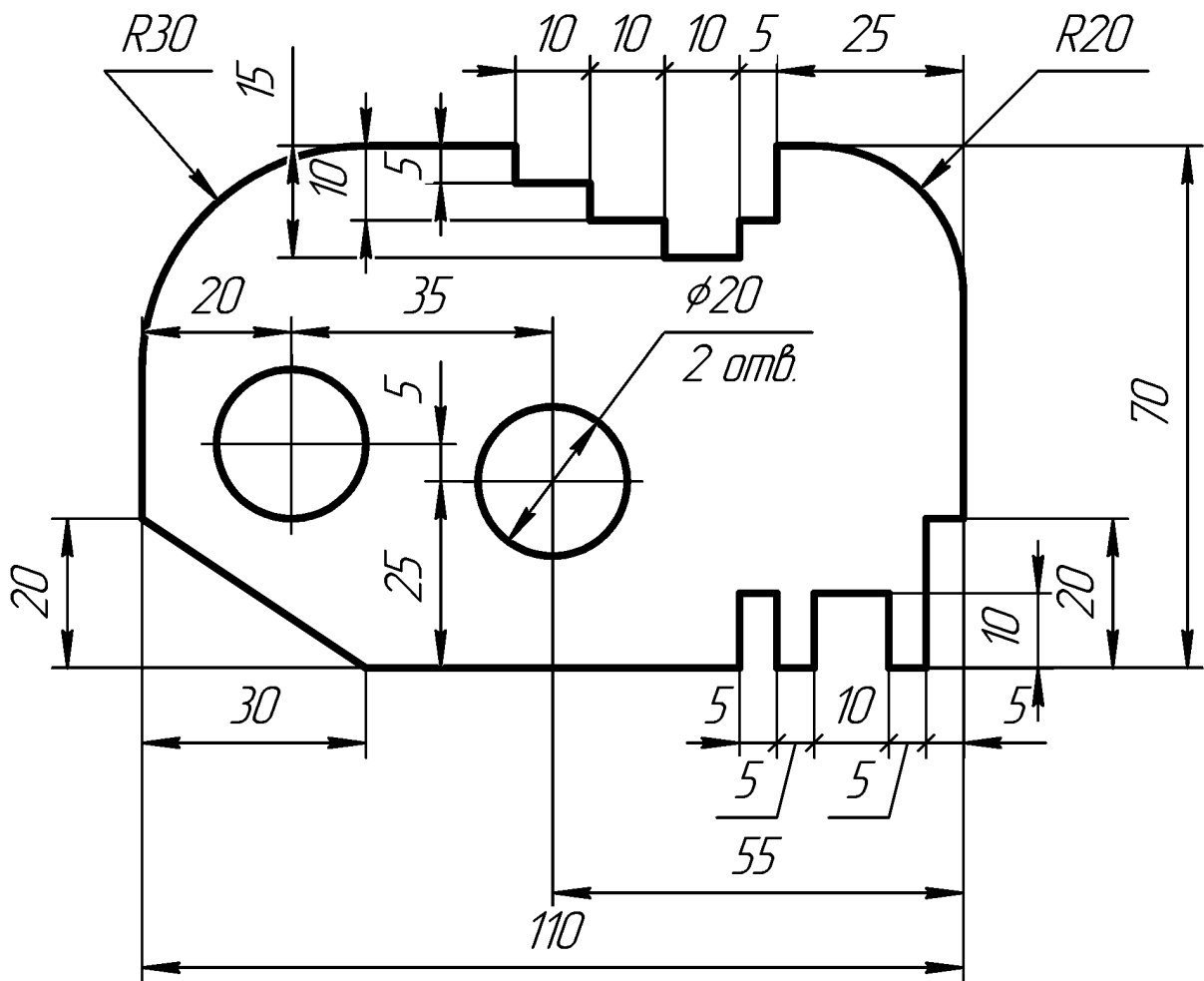
Таблица 3. Варианты заданий «Сопряжения»



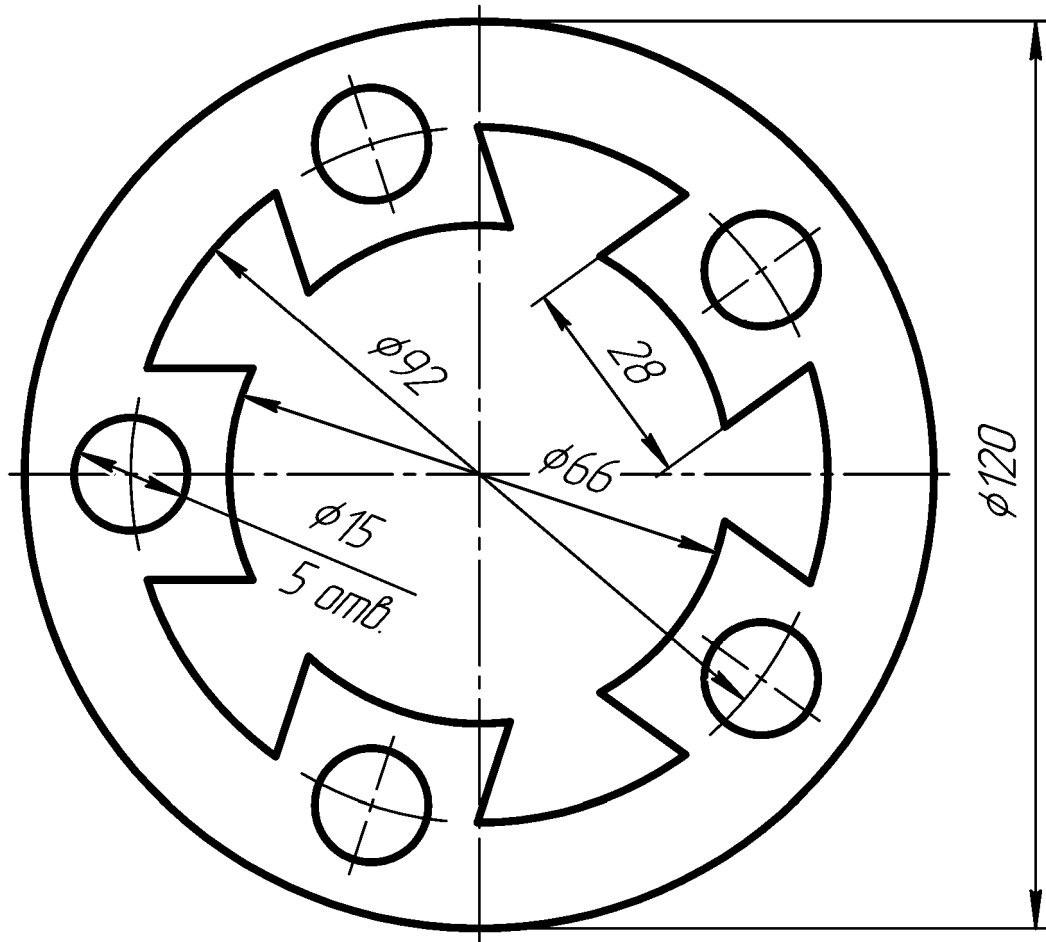




ПРИЛОЖЕНИЕ А «ПЛАСТИНА»



ПРИЛОЖЕНИЕ Б «МАССИВЫ»





ПРИЛОЖЕНИЕ В «СОПРЯЖЕНИЯ»

