

**Л. В. Дмитриенко**

**ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ  
ЧЕРЧЕНИЕ**



**Хабаровск 2016**

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
Тихоокеанский государственный университет

**Л. В. Дмитриенко**  
**ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ ЧЕРЧЕНИЕ**

*Утверждено*  
*издательско-библиотечным советом университета*  
*в качестве учебно-методического пособия*

Хабаровск  
Издательство ТОГУ  
2016

УДК 744(075.8)

ББК Ж 111я7

Д536

Рецензенты:

кафедра «Информационных, сервисных и общетехнических дисциплин»  
Новосибирского государственного педагогического университета  
(завкафедрой канд. пед. наук, доц. *И. В. Сартаков*);

проф. кафедры «Вычислительная техника и компьютерная графика»  
Дальневосточного государственного университета путей сообщения,  
д-р техн. наук, профессор *О. А. Графский*

Научный редактор  
канд. техн. наук, доц. *Е. Н. Шуранова*

**Дмитриенко Л. В.**

Д536 Геометрическое черчение : учебно-методическое пособие /  
Л. В. Дмитриенко. – Хабаровск : Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2016.  
– 36 с.

ISBN 978-5-7389-0977-1

Учебно-методическое пособие разработано на кафедре «Начертательная геометрия и машинная графика» в соответствии с требованиями Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования на основании программы дисциплины «Начертательная геометрия и инженерная графика».

Изложены теоретические основы и методические рекомендации, рассмотрены объём и содержание, приведены индивидуальные варианты и пример выполнения задания «Геометрическое черчение».

Издание предназначено для студентов инженерно-технических направлений первого курса дневной формы обучения, изучающих дисциплину «Начертательная геометрия и инженерная графика».

УДК 744(075.8)

ББК Ж 111я7

ISBN 978-5-7389-0977-1

© Тихоокеанский государственный  
университет, 2016

© Дмитриенко Л. В., 2016

## *Предисловие*

Инженерная графика является одной из дисциплин, которые составляют основу общей инженерной подготовки современного специалиста.

Графическое образование предполагает выработку определенных навыков и умений чтения и выполнения чертежей согласно правилам, установленным государственными стандартами.

Изучение курса инженерной графики должно основываться на теоретических положениях курса начертательной геометрии, нормативных документах и государственных стандартах (ГОСТ) ЕСКД.

ЕСКД (Единая система конструкторской документации) – это комплекс стандартов, устанавливающих для всех отраслей промышленности и строительства единые правила и положения по разработке, оформлению и обращению конструкторской документации.

Значительную часть необходимых знаний студенты должны получать в результате самостоятельной проработки учебных изданий, справочной литературы и стандартов ЕСКД.

Цель учебно-методического пособия по разделу «Геометрическое черчение» – помочь студентам изучить и освоить основные положения стандартов ЕСКД по выполнению и графическому оформлению чертежей. Пособие содержит основные сведения и выдержки ГОСТ по правилам оформления чертежей, необходимые теоретические положения, исходные данные и пример выполнения задания «Геометрическое черчение», а также указания к его выполнению. Пособие позволяет на основе изучения ГОСТ и примеров выполнения графических работ приобрести навыки правильного оформления чертежей. Такие навыки необходимы студентам при выполнении курсовых работ и дипломных проектов, а также в будущем при работе на производстве.

Автор выражает искреннюю признательность и благодарность Елене Николаевне Шурановой, Олегу Александровичу Графскому, Светлане Юрьевне Ситниковой за ряд ценных указаний и советов, которые были высказаны в ходе подготовки учебного пособия к изданию.

# 1. РЕКОМЕНДАЦИИ К ИЗУЧЕНИЮ ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКИ

Изучение курса инженерной графики рекомендуется вести в следующем порядке:

1. Ознакомиться с темой по программе и методическими указаниями к выполнению контрольной работы.

2. Изучить стандарты, необходимые для выполнения графической работы по данной теме.

3. Изучить рекомендуемую литературу по данной теме. Желательно законспектировать в рабочей тетради основные положения и зарисовать отдельные чертежи.

4. Закрепить теоретический материал выполнением графической работы.

Указания к выполнению задания дают направление самостоятельной работы, что поможет организовать изучение дисциплины и выполнение графической работы.

В результате изучения инженерной графики на первом семестре студент должен получить представление о целях и задачах дисциплины, ее связях с другими общепрофессиональными и специальными дисциплинами и ее значении в производственной деятельности.

В результате изучения раздела «геометрическое черчение» студент должен знать:

- приемы работы карандашом, циркулем,
- геометрические построения уклона, конусности, сопряжений;
- размеры форматов стандартных листов, предназначенных для выполнения чертежей;
- масштабы;
- типы линий, их начертание и назначение;
- стандартный шрифт для выполнения надписей на чертежах;
- правила выполнения штриховки;
- правила нанесения размеров.

## 2. ОБЩИЕ ПРАВИЛА ВЫПОЛНЕНИЯ ЧЕРТЕЖЕЙ

### 2.1. Форматы

Размеры формата выбираются по ГОСТ 2.301-68. Обозначения и размеры основных пяти форматов приведены в табл. 1.

Форматы листов определяются размерами внешней рамки.

Таблица 1

Форматы чертежа

Обозначение формата	A0	A1	A2	A3	A4
Размеры формата, мм	841 x 1189	594 x 841	420 x 594	297 x 420	210 x 297

Все основные форматы кратны формату A4, их получают путем последовательного деления предыдущего основного формата на две равные части параллельно его меньшей стороне (рис. 1).

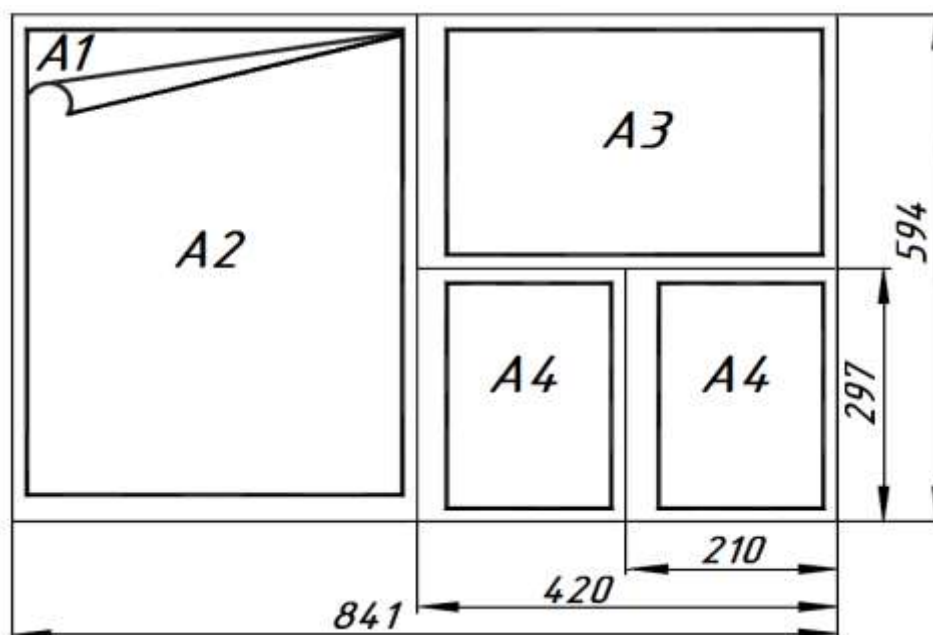


Рис. 1. Образование форматов

Допускается применение дополнительных форматов, образованных увеличением коротких сторон основных форматов на величину, кратную их размерам. Все форматы за исключением A4 могут располагаться как вертикально, так и горизонтально. Формат A4 располагается **только вертикально**.

Графические работы выполняются на чертёжной бумаге формата, предусмотренного каждым заданием в методических указаниях. Каждый лист должен иметь рамку, ограничивающую поле чертежа, которая проводится сплошной основной линией (рис. 2) и основную надпись.

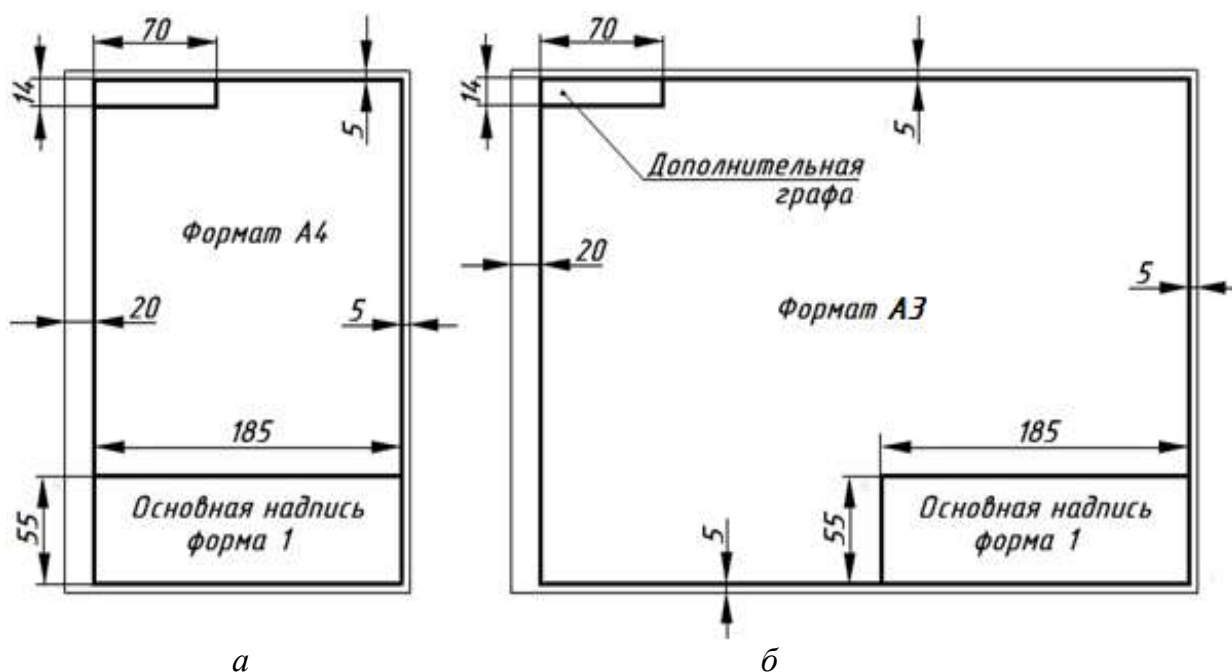


Рис. 2. Оформление чертежа:

- а* – расположение основной надписи и дополнительной графы на формате А4;  
*б* – расположение основной надписи и дополнительной графы на формате А3

Графическое оформление любого чертежа состоит из следующих основных операций:

1. Подготовка листа бумаги (предусматривает вычерчивание рамки чертежа и основной надписи).
2. Вычерчивание необходимого количества изображений – видов, разрезов, сечений, которое должно быть достаточным для того, чтобы составить полное представление об изделии. Нанесение размеров на чертеже. Выполняются эти действия в соответствии с выбором формата чертежа, масштаба изображения, линий чертежа и принятых условностей.
3. Выполнение надписей и условных обозначений на чертеже стандартным чертёжным шрифтом, заполнение основной надписи.

**На формате А4 основная надпись располагается только вдоль короткой стороны,** а для всех остальных форматов, как вдоль короткой, так и вдоль длинной стороны.

## 2.2. Основные надписи

В правом нижнем углу формата помещается основная надпись формы 1 по ГОСТ 2.104-2006 (рис. 3), все графы которой заполняются надписями шрифтом по ГОСТ 2.304-81. При выполнении основной надписи следует применять линии по ГОСТ 2.303-68.

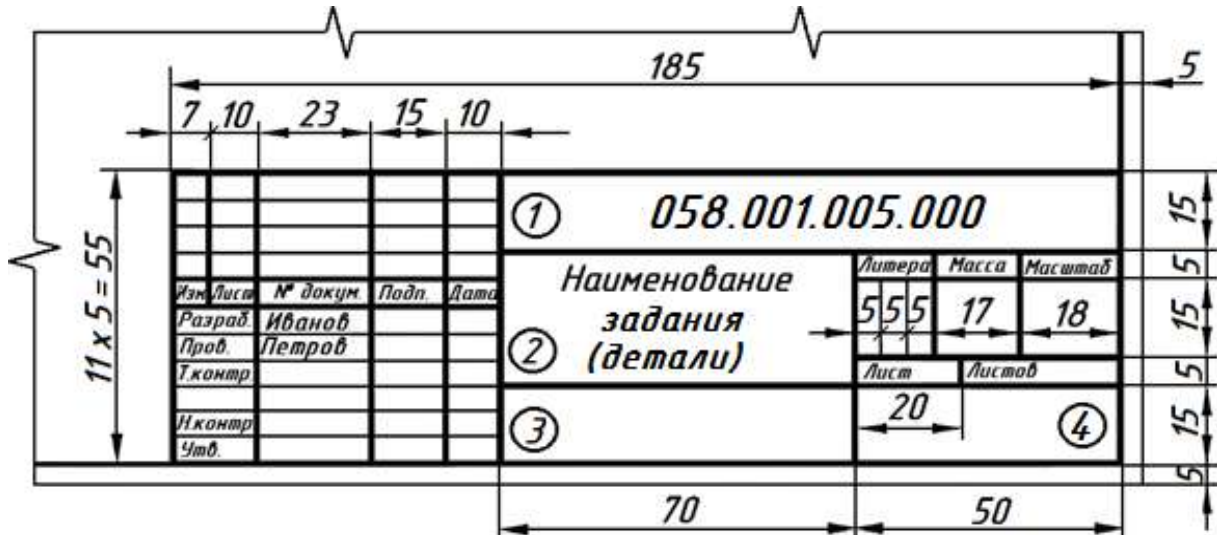
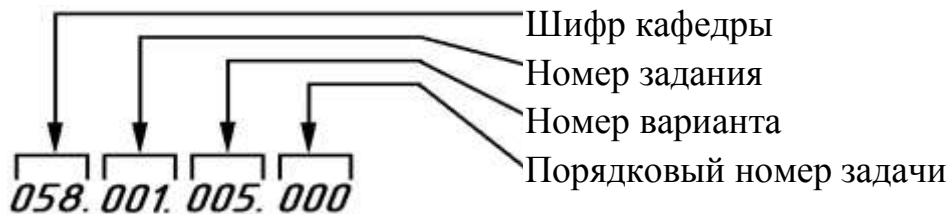


Рис. 3. Форма и размеры основной надписи для чертежей

В графе 1 основной надписи чертёжным шрифтом размера 5 указывают обозначение чертежа по следующей схеме:



В графе 2 – наименование задания (в теме 3 пишется наименование детали в именительном падеже в единственном числе);  
 в графе 3 – обозначение материала детали (только на чертежах деталей);  
 в графе 4 – наименование предприятия (учебного заведения и группы);

в графе **лист** – порядковый номер листа, если лист один, то графу не заполняют;

в графе **листов** – общее количество листов документа. Графа заполняется только на первом листе;

в графе **масштаб** – масштаб изображения (например, 1:1);

в графе **разработал** – фамилия студента;

в графе **проверил** – фамилия преподавателя, принявшего чертеж.

## 2.3. Масштабы

Чертежи, на которых изображения выполнены в натуральную величину, дают правильное представление о действительных размерах предмета. Однако при очень малых размерах предмета или, наоборот, при слишком больших, его изображение приходится увеличивать или уменьшать, т. е. вычерчивать в масштабе.

**Масштаб** – это отношение линейных размеров изображения предмета к его действительным размерам. Масштабы установлены ГОСТ 2.302-68, должны выбираться из ряда, приведённого в табл. 2 и проставляются в соответствующей графе основной надписи.

Таблица 2

### Масштабы

Масштабы уменьшения	1:2; 1:2,5; 1:4; 1:5; 1:10; 1:15; 1:20; 1:25; 1:40; 1:50; 1:75; 1:100; 1:200; 1:400; 1:500; 1:800; 1:1000
Натуральная величина	1:1
Масштабы увеличения	2:1; 2,5:1; 4:1; 5:1; 10:1; 20:1; 40:1; 50:1; 100:1

Масштабом чертежа принято считать масштаб главного изображения. Масштаб указывают в соответствующей графе основной надписи по типу *1:1*, *1:2*, *2:1* и т. д., если есть изображение, выполняемое в другом масштабе, то указывают *над изображением* по типу *A(2:1)*, *Б-Б(1:1)* и т. д. На чертеже предмета следует наносить его **действительные** размеры, независимо от масштаба изображения.

Несколько рекомендаций для выбора масштаба:


- отказываться от выполнения изображений в натуральную величину следует только тогда, когда вынуждают обстоятельства;
- если лишь ограниченное место изображаемого предмета требует увеличения изображения, то следует применять выносной элемент или только это место выполнить увеличенным по отношению к другим изображением, помещённым на чертеже;
- применять масштаб увеличения или уменьшения для главного изображения следует в последнюю очередь;
- при выборе масштаба рекомендуется как можно меньше отклоняться от натуральной величины с целью минимально нарушить наглядность изображений;
- основные и дополнительные изображения, если они достаточно информативны, рекомендуется выполнять в одинаковых масштабах.

## 2.4. Линии

Начертание и основные назначения линий для изображения предметов на чертежах устанавливает ГОСТ 2.303-68 (табл. 3).

Таблица 3

### Линии

Наименование	Начертание	Толщина линии	Основное назначение
1. Сплошная толстая основная		S 0,5...1,4 мм	Линии видимого контура
2. Сплошная тонкая		S/3... S/2	Линии размерные, выносные, контура наложенного сечения, линии выноски, полки линий-выносок, штриховки сечений, изображения пограничных деталей «обстановки»
3. Сплошная волнистая		S/3... S/2	Линии разграничения вида и разреза, линии обрыва,
4. Штриховая		S/3... S/2	Линии невидимого контура
5. Штрихпунктирная тонкая		S/3... S/2	Линии осевые и центровые
6. Штрихпунктирная утолщенная		S/2... 2S/3	Линии, обозначающие поверхности, подлежащие покрытию или термообработке
7. Разомкнутая		S...1,5S	Линии сечений
8. Сплошная тонкая с изломами		S/3... S/2	Длинные линии обрыва
9. Штрихпунктирная тонкая с двумя точками		S/3... S/2	Линии сгиба на развёртках, изображения крайних положений движущихся частей

Толщина линий одного и того же типа должна быть одинакова для всех изображений на данном чертеже.

Длина штрихов в штриховых и штрихпунктирных линиях должна быть приблизительно одинаковой, промежутки между штрихами – также одинаковой длины. Штрихпунктирные линии должны пересекаться и заканчиваться штрихами. Штрихпунктирные линии, применяемые в качестве центровых, заменяют сплошными тонкими линиями, если диаметр окружности или размер других геометрических фигур в изображении менее 12 мм.

## 2.5. Шрифты чертежные

Все надписи на чертежах должны выполняться шрифтом согласно ГОСТ 2.304-81. Основным параметром шрифта является его размер.

*Размер шрифта  $h$*  – величина, определяемая высотой прописных букв (или цифр) в миллиметрах. Стандартом установлены следующие размеры шрифта: (1,8); 2,5; 3,5; 5; 7; 10; 14; 20; 28; 40. Этим стандартом установлено два типа шрифтов: тип А и тип Б, каждый из которых можно выполнять с наклоном или без наклона. Наиболее часто используется тип Б с наклоном  $75^\circ$  к основанию строки (рис 4.).



Рис. 4. Чертежный шрифт типа Б с наклоном

## 2.6. Штриховка

Графические обозначения различных материалов в сечениях устанавливает ГОСТ 2.306-68. Линии штриховки в сечении деталей из металла выполняют сплошными тонкими параллельными линиями под углом  $45^\circ$  к линиям рамки чертежа, расстояние между линиями штриховки (шаг) принимается в пределах от 1 до 10 мм (для учебных чертежей рекомендуется шаг 3...5 мм).

Если линии штриховки, проведенные к линиям рамки чертежа под углом  $45^\circ$ , совпадают по направлению с линиями контура или осевыми линиями, то вместо угла  $45^\circ$  следует брать угол  $30^\circ$  или  $60^\circ$ . Некоторые виды штриховки показаны в табл. 4.

Таблица 4

### Графические обозначения материалов в сечениях

Материал	Обозначение	Материал	Обозначение
Металлы и твёрдые сплавы		Древесина (когда не указывают направление волокон)	
Неметаллические материалы		Дерево вдоль волокон	
Стекло и другие светопрозрачные материалы		Жидкости	

Для всех сечений одной и той же детали наклон и шаг штриховки должен быть одинаков. При выполнении штриховки смежных сечений трех и более деталей из одного материала следует изменять расстояние между линиями штриховки, направление штриховки или сдвигать эти линии в одном сечении по отношению к другому.

Узкие и длинные площади сечений (например, штампованных деталей), ширина которых на чертеже от 2 до 4 мм, рекомендуется штриховать полностью только на концах и у контуров отверстий, а остальную площадь сечения – небольшими участками в нескольких местах.

Узкие площади сечений, ширина которых на чертеже менее 2 мм, допускается показывать зачернёнными с оставлением просветов между смежными сечениями не менее 0,8 мм.

## 2.7. Нанесение размеров

Основанием для определения величины предмета служат размерные числа, нанесенные на чертеже. **Нанести** размеры на чертеже – значит так расположить выносные и размерные линии, размерные числа и знаки, чтобы исключить возможность их неправильного толкования и обеспечить удобство чтения чертежа.

ГОСТ 2.307-2011 устанавливает правила нанесения размеров на чертежах. Количество размеров на чертеже должно быть минимальным, но достаточным для однозначного задания предмета. Размерные числа должны соответствовать **действительным размерам** изображаемого предмета, независимо от того, в каком масштабе и с какой точностью выполнен чертеж.

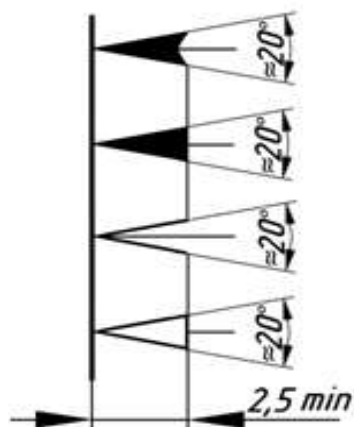


Рис. 5. Форма и размеры стрелок

При нанесении размера прямолинейного отрезка размерную линию проводят параллельно этому отрезку, а выносные линии – перпендикулярно размерным линиям.

Размерную линию с обоих концов ограничивают стрелками, упирающимися в выносные или контурные линии. Стрелки должны быть приблизительно одинакового размера для всего чертежа (рис. 5).

Выносные линии должны выходить за концы стрелок размерной линии на 1...5 мм. Расстояние между параллельными размерными линиями должно быть не менее 7 мм, а от размерной линии до линии видимого контура не менее 10 мм и выбирается в зависимости от размеров изображения и насыщенности чертежа (рис. 6).

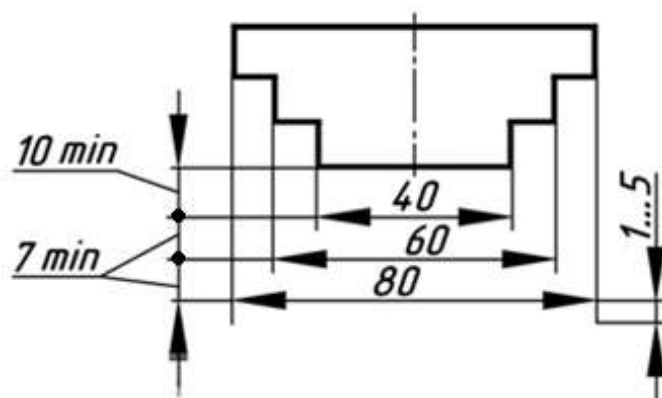


Рис. 6. Нанесение размеров

При нанесении нескольких параллельных размерных линий размерные числа рекомендуется располагать в шахматном порядке.

Линии контура, осевые, центровые и выносные нельзя использовать в качестве размерных линий.

Не допускается пересекать или разделять размерные числа, какими бы то ни было линиями чертежа.

Нельзя допускать пересечение выносных и размерных линий, для этого меньшие размеры должны располагаться ближе к контуру изображения, а большие – дальше от него (рис. 6 и 17, б).

Не разрешается разрывать линию контура для нанесения размерного числа.

Нанесение размерных чисел при различных наклонах размерных линий показано на рис. 7.

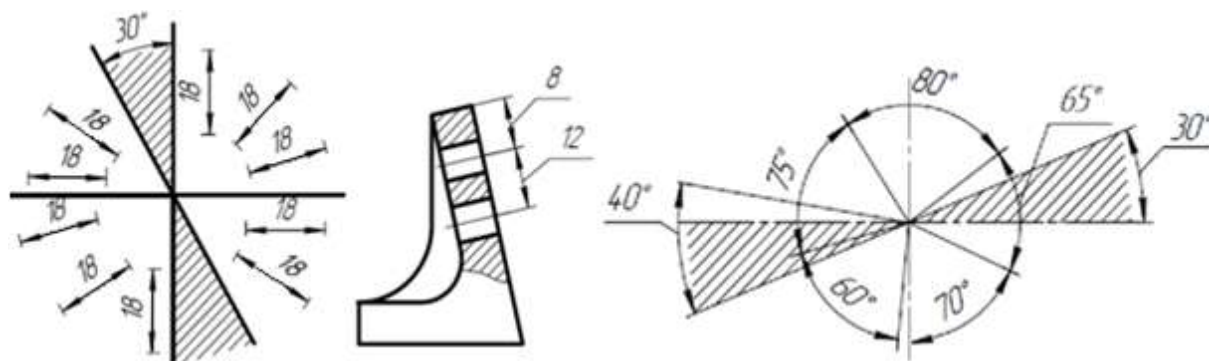


Рис. 7. Нанесение размерных чисел при различных наклонах

Если необходимо нанести размер в заштрихованной зоне или для написания размерного числа недостаточно места над размерной линией, то размер выносится на полку линии-выноски, которую проводят тонкой линией. Если недостаточно места для нанесения стрелок, то их ставят снаружи, как показано на рис. 8.

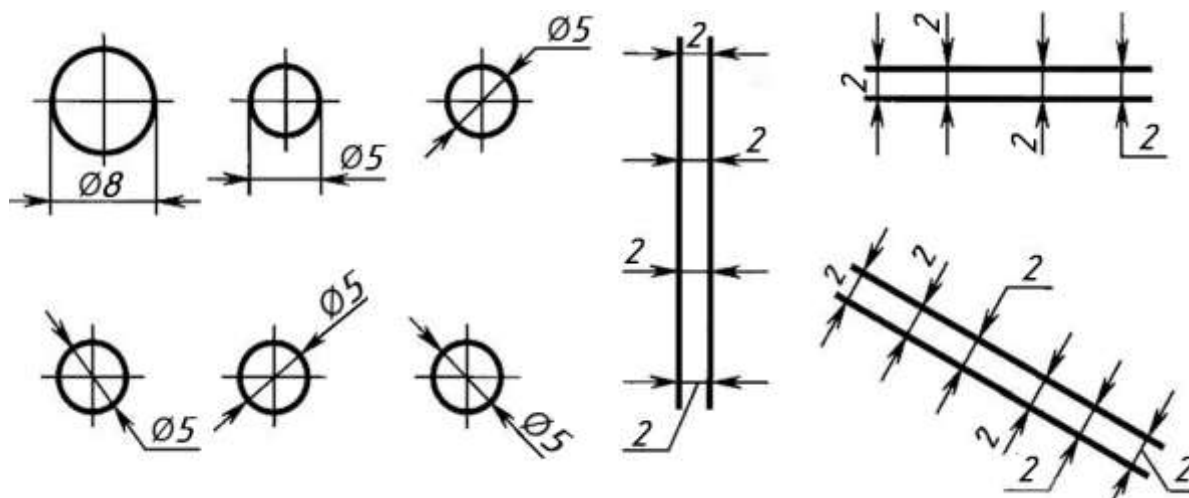


Рис. 8. Различные способы нанесения размеров и стрелок

Если размеры расположены цепочкой и недостаточно места для стрелок, допускается стрелки заменять утолщёнными точками или засечками под углом  $45^\circ$  к размерным линиям (рис. 9).

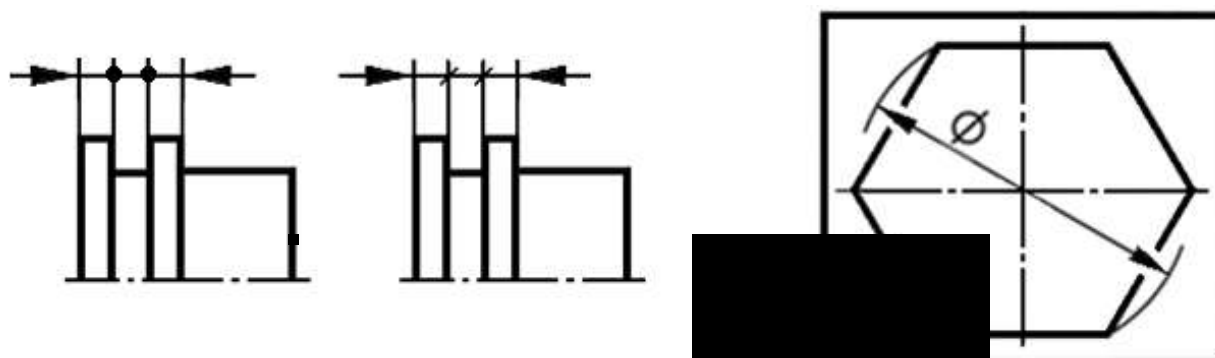


Рис. 9. Замена размерных стрелок [недостающей] контурной линии

При недостатке места для стрелки [недостающей] положенных контуров детали допускается прерывать [недостающей] контура (рис. 10). Пересекать размерные стрелки какими-либо линиями чертежа не допускается.

Размерные линии допускается проводить с обрывом и со стрелкой только у одного конца при указании размеров симметричного предмета, если он изображен до оси симметрии или до линии обрыва (рис. 11). При этом обрыв размерной линии делают несколько дальше оси или центра окружности.

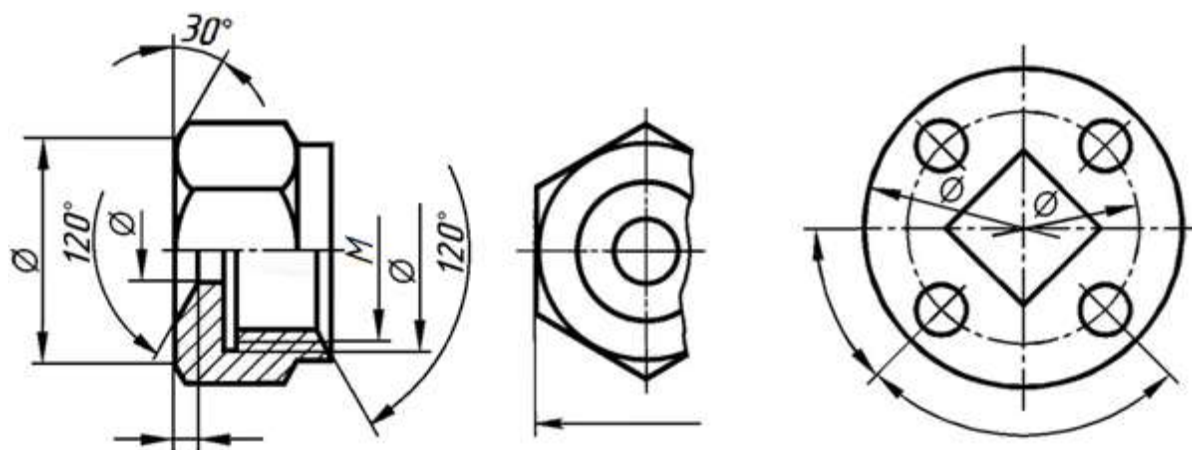


Рис. 11. Размерные линии с обрывом

В местах нанесения размерного числа осевые, центровые и линии штриховки прерывают (рис. 12 и 13). Следует по возможности избегать нанесения размерного числа в заштрихованной зоне, т. к. это затрудняет прочтение размера.

При указании диаметра во всех случаях перед размерным числом ставят знак  $\varnothing$ . Размеры квадрата можно наносить со знаком  $\square$ , как показано на рис. 12.

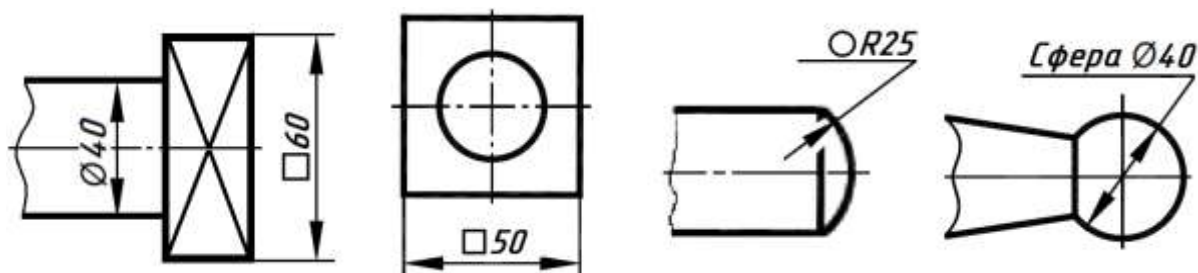


Рис. 12. Нанесение размеров диаметра, квадрата и сферы

Высота знаков  $\varnothing$  и  $\square$  должна быть равна высоте размерных чисел на чертеже.

Перед размерным числом диаметра или радиуса сферы наносят знак  $\bigcirc$  или слово *Сфера* (рис. 12). Диаметр знака сферы равен высоте размерных чисел на чертеже.

При нанесении размера радиуса из центра дуги проводят размерную линию, заканчивающуюся со стороны дуги стрелкой, а перед размерным числом ставят прописную букву *R* (рис. 13).

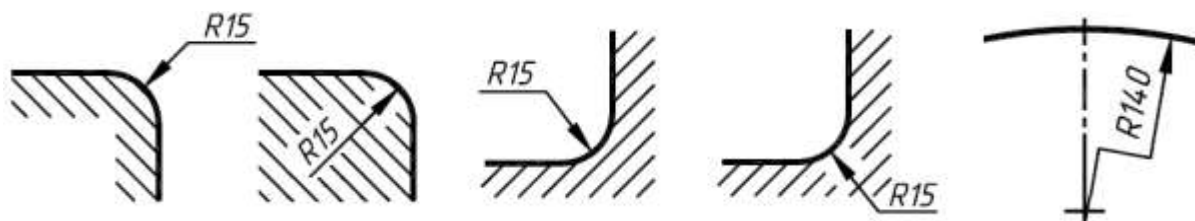


Рис. 13. Нанесение размеров радиусов

Размеры одинаковых радиусов можно указывать на общей полке (рис. 14, а). Если не требуется указывать размеры, определяющие положение центра дуги, то размерную линию радиуса допускается не доводить до центра (рис. 14, б). Если есть скругления, размер которых в масштабе чертежа 1 мм и менее, то их на чертеже не изображают (рис. 14, в).

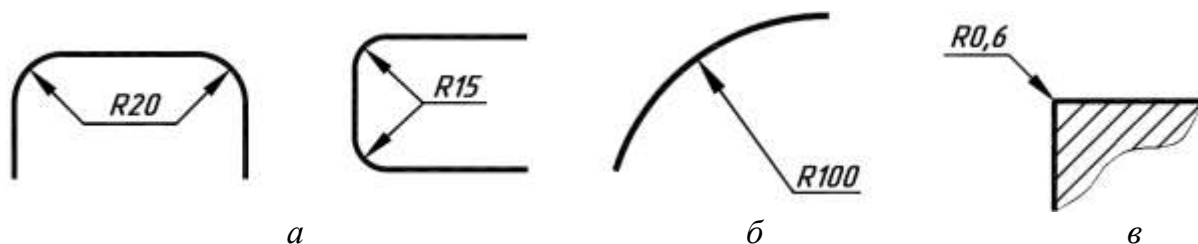


Рис. 14. Примеры нанесения размеров радиусов

Размеры фасок под углом  $45^\circ$  наносят линейным способом типа  $2 \times 45^\circ$ , где 2 – ширина фаски в мм,  $45^\circ$  – величина угла между образующей конуса и осью детали (рис. 15).

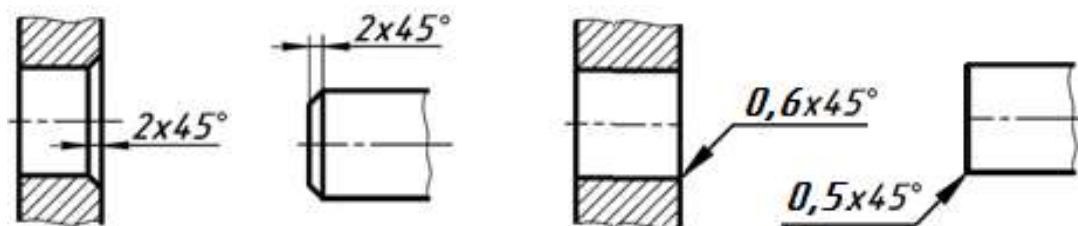


Рис. 15. Обозначение фасок под углом  $45^\circ$

Размеры фасок под другими углами указывают по общим правилам – линейным и угловым размерами или двумя линейными размерами (рис. 16).

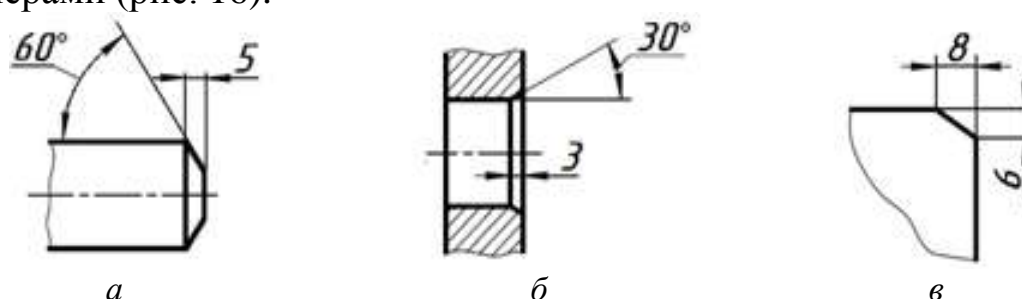


Рис. 16. Примеры нанесения размеров фасок: *a* – на стержне; *б* – в отверстии; *в* – на призматической поверхности

Линейные размеры следует указывать на чертеже в миллиметрах без обозначения единицы измерения. Угловые размеры указывают в градусах, минутах и секундах с обозначением единицы измерения, например:  $30^\circ 20' 40''$ .

Любые размеры, приводимые в технических требованиях, следует указывать с единицей измерения.

Размеры повторяющихся элементов детали следует наносить на чертеже только один раз с указанием количества повторяющихся элементов, например: **4 отв.  $\varnothing 10$** . Размеры сквозных и глухих отверстий следует наносить на их изображении в продольном разрезе, так как их форма наиболее полно раскрывается при попадании в продольную секущую плоскость (рис. 17, *a*).

Размеры, относящиеся к одному и тому же конструктивному элементу (отверстию, выступу, пазу и т. п.) следует группировать в одном месте, располагая их на том изображении, где форма этого элемента раскрыта наиболее полно. Размеры предпочтительно располагать вне контура изображений. В случае соединения

части вида с частью соответствующего разреза, чтобы размерные и выносные линии не пересекались, размеры для внешних форм располагают со стороны вида, а для внутренних – со стороны разреза (рис. 17, б).

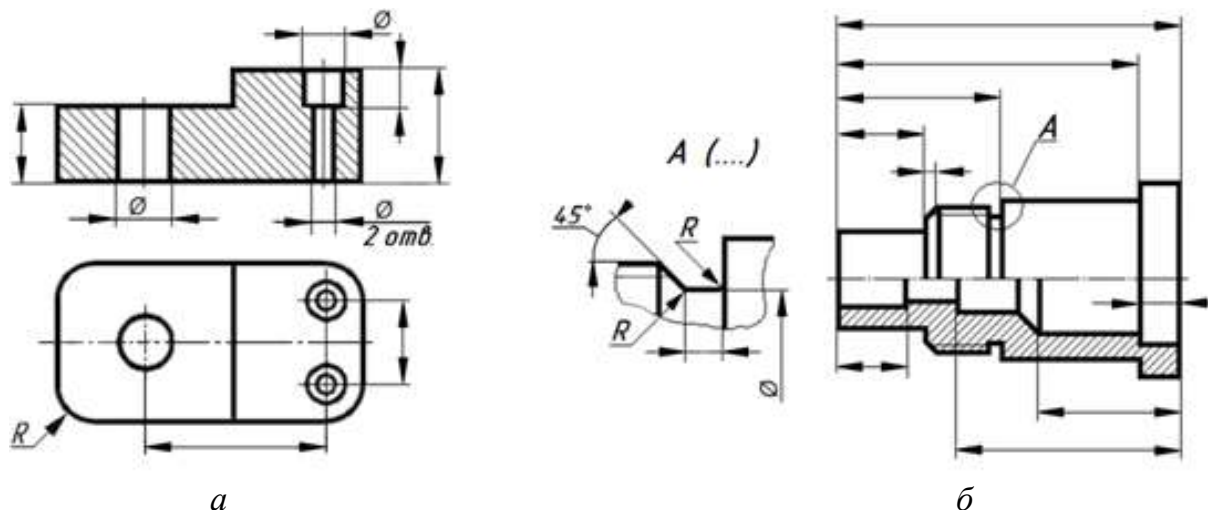


Рис. 17. Примеры группировки размеров:

- a* – относящихся к одному и тому же конструктивному элементу детали;
- б* – относящихся к внутренним и наружным контурам детали

Литейные и штамповочные радиусы не следует указывать на проекциях, а рекомендуется указывать в технических требованиях, например: «*Неуказанные литейные радиусы  $R = 3...5$  мм*».

При нанесении размеров, определяющих расстояние между равномерно расположенными одинаковыми элементами изделия (например, пазами), рекомендуется вместо размерных цепей наносить размер между соседними элементами и размер между крайними элементами в виде произведения количества промежутков между элементами на размер промежутка (рис. 18).

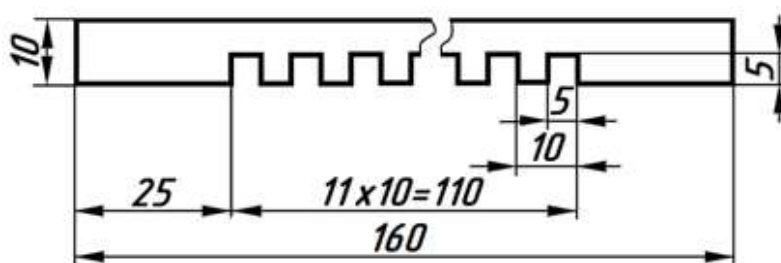


Рис. 18. Размеры повторяющихся элементов

При нанесении размеров следует применять ряд предпочтительных чисел, нормальные линейные размеры (по ГОСТ 6636-69), нормальные углы (по ГОСТ 8908-81), нормальные конусности и углы конусов (по ГОСТ 8593-81).

### 3. УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ЗАДАНИЯ «ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ ЧЕРЧЕНИЕ»

Задание «Геометрическое черчение» выполняется на листе чертёжной бумаги формата А3. При размещении изображений следует руководствоваться примером выполнения задания, представленным в прил. 1.

#### *Цель задания:*

- изучить общие правила выполнения и оформления чертежей;
- освоить приёмы работы с чертёжными инструментами и принадлежностями;
- приобрести навыки в вычерчивании прямых линий и окружностей, выполнения надписей;
- изучить основы геометрических построений.

#### *Содержание задания:*

**Задача 1.** Выполнить изображение технической детали «ось» в масштабе 1:1, по индивидуальному варианту (прил. 2), используя приёмы построения конусности, разрыва изображения, нанесения размеров различных поверхностей оси (длин, диаметров, фаски, конусности и квадрата). Для оси следует использовать верхний левый угол поля чертежа **не более половины ширины формата**.

**Задача 2.** Выполнить изображение «кронштейна-подвески» в масштабе 1:1, применяя построение уклона и различных сопряжений, выполнить штриховку, нанести размеры.

Варианты исходных данных приведены в прил. 3.

**Задача 3.** Выполнить изображения «детали», содержащей уклон, пазы или отверстия, в указанном масштабе. Рассчитать размер, обозначенный «Х», выполнить штриховку, нанести размеры.

Варианты исходных данных приведены в прил. 4.

Выполнение чертежа необходимо начать с вычерчивания рамки формата и выделения поля чертежа для основной надписи.

При выполнении задания нужно использовать чертёжные инструменты. Во время работы рекомендуется оставлять открытой только ту часть листа, на которой делаются построения. Остальную часть (чтобы её не пачкать) можно закрыть чистой бумагой или калькой.

Построения изображений чертежа делается тонкими линиями с последующей обводкой карандашом. Наиболее рационально выполнять построения в следующей последовательности:

- предварительно распределив места для каждого изображения, вычертить габаритные очерки изображений;
- провести осевые линии;
- отметить штрихпунктирными линиями центры окружностей и дуг;
- провести линии контуров детали по заданным размерам тонкими линиями;
- сначала вычертить дуги и только потом прямые, касательные к ним;
- прочертить выносные и размерные линии.

На каждое занятие студент обязан представить преподавателю работу для контроля над последовательностью её выполнения и выявления допущенных ошибок.

После исправления обнаруженных ошибок нужно получить разрешение преподавателя на обводку чертежа.

Обводка делается, чтобы придать чертежу чёткость и контрастность. Все линии чертежа должны соответствовать **ГОСТ 2.303-68**. На учебных чертежах толщину сплошной основной линии (*S*) рекомендуется принимать *0,8 ... 1* мм.

Толщина линий одного типа, длины штрихов, промежутков между штрихами и т. п. должны быть одинаковы для всех изображений на данном чертеже. Все линии обведённого чертежа независимо от их типа должны иметь одинаковую яркость.

Обводка видимых контуров делается в той же последовательности, что и при вычерчивании в тонких линиях. В той же последовательности обводятся все штриховые, осевые и центровые линии.

Далее следует нанести стрелки размерных линий, размерные числа и надписи.

В последнюю очередь нужно нанести линии штриховки.

Основную надпись формы 1 по **ГОСТ 2.104-2006** вычертить с соблюдением типов линий. Все надписи выполнить чертежным шрифтом в соответствии с **ГОСТ 2.304-81**.

### 3.1. Ось

На примере выполнения учебного чертежа детали «Ось» даётся несколько технических понятий.

Ось имеет хвостовик квадратного сечения. Чтобы обозначить плоскость на изображении детали вращения, проводятся диагонали тонкими линиями (рис. 19). Размер квадрата при отсутствии проекции, определяющей его форму, следует обозначить знаком  $\square$  с размером его стороны.

Рассматриваемая деталь имеет большую длину, но должна поместиться на чертеже в ограниченном месте. В этом случае для сокращения величины изображения нужно применить приём, когда часть детали большей длины и одинакового сечения вычерчивается не полностью, а с разрывом. На рис. 19 разрыв сделан для цилиндрической поверхности  $\varnothing 26$ . При этом конечные части детали условно сближаются, но все размеры наносятся *действительные*. Это упрощение часто применяется для сокращения графической работы и уменьшения размера изображения с сохранением масштаба.

#### Конусность

Многие детали, имеющие форму тел вращения, содержат коническую поверхность. На чертежах таких деталей размеры конуса могут быть нанесены разными способами:

- диаметром и высотой конуса с вершиной;
- диаметрами большого и малого оснований усечённого конуса и расстоянием между ними;
- углом конуса;
- диаметром одного из оснований, длиной и величиной конусности.

Во всех вариантах задания ось имеет коническую часть в виде усечённого конуса.

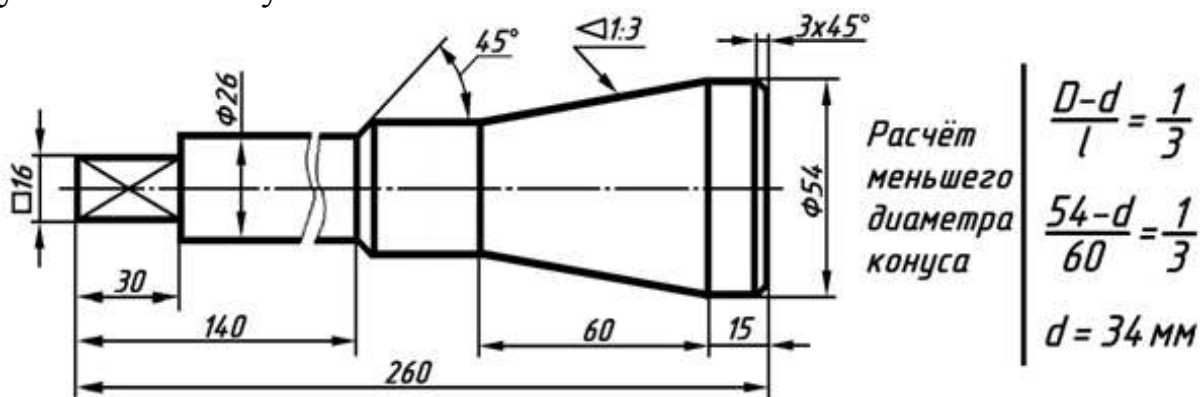


Рис. 19. Пример расчёта размера второго диаметра конуса

**Конусность** – это отношение диаметра основания конуса к его высоте:  $K=D/l$ . В нашем случае для усеченного конуса в числителе должна быть разность диаметров большого и малого оснований:

$$K = \frac{D-d}{l}$$

Размер конусности выражается в процентах или простой дробью.

В графическом условии этой детали дан диаметр одного из оснований конического участка, его длина и размер конусности. Для построения конуса нужно определить диаметр второго основания исходя из того, что конусность в данном случае есть отношение разности диаметров оснований конуса к его длине (рис. 19).

Перед размерным числом, характеризующим конусность, наносят условный знак « $\nabla$ », вершина которого должна быть направлена в сторону вершины конуса (рис. 20). Знак конуса и её размер следует наносить над осевой линией или на полке линии-выноски параллельно оси конического элемента. Линия-выноска должна заканчиваться стрелкой, указывающей на образующую конуса. Конусности общего назначения стандартизованы ГОСТ 8593-81.

На рис. 20 показаны различные примеры обозначения конусности.

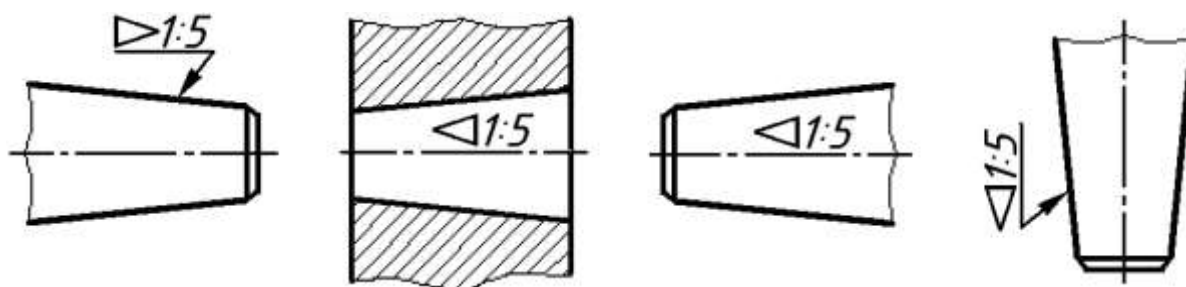


Рис. 20. Примеры нанесения размера конусности

Концевые участки валов и осей обычно делают с фасками. **Фаски** представляют собой наиболее часто встречающийся вид усеченного конуса малой высоты. Они часто используются в различных конструктивных элементах для упрощения последующего монтажа и уменьшения опасности ранения острыми кромками деталей. Следует отличать два понятия: «Фаска» под углом  $45^\circ$  и «Переход от одного диаметра к другому под заданным углом», в примере на рис. 19 – это переход от  $\varnothing 26$  к  $\varnothing d$  (34 мм) под углом  $45^\circ$ .

В задании на одной из поверхностей оси имеется фаска. Нужно построить коническую фаску с углом  $45^\circ$ , на которой следует нанести размер линейным способом, например,  $3 \times 45^\circ$ , как показано на рис. 19.

## 3.2. Кронштейн-подвеска

### Уклон

В конструкции технических деталей часто встречаются уклоны. На примере выполнения чертежа кронштейна-подвески даётся это понятие. **Уклон** прямой характеризует её наклон к другой прямой, который выражается отношением противолежащего катета к прилежащему. Величина уклона может быть задана простой дробью или в процентах. Перед выражением размера уклона на полке линии-выноски наносят знак « $\sphericalangle$ », острый угол которого должен быть направлен в сторону уклона.

Чтобы, например, построить уклон  $1:5$ , в направлении уклона нужно отложить пять отрезков одинаковой длины, а в перпендикулярном направлении – один отрезок такой же длины, и соединить полученные конечные точки (рис. 21, а).

Если уклон задан в процентах: один процент (1%) выражается отношением  $1:100$ , следовательно, в нашем задании 14% – это отношение  $14:100$ .

Пусть при выполнении чертежа кронштейна-подвески требуется через точку  $K$  с координатами 35 и 13 провести прямую с уклоном 14% по отношению к горизонтальному основанию (рис. 21, б).

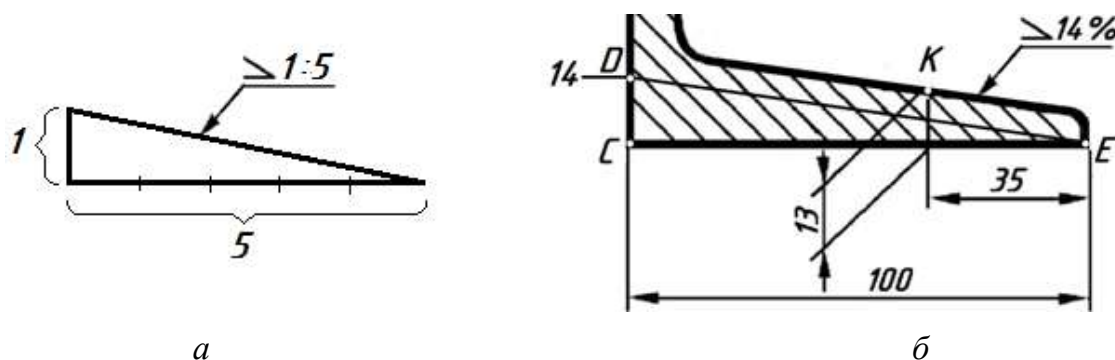


Рис. 21. Построение заданного уклона: а – уклон  $1:5$ ; б – уклон 14%

Для выполнения заданного уклона построен прямой угол с вершиной  $C$ , далее идут вспомогательные построения (рис. 21):

- для получения уклона начертить прямоугольный треугольник с катетами  $CD = 14$  мм и  $CE = 100$  мм;
- построить точку  $K$  по размерам 35 и 13;
- через точку  $K$  провести параллельно построенной гипотенузе  $DE$  прямую, которая будет иметь заданный уклон 14%.

Перед построением сопряжений по заданным размерам строятся контуры окружностей и прямых линий.

## Сопряжение

В очертаниях технических форм встречаются плавные переходы от одной линии к другой. Эти плавные переходы называются *сопряжениями*. Точка, в которой одна линия переходит в другую, называется *точкой* сопряжения. *Центр* сопряжения – это точка, равноудаленная от сопрягаемых линий.

При выполнении данного чертежа требуется построить сопряжения сторон углов дугами заданных радиусов  $R$  и  $r$ , сопряжения прямых линий с окружностью и сопряжения окружностей дугами заданных радиусов. При этом нужно следовать общему алгоритму:

- найти центр сопряжения точку  $O$ ;
- построить точки сопряжения  $A$  и  $B$ ;
- провести линию сопряжения в пределах точек сопряжения.

Параллельно каждой прямой угла на расстоянии, равном радиусу дуги  $R$ , проводим две вспомогательные прямые линии (рис. 22). Точка пересечения этих прямых (точка  $O$ ) будет центром дуги радиуса  $R$ , т. е. центром сопряжения. Дуга будет располагаться между точками сопряжения  $A$  и  $B$ , которые являются основаниями перпендикуляров, опущенных из центра  $O$  на стороны угла. Из точки  $O$  описываем дугу, плавно переходящую в сопрягаемые прямые (стороны угла). Сопряжение между прямой и окружностью строится аналогично по указанному выше общему алгоритму (рис. 23).

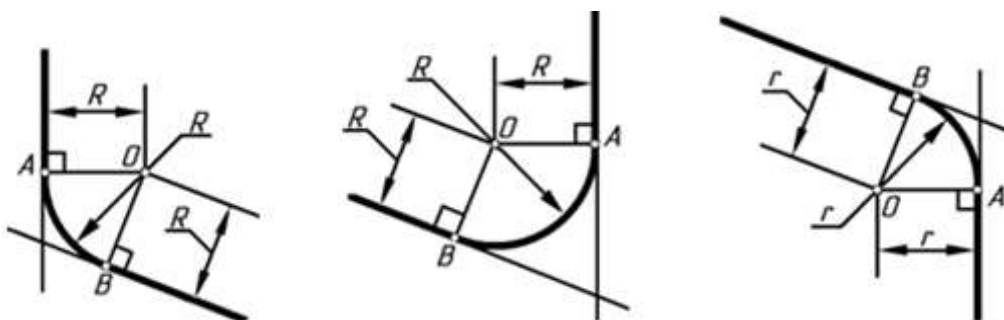


Рис. 22. Построение сопряжений двух прямых

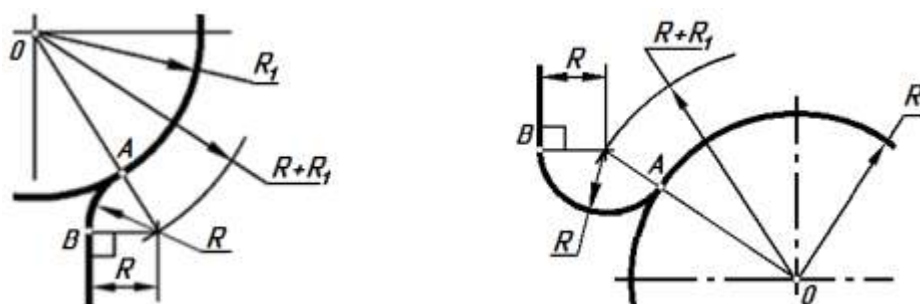


Рис. 23. Построение сопряжений прямой линии с окружностью

Сопряжение двух дуг окружностей может быть внешним и внутренним. Общий алгоритм построения остаётся прежним.

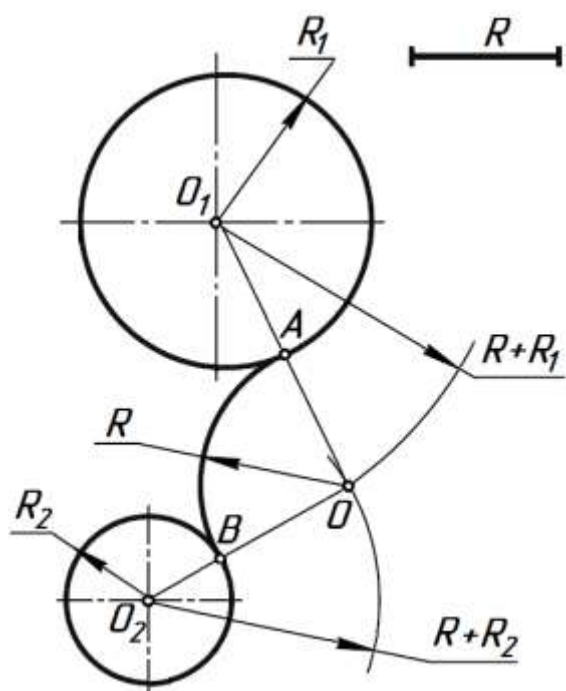


Рис. 24. Внешнее сопряжение

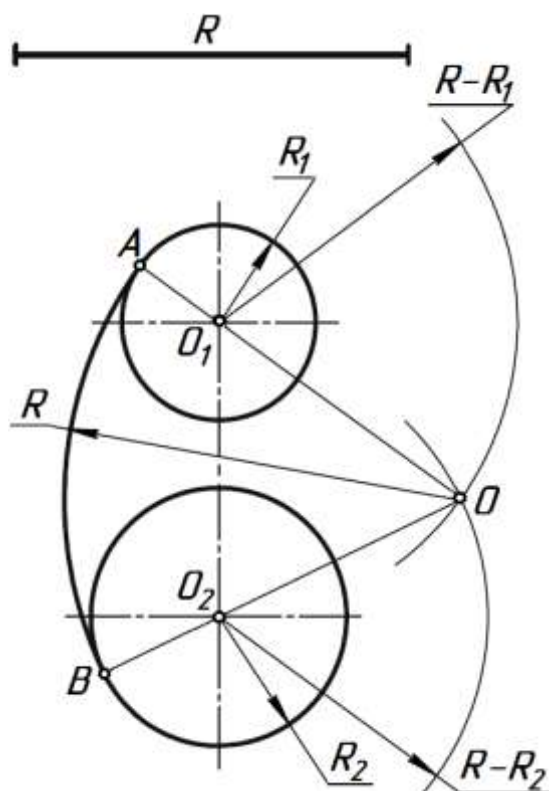


Рис. 25. Внутреннее сопряжение

При **внешнем** сопряжении центры  $O_1$  и  $O_2$  сопрягаемых окружностей радиусов  $R_1$  и  $R_2$  (рис. 24) находятся вне сопрягающей дуги радиуса  $R$ .

Чтобы построить центр  $O$  сопрягающей дуги, из центров окружностей  $O_1$  и  $O_2$  проведем две вспомогательные дуги радиусами  $(R+R_1)$  и  $(R+R_2)$  до их взаимного пересечения в центре  $O$ . Точки сопряжения  $A$  и  $B$  лежат на линиях, соединяющих центры окружностей с центром сопряжения. Из центра сопряжения  $O$  проводим дугу сопряжения радиусом  $R$  между точками  $A$  и  $B$ .

При **внутреннем** сопряжении (рис. 25) центры  $O_1$  и  $O_2$  сопрягаемых окружностей радиусов  $R_1$  и  $R_2$  находятся внутри сопрягающей дуги радиуса  $R$ .

Чтобы построить центр  $O$  сопрягающей дуги, из центров окружностей  $O_1$  и  $O_2$  проведем две вспомогательные дуги соответственно радиусами  $(R-R_1)$  и  $(R-R_2)$  до их взаимного пересечения в центре  $O$ . Для нахождения точек сопряжения точку  $O$  соединяем с точками  $O_1$  и  $O_2$  прямыми линиями и продолжаем их до пересечения с сопрягаемыми окружностями в точках сопряжения  $A$  и  $B$ . Теперь из центра сопряжения  $O$  от точки  $A$  до  $B$  можно провести дугу сопряжения радиусом  $R$ .

### 3.3. Деталь

По заданию требуется перерисовать в указанном масштабе два изображения детали, которые находятся в непосредственной проекционной связи. Для выполнения этой задачи нужно рассчитать числовое значение размера, обозначенного «X». Например, на чертеже указан размер высоты детали 40 мм (рис. 26), но измерение его дает 25 мм. Разделив 40 на 25, получим коэффициент 1,6. Затем измеряем элемент детали, обозначенный «X»: измерение его даёт 22,5 мм. Полученную числовую величину нужно умножить на 1,6 и нанести вместо «X», т. е.  $22,5 \times 1,6 = 36$  мм – это действительный размер.

В задаче нужно построить уклон, обозначенный в виде отношения, выполнить штриховку, нанести необходимые размеры, сделать надписи в соответствии с образцом задания (прил. 1).

Нужно обратить внимание на то, что при изображении этой детали используется несколько типов линий. Нужно разобраться с наименованием и назначением каждой линии, приобрести навыки начертания и применения различных типов линий. Размеры и расположение стрелок и разомкнутой линии при обозначении секущей плоскости показано на рис. 27.

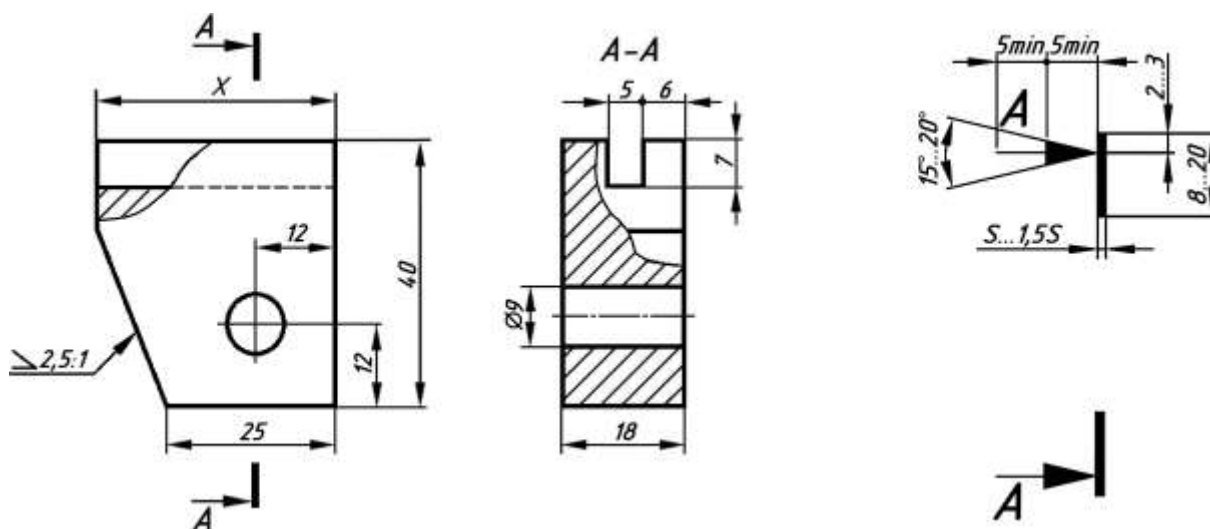


Рис. 26. Пример задачи 3 «Деталь»

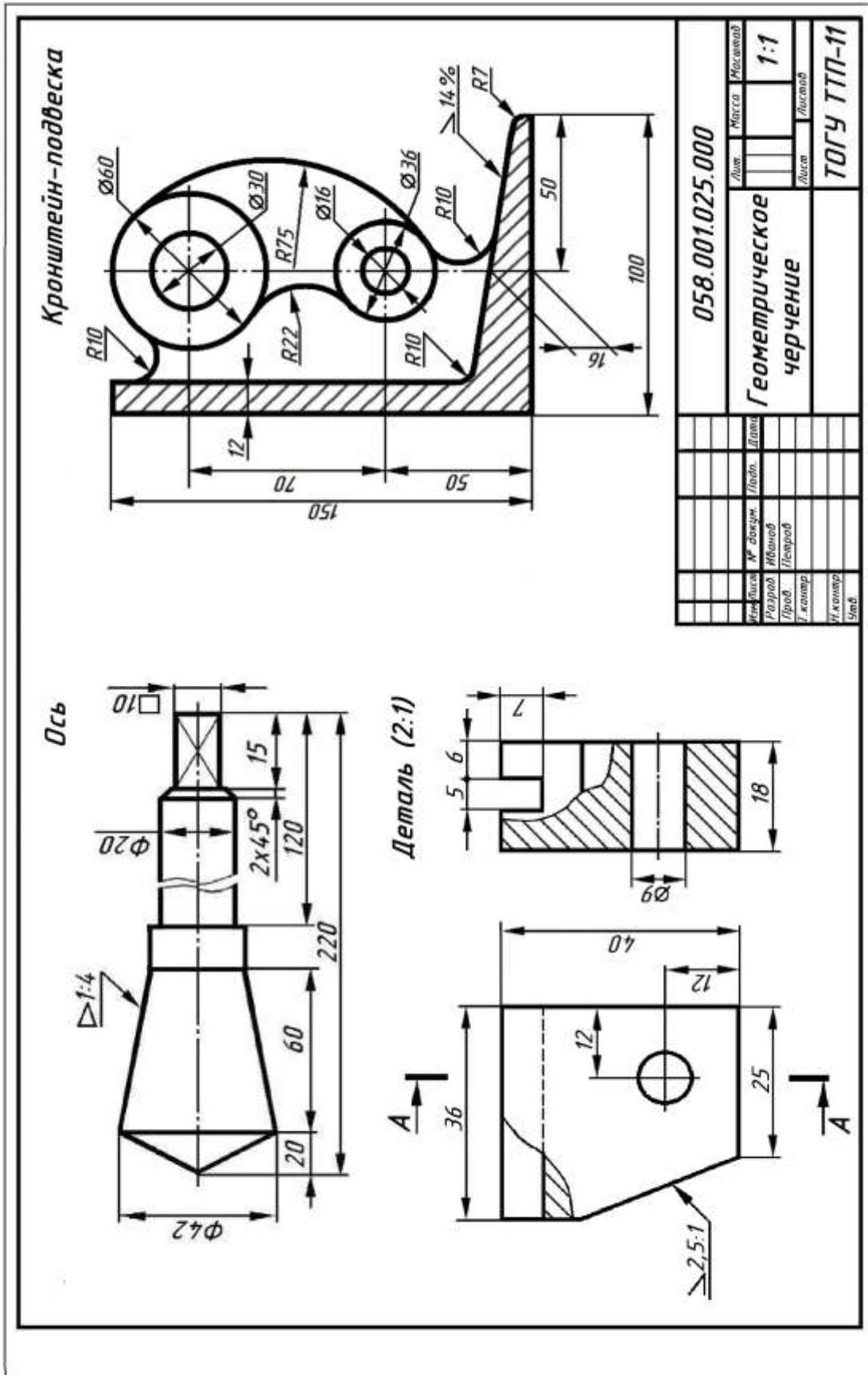
Рис. 27. Размеры и расположение стрелок и разомкнутой линии

Размещая изображения на листе формата, следует обратить внимание на равномерное заполнение поля чертежа. Для этого, размечая тонкими линиями в виде прямоугольников места расположения каждого изображения, нужно предусмотреть между ними интервалы, достаточные для нанесения размеров и выполнения необходимых надписей и обозначений.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Боголюбов, С. К.* Инженерная графика : учеб. для сред. спец. учеб. заведений / С. К. Боголюбов. – М. : Машиностроение, 2000. – 352 с.
2. *Винокурова, Г. Ф.* Начертательная геометрия. Инженерная графика : учеб. пособие / Г. Ф. Винокурова, Б. Л. Степанов. – Томск : Изд-во Том. пед. ун-та, 2008. – 306 с.
3. *Вышнепольский, И. С.* Техническое черчение : учеб. для сред. спец. техн. училищ / И. С. Вышнепольский. – М. : Высш. шк., 1988. – 223 с.
4. *Годик, Е. И.* Справочное руководство по черчению / Е. И. Годик, А. М. Хаскин. – М. : Машиностроение, 1974. – 696 с.
5. *ЕСКД.* Общие правила выполнения чертежей. – М. : Изд-во стандартов, 1983. – 233 с.
6. *Лагерь, А. И.* Инженерная графика : учебник / А. И. Лагерь. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Высш. шк., 2004. – 334 с.
7. *Машиностроительное черчение* / Г. П. Вяткин [и др.]. – М. : Машиностроение, 1985. – 368 с.
8. *Миронова, Р. С.* Инженерная графика : учебник / Р. С. Миронова, Б. Г. Миронов. – 3-е изд., испр. и доп. – М. : Высш. шк., 2003. – 288 с.
9. *Чекмарев, А. А.* Инженерная графика : учеб. для немашиностроит. спец. вузов / А. А. Чекмарев. – 7-е изд., стер. – М. : Высш. шк., 2005. – 365 с.

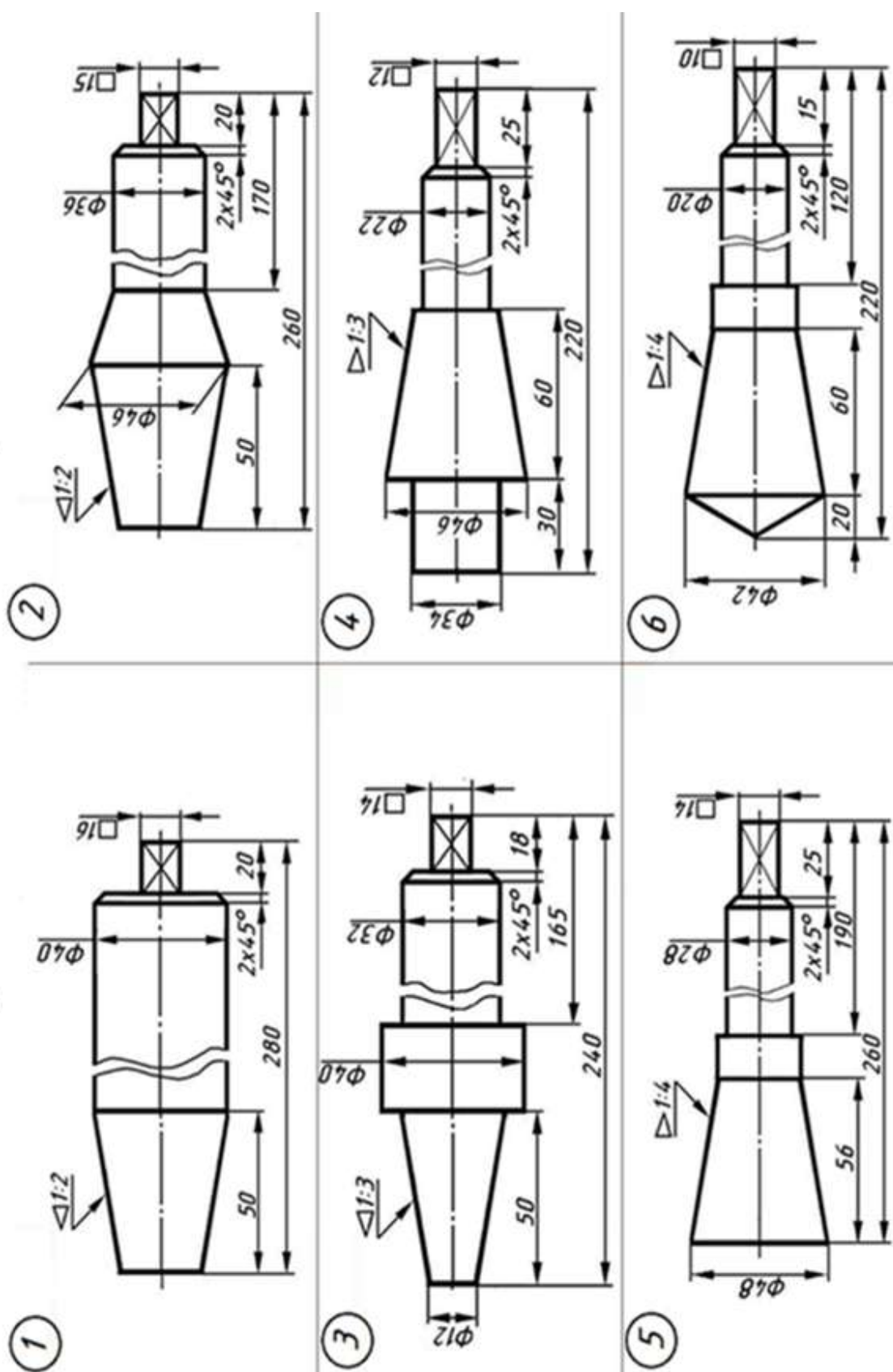
ПРИЛОЖЕНИЕ I

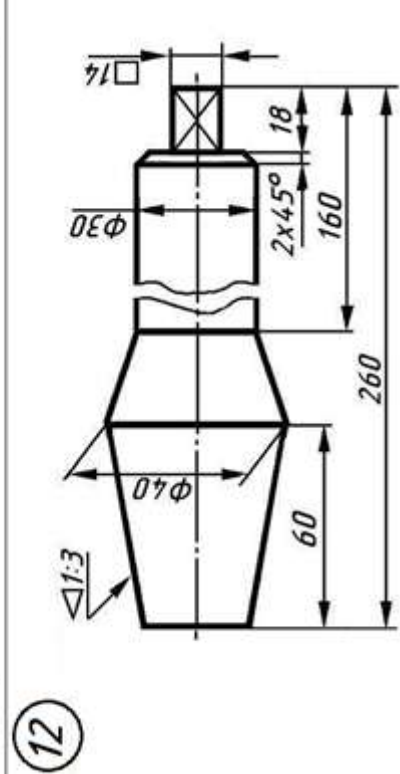
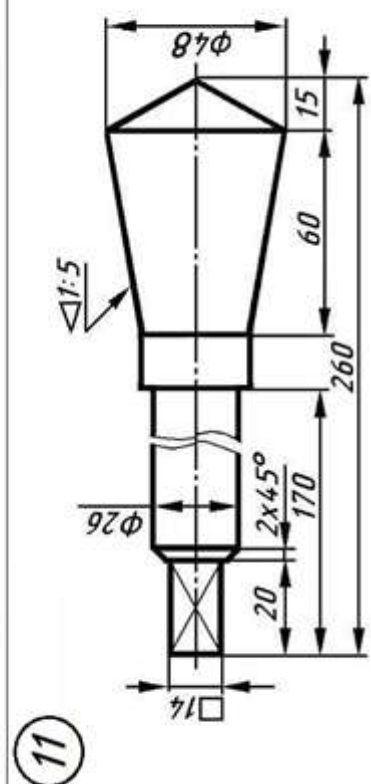
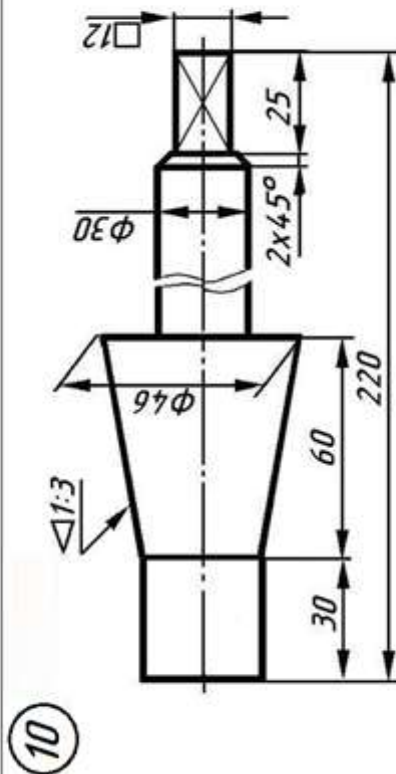
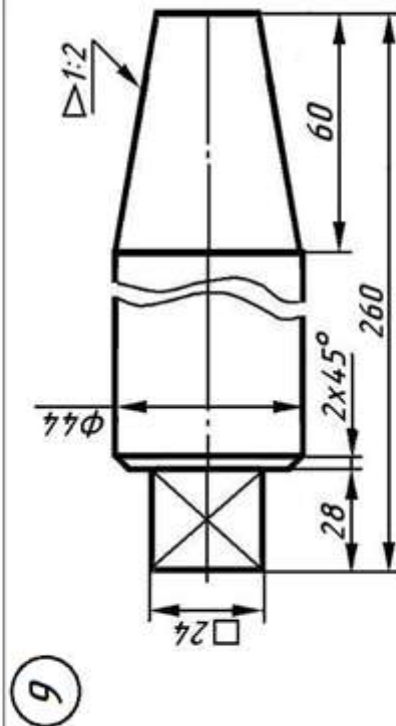
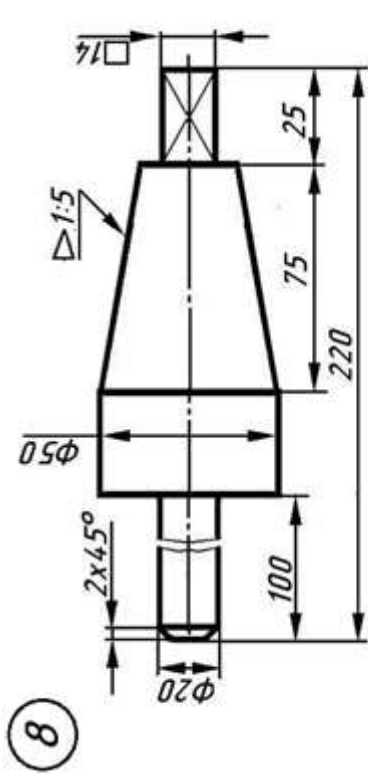
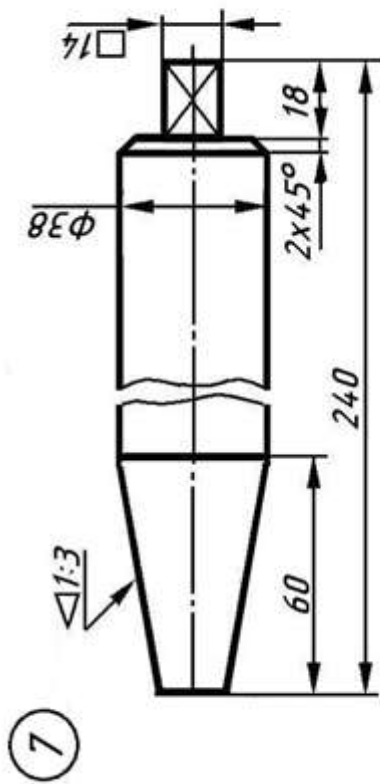


Пример выполнения задания "Геометрическое черчение"

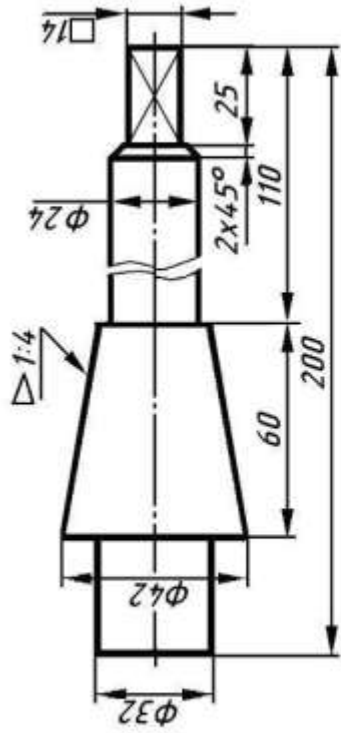
ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Варианты задачи 1 к выполнению чертежа "Ось"

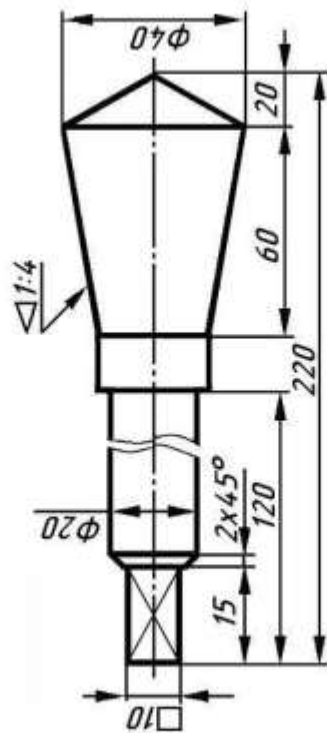




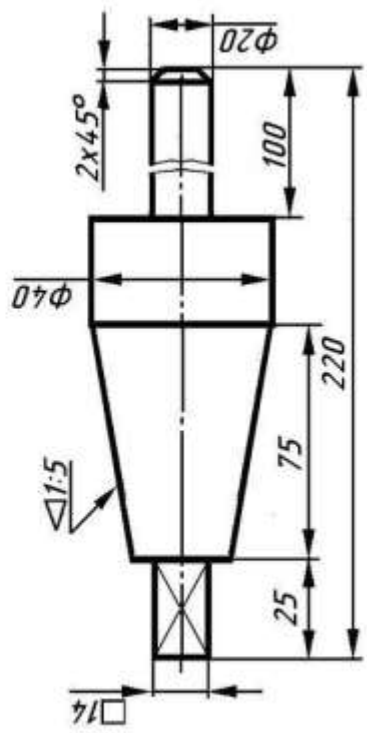
14



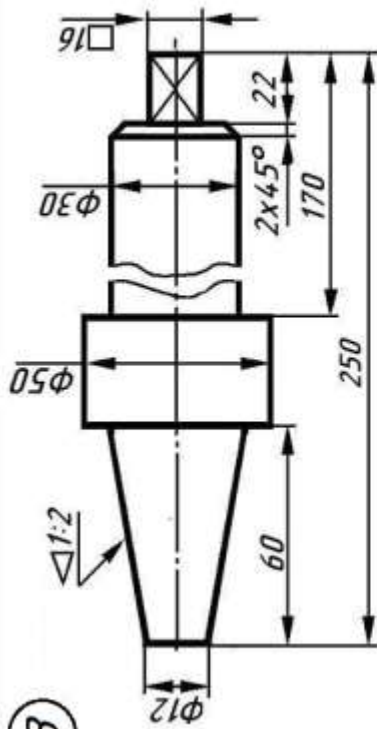
16



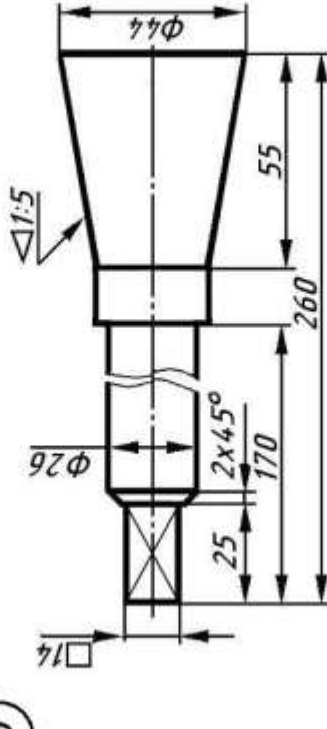
18



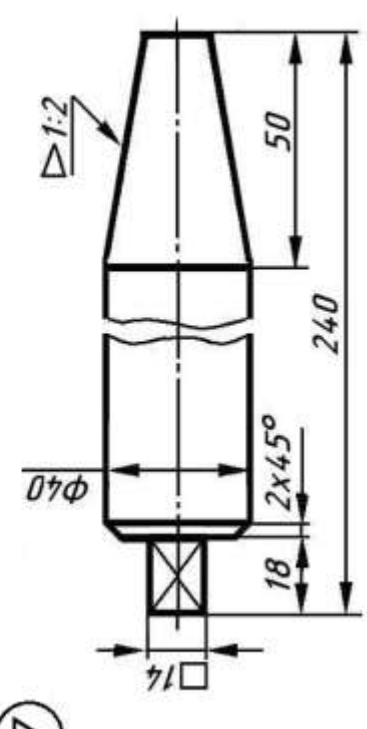
13



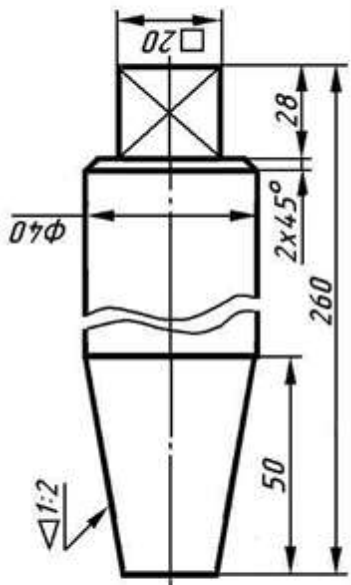
15



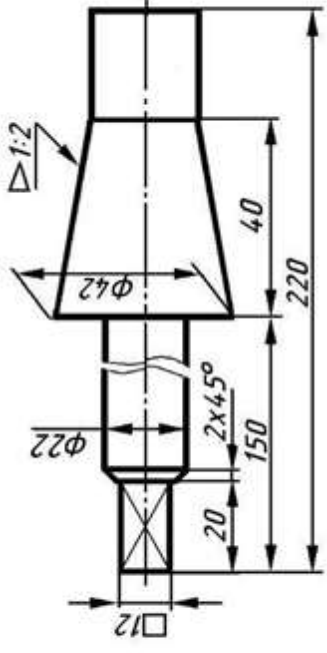
17



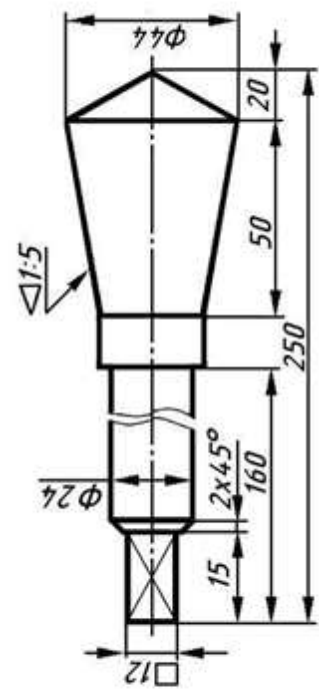
19



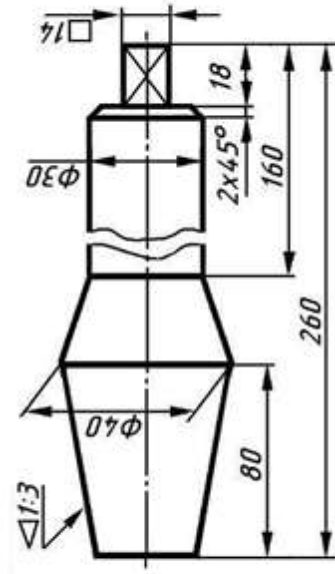
20



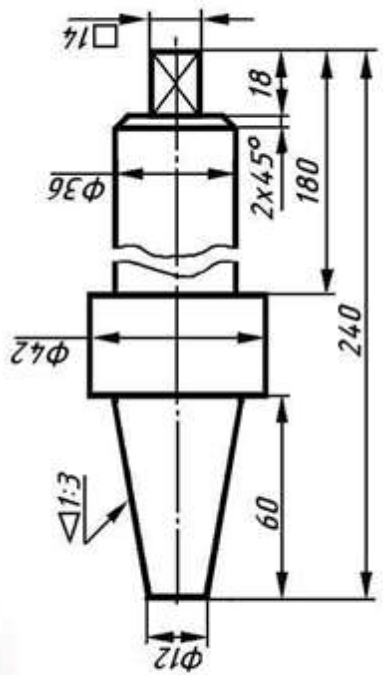
21



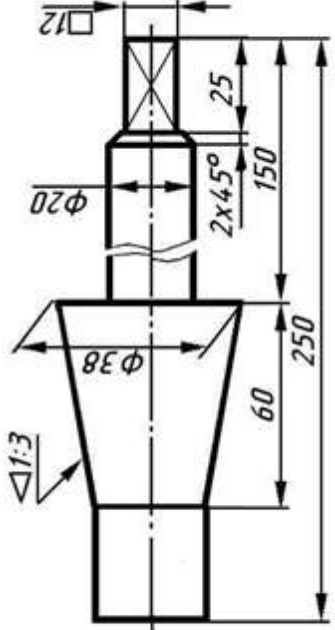
22



23



24

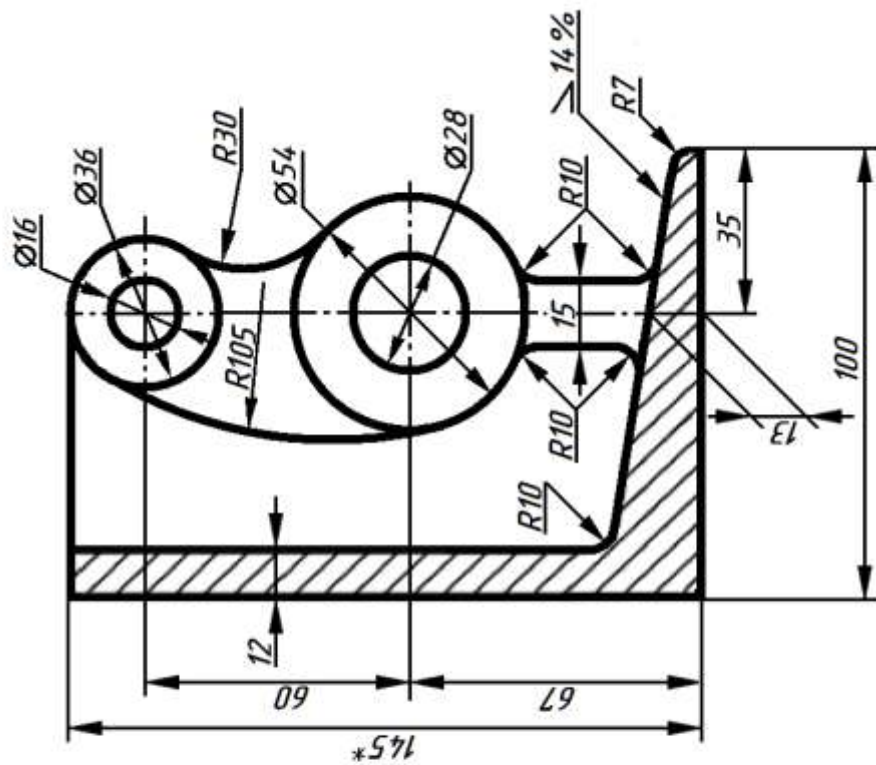
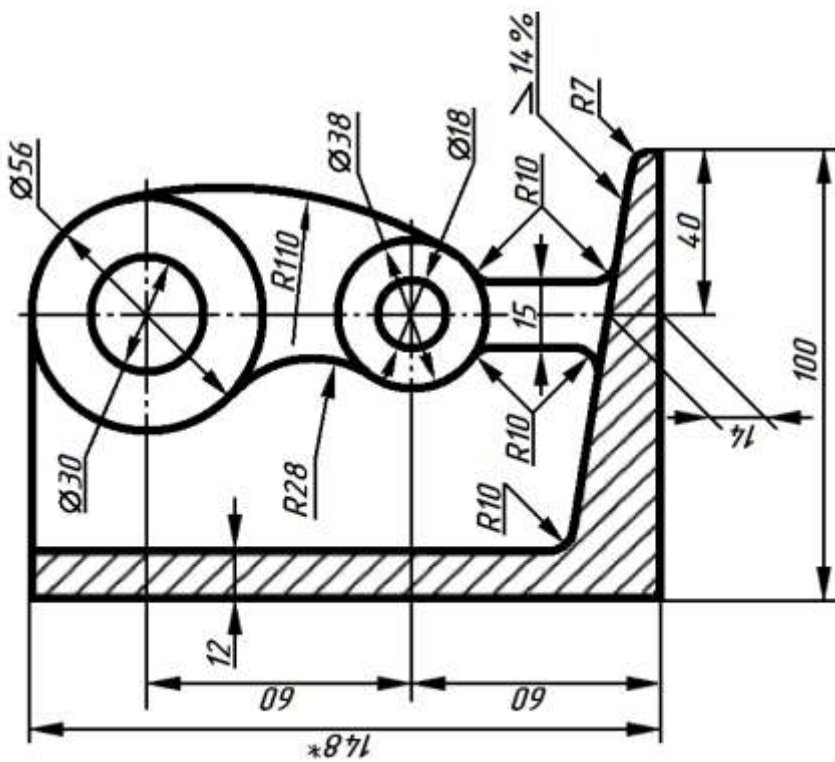


ПРИЛОЖЕНИЕ 3

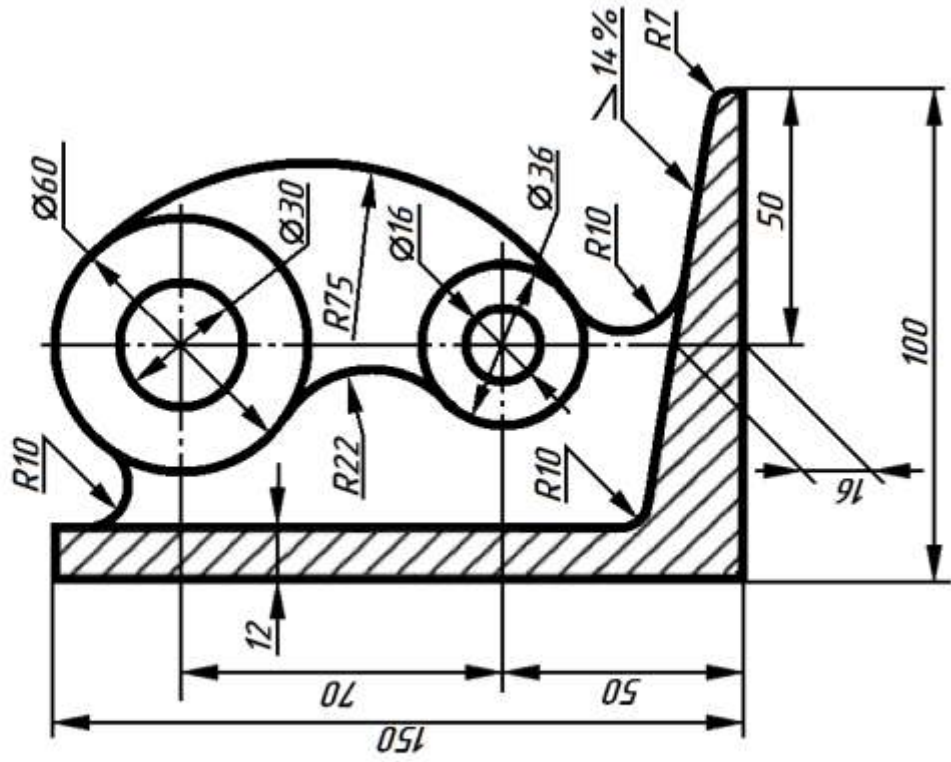
Варианты задачи 2 к выполнению чертежа "Кронштейн-подвеска"

1 7 13 19

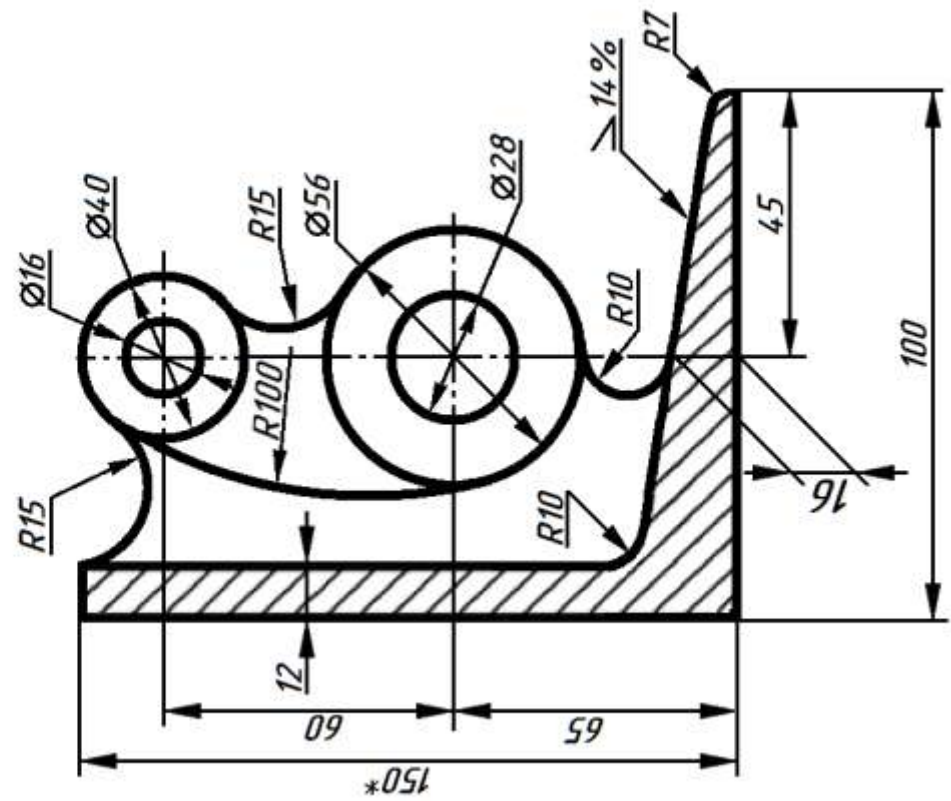
2 8 14 20



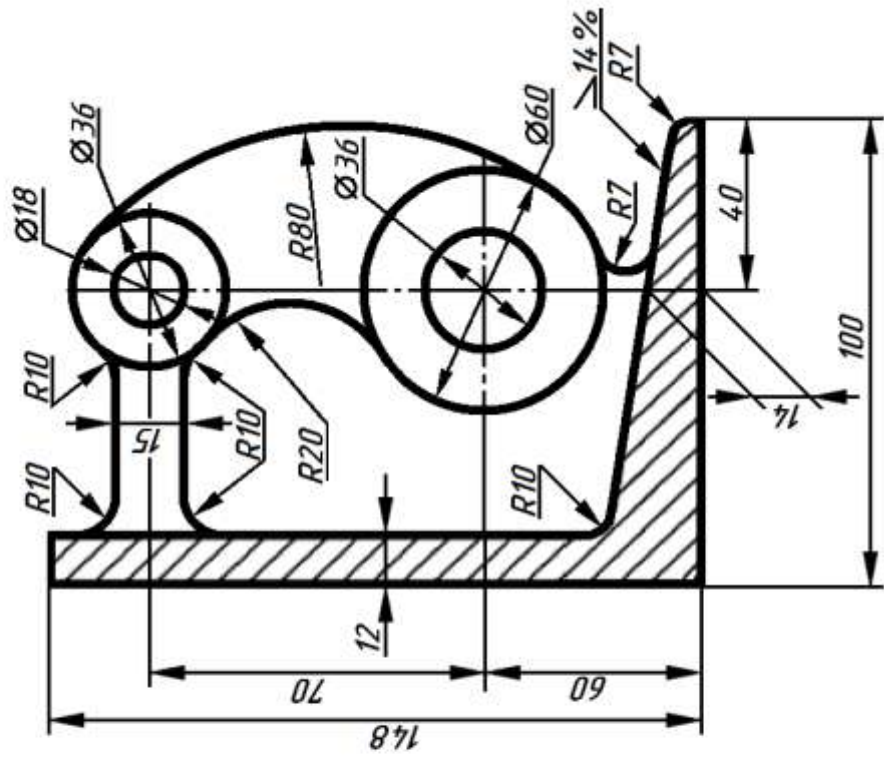
4 10 16 22



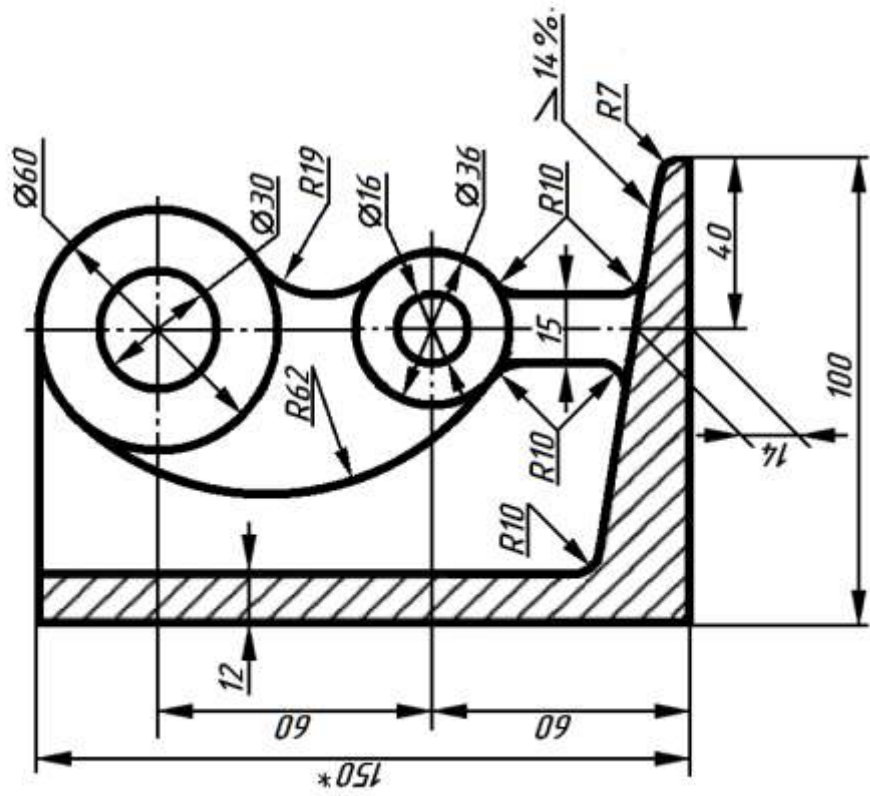
3 9 15 21



6 12 18 24



5 11 17 23

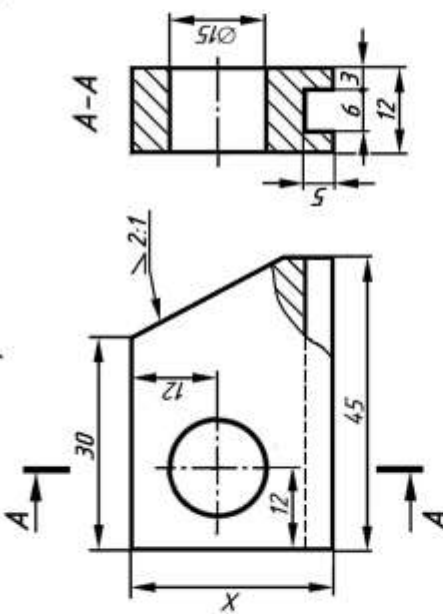


# ПРИЛОЖЕНИЕ 4

## Варианты задачи 3 к выполнению чертежа "Деталь"

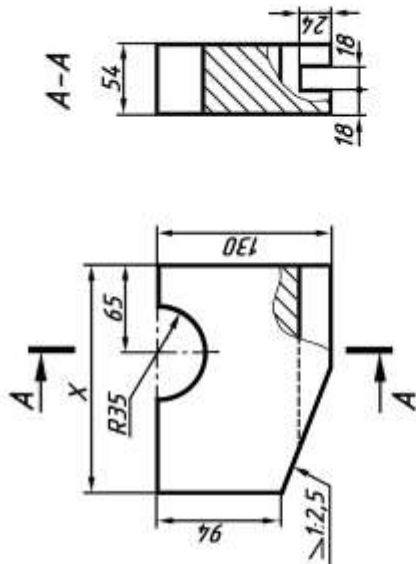
- 1
- 5
- 9
- 13
- 17
- 21

1. Рассчитать числовое значение размера X.
2. Выполнить чертёж детали в масштабе 2,5:1.



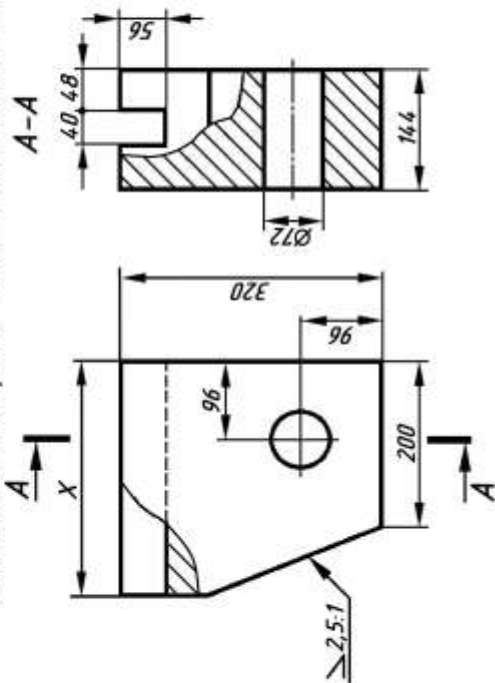
- 2
- 6
- 10
- 14
- 18
- 22

1. Рассчитать числовое значение размера X.
2. Выполнить чертёж детали в масштабе 1:2.



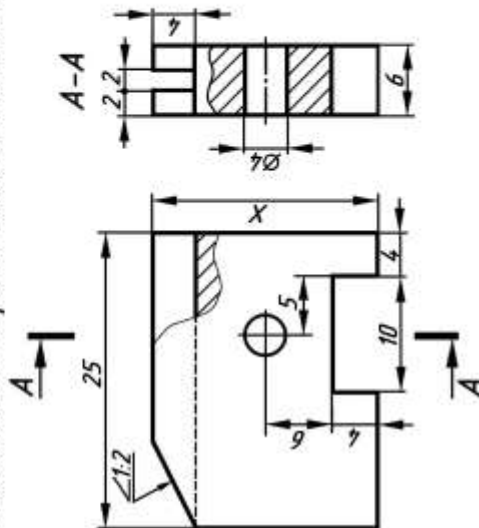
- 3
- 7
- 11
- 15
- 19
- 23

1. Рассчитать числовое значение размера X.
2. Выполнить чертёж детали в масштабе 1:4.



- 4
- 8
- 12
- 16
- 20
- 24

1. Рассчитать числовое значение размера X.
2. Выполнить чертёж детали в масштабе 4:1.



# Оглавление

ПРЕДИСЛОВИЕ .....	3
1. РЕКОМЕНДАЦИИ К ИЗУЧЕНИЮ ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКИ .....	4
2. ОБЩИЕ ПРАВИЛА ВЫПОЛНЕНИЯ ЧЕРТЕЖЕЙ .....	5
2.1. Форматы .....	5
2.2. Основные надписи .....	7
2.3. Масштабы .....	8
2.4. Линии .....	9
2.5. Шрифты чертежные .....	10
2.6. Штриховка .....	11
2.7. Нанесение размеров.....	12
3. УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ЗАДАНИЯ «ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ ЧЕРЧЕНИЕ» .....	18
<i>Цель задания</i> .....	18
<i>Содержание задания</i> .....	18
3.1. Ось .....	20
<i>Конусность</i> .....	20
3.2. Кронштейн-подвеска .....	22
<i>Уклон</i> .....	22
<i>Сопряжение</i> .....	23
3.3. Деталь .....	25
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК .....	26
ПРИЛОЖЕНИЕ 1 Пример выполнения задания «Геометрическое черчение» .....	27
ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Варианты задачи 1 к выполнению чертежа «Ось» .....	28
ПРИЛОЖЕНИЕ 3. Варианты задачи 2 к выполнению чертежа «Кронштейн-подвеска» .....	32
ПРИЛОЖЕНИЕ 4. Варианты задачи 3 к выполнению чертежа «Деталь» .....	35

Учебное издание

*Дмитриенко Людмила Викторовна*  
**ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ ЧЕРЧЕНИЕ**  
Учебно-методическое пособие

Главный редактор *Л. А. Суевалова*  
Редактор *Л. С. Бакаева*  
Компьютерное моделирование *Л. В. Дмитриенко*

Подписано в печать . . .16. Формат 60×84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бумага писчая. Гарнитура «Таймс». Печать  
цифровая. Усл. печ. л. 2,1. Тираж 150 экз. Заказ . . .

Издательство Тихоокеанского государственного университета.  
680035, Хабаровск, ул. Тихоокеанская, 136.

Отдел оперативной полиграфии издательства Тихоокеанского государственного университета.  
680035, Хабаровск, ул. Тихоокеанская, 136.