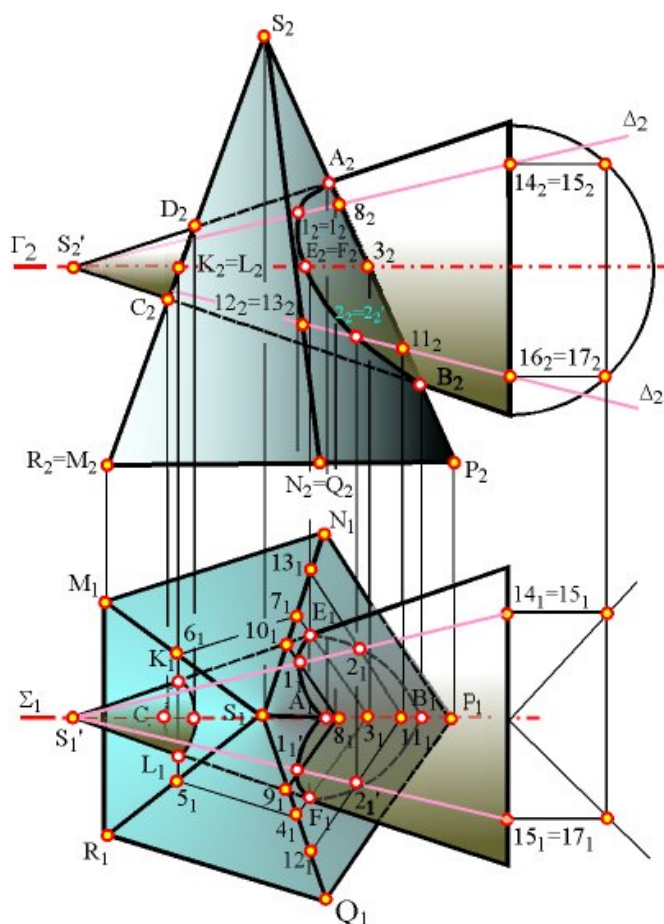
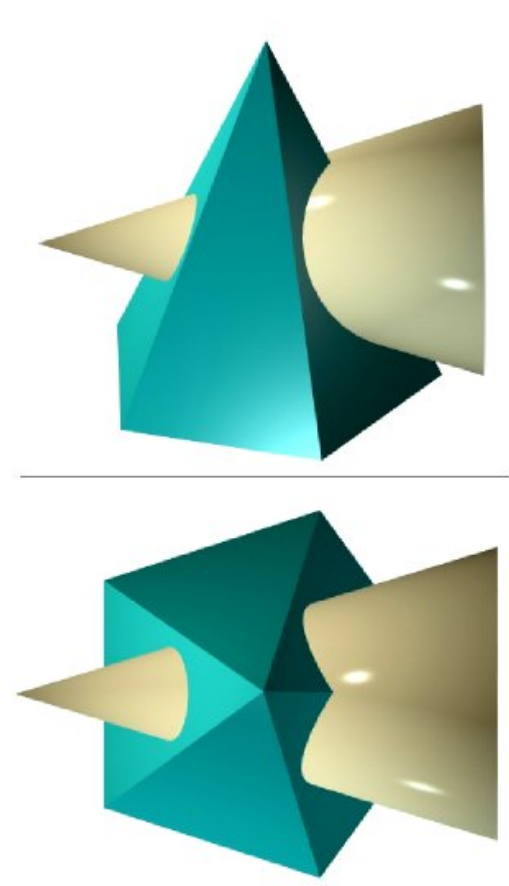


H365

НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ

Методические указания для студентов заочной формы обучения



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
КАФЕДРА ГРАФИКИ

514.18(07)
Н365

НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ

**Методические указания для студентов
заочной формы обучения**

Челябинск
Издательский центр ЮУрГУ
2013

УДК 514.18(075.8)

НЗ65

Одобрено учебно-методической комиссией архитектурно-строительного факультета.

Рецензент: С.В. Евсеенков

НЗ65 НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ: методические указания для студентов заочной формы обучения /составители: В.Н. Шепелева, Л.Л. Карманова, А.Л. Решетов, Т.Ю. Попцова – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2013. – 89 с.

Ил. 19, список лит. – 8 назв.

Пособие разработано для студентов следующих направлений: 140501, 151001, 151002, 190201, 190601.

Методические указания содержат рабочую программу, варианты контрольных графических заданий, указания по изучению курса начертательной геометрии и решению некоторых типов задач.

УДК 514.18(075.8)

© Издательский центр ЮУрГУ, 2013

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Программа по начертательной геометрии для студентов заочного факультета, обучающихся в группах КТО 118, 180, 146, НТТС 135, 137, ЭТТМ 121, 123С, УК 164.

I. ВВЕДЕНИЕ

1. Предмет начертательной геометрии. Теоретико-множественный подход к геометрическим фигурам.

2. Метод проецирования:

а) центральное проецирование; дополнение евклидова пространства несобственными элементами;

б) параллельное проецирование; основные свойства;

в) ортогональное (прямоугольное) проецирование;

г) прямая и обратная задачи начертательной геометрии, обратимость чертежа.

II. КОМПЛЕКСНЫЕ ЧЕРТЕЖИ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ФИГУР

1. Комплексный чертеж точки. Осный и безосный способы построения комплексного чертежа.

2. Комплексные чертежи линий.

2.1 Комплексные чертежи прямых линий:

а) прямая общего положения;

б) определение длины отрезка прямой общего положения способом прямоугольного треугольника;

в) принадлежность точки прямой линии;

г) прямые частного положения: линии уровня, проецирующие прямые; конкурирующие точки.

2.2 Комплексные чертежи кривых линий:

а) кривые плоские и пространственные, закономерные и не закономерные, алгебраические и трансцендентные; порядок алгебраических линий; особые точки кривых;

б) построение проекций, проекционные свойства кривых линий;

в) секущие, касательные и нормали к кривым линиям;

г) кривые второго порядка (эллипс, окружность, парабола, гипербола);

д) винтовые линии (цилиндрическая винтовая линия); геодезические линии.

3. Комплексные чертежи поверхностей.

3.1 Плоскости:

а) плоскость общего положения, определитель, задание на чертеже; принадлежность точки и прямой плоскости; главные линии плоскости (горизонталь, фронталь, профильная прямая), построение проекций плоских фигур при числе сторон больше трёх;

б) плоскости частного положения: проецирующие, плоскости уровня; принадлежность точки и прямой проецирующей плоскости.

3.2 Многогранные поверхности, многогранники:

а) определение, сетка многогранника, формула Эйлера для выпуклых многогранников,

б) построение проекций многогранников, очерк проекций, определение видимости;

в) принадлежность точки и линии поверхности многогранника.

3.3 Кривые поверхности:

а) закономерные и не закономерные, алгебраические и трансцендентные, порядок алгебраических поверхностей, кинематический и каркасный способ образования поверхностей;

б) определитель поверхности и его составные части (геометрическая и алгебраическая);

в) задание поверхности на чертеже, очерк проекции поверхности;

г) классификация поверхностей.

Линейчатые кривые поверхности:

а) определение, классификация, определитель;

б) разворачивающиеся линейчатые поверхности (торсы, конические, цилиндрические);

в) неразворачивающиеся линейчатые поверхности (поверхности с плоскостью параллелизма: цилиндроид, коноид, косая плоскость, прямой геликоид);

г) винтовые поверхности (прямой и наклонный геликоиды).

Поверхности вращения:

а) образование, определитель;

б) поверхности, образованные вращением прямой (цилиндр, конус, однополостный гиперболоид);

в) поверхности, образованные вращением кривых второго порядка (эллипсоид, сфера, параболоид, однополостный и двуполостный гиперболоиды, тор);

г) определение порядка поверхности;

д) построение проекций точек и линий, принадлежащих поверхностям.

Нелинейчатые кривые поверхности:

циклические и каналовые поверхности.

III. СПОСОБЫ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ КОМПЛЕКСНОГО ЧЕРТЕЖА

1. Основные принципы преобразования комплексного чертежа.

2. Способ замены плоскостей проекций.

3. Способ вращения вокруг проецирующих прямых и прямых уровня; плоско-параллельное перемещение (вращение без указания положения оси). Вспомогательное проецирование.

4. Преобразование указанными способами прямых общего положения в прямые уровня и проецирующие, плоскостей общего положения в плоскости проецирующие и уровня.

5. Применение способов преобразования комплексного чертежа к решению позиционных и метрических задач.

IV. ПОЗИЦИОННЫЕ ЗАДАЧИ

1. Задачи, выражающие отношения между геометрическими фигурами.

1.1 Задачи на принадлежность точки линии, точки и линии поверхности (см. выше).

1.2 Относительное положение прямых:

а) прямые параллельные;

б) прямые пересекающиеся;

в) прямые скрещивающиеся;

1.3 Относительное положение прямой и плоскости, двух плоскостей:

а) прямая, параллельная плоскости;

б) параллельные плоскости.

1.4 Взаимно перпендикулярные прямые и плоскости:

а) проекции прямого угла; линии наибольшего наклона;

б) прямая, перпендикулярная к плоскости;

в) взаимно перпендикулярные плоскости;

г) взаимно перпендикулярные прямые общего положения.

2. Задачи, в которых определяются общие элементы (точки или линии) геометрических фигур.

2.1 Определение общих элементов простейших геометрических фигур из условия принадлежности (одна из фигур или обе занимают проецирующее положение):

а) построение точки пересечения прямой общего положения с проецирующей плоскостью;

б) построение точки пересечения плоскости общего положения с проецирующей прямой;

- в) построение линии пересечения плоскости общего положения с проецирующей плоскостью;
- г) построение линии пересечения двух проецирующих плоскостей.

2.2. Первая позиционная задача (построение точек пересечения линии и поверхности):

- а) общая схема решения;
- б) принцип выбора вспомогательной поверхности, составление алгоритма;
- в) построение точки пересечения прямой общего положения с плоскостью общего положения;
- г) построение точек пересечения прямых общего и частного положения с поверхностью многогранника;
- д) построение точек пересечения прямых общего и частного положения с кривой поверхностью (конуса, цилиндра, сферы, тора и др.);
- е) составление алгоритма решения указанных задач, запись его в символической форме, определение видимости на комплексном чертеже.

2.3 Вторая позиционная задача (построение линии пересечения двух поверхностей).

1. Основные теоретические положения:

- а) виды линий пересечения;
- б) способ их задания;
- в) классификация точек линии пересечения;
- г) способ построения точек, принадлежащих линии пересечения;
- д) общая схема решения задачи;
- е) виды вспомогательных поверхностей и их выбор.

2. Построение линии пересечения поверхностей способом вспомогательных плоскостей:

- а) двух плоскостей общего положения;
- б) многогранника с плоскостью частного и общего положения;
- в) кривой поверхности с плоскостью частного и общего положения;
- г) конические сечения – виды и построение;
- д) двух многогранников,
- в) многогранной и кривой поверхностей .
- ж) двух кривых поверхностей.

3. Построение линии пересечения двух кривых поверхностей способом вспомогательных сфер:

- а) соосные поверхности вращения; построение линии их пересечения;
- б) обоснование способа сфер;
- в) построение линии пересечения двух поверхностей вращения, оси которых пересекаются и принадлежат плоскости уровня, способом концентрических сфер;
- г) построение линии пересечения двух кривых поверхностей, имеющих круговые сечения и общую плоскость симметрии, способом эксцентрических сфер.

4. Особые случаи пересечения поверхностей второго порядка:

- а) порядок линии пересечения поверхностей второго порядка в общем случае и возможность ее распада на кривые низших порядков;
- б) теоремы (три), содержащие признаки распада кривой четвертого порядка на две кривые второго порядка;
- в) примеры применения указанных теорем к решению задач.

V. КОМПЛЕКСНЫЕ ЗАДАЧИ

Задачи, в которых на искомый элемент наложены два или более условий:

- а) общая схема решения;
- б) стадии решения: анализ, алгоритм, исследование, построение на комплексном чертеже;
- в) примеры решения задач.

VI. ПОСТРОЕНИЕ РАЗВЕРТОК ПОВЕРХНОСЕЙ

(точных, приближенных, условных)

1. Общие понятия и определения:

- а) какие поверхности называются развертываемыми;
 - б) что называется разверткой поверхности;
 - в) основные свойства разверток;
 - г) какие поверхности обладают свойством развертываемости.
2. Построение разверток пирамидальных и конических поверхностей.
3. Построение разверток призматических и цилиндрических поверхностей
4. Построение условных разверток неразвертывающихся поверхностей (способ аппроксимации).
5. Решение метрических задач с помощью разверток.

МЕТОДИКА ИЗУЧЕНИЯ КУРСА

Одной из основных целей изучения начертательной геометрии является развитие пространственного представления и воображения, конструктивно-геометрического мышления, способностей к анализу и синтезу пространственных форм на основе графических моделей пространства, практически реализуемых в виде чертежей конкретных пространственных объектов.

В процессе изучения начертательной геометрии необходимо освоить способы построения графических моделей объектов, основанных на параллельном (в частности ортогональном) и центральном проецировании, а также приобрести навыки решения на этих моделях задач, связанных с пространственными формами.

Изучение курса начертательной геометрии при заочном обучении состоит в самостоятельной работе с учебной литературой [1, 2, 3, 4, 5], решении задач в рабочей тетради [6], и выполнении семи контрольных графических заданий. Лекции и практические задания для студентов заочного факультета проводятся только по наиболее важным разделам курса в период лабораторно – экзаменационной сессии.

Приступая к изучению начертательной геометрии, следует повторить стереометрию, обратив особое внимание на главы о прямых, плоскостях и свойствах геометрических фигур.

Начертательная геометрия является наукой, которая имеет строгие теоретические обоснования. Она рассматривает свои вопросы в определенной логической последовательности, используя принцип «от простого к сложному». Сложность материала с каждой страницей учебника возрастает, круг рассматриваемых вопросов расширяется и углубляется. Непонятое или пропущенное на начальной стадии изучения курса препятствует усвоению последующего материала. Поэтому только при систематическом изучении теоретического материала, закреплении его путем решения задач и выполнения в срок контрольных графических заданий можно рассчитывать на успех в овладении этой дисциплиной.

Студенту-заочнику рекомендуется работать с учебником, по меньшей мере, дважды. При первом чтении учебника необходимо получить лишь общее представление о содержании темы, разобратся в построениях на чертежах, выявить наиболее трудные вопросы.

При повторном чтении учебника нужно постараться усвоить теоретические положения, доказательства теорем, приемы решения задач и составить конспект. В конспекте в сжатом виде записываются теоретические положения изучаемой темы, формулировки и доказательства теорем, выводы, делаются необходимые графические построения, воспроизводятся решения приводимых в учебнике задач.

Для окончательного закрепления материала необходимо решить из рабочей тетради задачи, относящиеся к изучаемой теме. Переходить к изучению следующей темы курса следует только после твердого усвоения предыдущей.

Изображаемые на чертеже геометрические образы и выполняемые на нем графические построения нужно мысленно представлять в пространстве. Необходимое для этого пространственное мышление развивается постепенно, по мере изучения курса. Поэтому вначале полезно прибегать к аксонометрическим рисункам или изготовлению простейших пространственных моделей (из картона, бумаги, проволоки, пластилина и т.п.). По мере изучения курса надобность в них отпадает в связи с приобретением навыка чтения комплексных чертежей.

Все графические построения, проводимые при изучении материала и решении задач, должны выполняться при помощи чертежных инструментов и с применением цветных карандашей. Использование цветных карандашей в значительной степени облегчает чтение чертежа.

Все точки, линии, плоскости, заданные и полученные в процессе построений, должны быть обозначены.

Завершающим этапом изучения курса является очное собеседование с преподавателем - рецензентом по задачам, решенным в рабочей тетради, и контрольным графическим заданиям с целью выявления самостоятельности их выполнения и решения вопроса о допуске к экзамену. Собеседование проводится по расписанию деканата.

КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

Студенты в первом семестре выполняют семь контрольно-графических заданий.

Правильность решения задач, входящих в контрольное задание и качество их графического исполнения являются основанием для оценки знания основных теоретических положений курса, умения применять их при решении конкретных практических задач, уровня развития пространственного мышления студента.

Каждое контрольное задание имеет варианты. Номер варианта студенту присваивается преподавателем при его посещении установочных лекций. Произвольный выбор варианта не разрешается.

Контрольное задание зачитывается только при правильном решении задач, входящих в него и графическом исполнении в соответствии с установленными требованиями.

Защита выполненного контрольного задания или консультации по его выполнению проводятся на еженедельных консультациях в соответствии с расписанием. Если студент, по каким либо причинам не может посещать еженедельные консультации, то защита контрольного задания проходит во время зимней экзаменационной сессии.

ВЫПОЛНЕНИЕ И ОФОРМЛЕНИЕ КОНТРОЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ

1. Приступать к выполнению контрольного – графического задания следует только после тщательной проработки и усвоения соответствующих тем курса и решения относящихся к ним задач в рабочей тетради.

Предварительно нужно решать все задачи контрольного задания на черновиках. Черновики рекомендуется выполнять в масштабе 1:1 на бумаге в клетку при помощи чертежных инструментов.

Выполнение таких черновиков позволяет лучше осмыслить решение задачи, выявить вопросы, по которым требуется консультация преподавателя, обнаружить пробелы в знаниях, решить вопрос наилучшего использования поля чертежа.

После тщательной отработки черновиков можно приступить к выполнению чистового варианта контрольного задания.

2. Графическое исполнение контрольных заданий должно соответствовать правилам выполнения и оформления чертежей, содержащимся в сборниках стандартов ЕСКД.

3. При выполнении заданий необходимо уделять большое внимание компоновке графических изображений на поле формата. Проекция геометрических фигур, построения и надписи должны быть равномерно и рационально размещены на поле формата. В этой работе большую помощь оказывают черновики, о которых говорилось выше.

4. Контрольные задания следует выполнять на листах чертежной бумаги формата А3 (420×297 мм) ГОСТ 2.301-68. Внутри формата наносится рамка поля чертежа на расстоянии 20 мм от левой границы формата и 5 мм от трех других.

В правом нижнем углу формата вплотную к рамке наносится основная надпись. Форма, размеры и содержание основной надписи приведены на рис. 1.



Рис. 1

5. Комплексные чертежи выполняются в бесосной системе по размерам, указанным в соответствующем приложении, при помощи чертежных инструментов, в масштабе 1:1 (размеры на чертеже не проставлять).

6. Все геометрические элементы задач (точки, линии, плоскости), заданные и полученные в процессе построений, должны быть снабжены буквенными или цифровыми обозначениями.

Буквенные и цифровые обозначения на поле чертежа и основной надписи следует выполнять стандартным шрифтом согласно ГОСТ 2.304-81. Все буквенные и цифровые обозначения на комплексном чертеже следует выполнять шрифтом типа «Б» под углом 75° к горизонтальной стороне формата.

7. Вначале весь чертеж выполняется тонкими линиями (0,15 мм), ясно различимыми и правильного начертания в соответствии с ГОСТ 2.303-68. Следует обратить особое внимание на выполнение осевых штрихпунктирных линий и штриховых линий невидимого контура. Этим обеспечивается точность построений, возможность легко исправить допущенные ошибки, удалить вспомогательные линии и т.п.

Необходимую толщину линиям чертежа придают при обводке карандашом, соблюдая требования стандарта. Толщина сплошной основной толстой линии, обозначаемая буквой *s*, должна быть в пределах от 0,5 до 1,4 мм. Проекция заданных геометрических фигур и все построения выполняются чертежными карандашами с обозначением «ТМ» или «НВ», искомые геометрические фигуры – цветным (красным, синим или зеленым).

КОНТРОЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ № 1

Построить линию пересечения многогранника заданными проецирующими плоскостями в трех проекциях. Задания по вариантам в приложении №1 (задача №1)

Методические указания

Многогранники – это замкнутые геометрические фигуры, ограниченные плоскими многоугольниками. Построение проекции многогранников на чертеже сводится к изображению их ребер и вершин, т.е. прямых и точек. Простейшие многогранники – пирамиды и призмы.

Линия пересечения поверхности проецирующей плоскостью представляет собой плоскую ломаную замкнутую линию, вершины которой – точки пересечения ребер, а стороны – линии пересечения граней многогранника с плоскостью. Одна проекция линии пересечения совпадает с проекцией секущей плоскости в пределах очерка пересекаемой поверхности. Вторая проекция линии пересечения строится по точкам по условию принадлежности этих точек заданной поверхности. В первую очередь определяют опорные точки – точки, принадлежащие участвующим в пересечении ребрам многогранника (**точки на ребрах**).

Рассмотрим пример: построение линии пересечения пирамиды горизонтально проецирующей плоскостью (рис. 2).

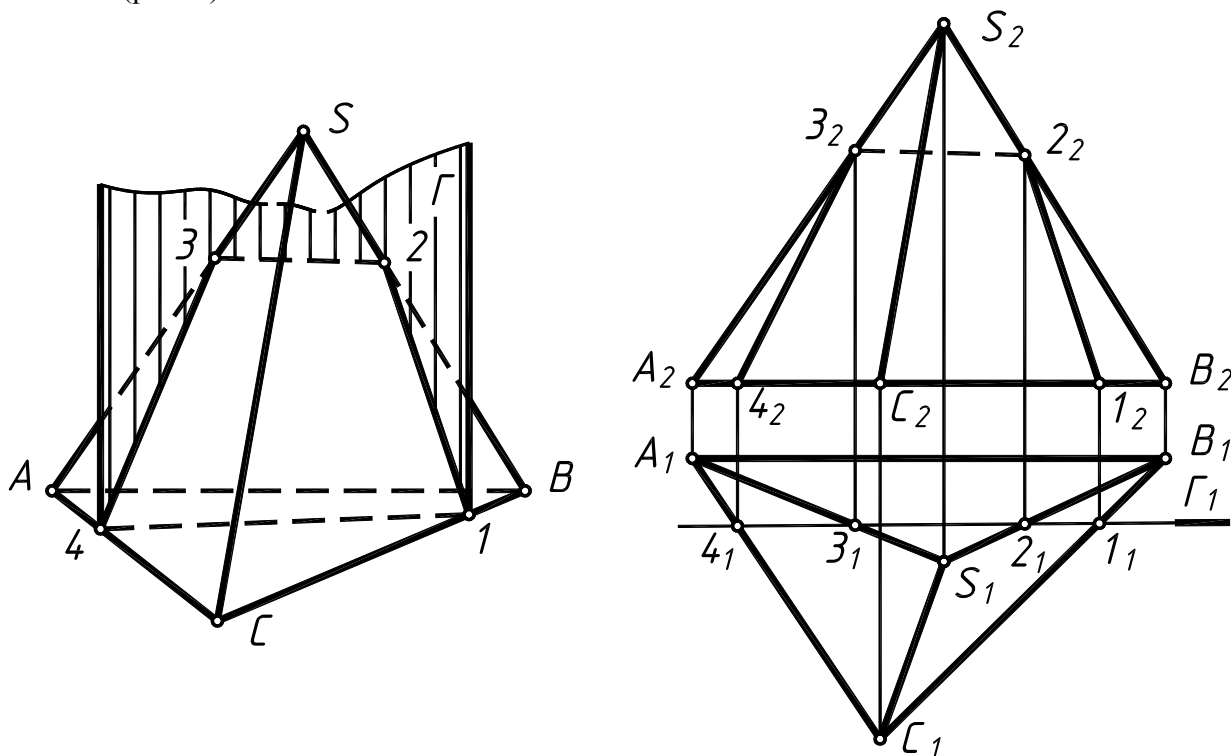
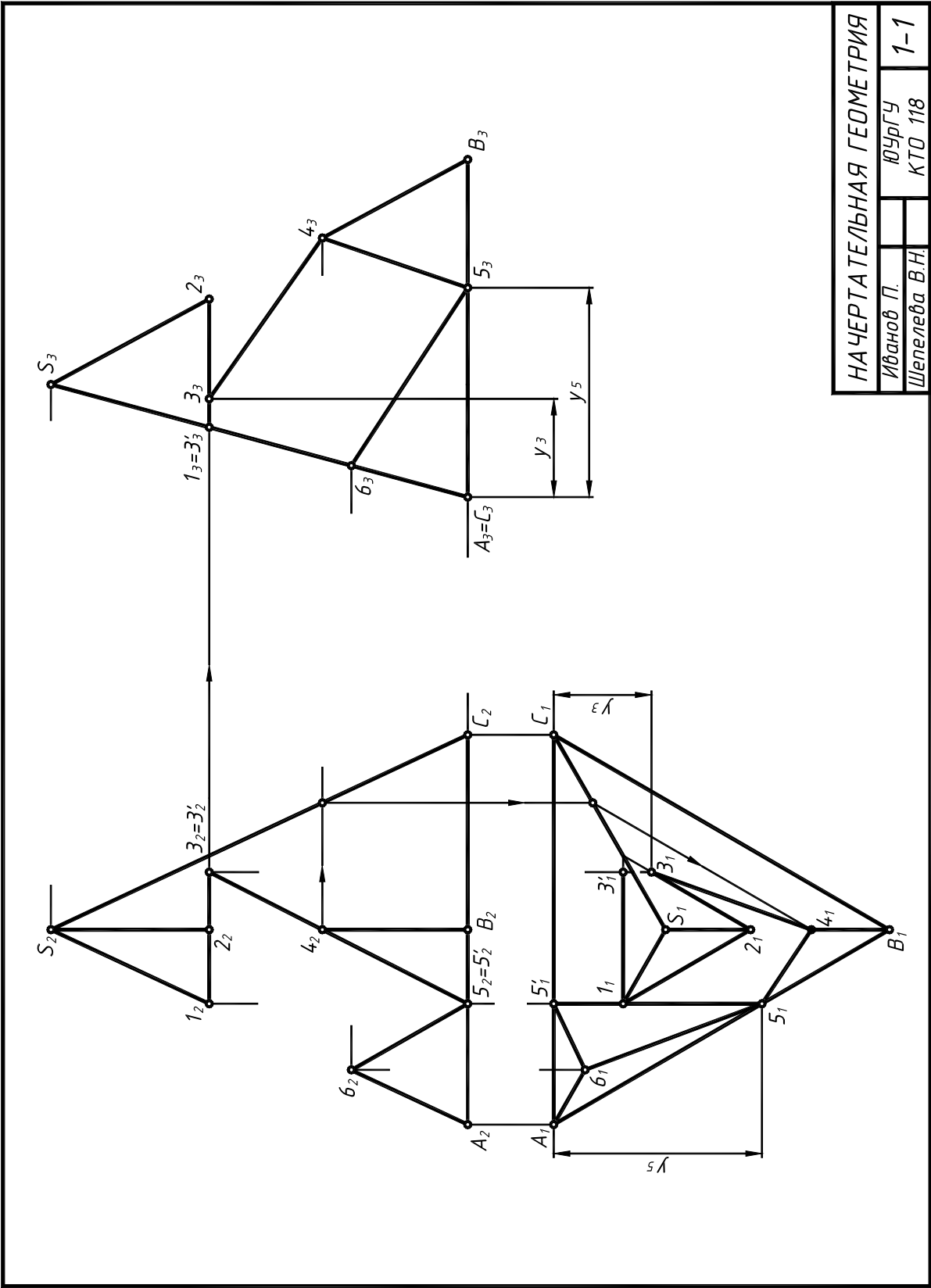


Рис. 2

Горизонтальные проекции опорных точек $1, 2, 3, 4$ находим в местах пересечения ребер пирамиды плоскостью Γ . Фронтальные проекции этих точек определяем с помощью линий связи на соответствующих ребрах пирамиды. Участок $2-3$ ломаной на Π_2 не виден, так как он принадлежит невидимой грани ASB .

Пример выполнения задачи №1 приведен на рис. 3.



НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ			
Иванов П.	ЮЧрГУ	1-1	
Шепелева В.Н.	КТО 118		

Рис. 3

КОНТРОЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ № 2

Построить линию пересечения тела вращения заданными проецирующими плоскостями в трех проекциях. Задания по вариантам в приложении №1 (задача №2)

Методические указания

Поверхность вращения образуется вращением какой-либо линии (образующей) вокруг неподвижной оси. В зависимости от вида образующей (прямая или кривая линия) поверхности вращения могут быть линейчатыми (цилиндр, конус) и нелинейчатыми (сфера, тор).

Прямой круговой цилиндр образуется вращением прямой вокруг оси, параллельной образующей. Прямой круговой конус образуется вращением прямой вокруг оси, пересекающейся с этой образующей. Сфера образуется вращением окружности вокруг одного из ее диаметров.

Линия пересечения поверхности вращения проецирующей плоскостью представляет собой плоскую замкнутую кривую. Для построения этой кривой определяем точки пересечения ряда образующих поверхности с секущей плоскостью. К опорным точкам линии относятся: **экстремальные** (высшая, низшая, ближняя, дальняя, левая, правая) и **очерковые**. При решении задач на пересечение поверхности вращения проецирующей плоскостью очерковые точки одновременно являются **точками смены видимости**.

Рассмотрим пример: построение линии пересечения цилиндра фронтально проецирующей плоскостью (рис. 4).

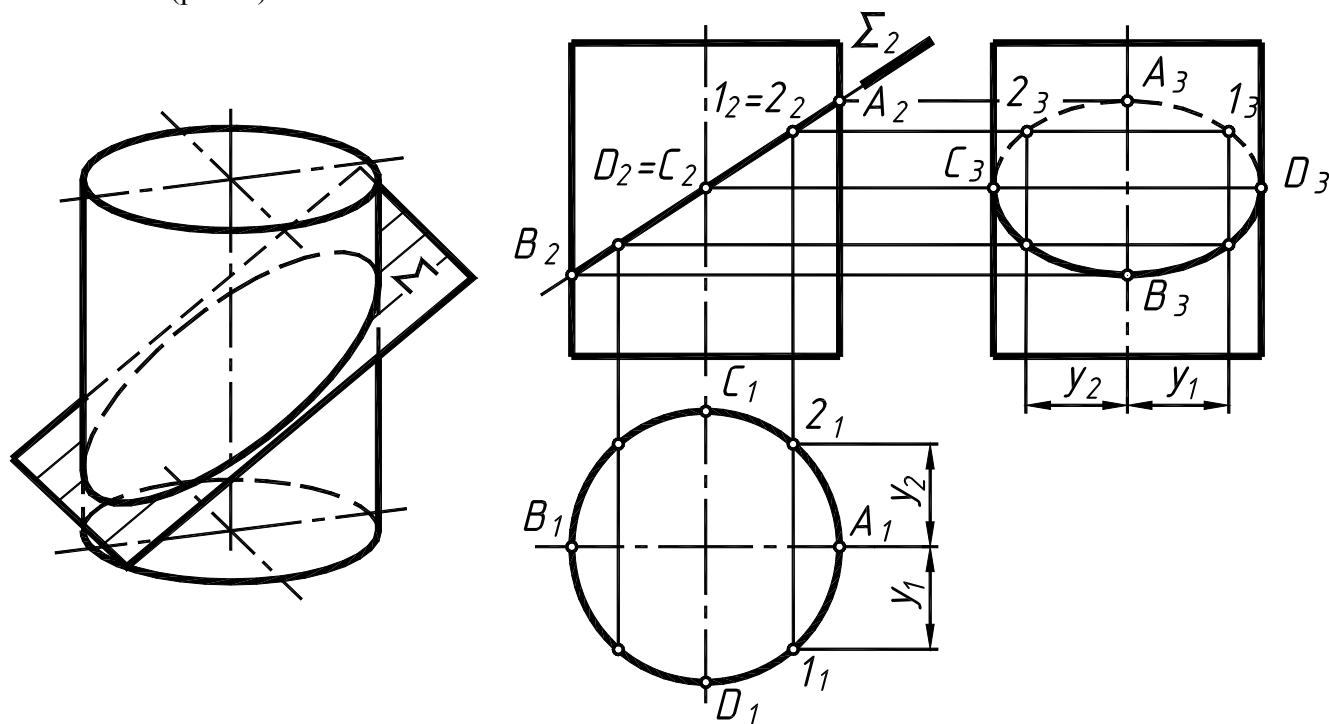


Рис. 4

Секущая плоскость не перпендикулярна оси вращения цилиндра. Линия пересечения – **эллипс**. На плоскости Π_2 эллипс проецируется в отрезок $[A_2 B_2]$, на плоскость Π_1 – в окружность, совпадающую с проекцией цилиндрической поверхности, на плоскость Π_3 – в эллипс.

Профильные проекции точек, принадлежащих эллипсу, строим по двум известным проекциям (горизонтальной и фронтальной). В первую очередь определяем проекции высшей A и низшей B точек, очерковых относительно Π_3 (C и D), затем – промежуточных, например, 1 и 2 .

Соединив полученные точки плавной кривой с учетом видимости, получим эллипс, являющийся профильной проекцией фигуры сечения. Точки C и D являются точками смены видимости на Π_3 .

Рассмотрим пример: построение линии пересечения сферы фронтально проецирующей плоскостью (рис. 5).

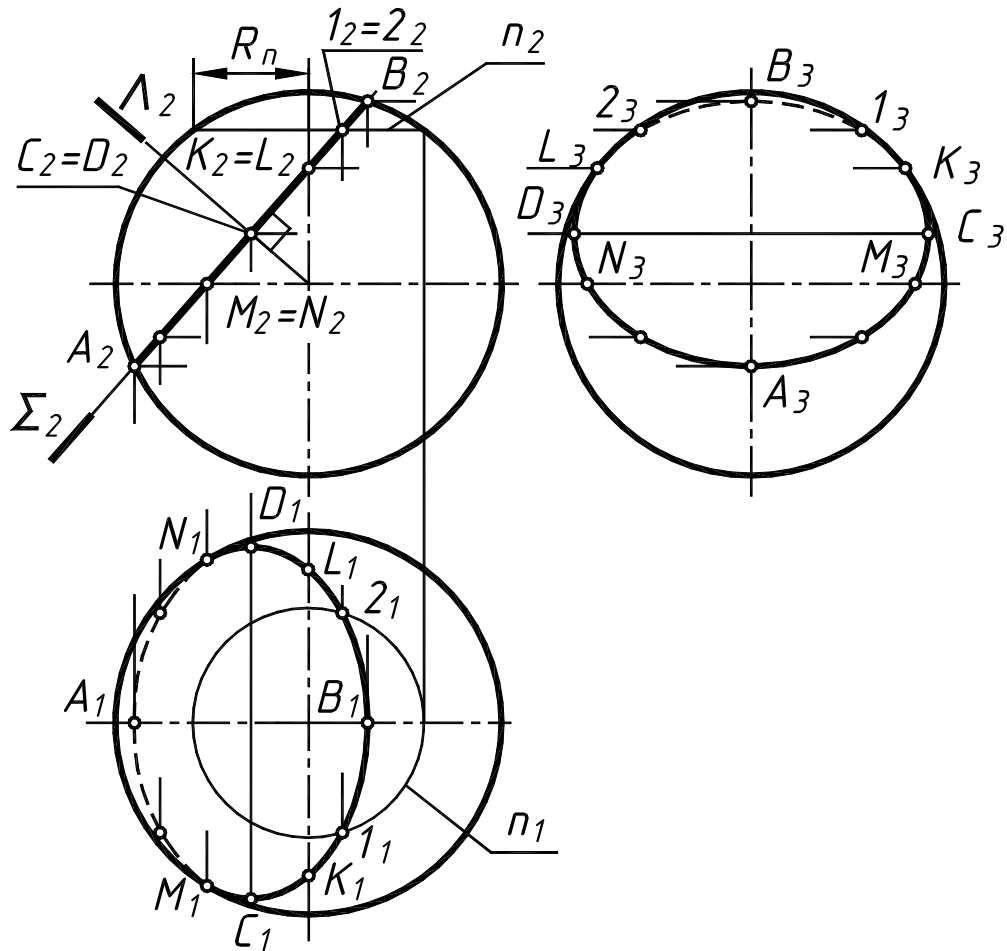


Рис. 5

Сферу плоскость пересекает по окружности. В зависимости от положения секущей плоскости относительно плоскостей проекций окружность может проецироваться в прямую, окружность или эллипс. Окружность сечения проецируется на плоскость Π_2 в отрезок A_2B_2 , на плоскость Π_1 – в эллипс, который строится по точкам. Точки A и B являются экстремальными относительно Π_1 : B – высшая точка, A – низшая.

Их фронтальные проекции совпадают с точками пересечения фронтальной проекции плоскости Σ с очерком фронтальной проекции сферы. Их горизонтальные проекции находим по линиям связи на горизонтальной проекции главного меридиана.

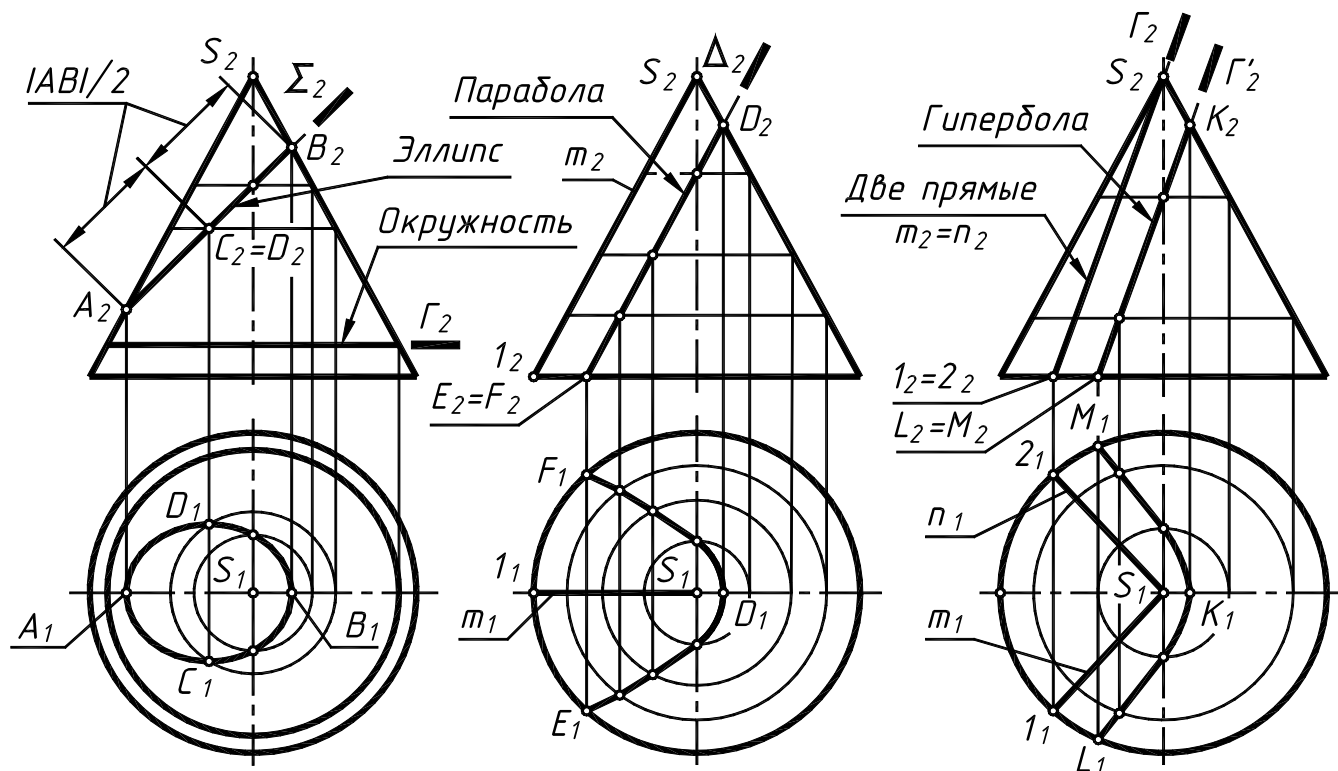
Фронтальные проекции точек M и N (точек смены видимости относительно Π_1) находим на пересечении Σ_2 с фронтальной проекцией экватора сферы. Их горизонтальные проекции находим по линиям связи на очерке горизонтальной проекции сферы.

Экстремальные относительно Π_2 точки C и D (самая ближняя и самая дальняя) определяются при помощи общей плоскости симметрии Λ , которая проводится через центр сферы перпендикулярно плоскости Σ .

Для нахождения промежуточных точек 1 и 2 используем параллель n , проходящую через эти точки. Радиус параллели R_n , как и любой другой, измеряем от оси до очерка. На Π_1 параллель проецируется в окружность.

Соединив полученные точки плавной кривой с учетом видимости, получим эллипс, являющийся горизонтальной проекцией фигуры сечения.

Рассмотрим пример: построение линий пересечения конуса проецирующими плоскостями (рис.6).



Плоскость Σ пересекает все образующие конуса. Линия сечения – **эллипс**. Плоскость Γ перпендикулярна оси конуса. Линия сечения – **окружность**.

Плоскость Δ параллельна одной образующей конуса m ($S-1$). Линия сечения – **парабола**.

Плоскость Γ проходит через вершину конуса S . Линия сечения – две прямые m ($S-1$) и n ($S-2$). Плоскость Γ' параллельна двум образующим m и n . Линия сечения – **гипербола**.

Рис. 6

На рис. 7 приведен пример решения задачи №2 – пересечение кривой поверхности (конуса) проецирующими плоскостями.

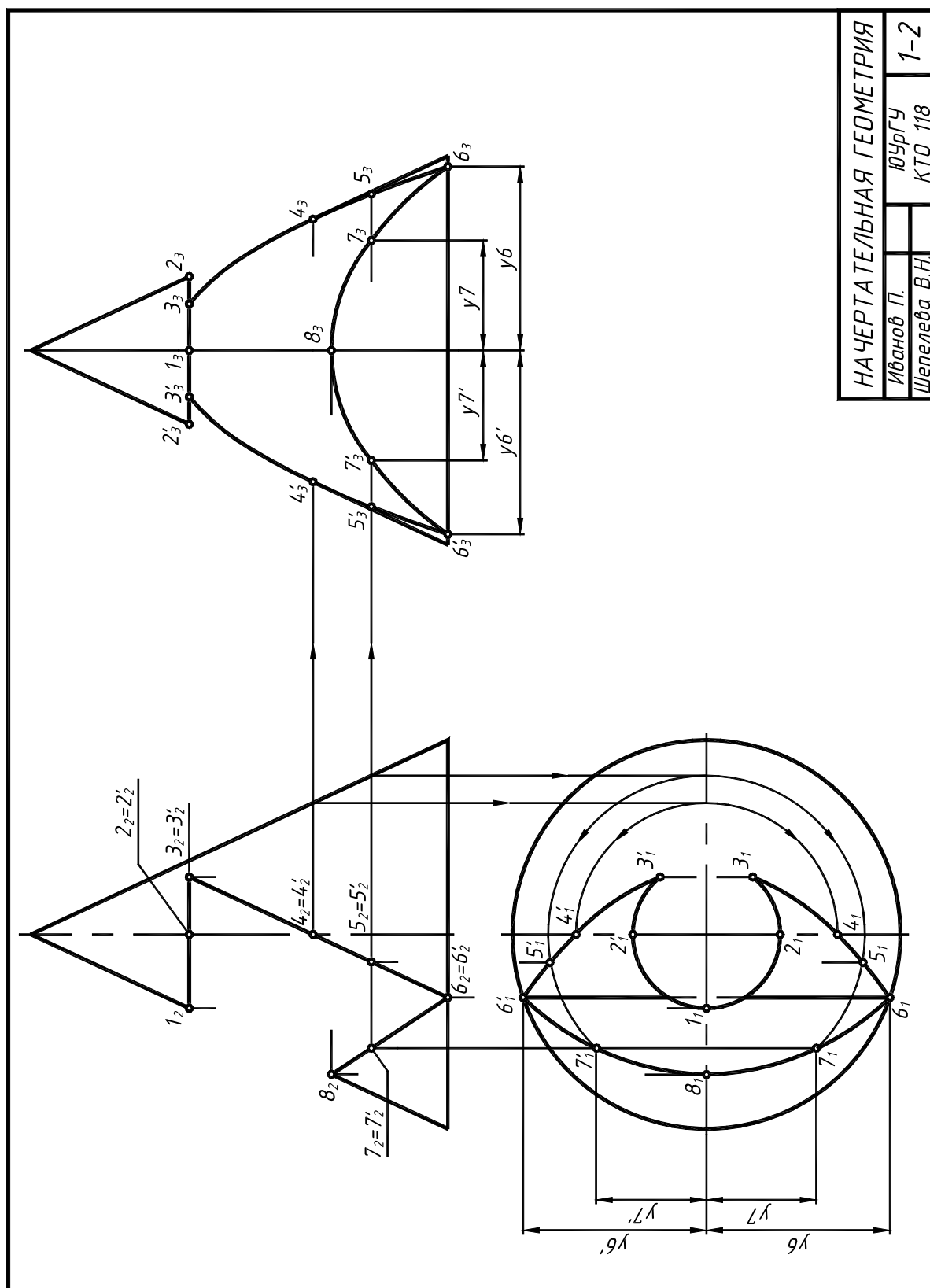


Рис. 7

КОНТРОЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ № 3

Построить линию пересечения двух многогранных поверхностей в трех проекциях. Задания по вариантам в приложении №1 (задача №3)

Методические указания

Две поверхности, независимо от их вида, пересекаются по линии (совокупности линий), которая одновременно принадлежит каждой из них.

В зависимости от вида и взаимного положения поверхностей линия их пересечения может быть **прямой** (пересечение двух плоскостей), плоской **ломаной** (пересечение многогранника плоскостью) или пространственной **ломаной** (пересечение многогранников), плоской **кривой** (пересечение кривой поверхности плоскостью) или пространственной **кривой** (пересечение кривых поверхностей).

Построение этой линии (независимо от ее формы) сводится к построению ряда точек, одновременно принадлежащих каждой из пересекающихся поверхностей. Линия, в определенном порядке соединяющая эти точки, является искомой. Точки, образующие линию пересечения, разделяют на **опорные** и **промежуточные**. Опорными точками являются:

точки, принадлежащие участвующим в пересечении ребрам многогранника (**точки на ребрах**);

точки, проекции которых расположены на очерковых линиях соответствующих проекций поверхности (**очерковые**);

экстремальные точки, то есть самая близкая и самая удаленная точки линии пересечения относительно той или иной плоскости проекций. Экстремальные точки относительно плоскости Π_1 называются высшей и низшей. Высшую и низшую точки линии пересечения поверхности вращения с плоскостью или двух поверхностей вращения определяют с помощью общей плоскости симметрии (ОПС). В случае пересечения поверхности вращения с плоскостью общая плоскость симметрии должна проходить через ось поверхности вращения и быть перпендикулярной к секущей плоскости. В случае пересечения поверхностей вращения ОПС должна проходить через их оси.

Последовательность решения задач на построение линии пересечения поверхностей

При решении задач на построение линий пересечения поверхностей (независимо от способа нахождения искомых точек) целесообразно придерживаться общей схемы:

1. Анализируем условие задачи:

а) выясняем вид заданных поверхностей (многогранники, многогранник и кривая поверхность, две кривых поверхности);

б) выясняем расположение заданных поверхностей относительно друг друга (**врезка** – частичное пересечение, или **проницание** – полное пересечение, когда все образующие или ребра одной поверхности пересекаются с другой поверхностью);

в) выясняем расположение заданных поверхностей относительно плоскостей проекций, – занимает ли, какая либо поверхность на той или иной плоскости проецирующее положение. Проецирующими могут быть призма или цилиндр.

2. Определяем характер линии пересечения:

а) при пересечении многогранников строим **замкнутую ломаную** при врезке и **две замкнутых ломаных** при проницании;

б) при пересечении многогранника и кривой поверхности строим **совокупность плоских кривых**, каждая из которых является результатом пересечения кривой поверхности с одной из граней многогранника. Кривые попарно пересекаются в точках пересечения ребер многогранника с кривой поверхностью.

в) при пересечении кривых поверхностей строим **замкнутую кривую**, которая может распадаться на две в случае проницания.

3. Строим опорные точки (точки на ребрах, экстремальные и очерковые).

4. Строим промежуточные точки линии пересечения. Если одна из поверхностей является проецирующей, заранее известна, хотя бы одна проекция линии пересечения. Она совпадает с проекцией проецирующей поверхности в пределах очерка второй заданной поверхности. В этом случае другие проекции точек линии пересечения находим по принадлежности второй, не проецирующей поверхности. Если заданные поверхности не являются проецирующими, заранее не известна ни одна из проекций линии пересечения. В этом случае для нахождения точек линии пересечения используем способ вспомогательных плоскостей или сфер.

5. Соединяем найденные точки (прямой или ломаной). Определяем на всех проекциях видимость проекций линии пересечения, видимость очерков поверхностей, обводим чертеж.

Рассмотрим пример: построение линии пересечения пирамиды и призмы. Определение видимости (рис. 8).

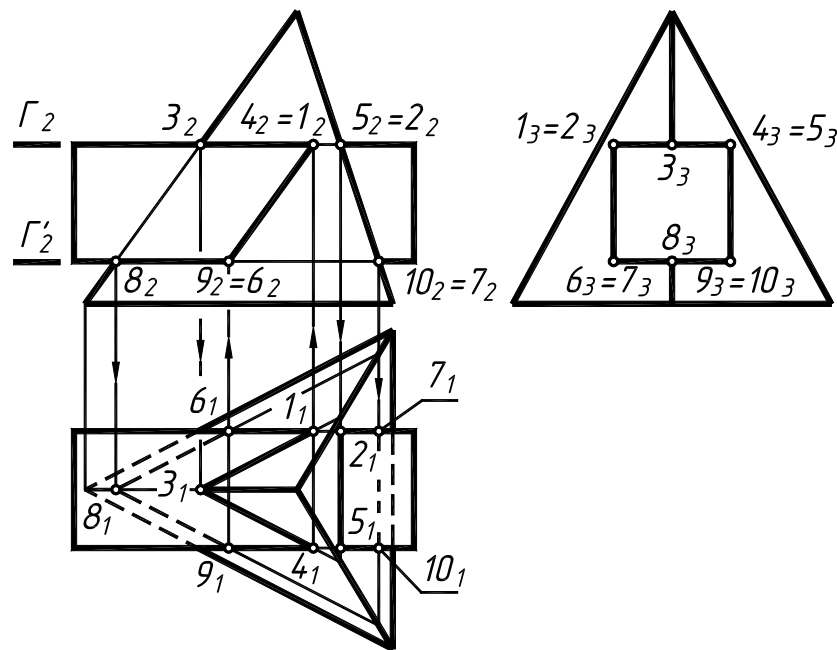


Рис. 8

1. Заданы многогранники. Все ребра призмы пересекают грани пирамиды. Имеем случай проницания. Призма занимает проецирующее положение на Π_3 .

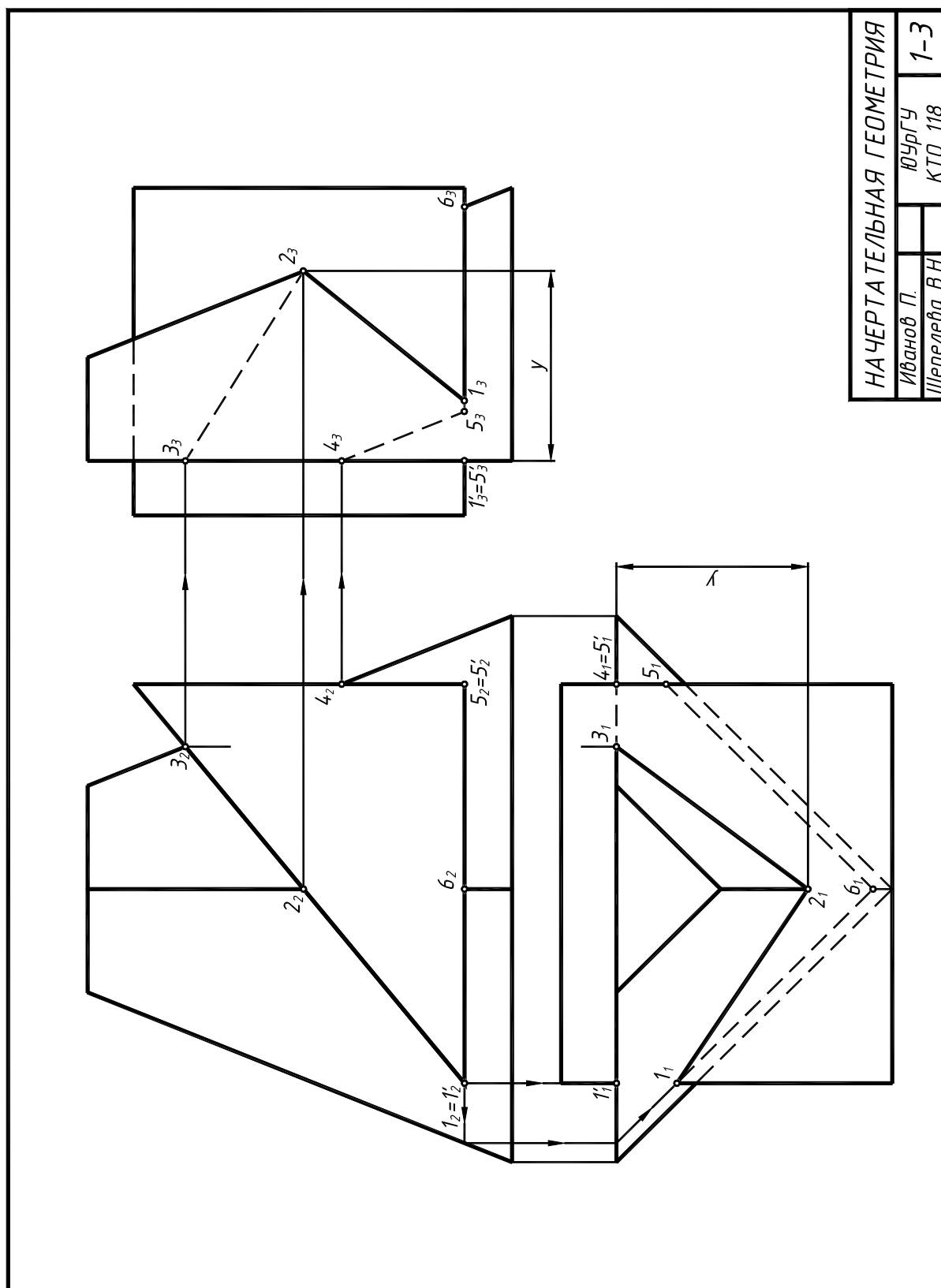
2. Линия пересечения распалась на две **замкнутые ломаные линии**: пространственную $1-6-8-9-4-3-1$ и плоскую $2-5-10-7-2$. Профильная проекция линии пересечения совпадает с проекцией призмы.

3. Опорные точки пересечения ребер призмы с гранями пирамиды определены при помощи горизонтальных плоскостей уровня Γ и Γ' , а точки пересечения ребра пирамиды с гранями призмы – из условия принадлежности.

4. Определять промежуточные точки нет необходимости.

5. Вершины ломаной линии, которые принадлежат одной паре пересекающихся граней пирамиды и призмы, соединяем отрезками прямых с учетом видимости. Видимыми относительно той или иной плоскости проекций считаются те участки ломанной, которые являются линией пересечения двух видимых относительно этой плоскости проекций граней многогранников.

Участки $6_1-8_1-9_1$ и 7_1-10_1 ломанной на Π_1 невидимы, так как являются результатом пересечения невидимой грани призмы с поверхностью пирамиды. На рис. 9 приведен пример задачи №3.



НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ			
Иванов П.	ЮУрГУ	1-3	
Шепелева В.Н.	КТО 118		

Рис. 9

КОНТРОЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ № 4

Построить линию пересечения двух поверхностей (многогранной и кривой) в трех проекциях. Задания по вариантам в приложении №1 (задача №4)

Методические указания

Линия пересечения многогранной и кривой поверхностей является **совокупностью нескольких плоских кривых**, каждая из которых – результат пересечения кривой поверхности с одной из граней многогранника. В случае проникновения эта совокупность плоских кривых распадается на две и более части. Отдельные участки линии, получаемые при пересечении, представляют собой кривые: эллипс, окружность, гиперболу, параболу и др. Опорные точки – это точки пересечения ребер многогранника с кривой поверхностью, экстремальные и точки смены видимости.

Рассмотрим пример: построение линии пересечения призмы и конуса. Определение видимости (рис. 10).

1. Задана кривая поверхность (конус) и многогранная (призма). Случай врезки. Призма занимает проецирующее положение относительно Π_3 .

2. Проекция линии пересечения совпадает с профильным очерком призмы в пределах очерка конуса. Линия пересечения состоит из частей эллипса (точки $1-C-E-A-F-D-1$), окружности ($1-4-2-2'-4'-1$) и гиперболы ($2-5-3-5'-2$), которые пересекаются в точках на ребрах призмы ($1, 1', 2$ и $2'$).

3 Опорные точки: на ребрах призмы ($1, 1', 2$ и $2'$), высшая и низшая точки эллипса A и B , точки C и D ограничивают малую ось эллипса, очерковые – $3, E, F, 4, 4'$.

4. Промежуточные точки 5 и $5'$ для построения гиперболы. Все точки найдены из условия их принадлежности поверхности конуса.

5. Полученные точки соединим плавными кривыми с учетом видимости. Эллипс на Π_2 не виден, так как принадлежит не видимой грани призмы.

На рис. 11 приведен пример решения задачи №4.

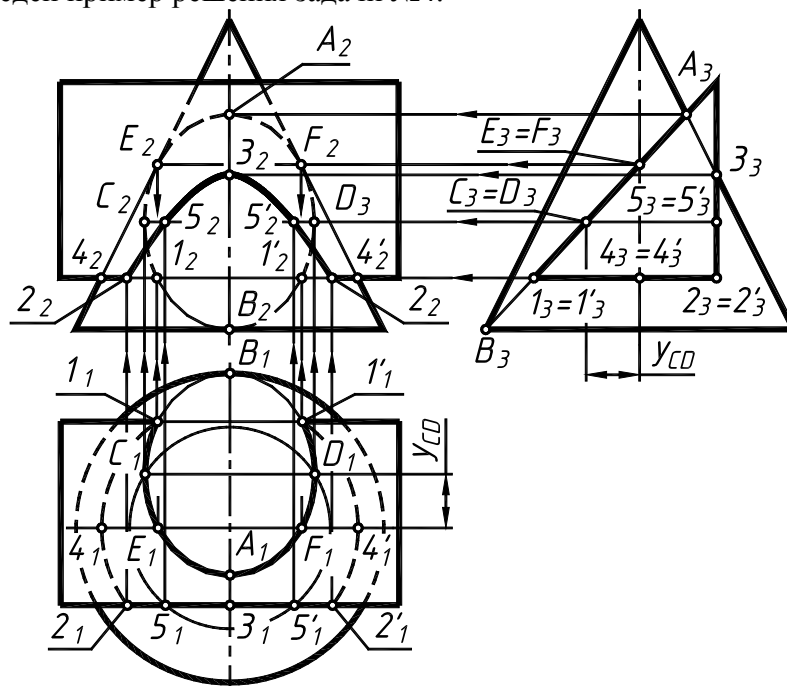


Рис. 10

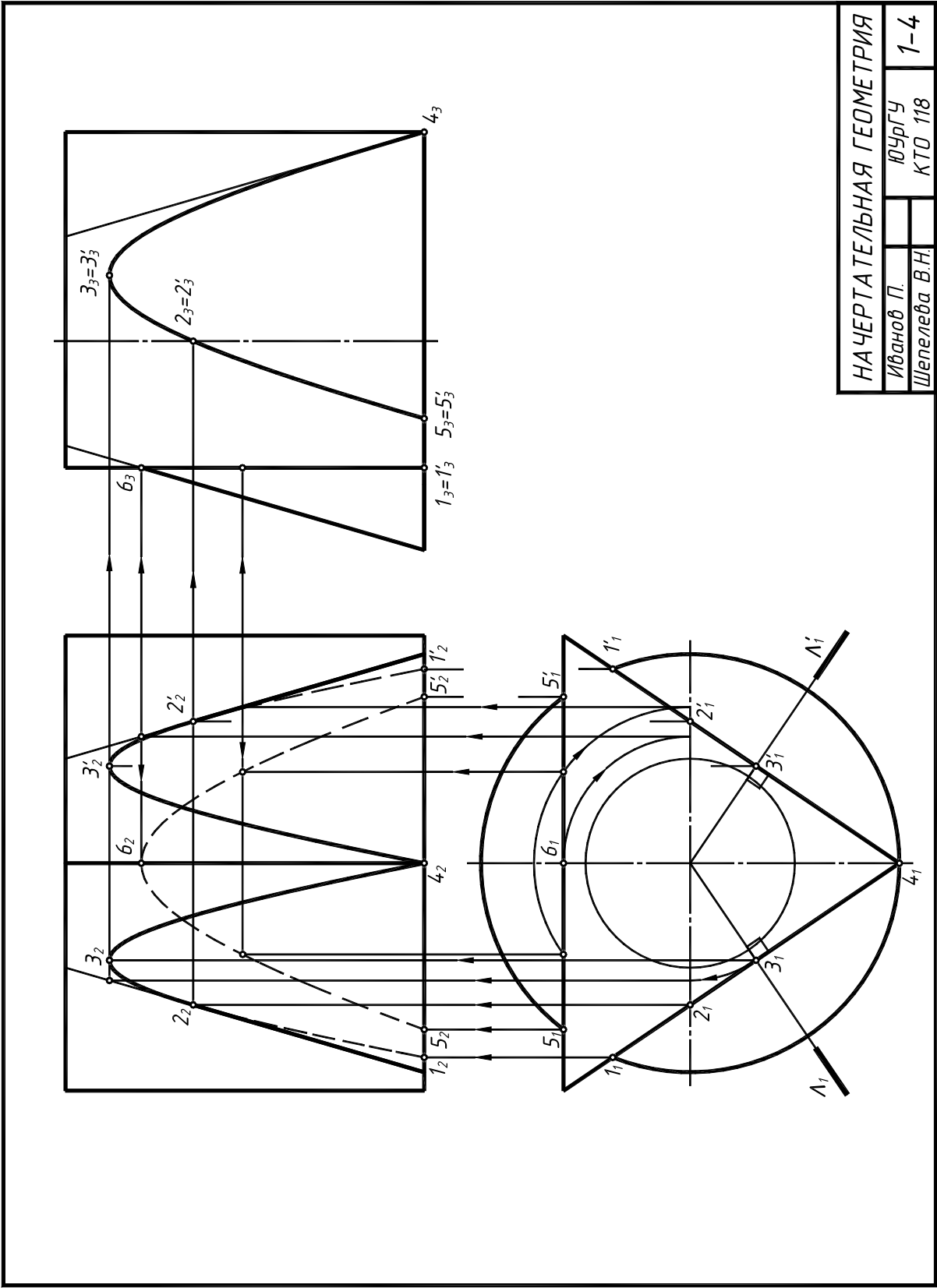


Рис. 11

КОНТРОЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ № 5

Построить линию пересечения двух кривых поверхностей в трех проекциях.
Задания по вариантам в приложении №2 (задача №5)

Методические указания

Линия пересечения двух кривых поверхностей в общем случае (случай врезки) представляет собой **пространственную кривую**, которая может распадаться на две и более части (случай проникания). Опорные точки: экстремальные и очерковые. Экстремальные точки находят с помощью общей плоскости симметрии заданных поверхностей.

Точки линии пересечения (опорные и промежуточные) находим из условия принадлежности (если одна из заданных поверхностей является проецирующей), или с помощью вспомогательных поверхностей.

Рассмотрим пример: построение линии пересечения конуса и цилиндра. Определение видимости (рис. 12).

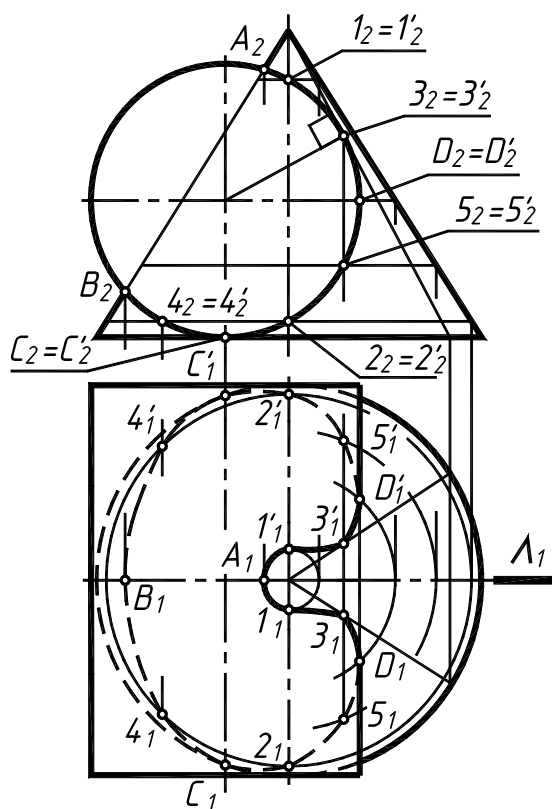


Рис 12

линии пересечения применяют способ вспомогательных поверхностей – плоскостей или сфер.

Способ вспомогательных плоскостей:

- 1) проводят вспомогательную плоскость Γ , пересекающую заданные поверхности;
- 2) определяют линии m и n пересечения вспомогательной плоскости Γ с каждой из заданных поверхностей;
- 3) отмечают точки пересечения построенных линий m и n , которые являются искомыми, так как одновременно принадлежат заданным поверхностям.

Многочисленное применение указанного способа позволяет определить достаточное количество точек, принадлежащих линии пересечения заданных поверхностей.

1. Заданы кривые поверхности. Случай врезки. Цилиндр занимает проецирующее положение на фронтальной плоскости проекции.

2. Линия пересечения – пространственная замкнутая кривая, фронтальная проекция которой совпадает с проекцией цилиндра на Π_2 в пределах очерка конуса.

3. Опорные точки: A , C и C' , являются экстремальными относительно Π_1 : A – высшая точка, C и C' – низшие. D и D' – очерковые (точки смены видимости относительно Π_1). Точки 1 , $1'$ и 2 , $2'$ – очерковые относительно Π_3 . Точки 3 и $3'$ – точки касания образующих конуса и цилиндра также являются экстремальными.

4. Промежуточные точки 4 , $4'$ и 5 , $5'$. Опорные и промежуточные точки найдены по принципу принадлежности точки поверхности конуса (с помощью параллелей).

5. Соединив полученные точки плавной кривой с учетом видимости, получим горизонтальную проекцию линии пересечения заданных поверхностей.

Если ни одна из заданных поверхностей не является проецирующей, для нахождения точек

При решении задач на построение линии пересечения поверхностей вспомогательные секущие плоскости следует выбирать так, чтобы они пересекали каждую из заданных поверхностей по линиям, проекции которых были бы прямыми или окружностями.

Рассмотрим пример: построение линии пересечения сферы (Φ) и тора (Ψ). Определение видимости (рис. 13).

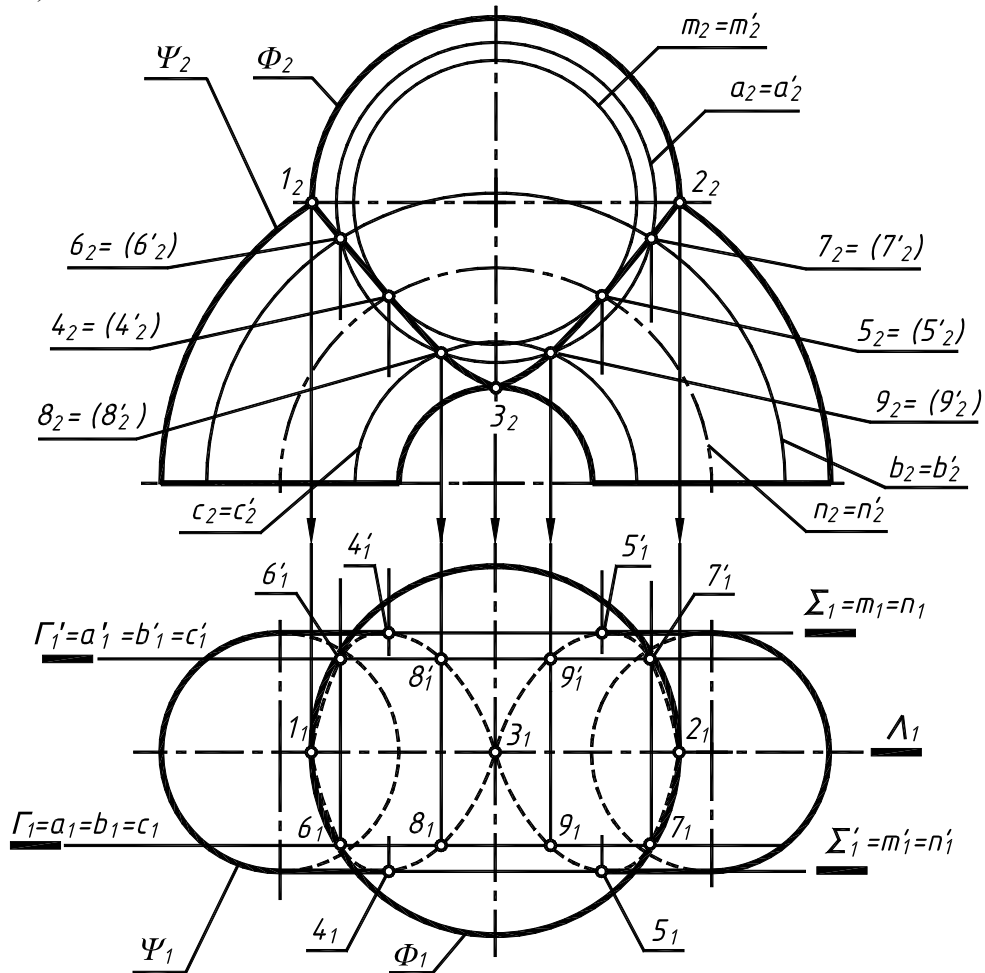


Рис.13

1. Заданы две поверхности вращения. Случай проникания. Проецирующих поверхностей нет.
 2. Линия пересечения – пространственная замкнутая кривая, состоящая из кривых: $1-6-4-8-3-8'-4'-6'-1$ и $2-7-5-9-3-9'-5'-7'-2$, имеющих общую точку 3 .
 3. Опорные точки: $1, 2, 3$ – экстремальные, найдены с помощью общей плоскости симметрии Λ ; очерковые относительно Π_1 точки $4, 4', 5, 5'$ определены с помощью способа вспомогательных плоскостей Σ и Σ' .
 4. Промежуточные точки: $6, 6', 7, 7', 8, 8', 9, 9'$ (как и опорные) определены с помощью способа вспомогательных плоскостей Γ и Γ' .
 5. Найденные точки соединены плавными кривыми с учетом видимости. На Π_1 проекция линии пересечения не видима. Виден очерк сферы.
- На рис. 14 приведён пример решения задачи №5. Построение линии пересечения двух кривых поверхностей. Точки линии пересечения найдены по принадлежности поверхности тора.

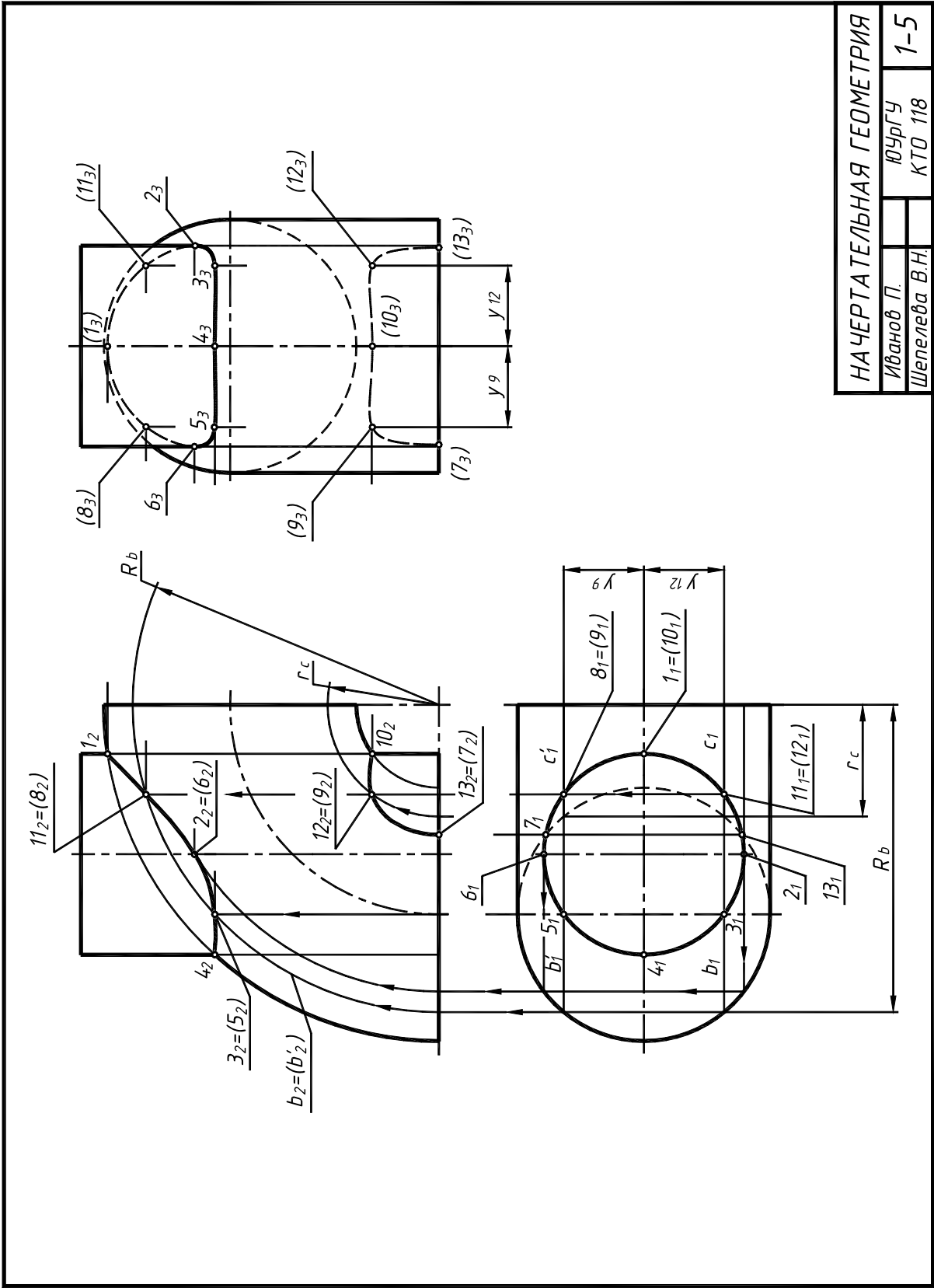


Рис. 14

КОНТРОЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ № 6

Построить линию пересечения поверхностей вращения.

Задания по вариантам в приложении №2. (задача №6)

Способ вспомогательных сфер

Применение вспомогательных сфер при построении линий пересечения кривых поверхностей вращения основано на свойстве соосных поверхностей вращения пересекаться по окружностям.

Способ вспомогательных концентрических сфер

Этот способ можно применять в том случае, если пересекаются два тела вращения и их оси пересекаются и расположены параллельно какой – либо плоскости проекций.

Рассмотрим пример: построение линии пересечения цилиндра (Γ) и конуса (Ψ). Определение видимости (рис. 15).

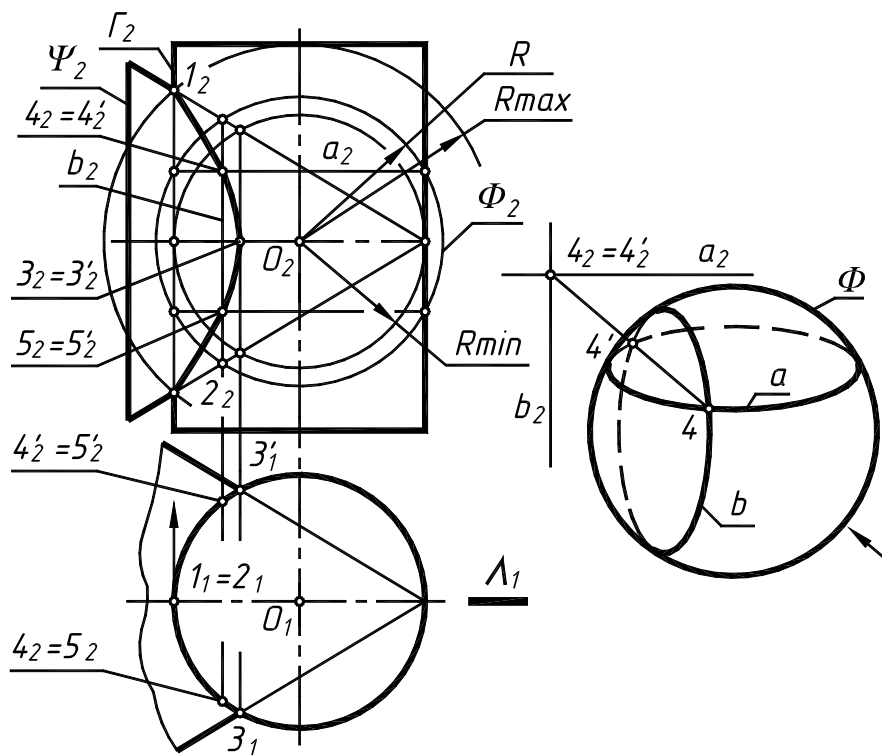


Рис. 15

O (центр этих сфер берется в точке пересечения осей), соосной с заданными поверхностями. Количество вспомогательных концентрических сфер определяется их необходимостью. Радиусы сфер берутся произвольно, но при этом нужно учитывать, что проекцию сферы с наименьшим радиусом проводят касательно к образующим поверхности, а проекция сферы с наибольшим радиусом не должна проходить дальше, чем расположена наиболее удаленная крайняя точка, лежащая в пересечении очерковых образующих. Результатом пересечения вспомогательной сферы с цилиндром – окружность a , сферы с конусом – окружность b . Окружности a и b пересекаются в точках 4 и $4'$.

5. Найденные точки соединены плавной кривой с учетом видимости. На фронтальной проекции невидимая часть линии пересечения совпадает с видимой частью этой линии.

1. Заданы две поверхности вращения. Оси поверхностей пересекаются. Имеется общая плоскость симметрии Λ , параллельная Π_2 . Проекция линии пересечения на Π_1 совпадает с очерком цилиндра в пределах очерка конуса.

2. Линия пересечения – пространственная замкнутая кривая $1-4-3-5-2-5'-3'-4'-1$.

3. Опорные точки: $1, 2$ – экстремальные, найдены с помощью общей плоскости симметрии Λ . Очерковые относительно Π_1 точки 3 и $3'$ определены из условия принадлежности очерковым образующим.

4. Промежуточные точки: $4, 4', 5, 5'$ найдены с помощью вспомогательной сферы (Φ) с центром в точке

Способ вспомогательных эксцентрических сфер

Этот способ можно применять в том случае, когда оси пересекающихся поверхностей скрещиваются и каждая из поверхностей имеет круговые сечения, и имеется общая плоскость симметрии, параллельная одной из плоскостей проекций.

Рассмотрим пример: построение линии пересечения тора (Ω) и конуса (Ψ). Определение видимости (рис. 16).

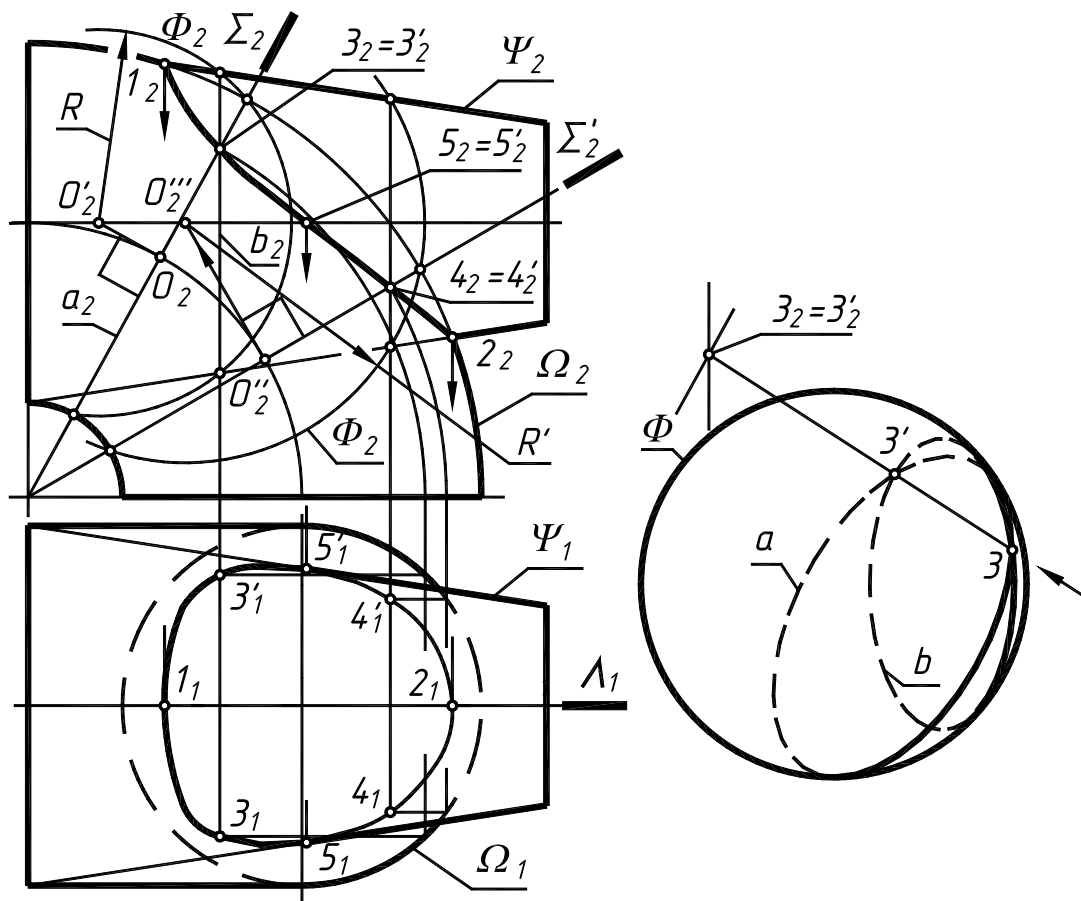
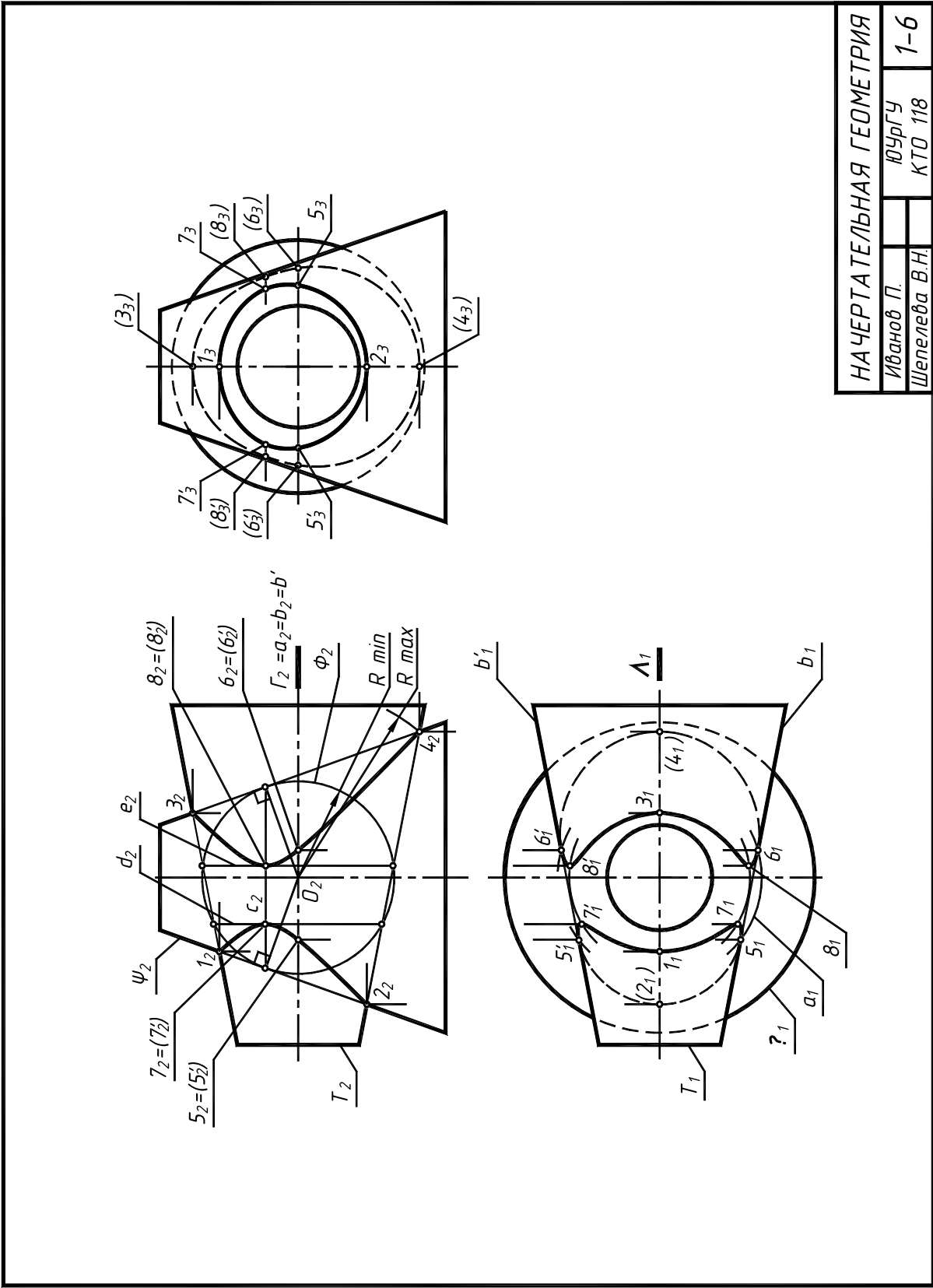


Рис.16

1. Заданы две поверхности вращения. Оси поверхностей не пересекаются. Имеется общая плоскость симметрии Λ , параллельная Π_2
2. Линия пересечения – пространственная замкнутая кривая $1-3-5-4-2-4'-5'-3'-1$.
3. Опорные точки $1, 2$ – экстремальные, найдены с помощью общей плоскости симметрии Λ . Очерковые относительно Π_1 точки 5 и $5'$ определены из условия принадлежности очерковым образующим конуса после построения проекции линии пересечения на Π_2 .
4. Промежуточные точки $3, 3', 4, 4'$, найдены с помощью вспомогательных сфер Φ и Φ' с центрами в точках O' и O''' , соосных с конусом Ψ , содержащих окружности с центрами в точках O и O'' , принадлежащих тору Ω .
5. Найденные точки соединены плавной кривой с учетом видимости.

На рис. 17 приведен пример решения задачи №6 – пересечение кривых поверхностей.



НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ			
Иванов П.	ЮЧРГУ	1-6	
Шепелева В.Н.	КТО 118		

Рис. 17

КОНТРОЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ № 7

Особые случаи пересечения кривых поверхностей.
Задания по вариантам в приложении № 2 (задача №7)

Методические указания

Теорема Монжа. Если две поверхности второго порядка описаны вокруг сферы (или вписаны в нее), то линия их пересечения распадается на две плоские кривые второго порядка, плоскости которых проходят через прямую, соединяющую точки пересечения линий касания.

Опорные и промежуточные точки этой линии определяют способом вспомогательных секущих плоскостей, способом сфер или из условия принадлежности точек поверхности.

Рассмотрим пример: построение линии пересечения конуса (Ω) и цилиндра (Ψ). Определение видимости (рис. 18).

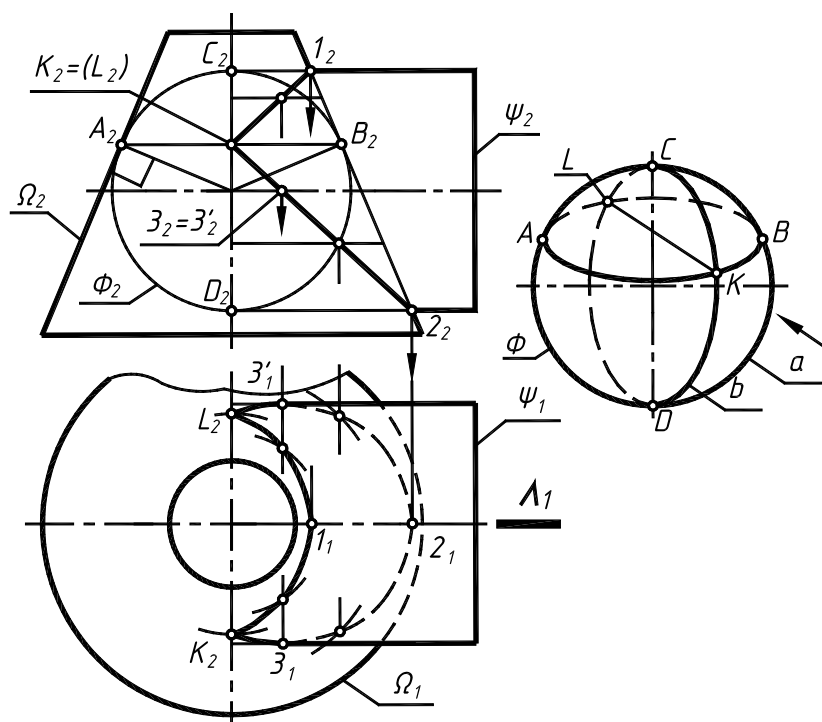


Рис. 18

1) заданы две поверхности вращения, описанные вокруг сферы Φ .

2) На основании теоремы Монжа искомая линия пересечения распалась на две плоские кривые второго порядка, плоскости которых проходят через прямую $K-L$, соединяющую точки пересечения линий a (касания сферы Φ и конуса Ω) и b (касания сферы Φ и цилиндра Ψ).

3) Опорные точки. Экстремальные (они же очерковые относительно Π_2) точки 1 и 2 построены с помощью общей плоскости симметрии Λ . Очерковые относительно Π_1 точки 3 и $3'$ определены из условия принадлежности горизонтальным очерковым образующим цилиндра после построения проекции линии пересечения на Π_2 .

4) Промежуточные точки линии пересечения найдены из

условия принадлежности их поверхности конуса Ω на соответствующих параллелях.

5) Найденные точки соединены плавной кривой с учетом видимости. Точки 3 и $3'$ на Π_1 являются точками смены видимости.

На рис. 19 приведен пример решения задачи №7. Особый случай пересечения двух поверхностей второго порядка.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гордон, В.О. Курс начертательной геометрии: учебник / В.О. Гордон, М.А. Семенцов-Огиевский. – М.: Высшая школа, 2007. – 356 с.
2. Лагерь А.И. Инженерная графика: / А.И. Лагерь. – М.: Высшая школа, 2002. – 264 с.
3. Конспект лекций по курсу начертательной геометрии / Н.П. Сенигов, Т.В. Гусятникова, Н.В. Ларионова и др. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2006.
4. Методика решения задач по начертательной геометрии / В.С. Дукмасова, В.А. Краснов, Н.П. Сенигов Т.В. Гусятникова. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2006.
5. Хмарова, Л.И. Теоретические и практические основы выполнения проекционного чертежа. / Л.И. Хмарова, Ж.В. Путина. – Челябинск: Изд. центр ЮУрГУ, 2009.– 131 с.
6. Упражнения по начертательной геометрии: Рабочая тетрадь для факультетов АК, АТ, ЗФ / составители: Л.И. Хмарова, А. Л. Решетов, Л.Л. Карманова, Т.Ю. Попцова, Е.П. Дубовикова – Челябинск: Изд. центр ЮУрГУ, 2012.
7. Единая система конструкторской документации: Основные положения. – М.: Изд-во стандартов, 1982.
8. Единая система конструкторской документации: Общие правила выполнения чертежей. – М.: Изд-во стандартов, 1988.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1 (с. 29) содержит варианты заданий по начертательной геометрии: задачи № 1, 2, 3, 4 – для построения проекций линии пересечения поверхностей.

Задача № 1 – пересечение многогранника проецирующими плоскостями.

Задача № 2 – пересечение кривой поверхности проецирующими плоскостями.

Задача № 3 – пересечение многогранников.

Задача № 4 – пересечение многогранника с кривой поверхностью.

Приложение 2 (с. 59) содержит варианты заданий по начертательной геометрии: задачи № 5, 6, 7 – для построения проекций линии пересечения поверхностей.

Задача № 5 – пересечение кривых поверхностей.

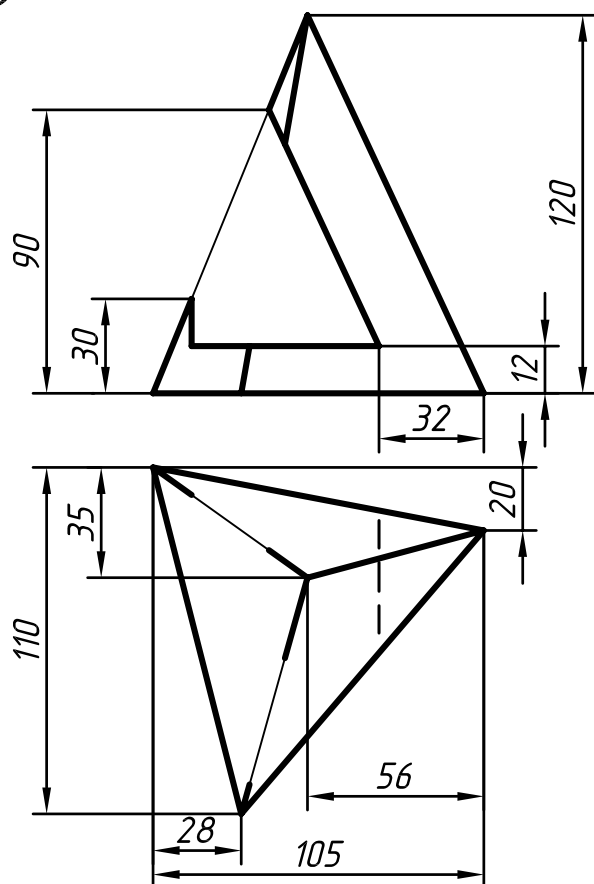
Задача № 6 – пересечение кривых поверхностей. Построение проекций линии пересечения сфер.

Задача № 7 – пересечение кривых поверхностей. Особые случаи пересечения (теорема Монжа).

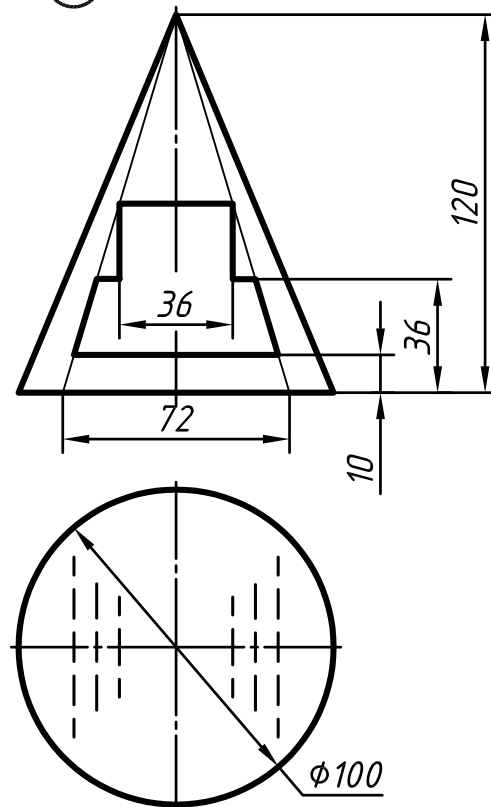
Задания следует выполнять на форматах А3 с основной надписью, приведенной на рис. 1.

Вариант №1

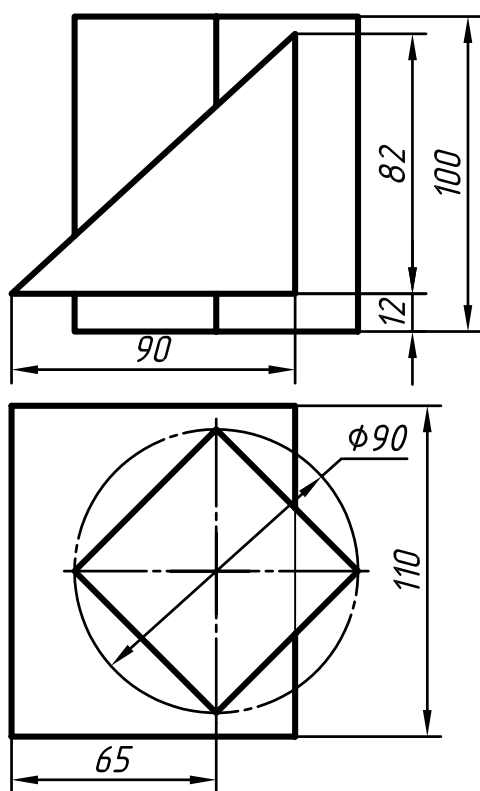
①



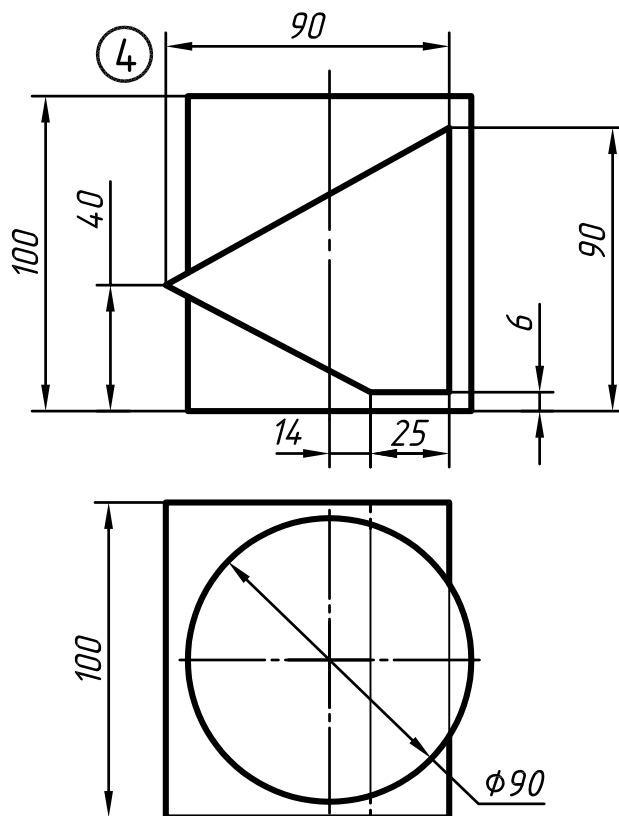
②



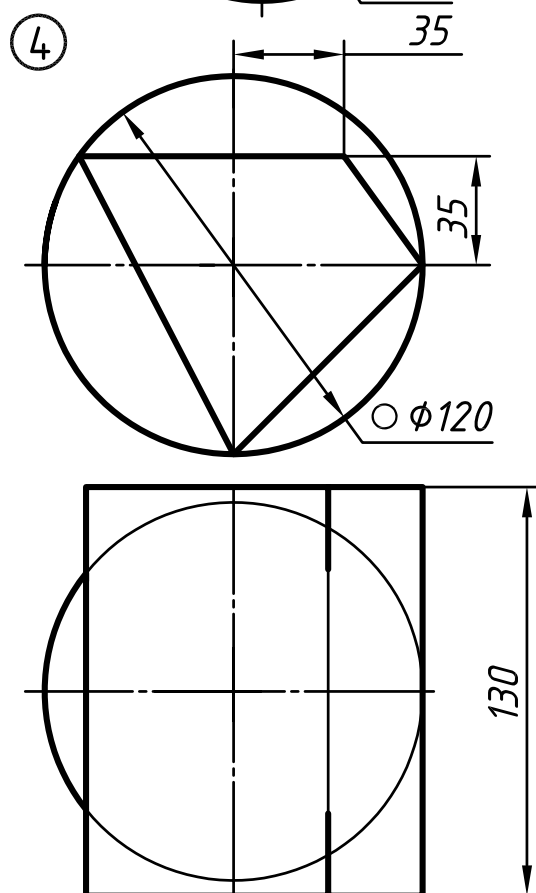
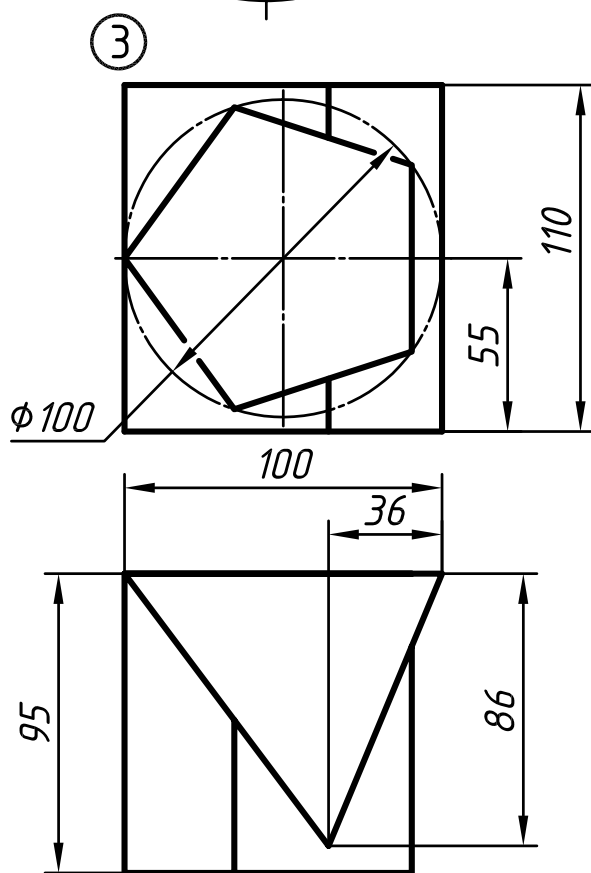
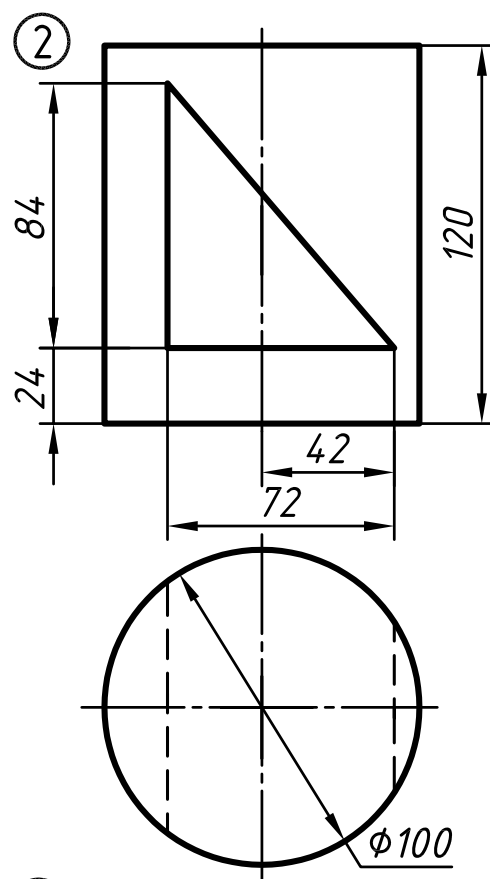
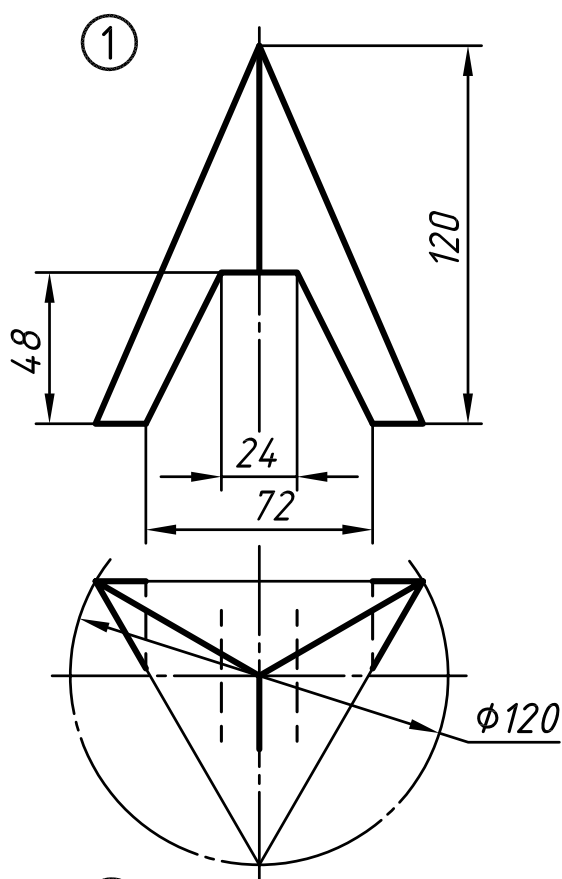
③

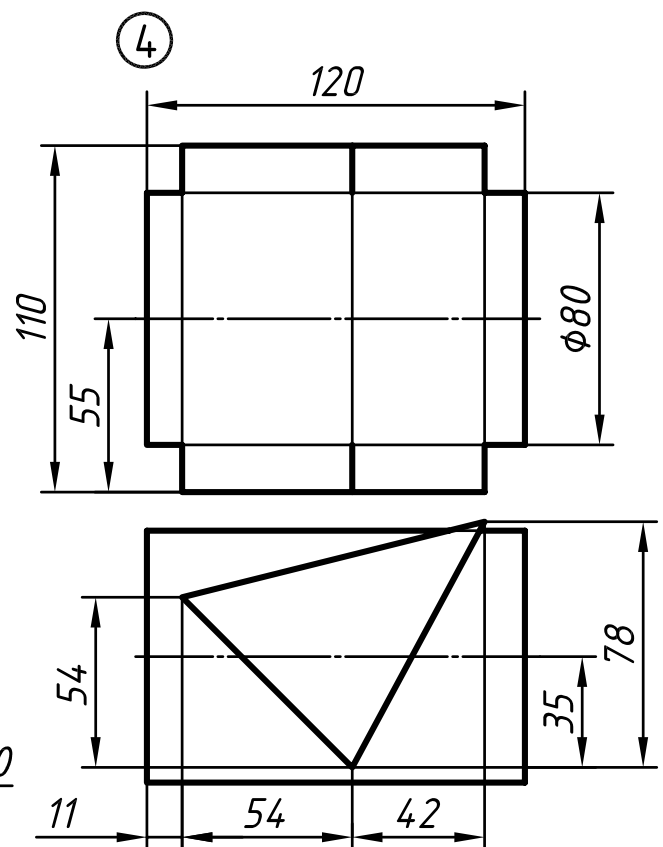
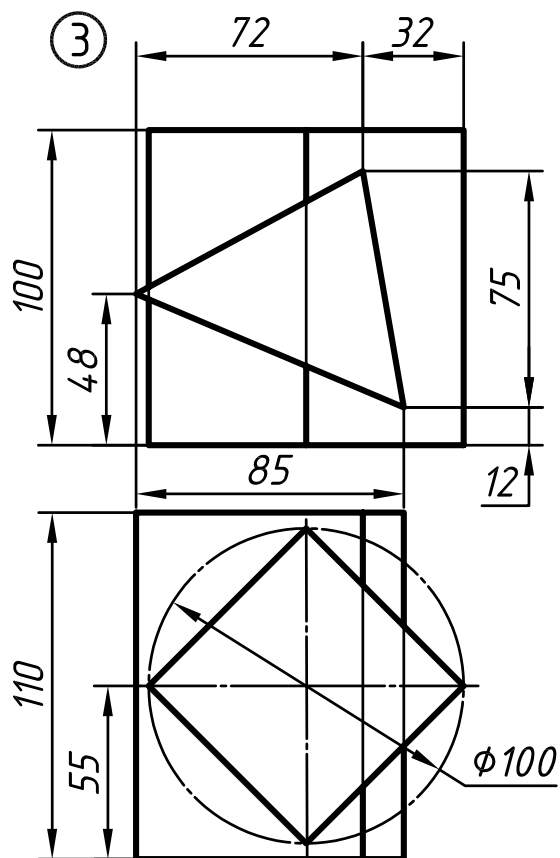
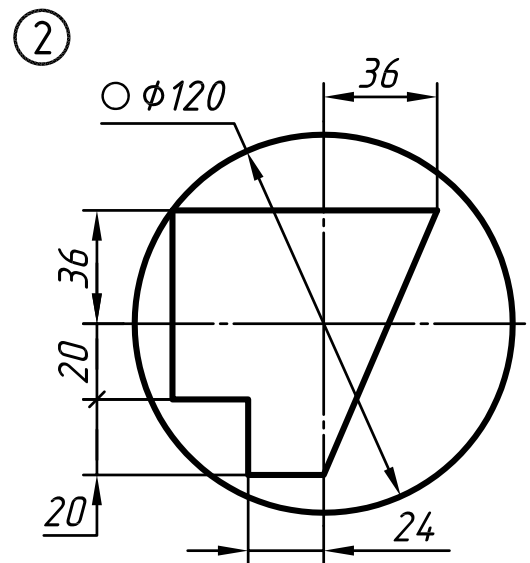
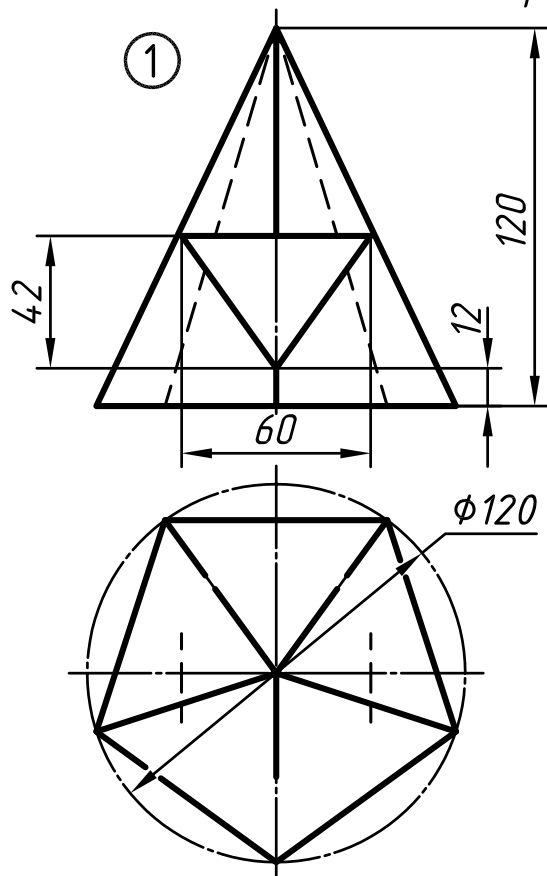


④

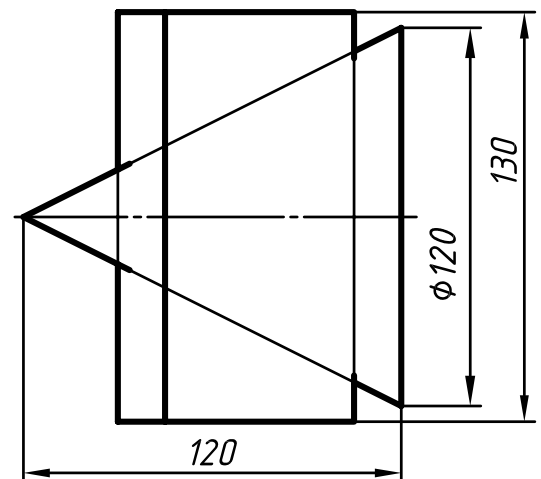
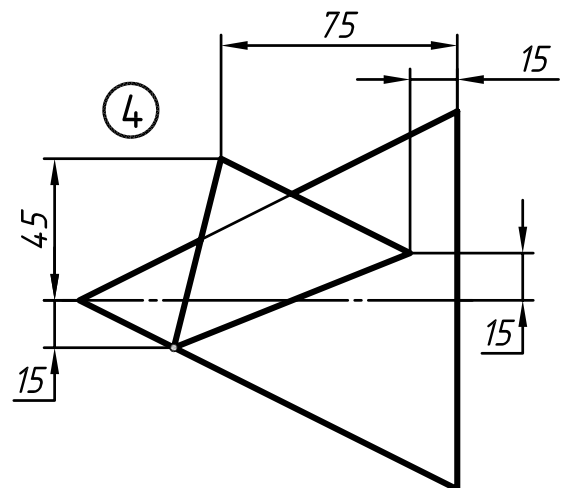
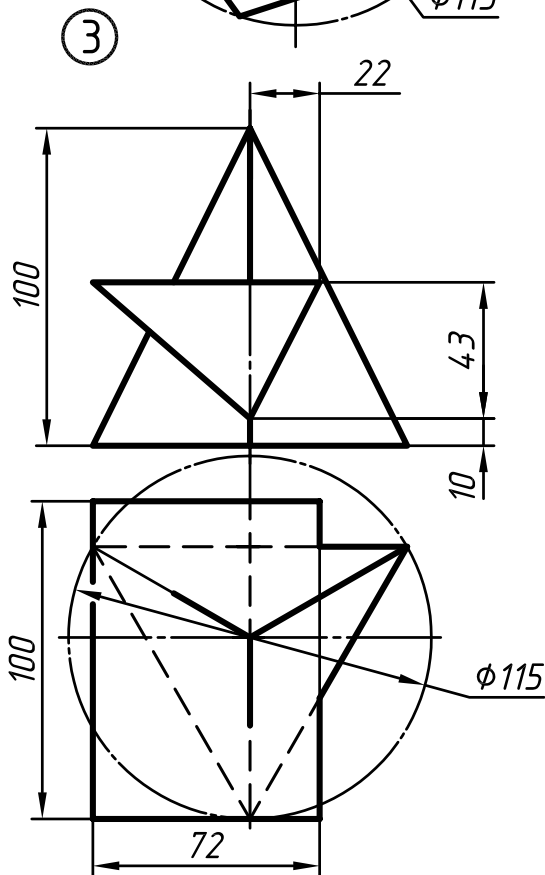
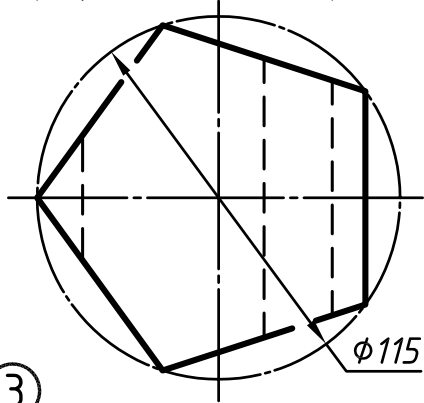
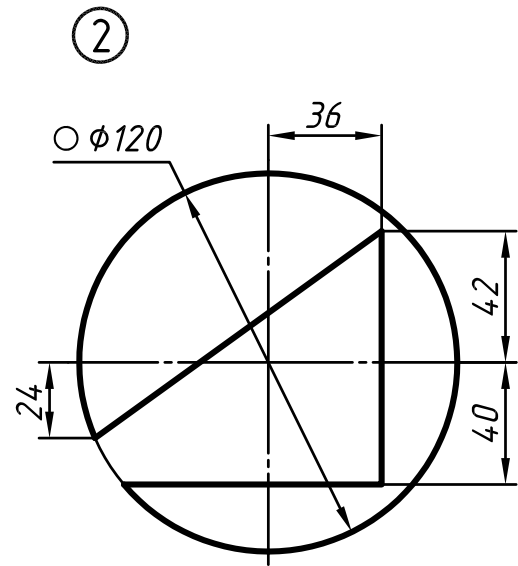
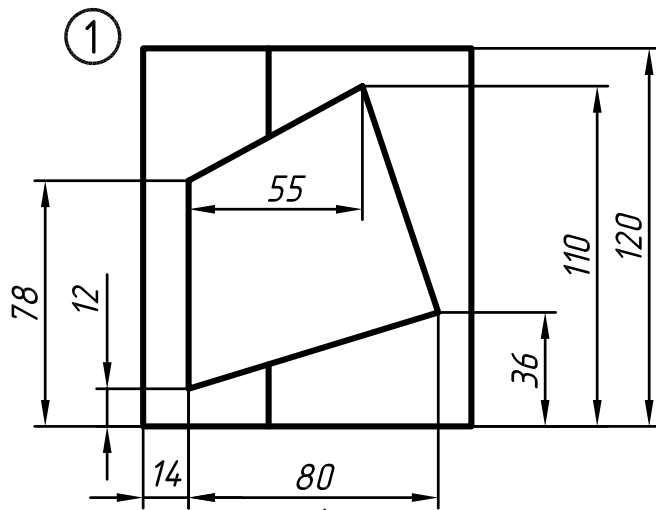


Продолжение приложения 1
Вариант №2

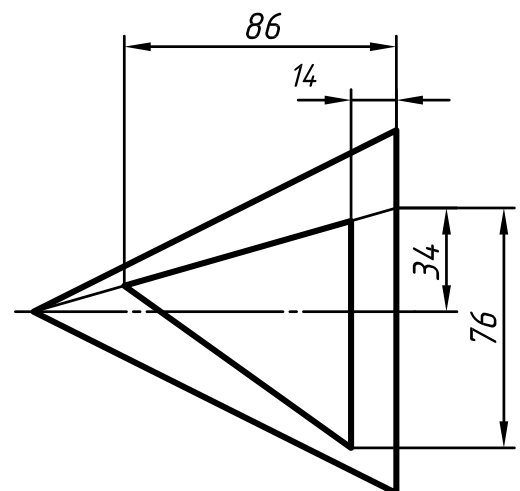
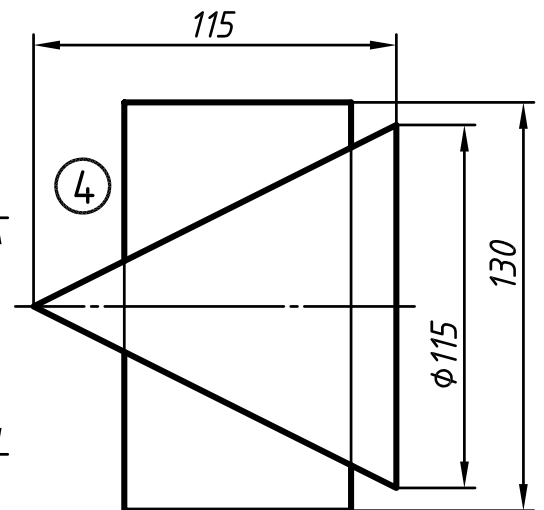
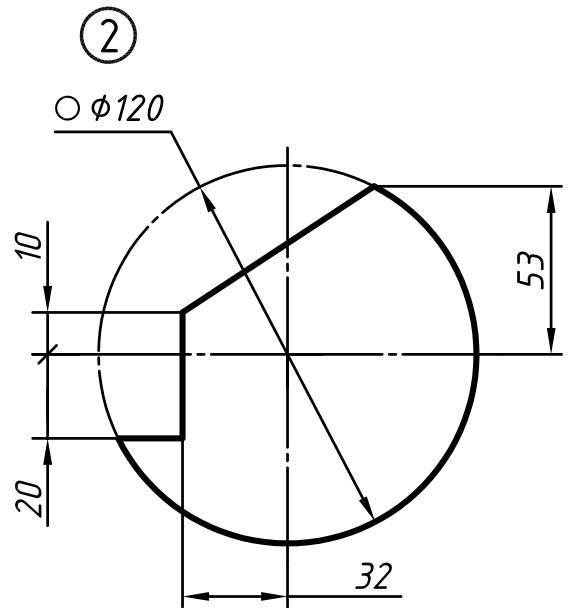
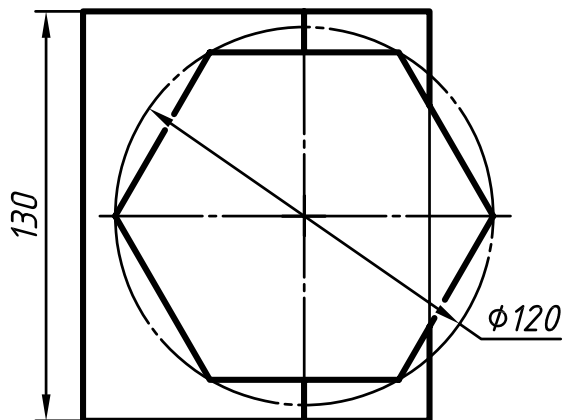
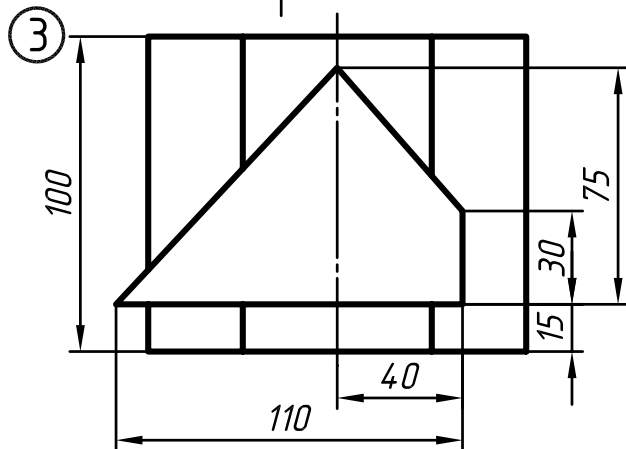
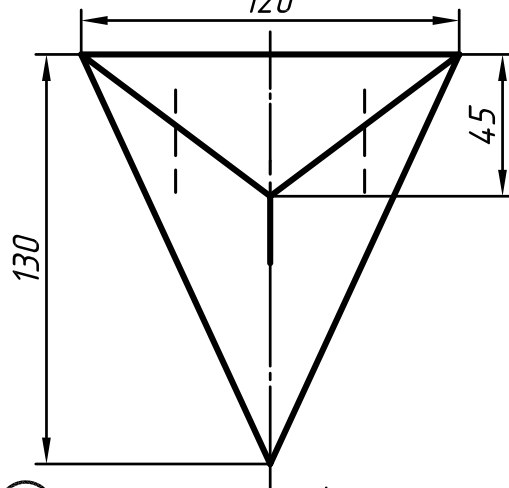
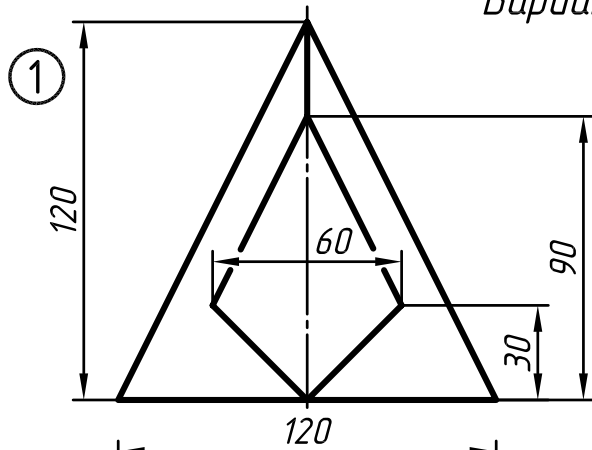




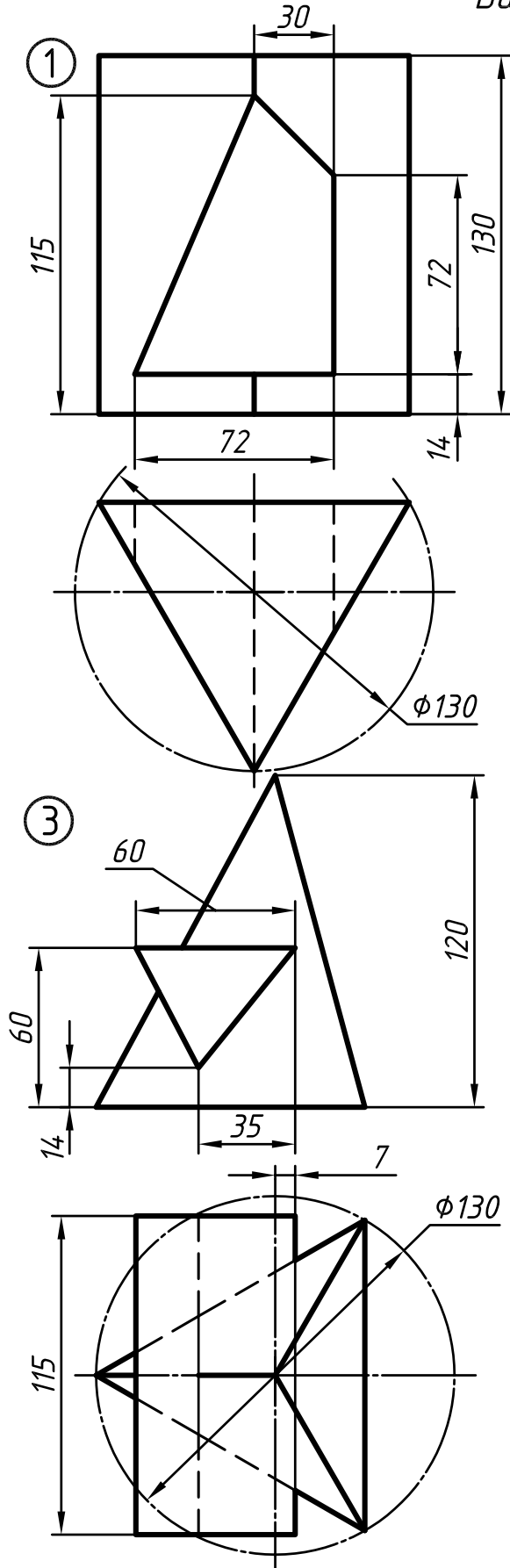
Продолжение приложения 1
Вариант №4



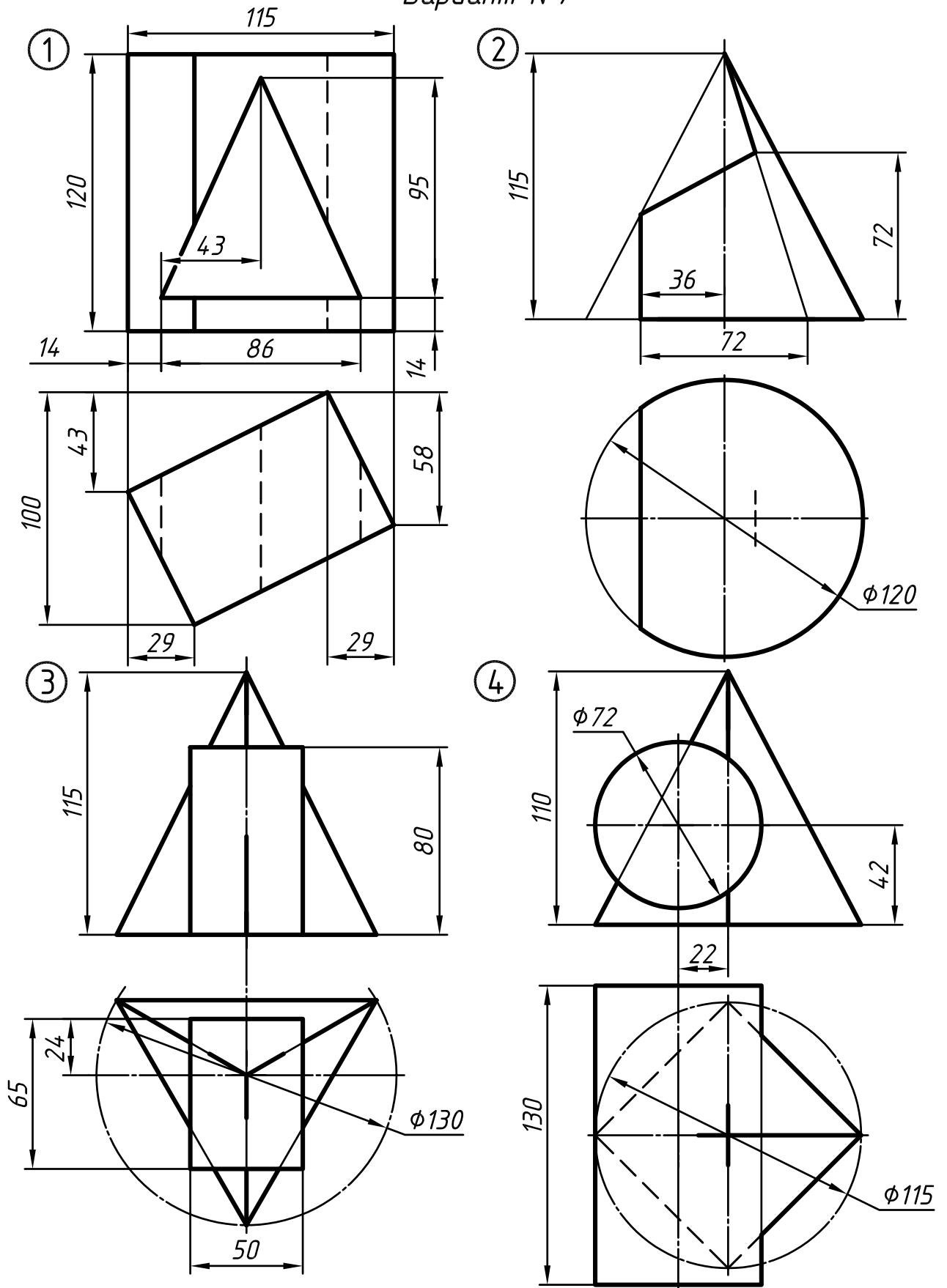
Продолжение приложения 1
Вариант №5



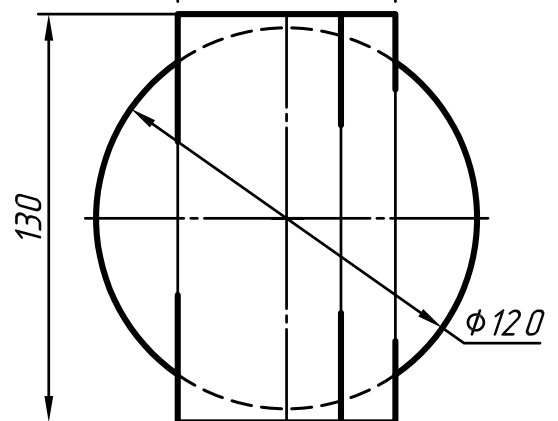
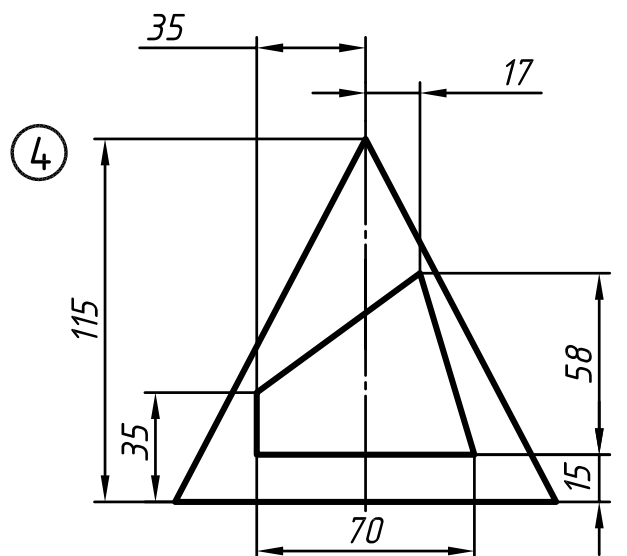
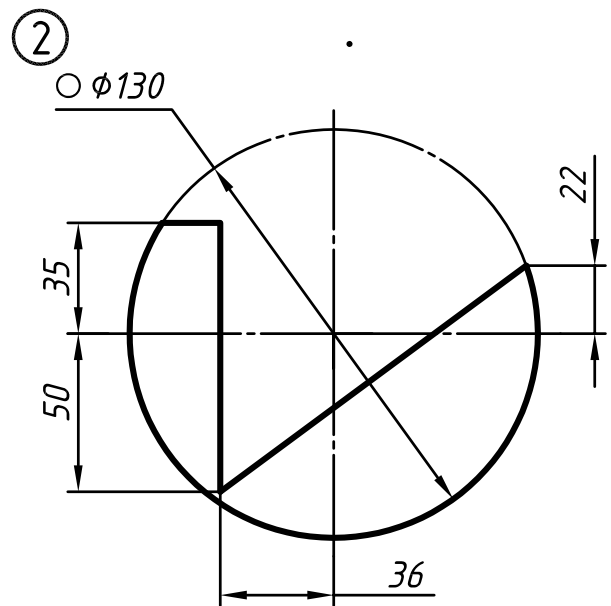
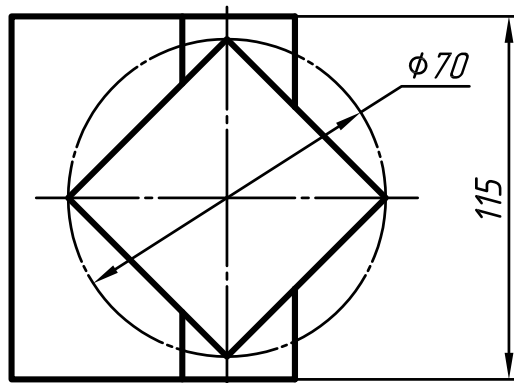
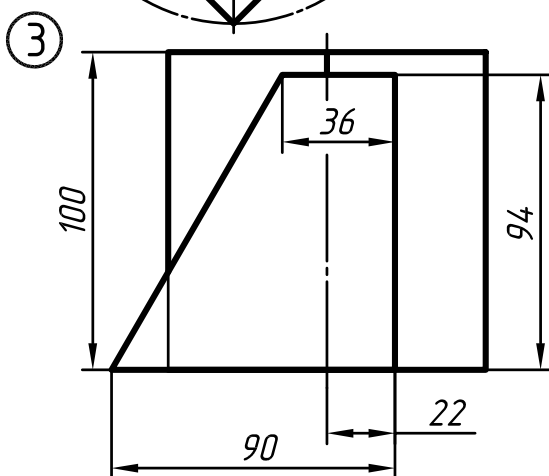
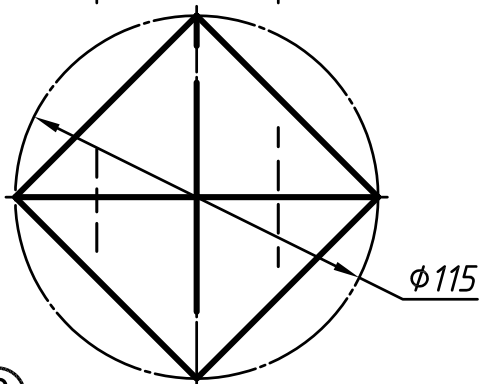
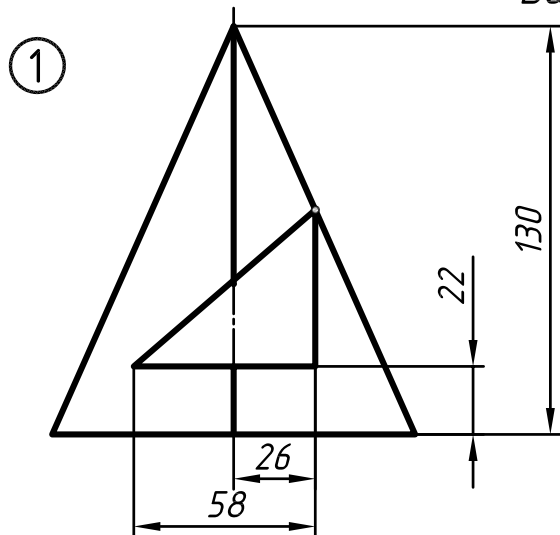
Продолжение приложения 1
Вариант №6

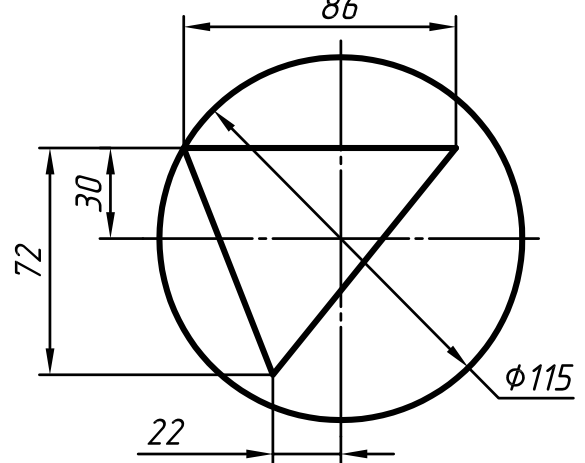
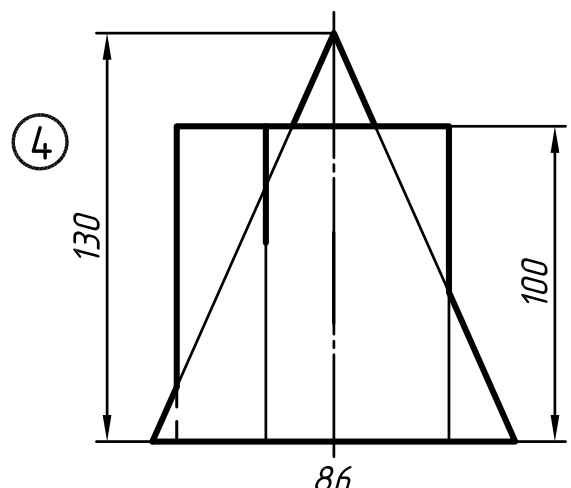
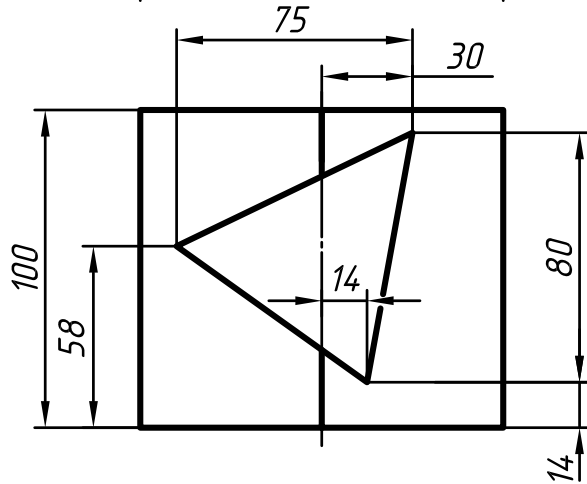
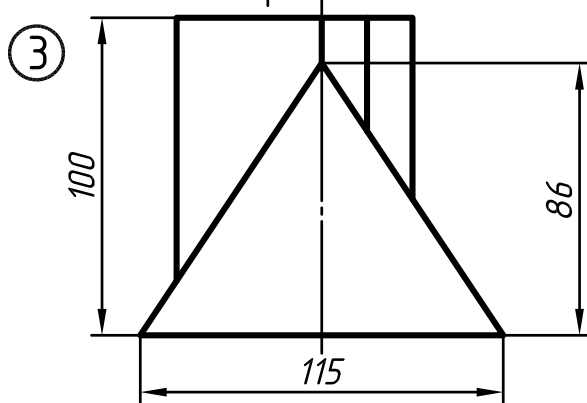
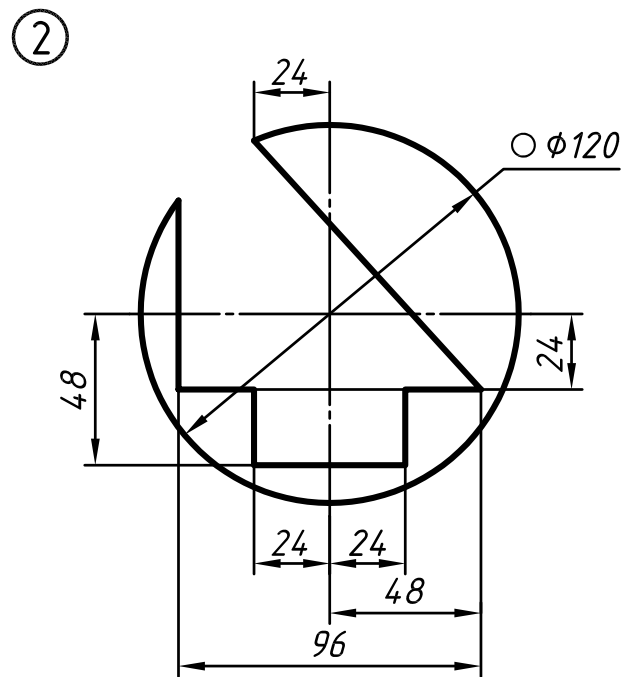
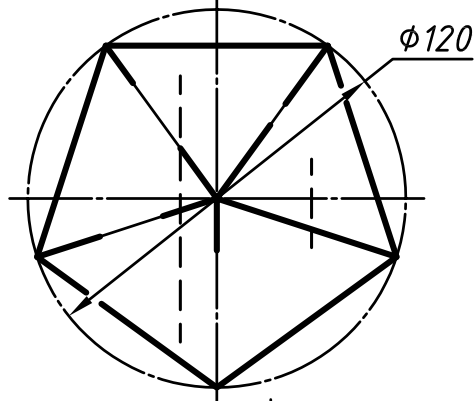
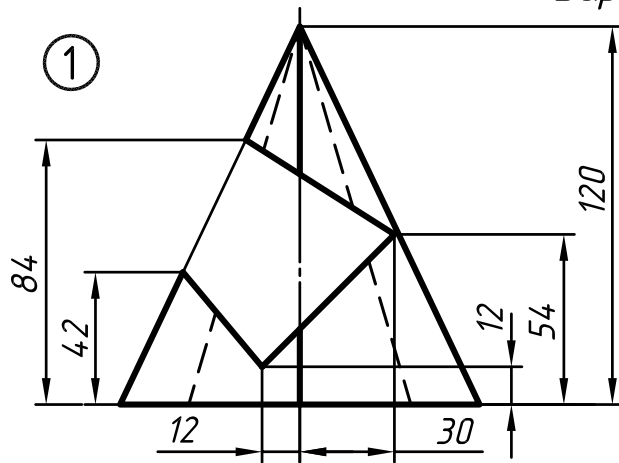


Продолжение приложения 1
Вариант №7

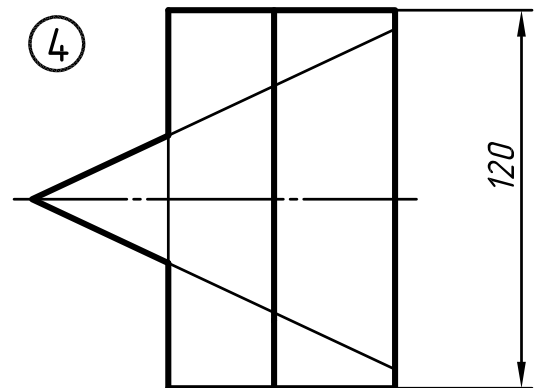
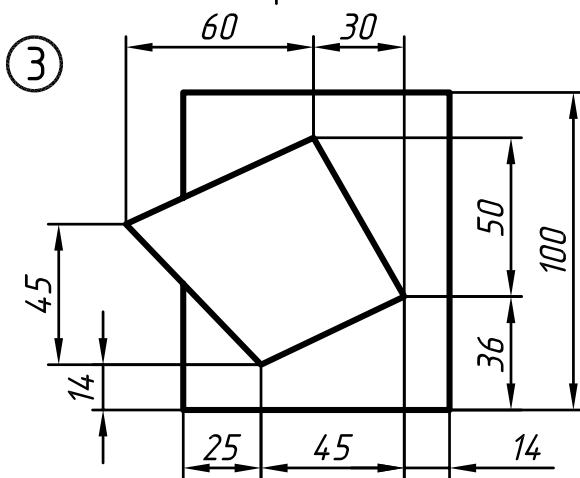
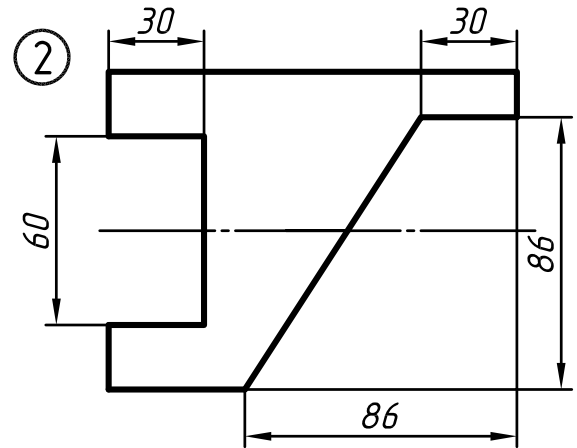
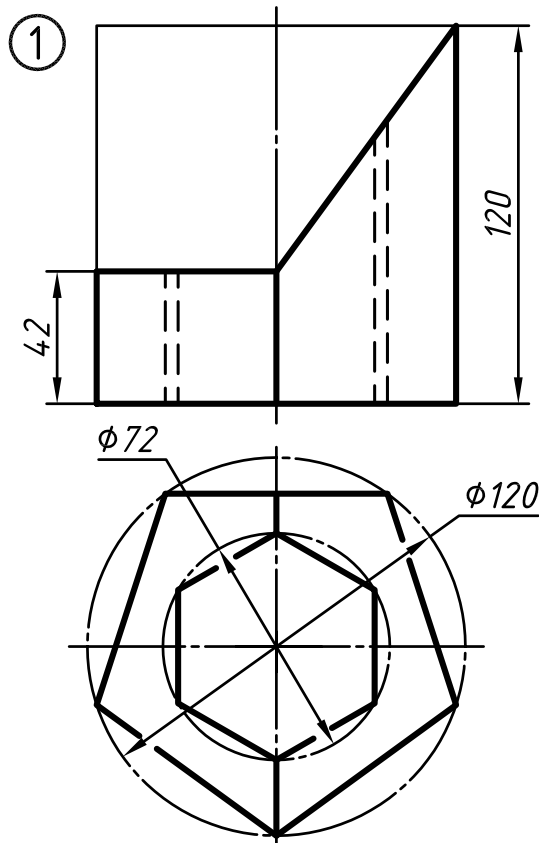


Продолжение приложения 1
Вариант №8

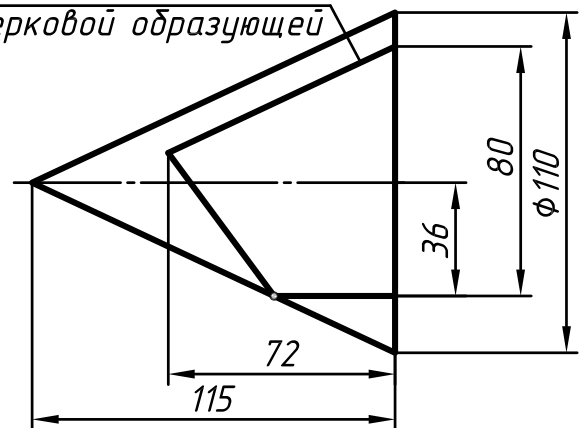




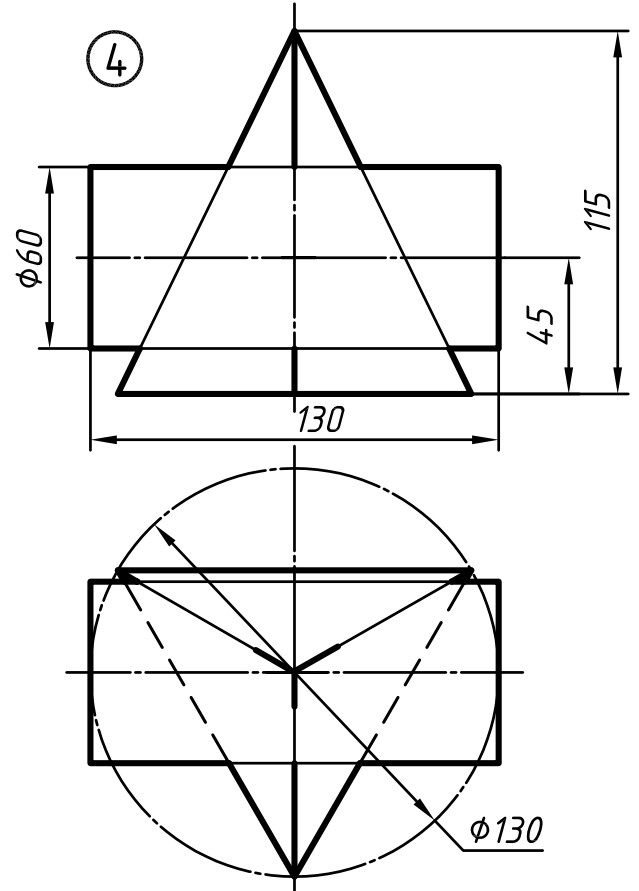
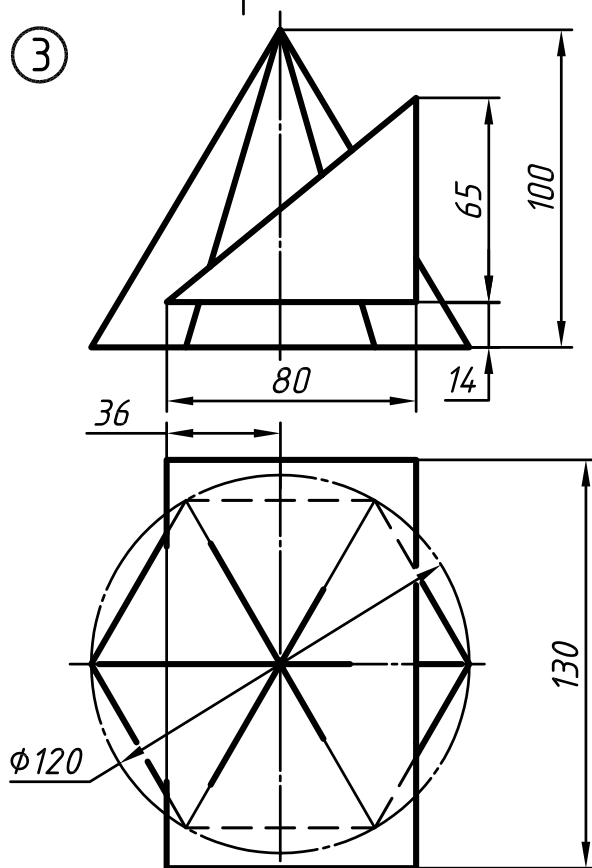
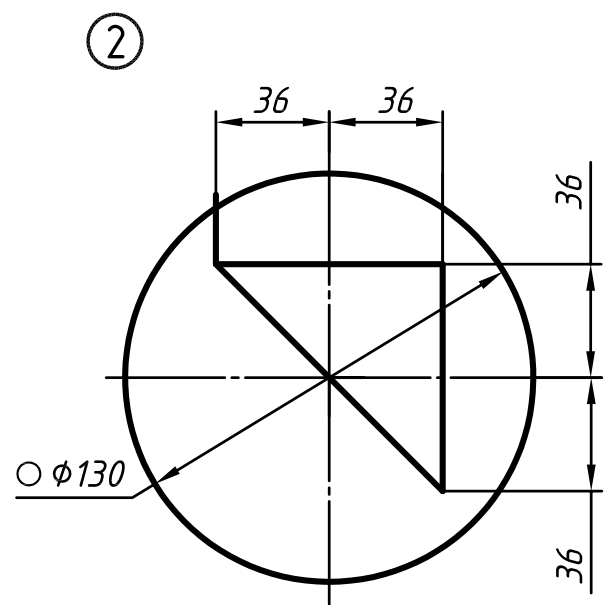
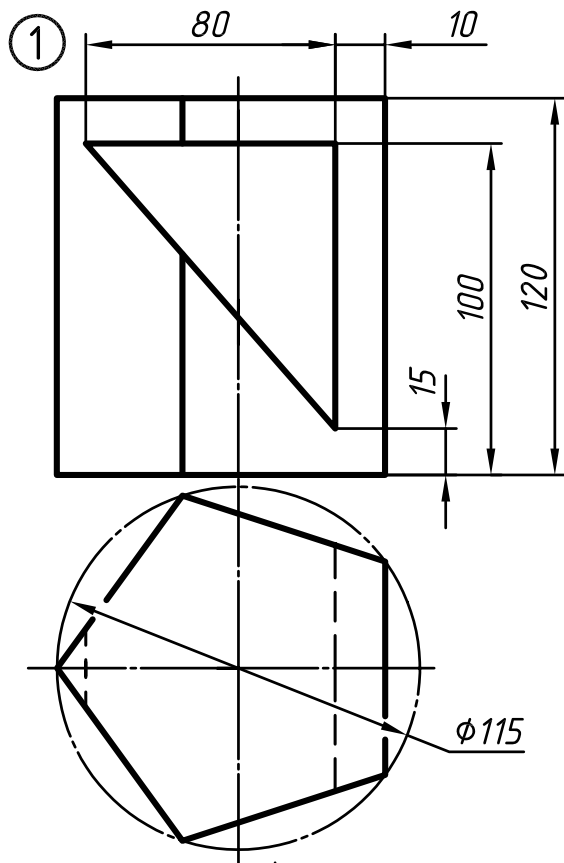
Продолжение приложения 1
Вариант №10



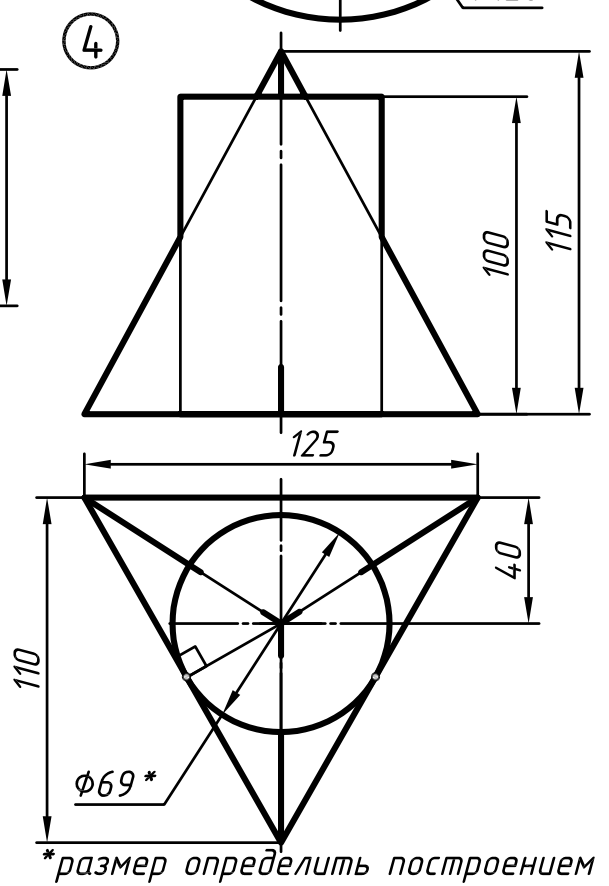
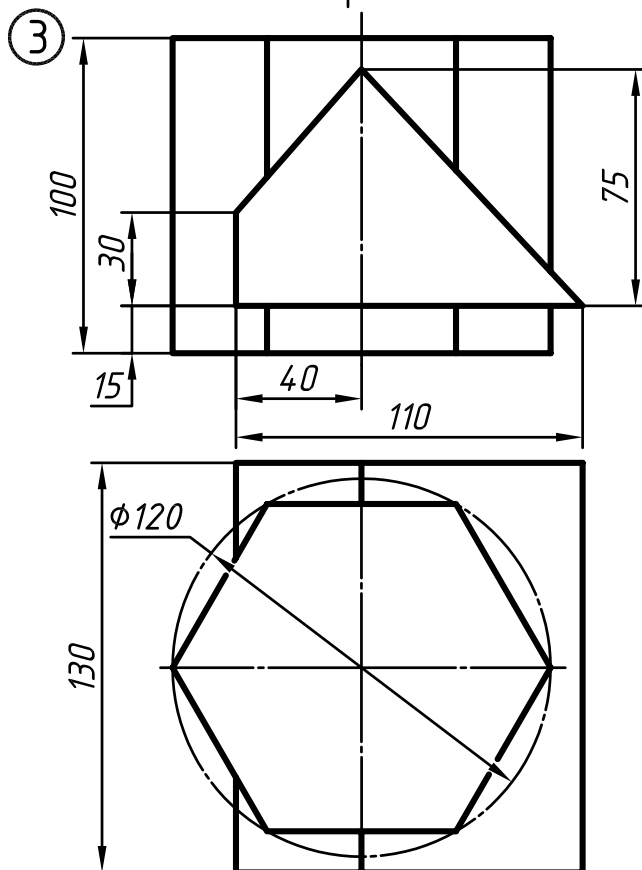
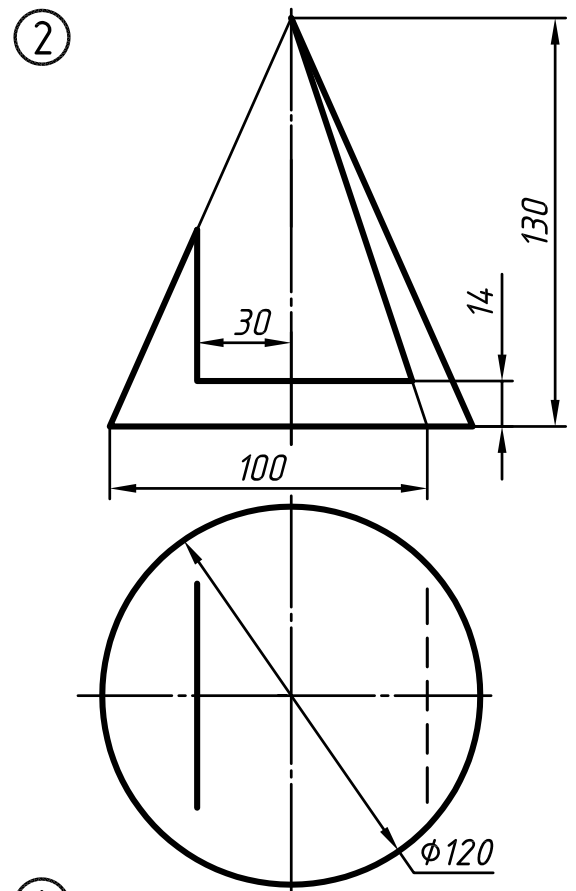
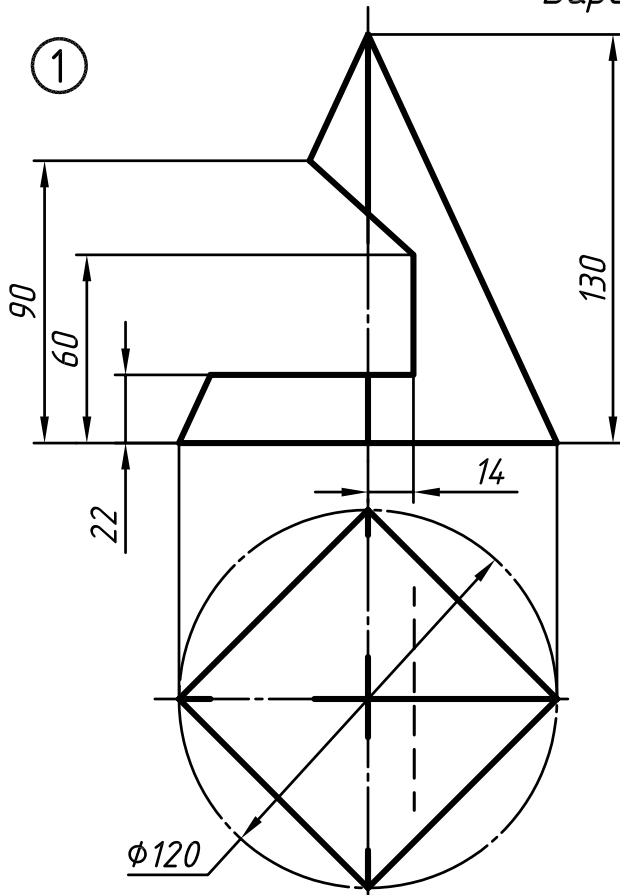
грань параллельна
очерковой образующей



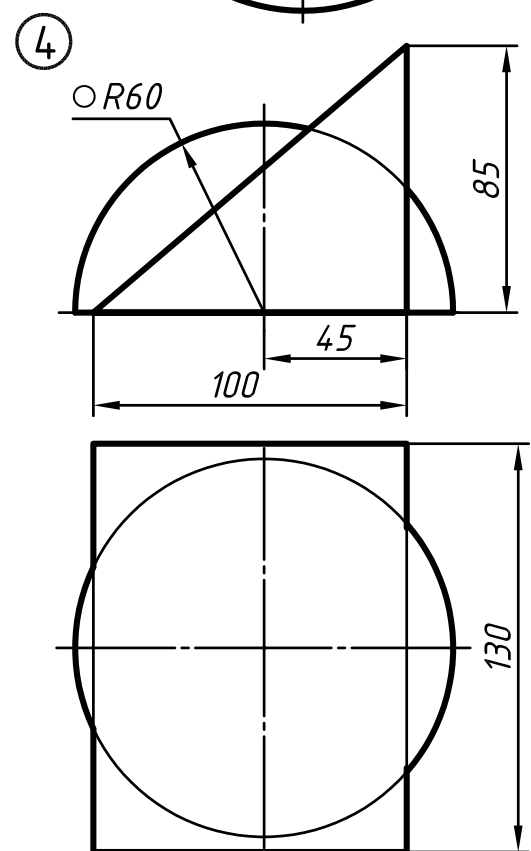
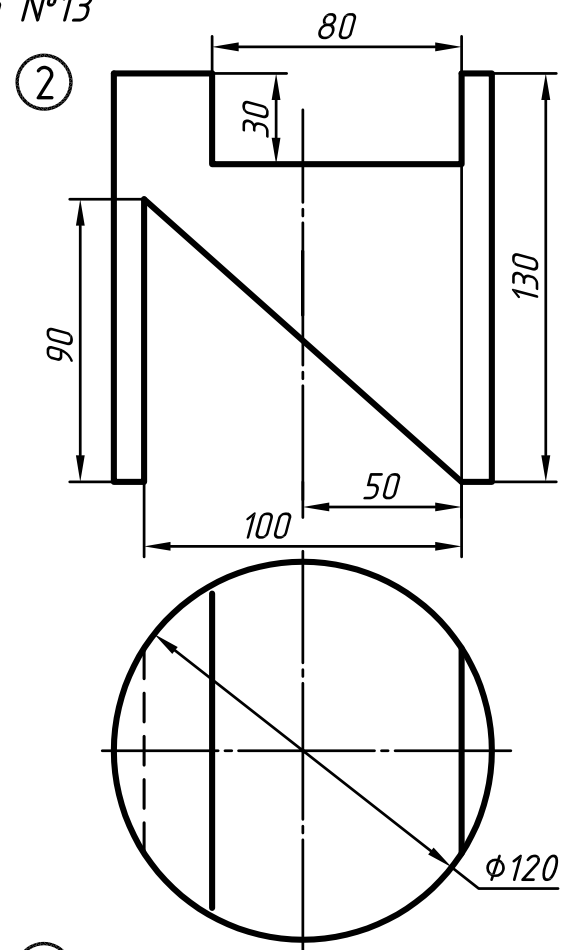
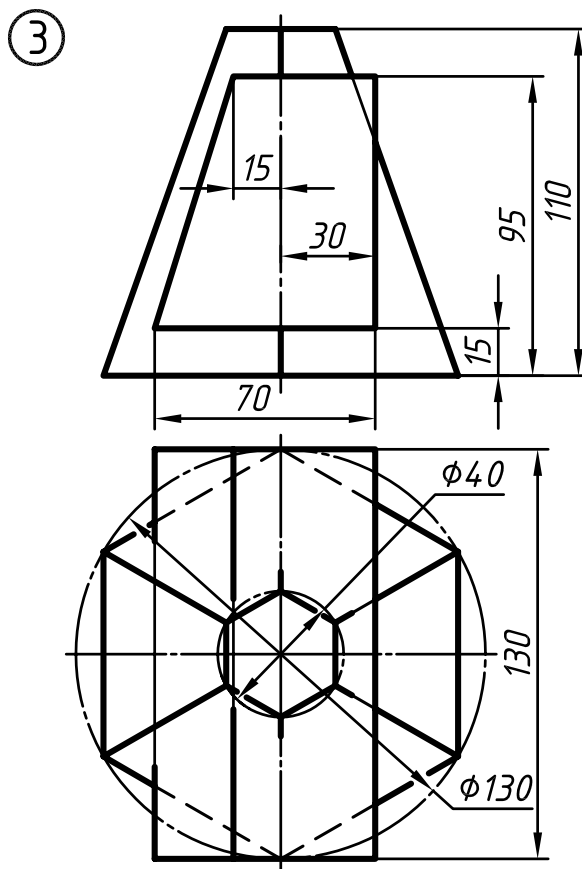
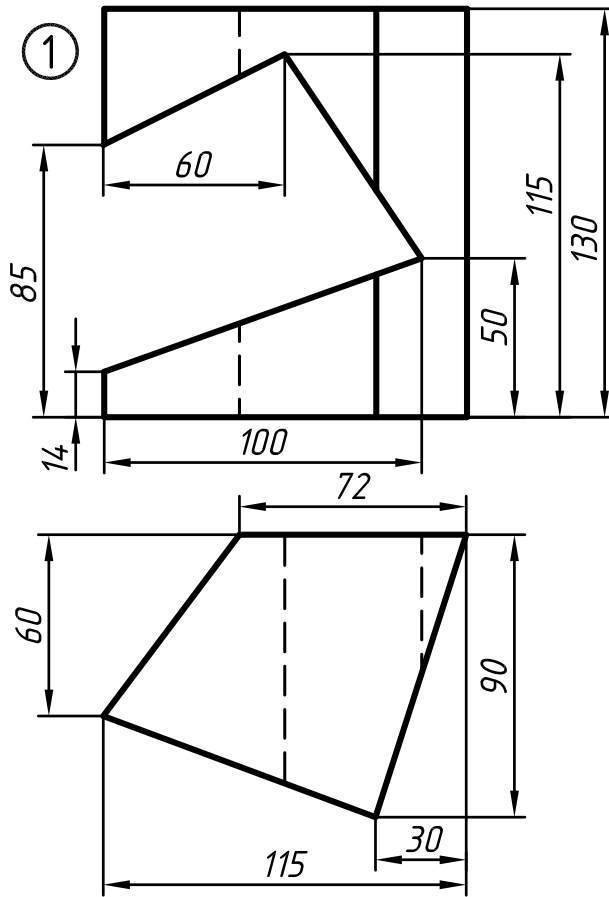
Продолжение приложения 1
Вариант №11



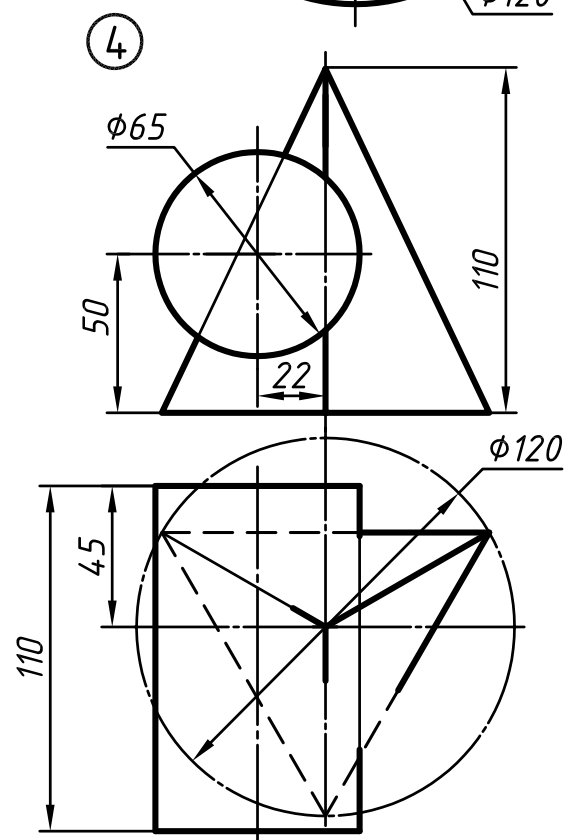
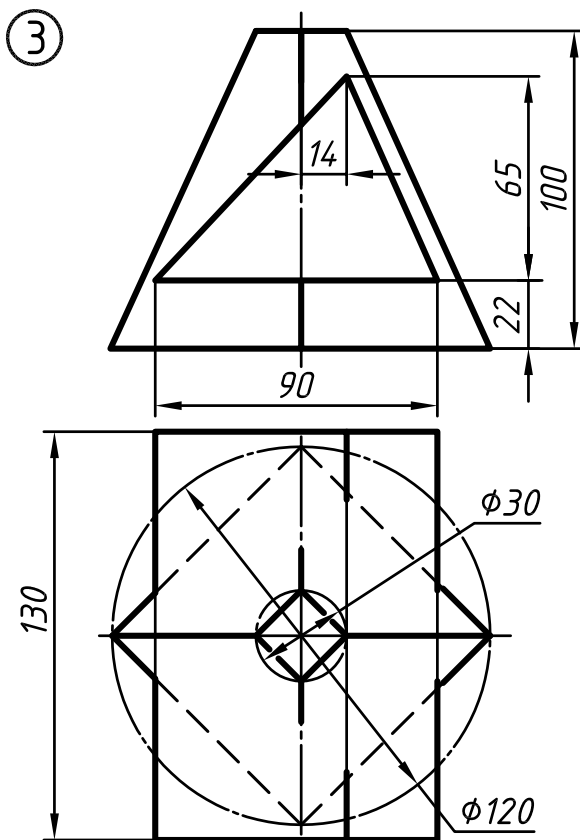
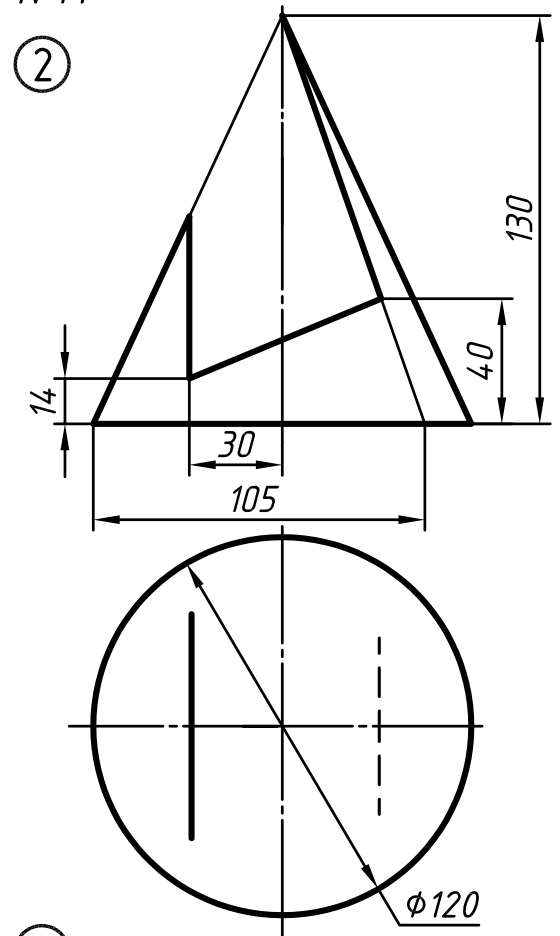
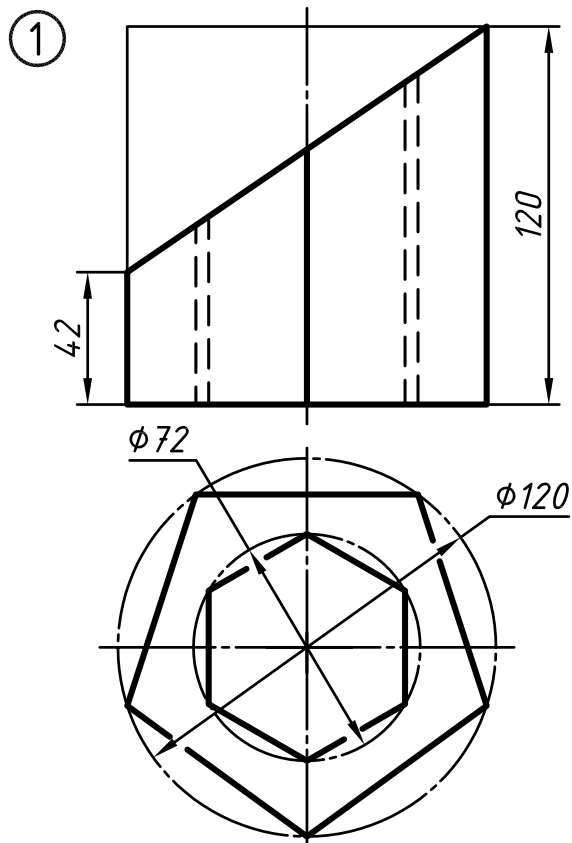
Продолжение приложения 1
Вариант №12



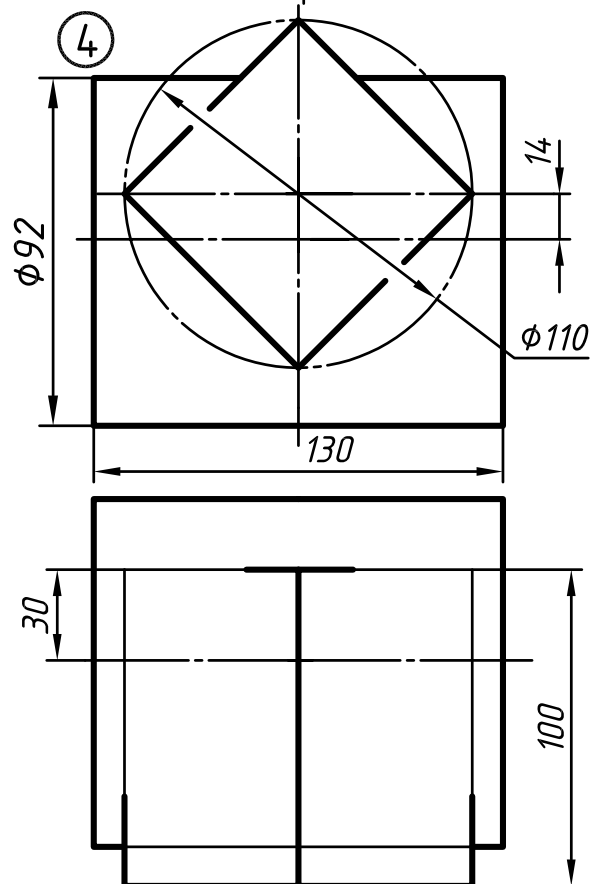
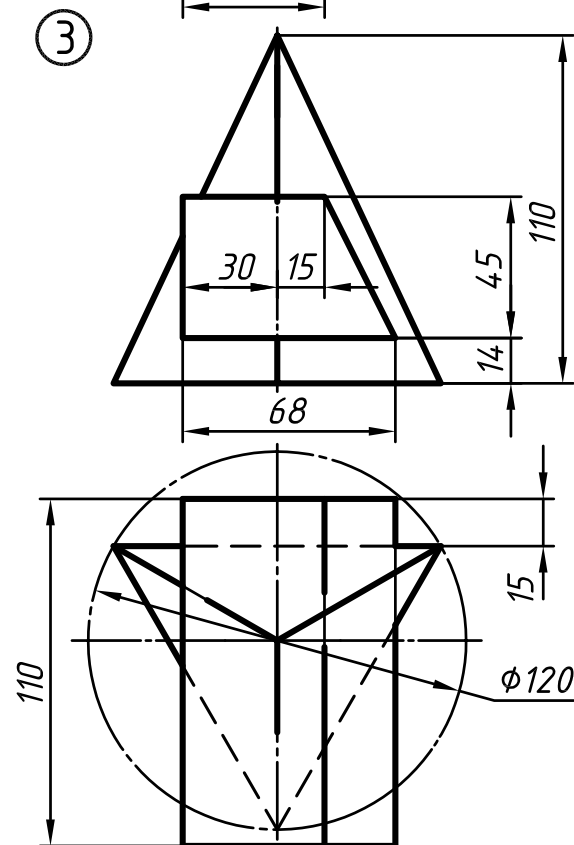
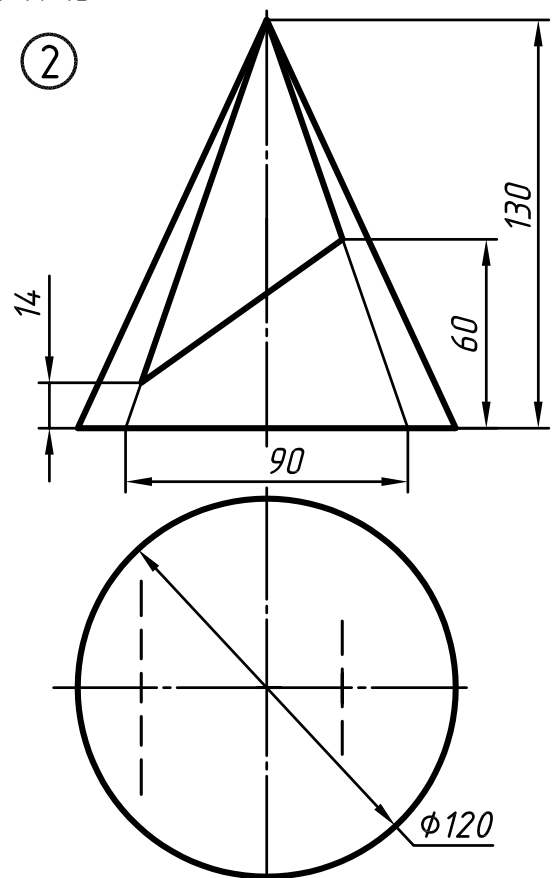
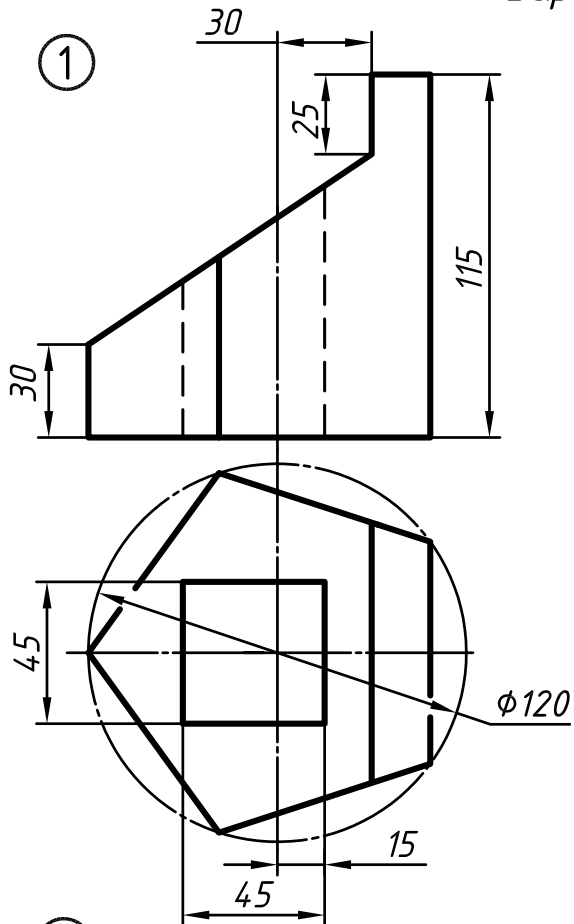
Вариант №13

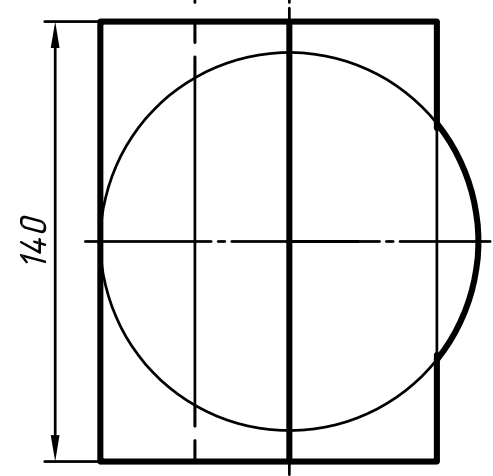
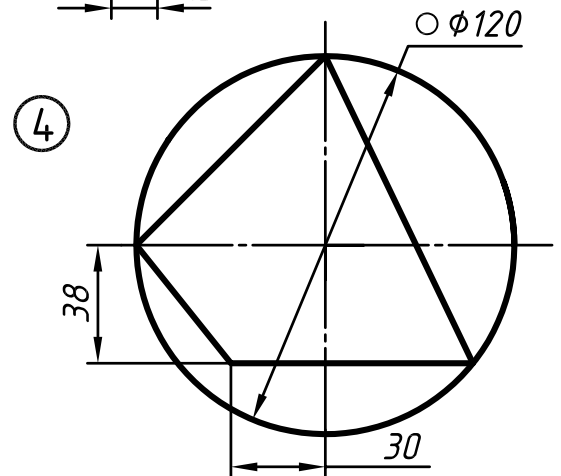
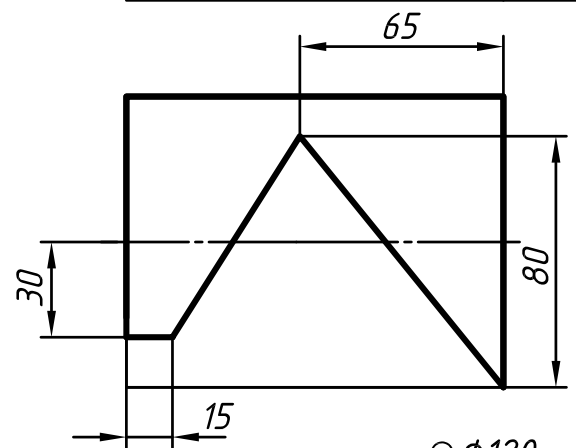
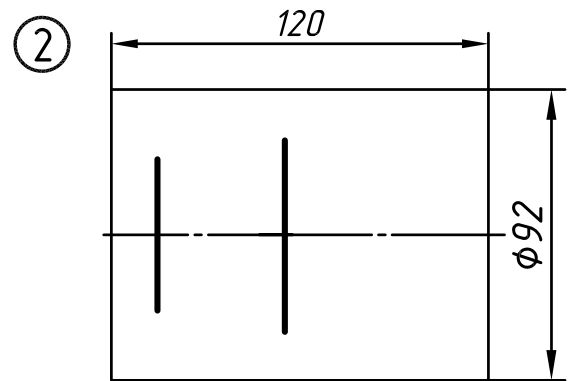
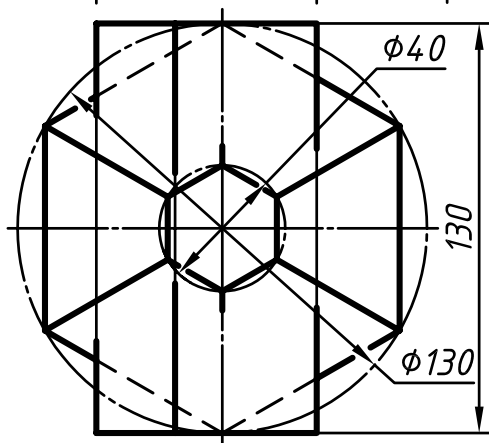
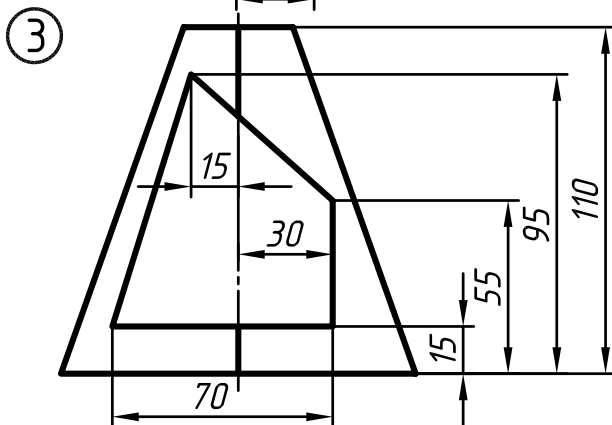
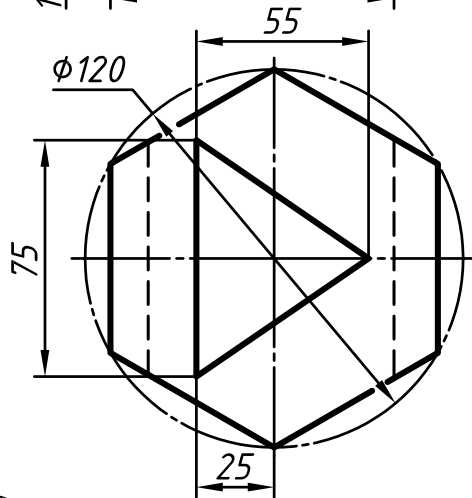
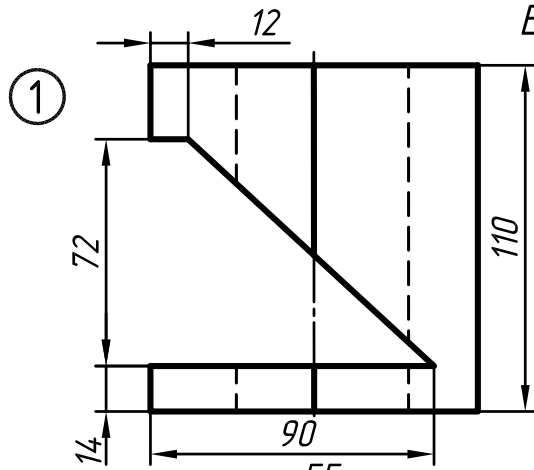


Продолжение приложения 1
Вариант №14

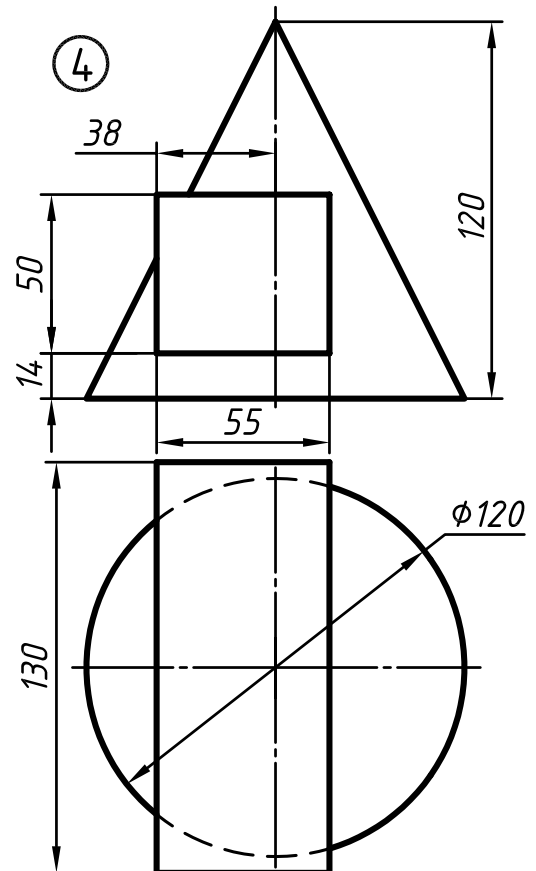
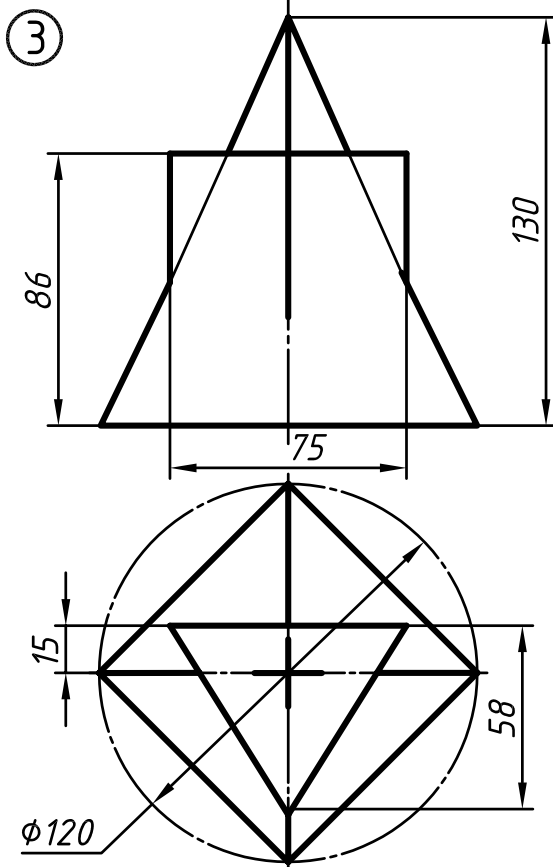
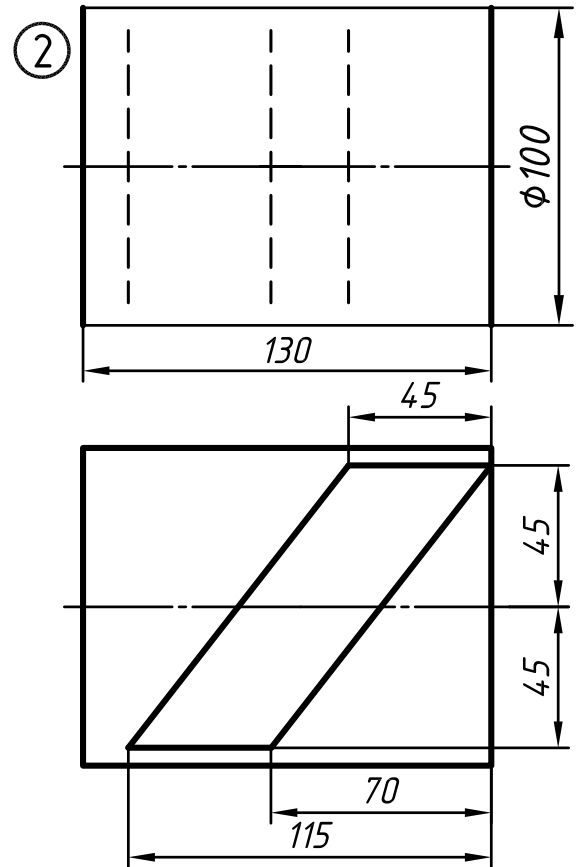
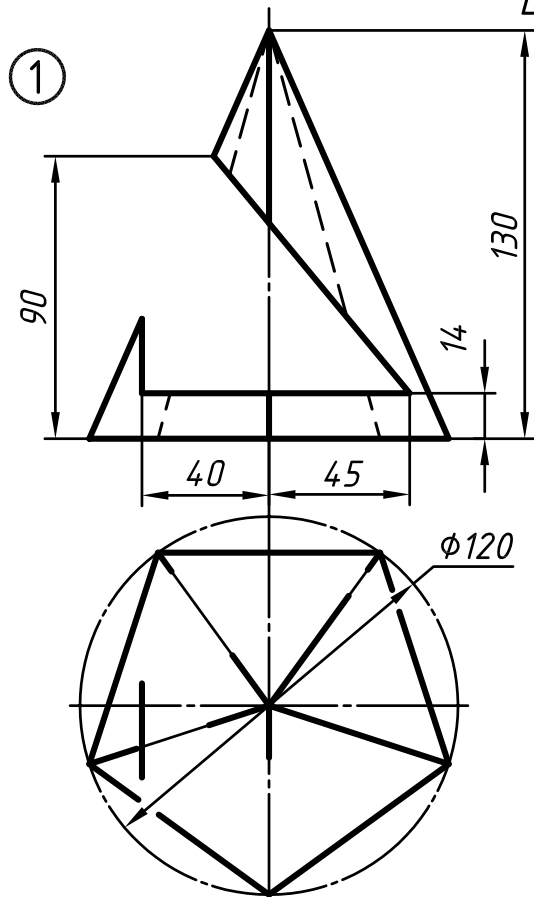


Продолжение приложения 1
Вариант №15

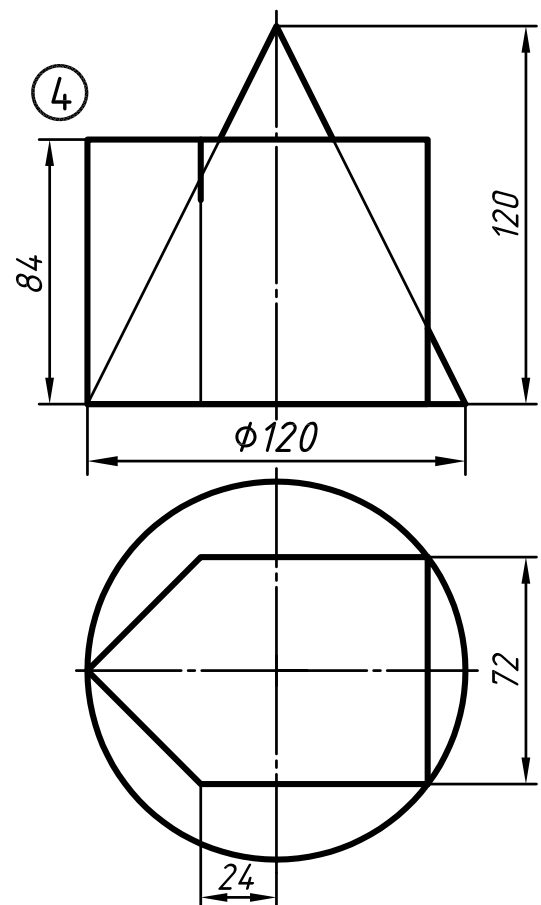
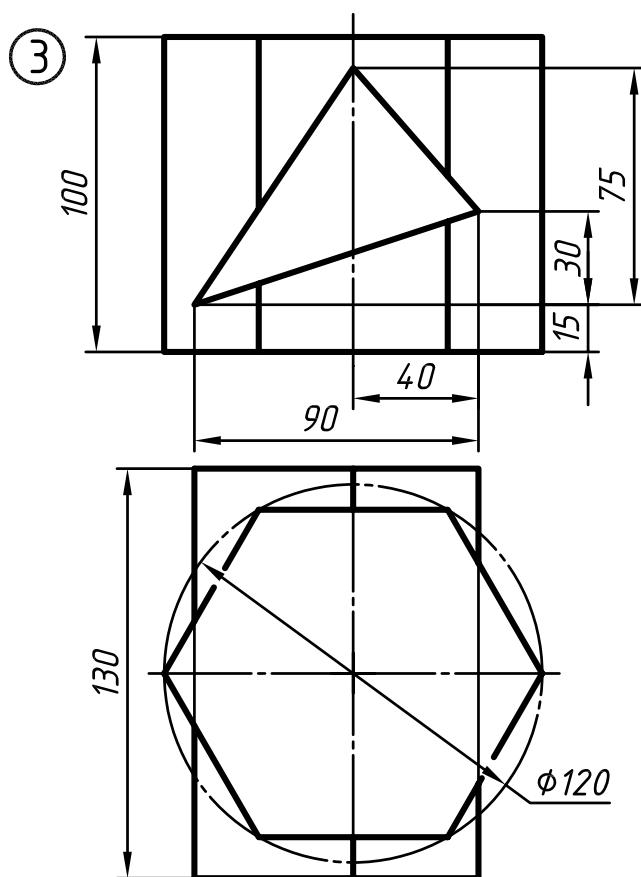
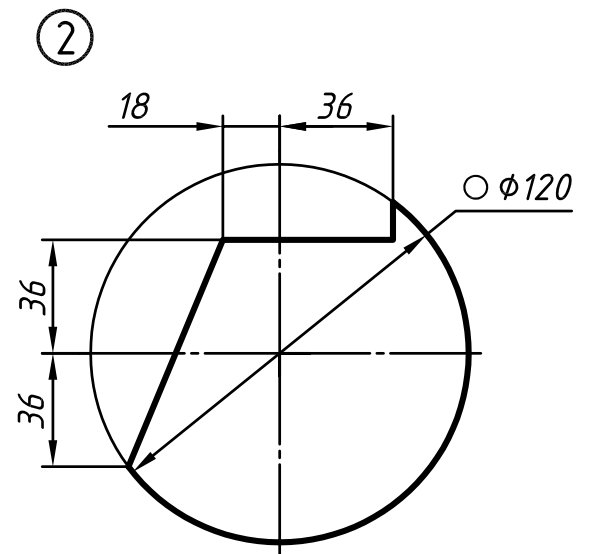
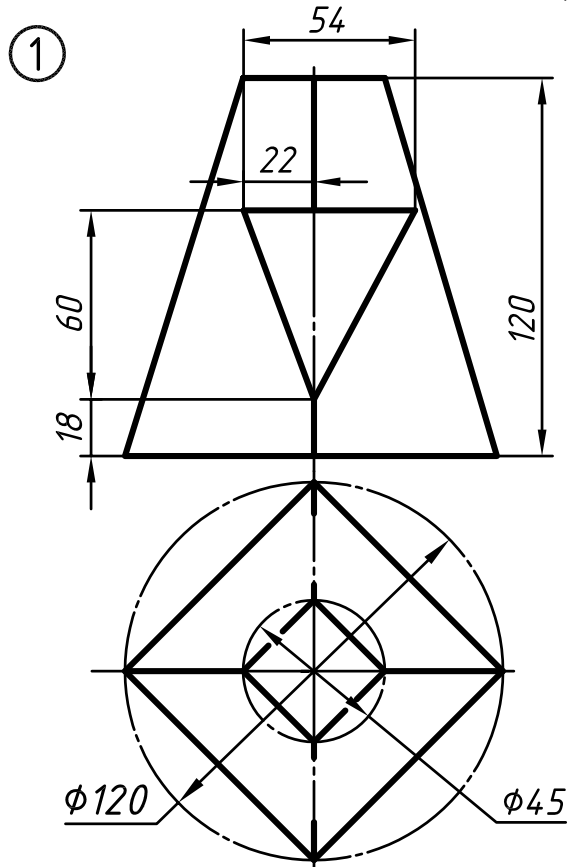


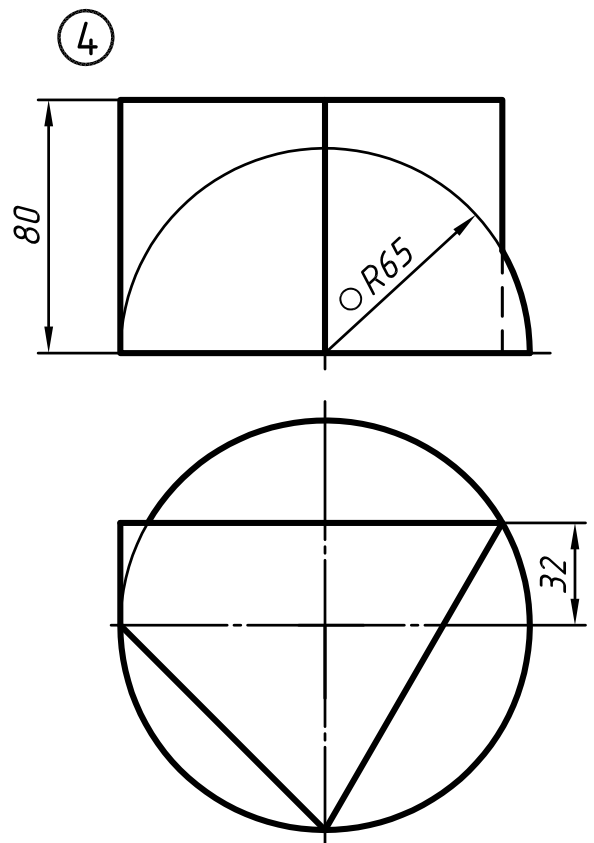
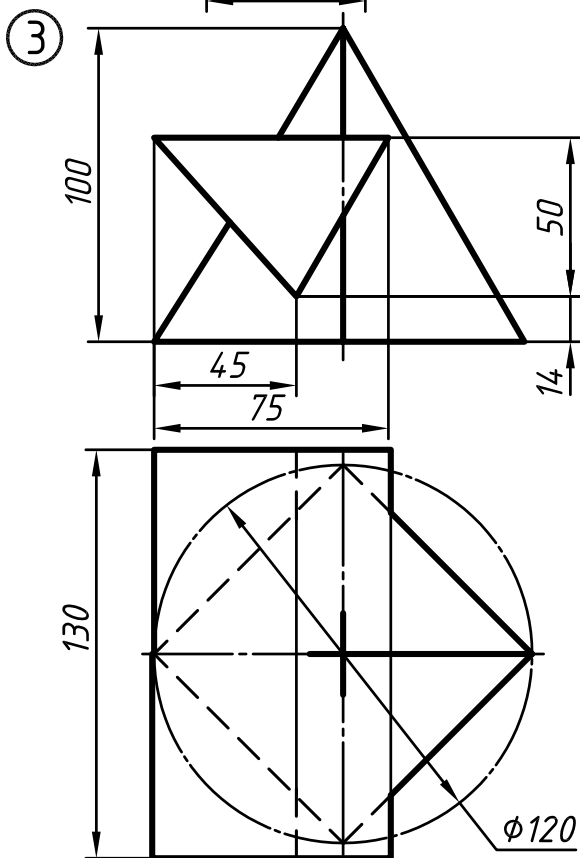
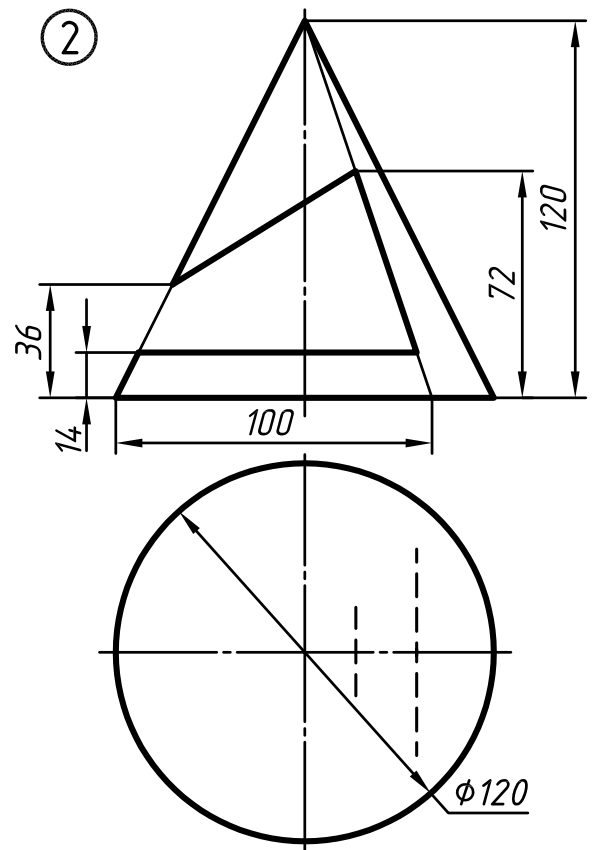
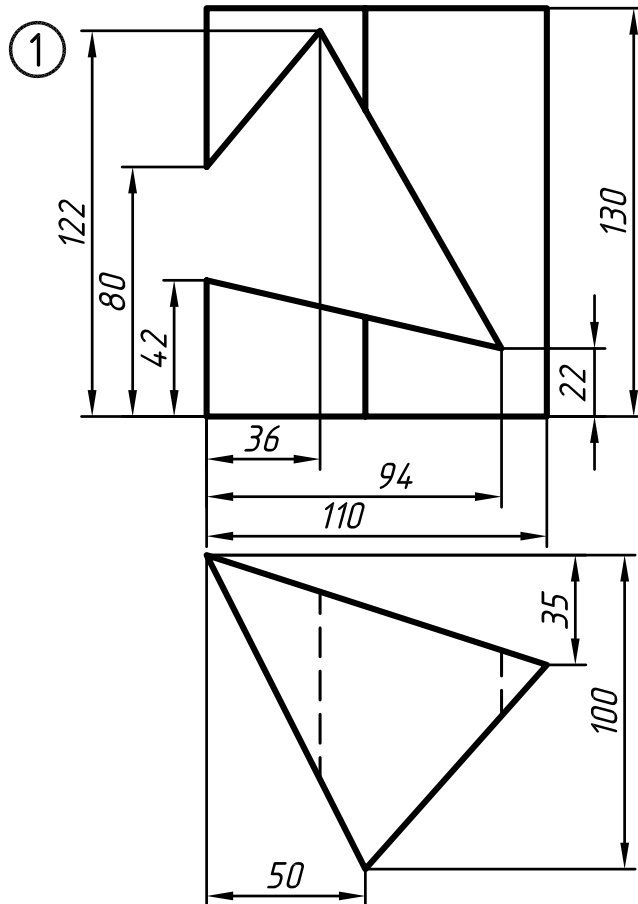


Продолжение приложения 1
Вариант №17

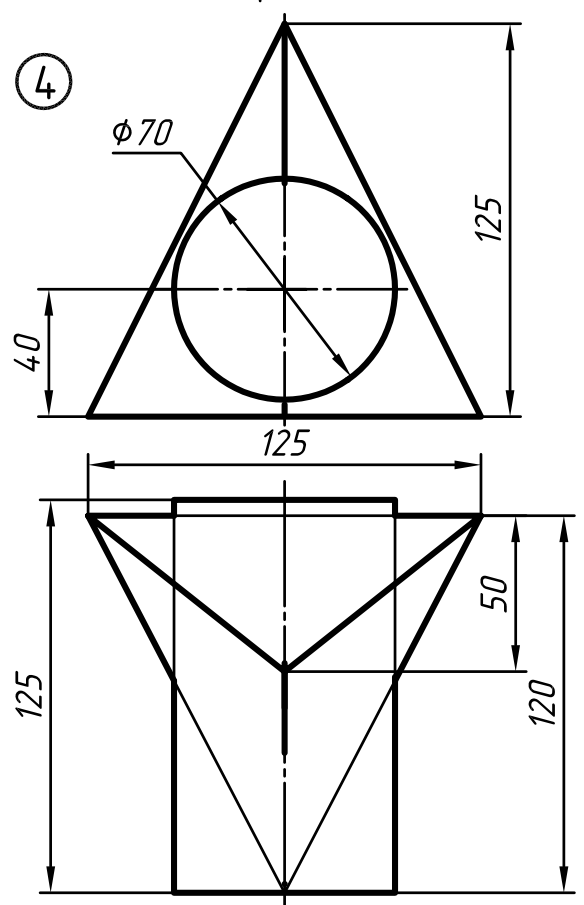
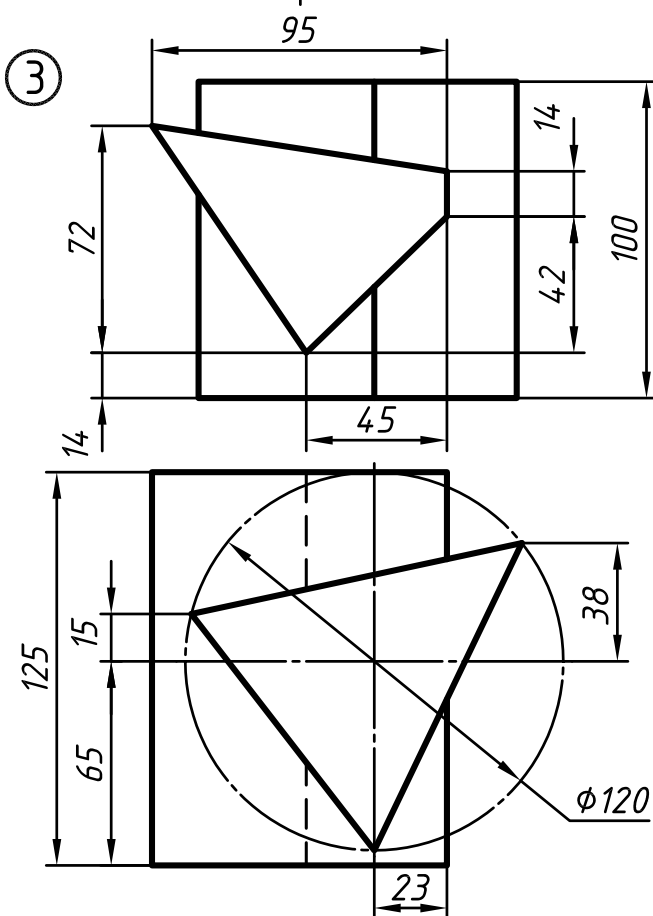
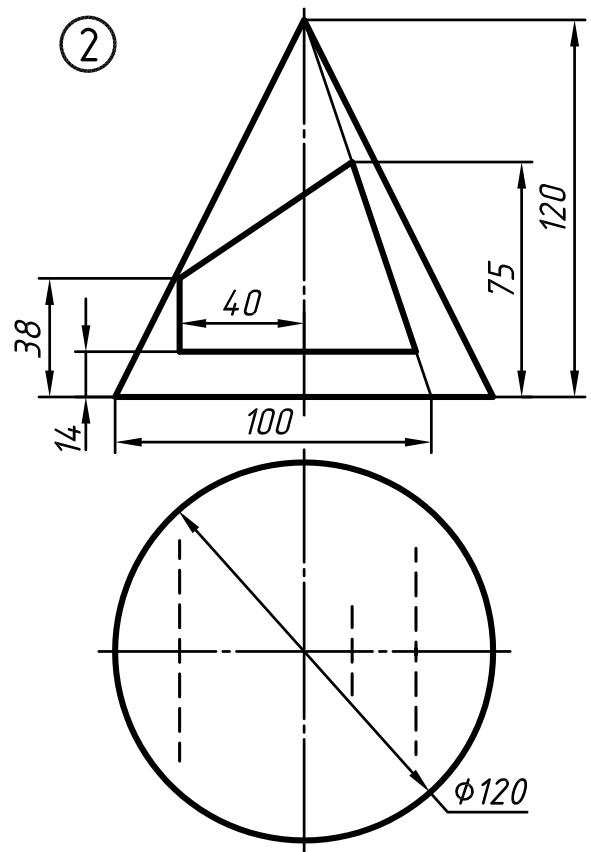
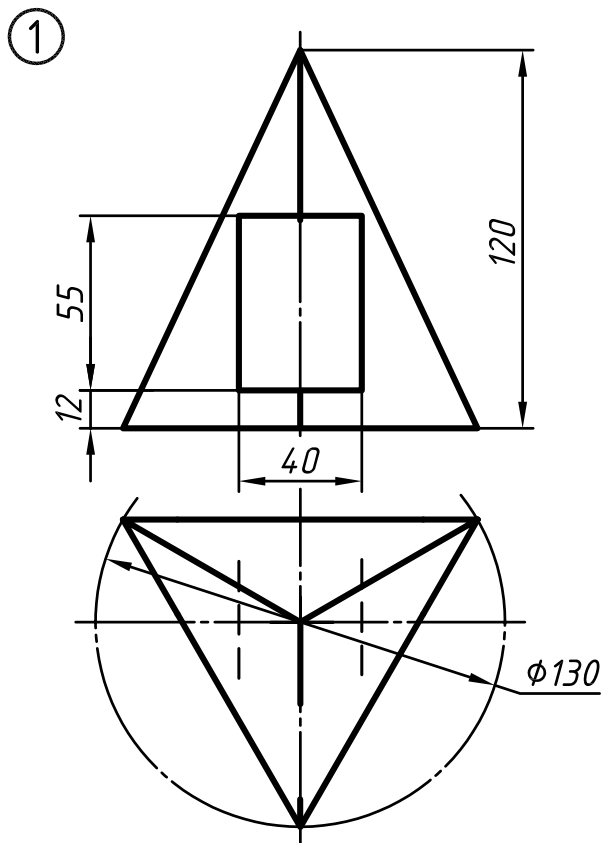


Продолжение приложения 1
Вариант №18

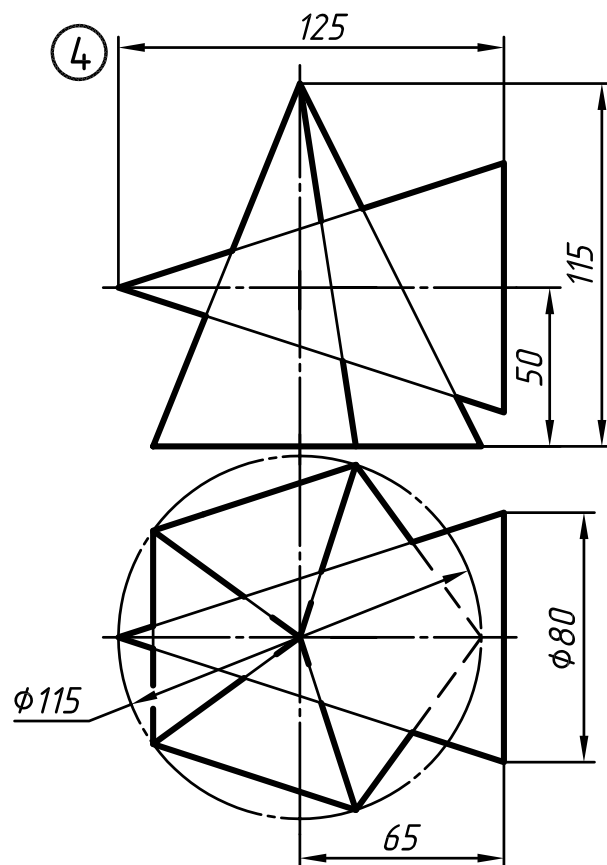
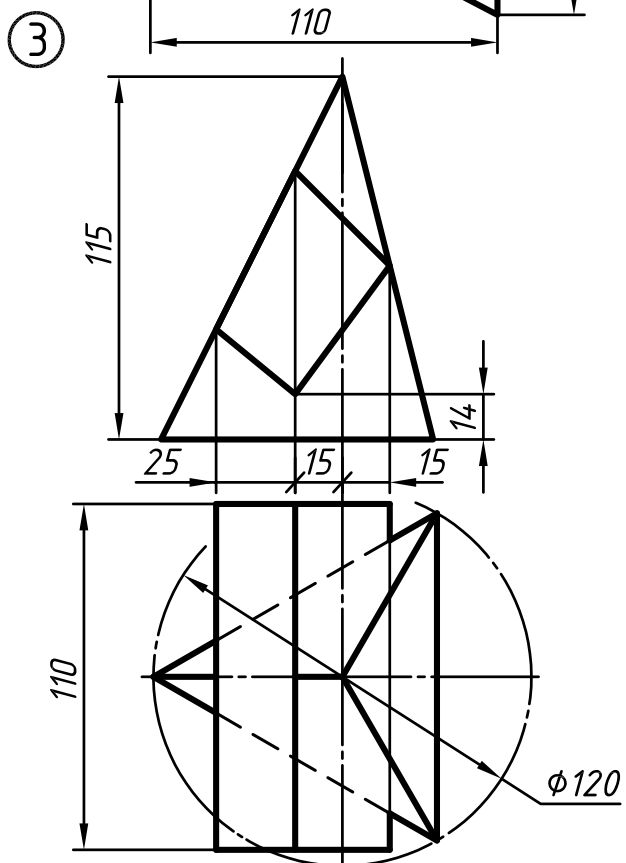
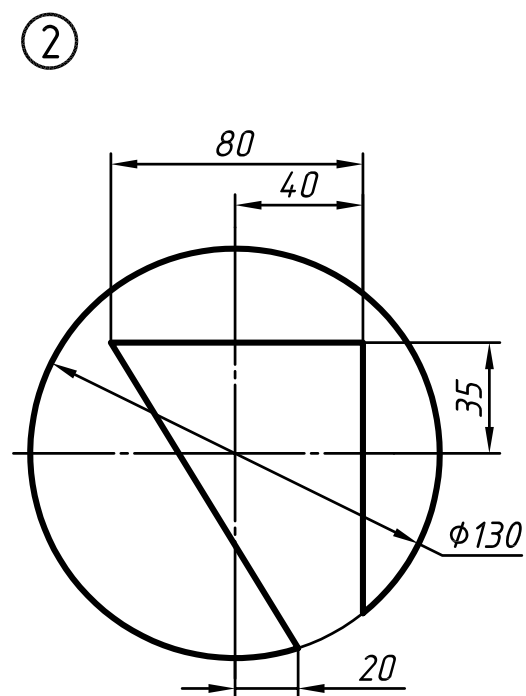
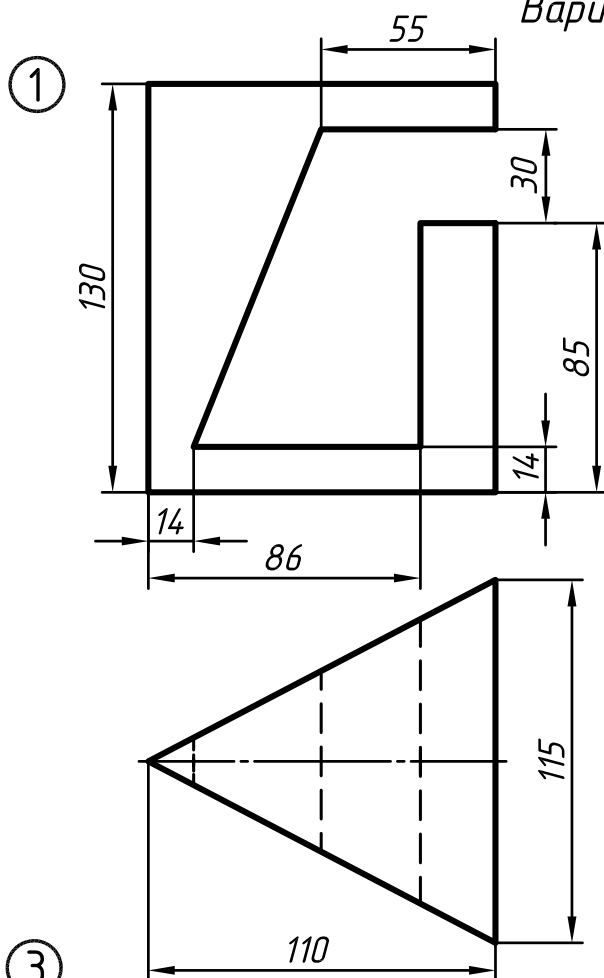




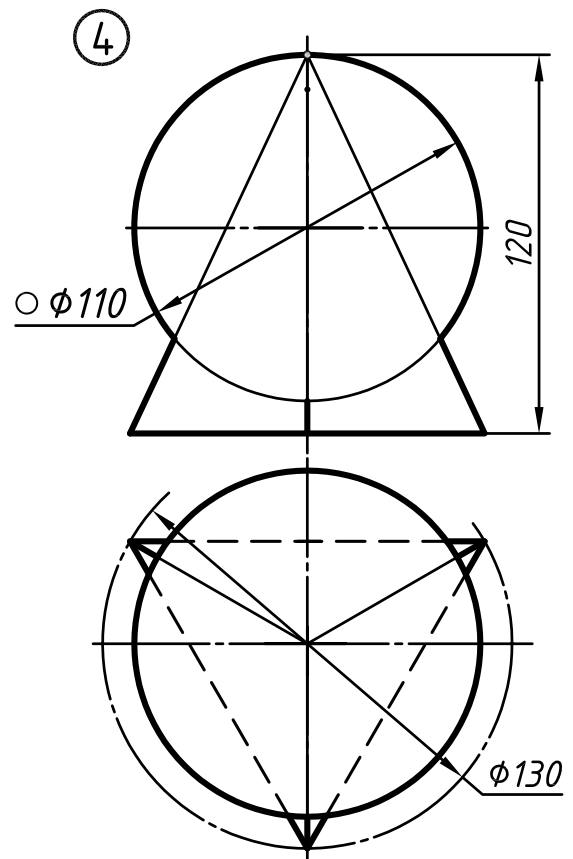
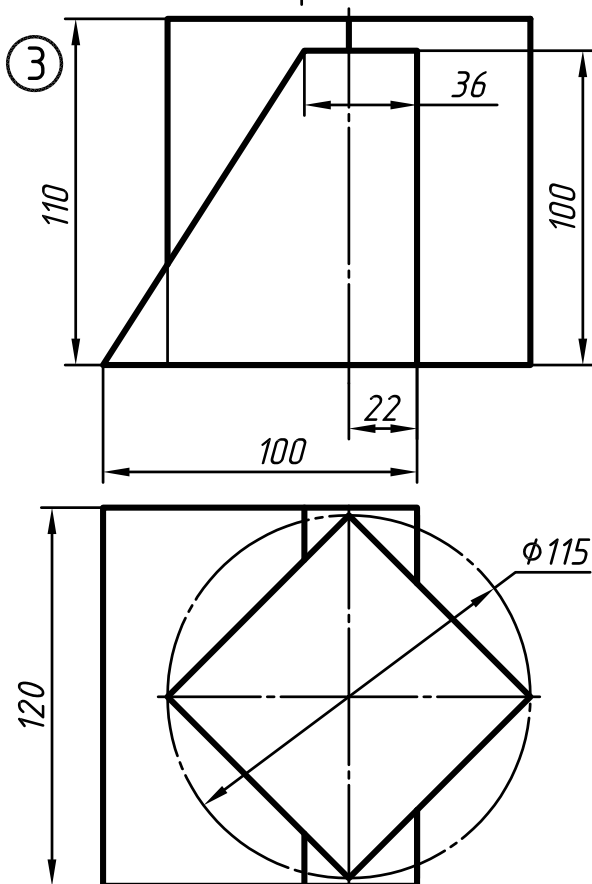
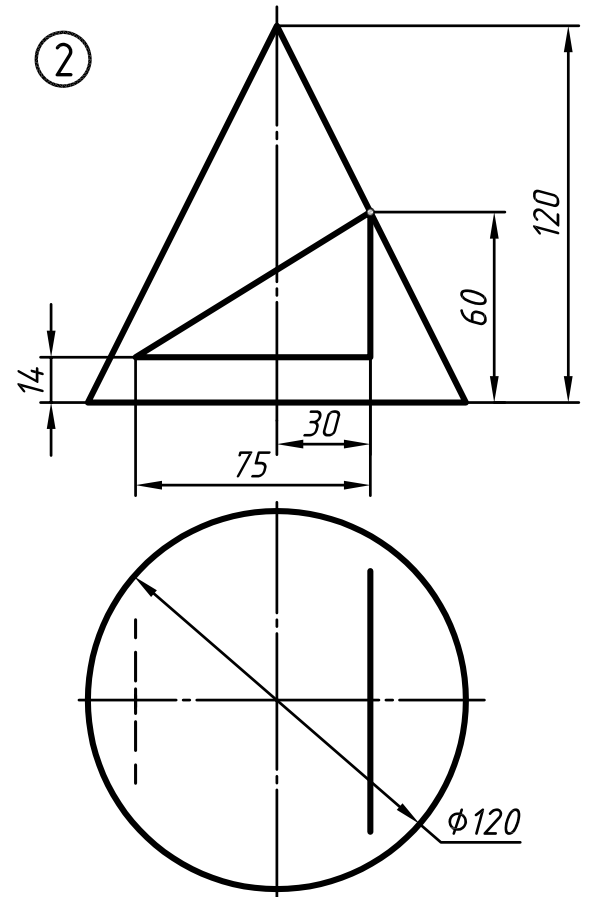
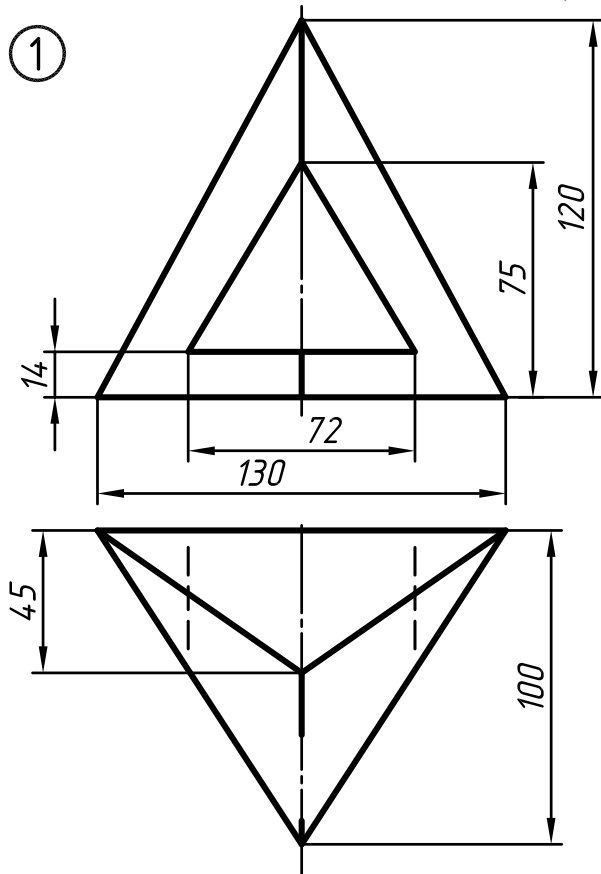
Продолжение приложения 1
Вариант №20



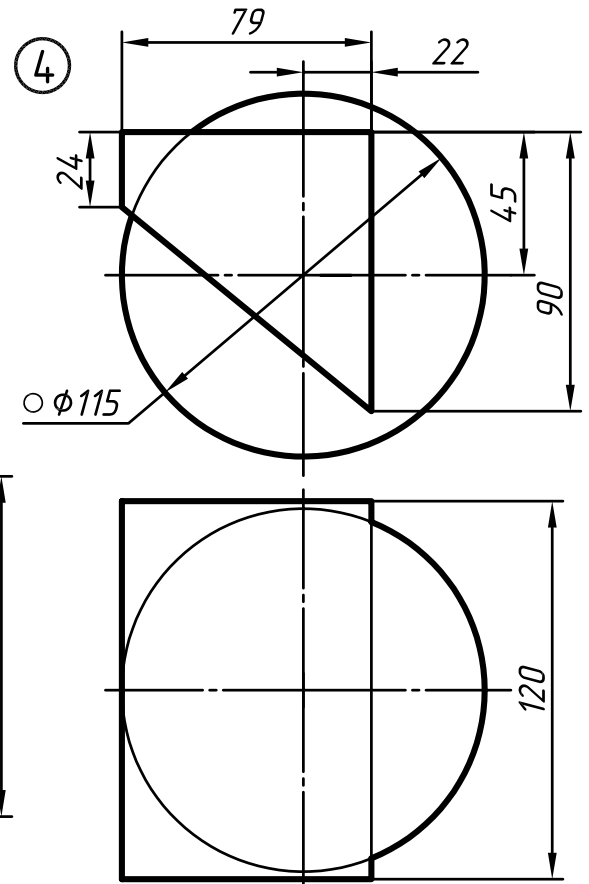
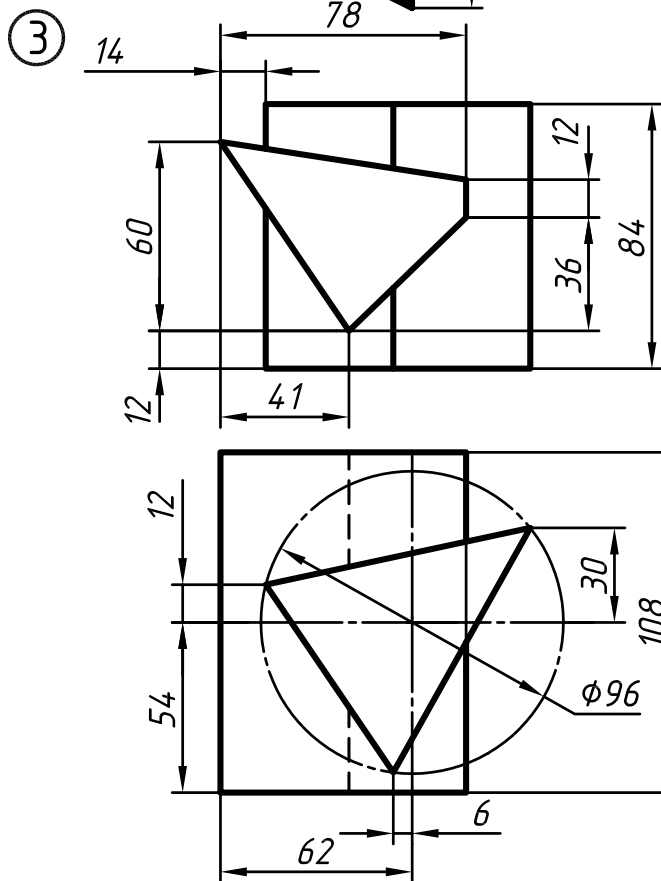
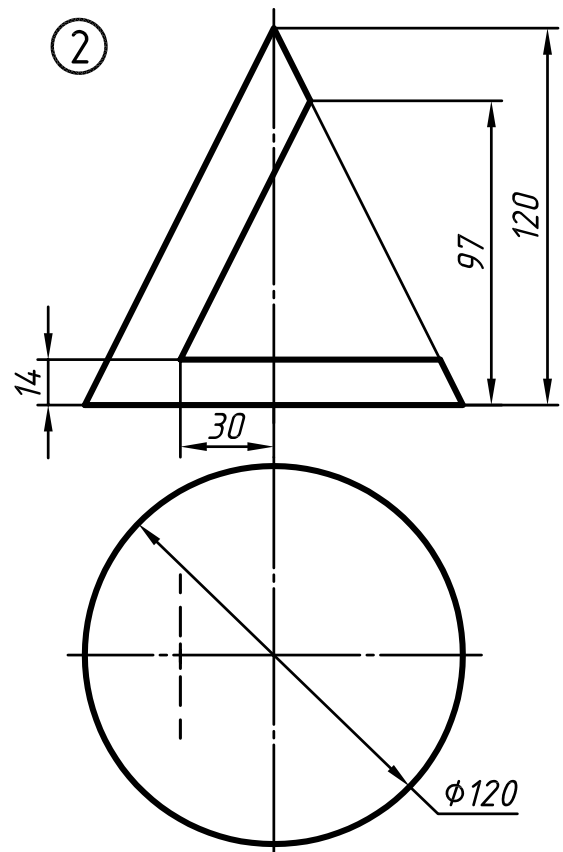
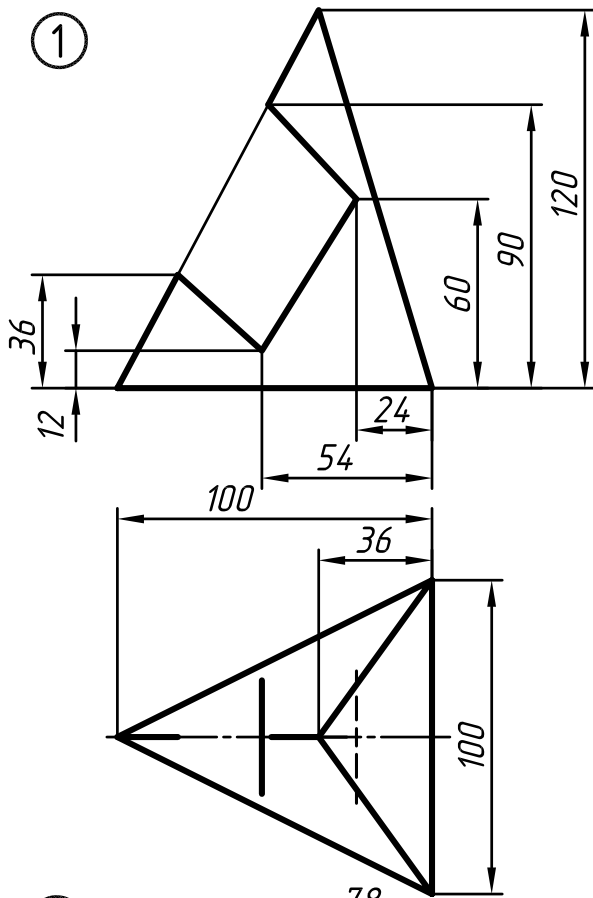
Продолжение приложения 1
Вариант №21

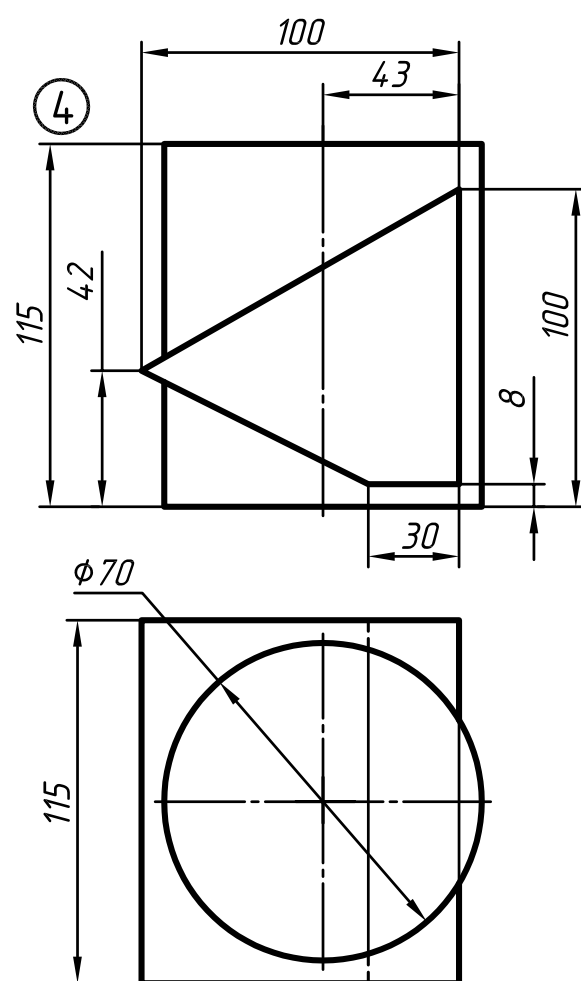
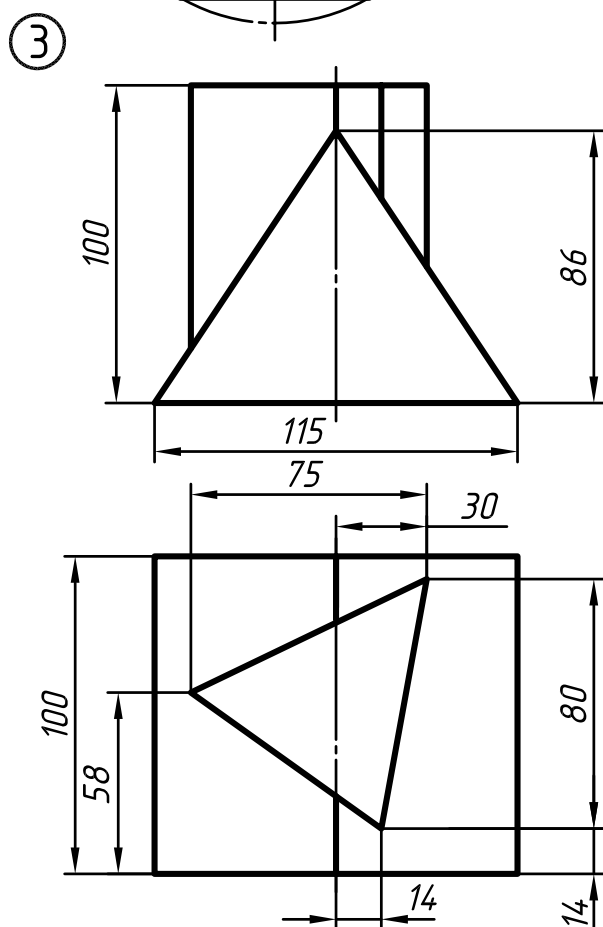
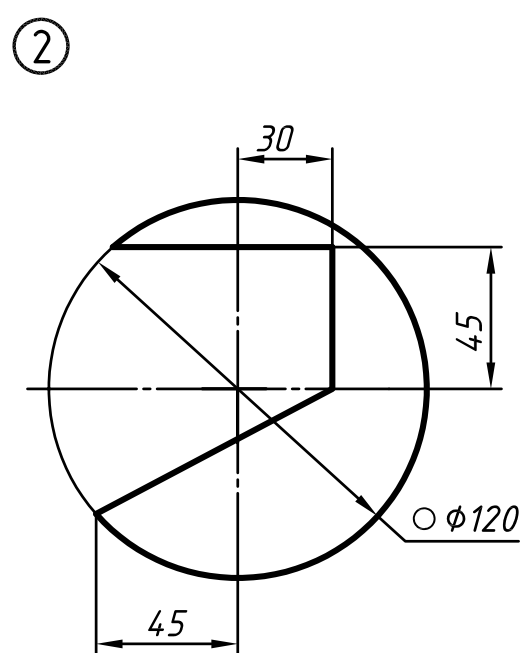
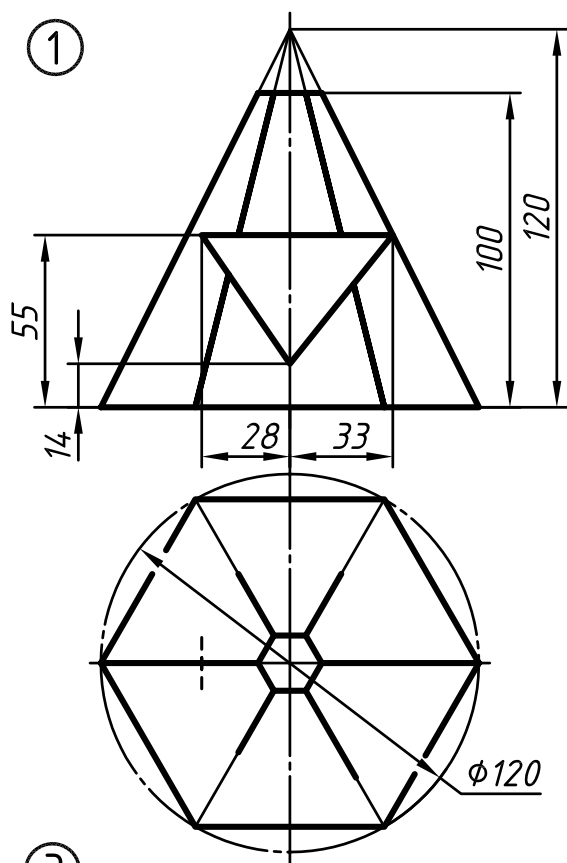


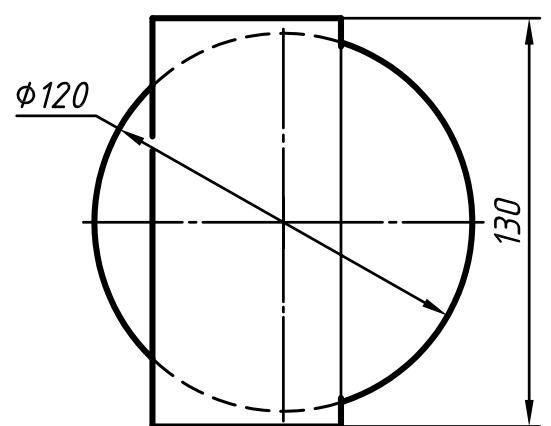
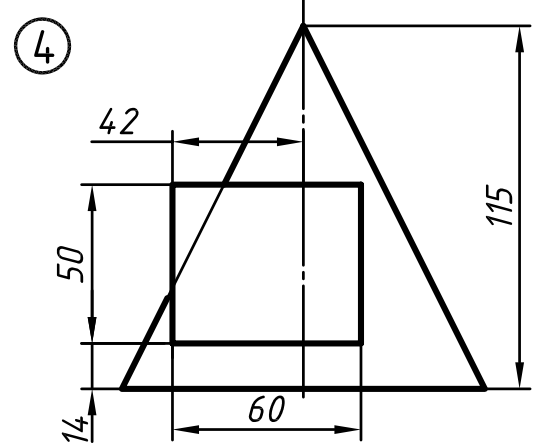
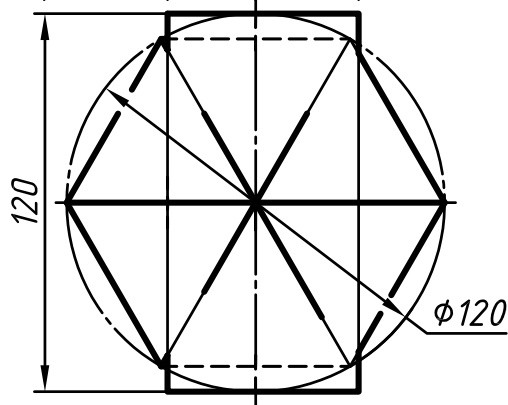
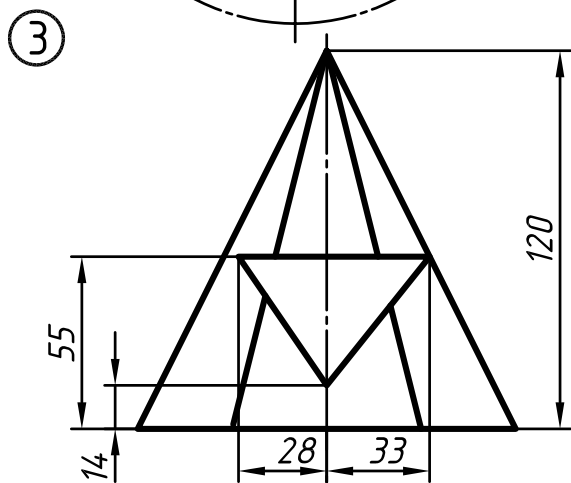
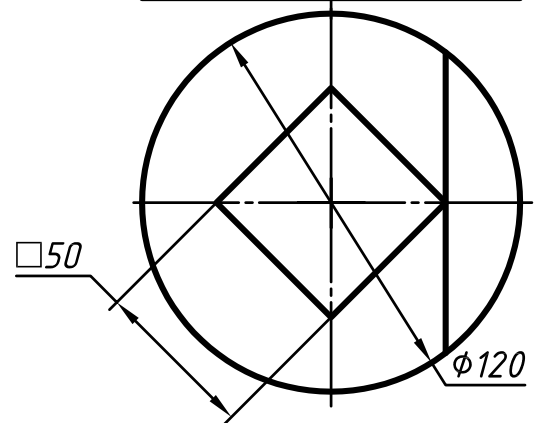
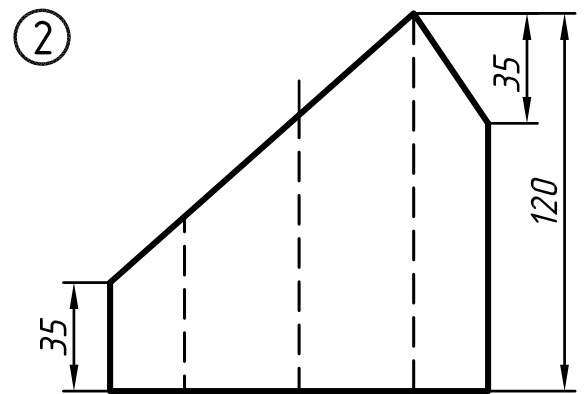
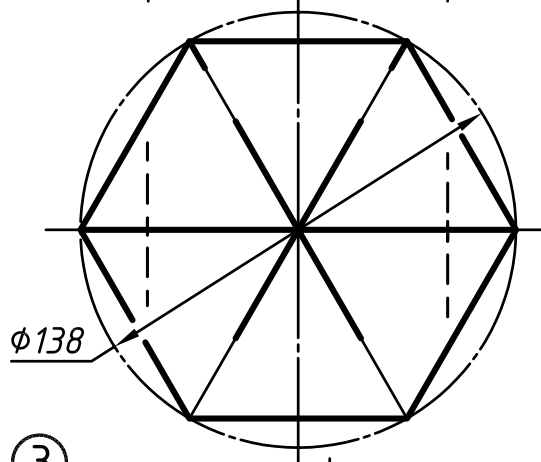
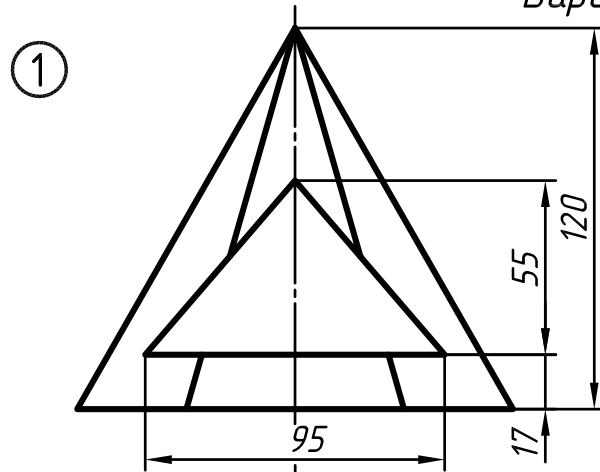
Продолжение приложения 1
Вариант №22



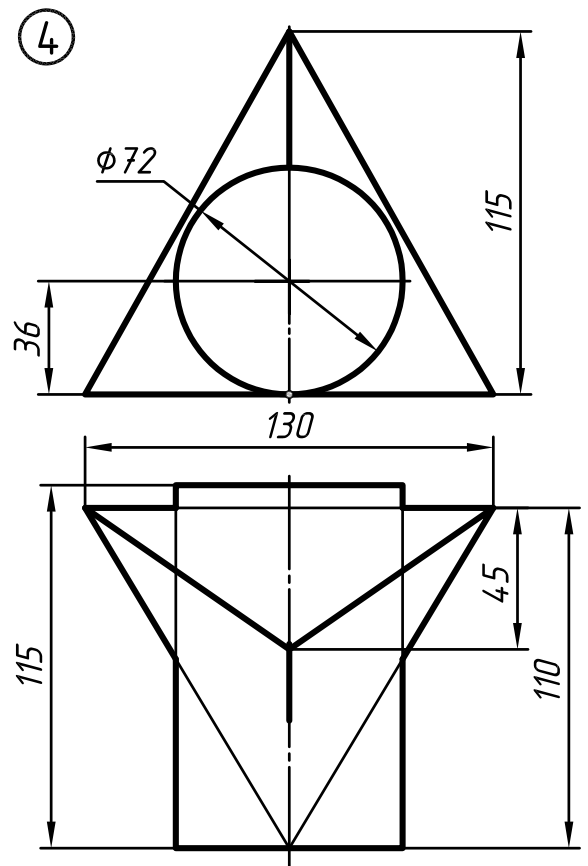
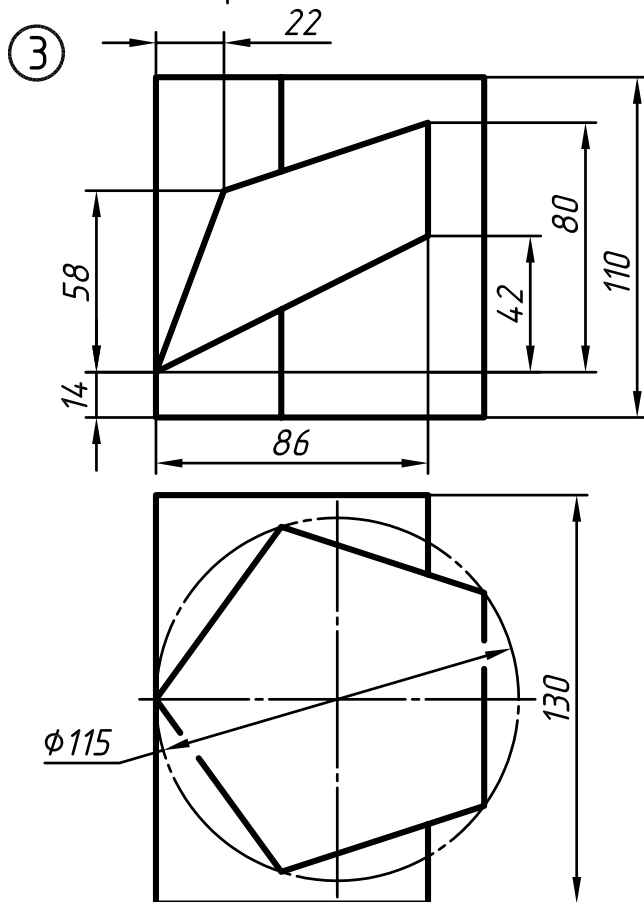
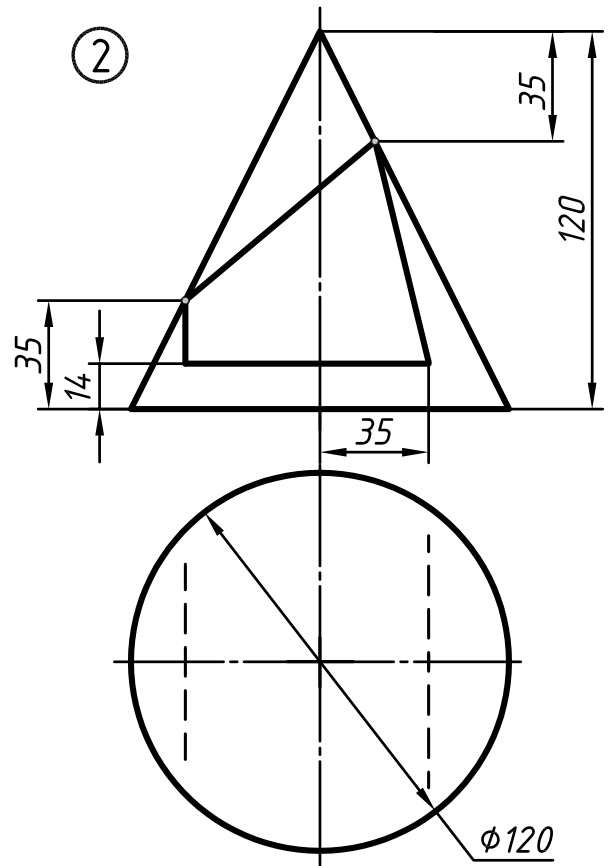
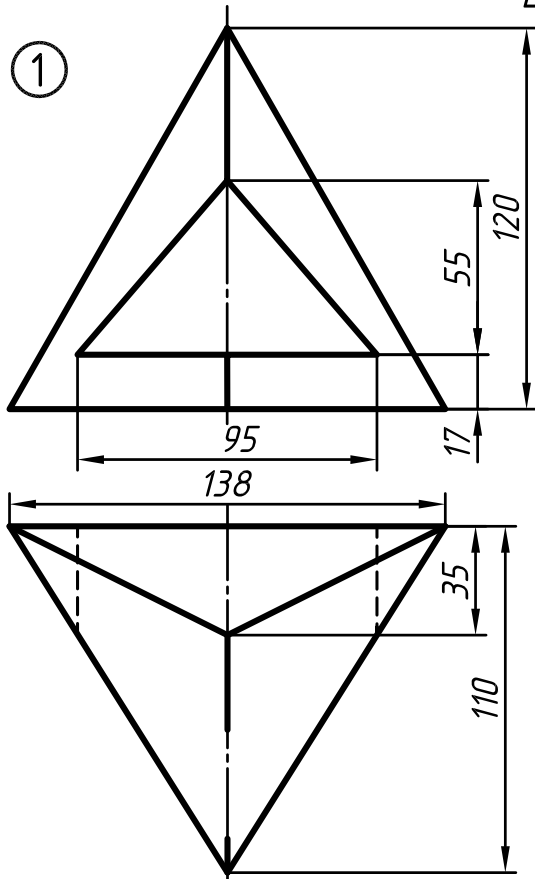
Продолжение приложения 1
Вариант №23

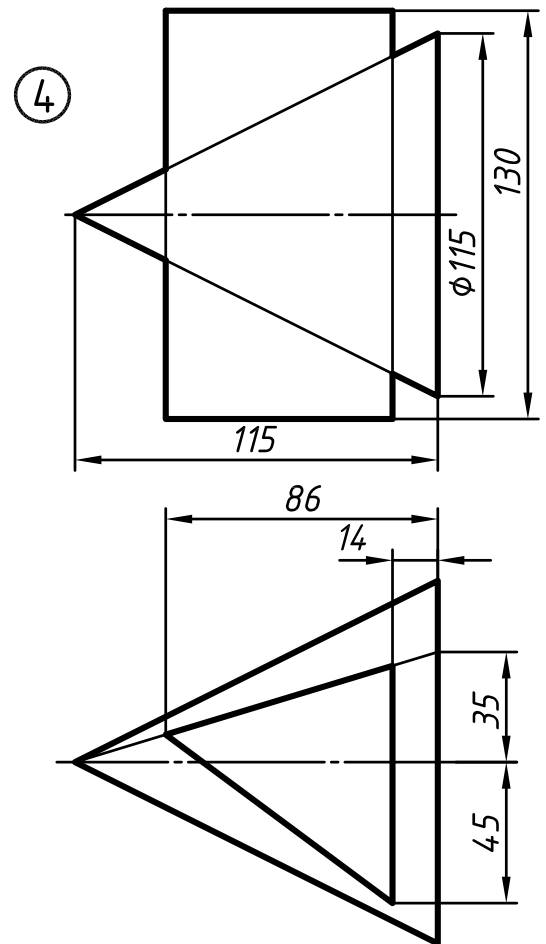
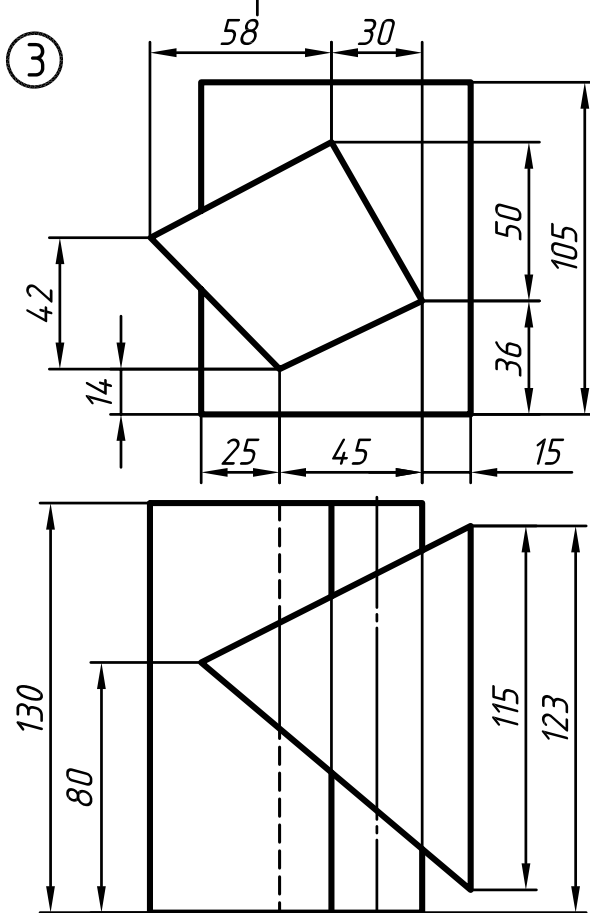
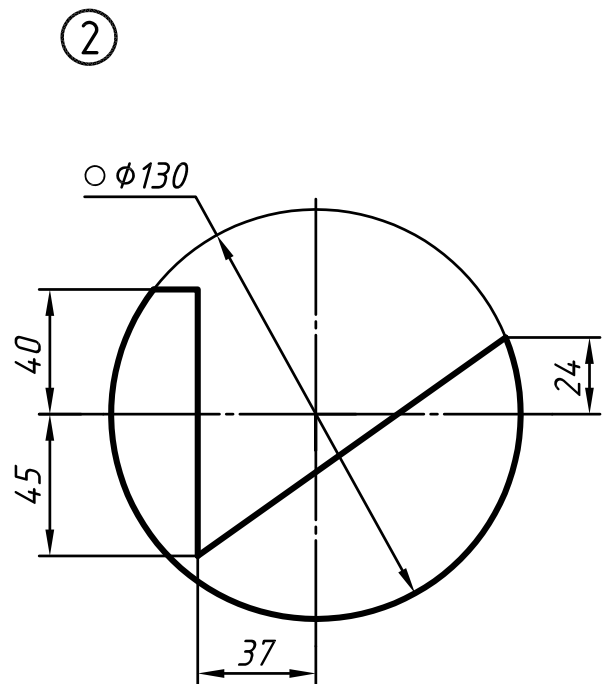
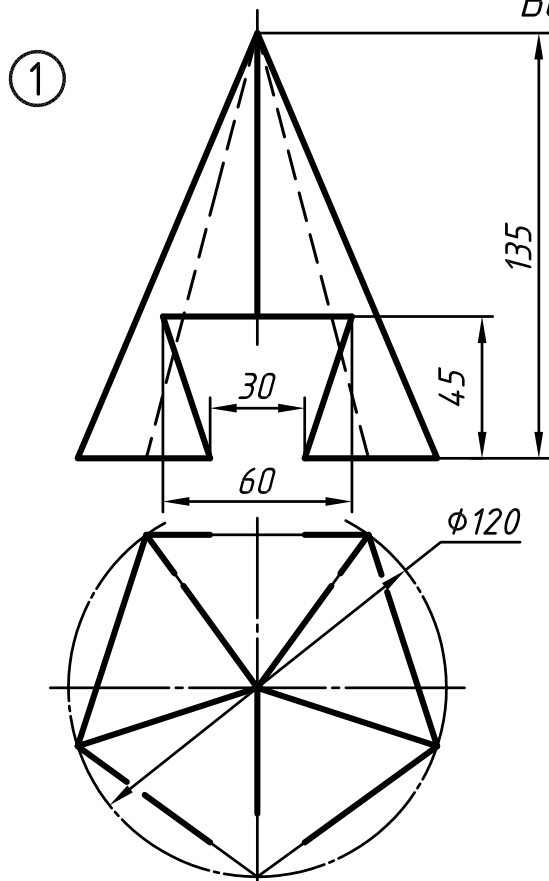


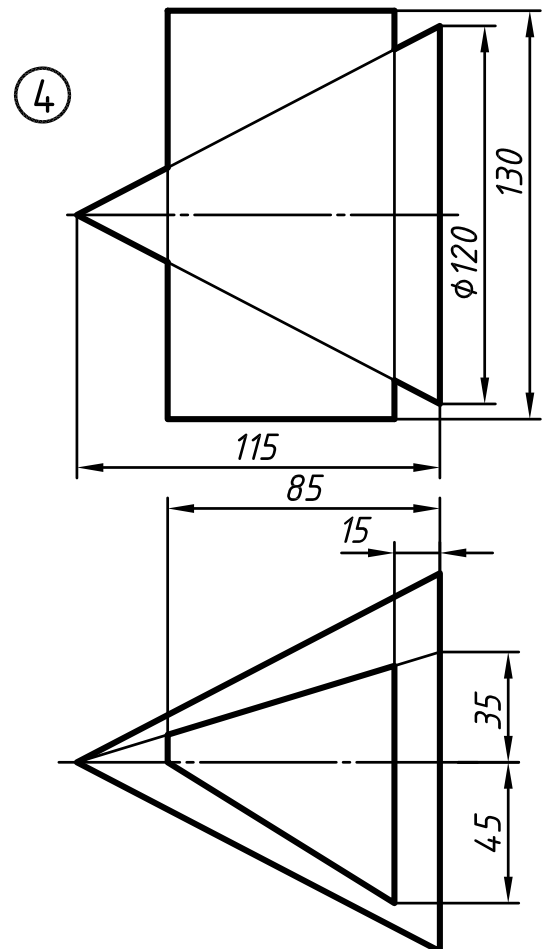
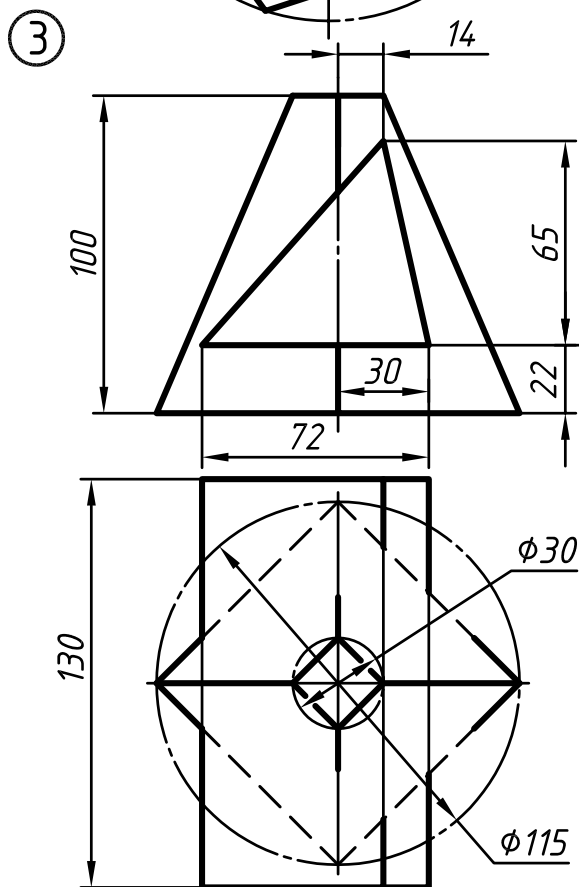
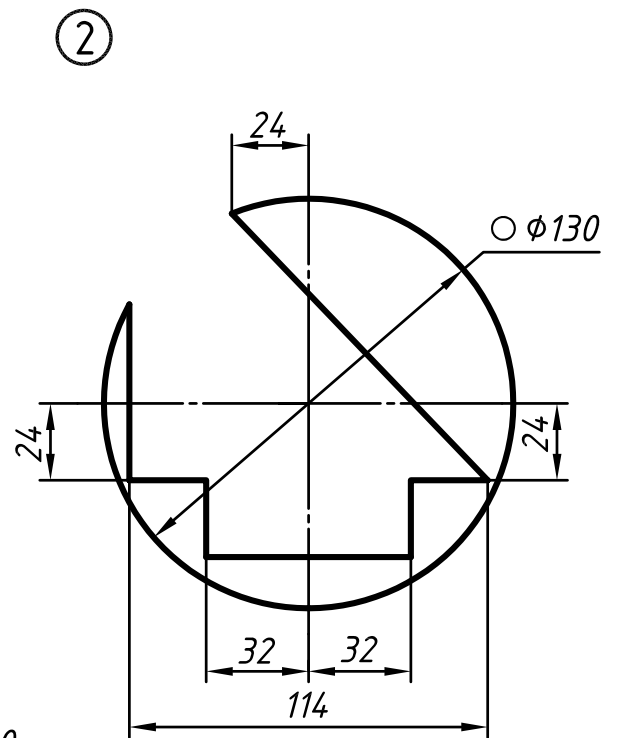
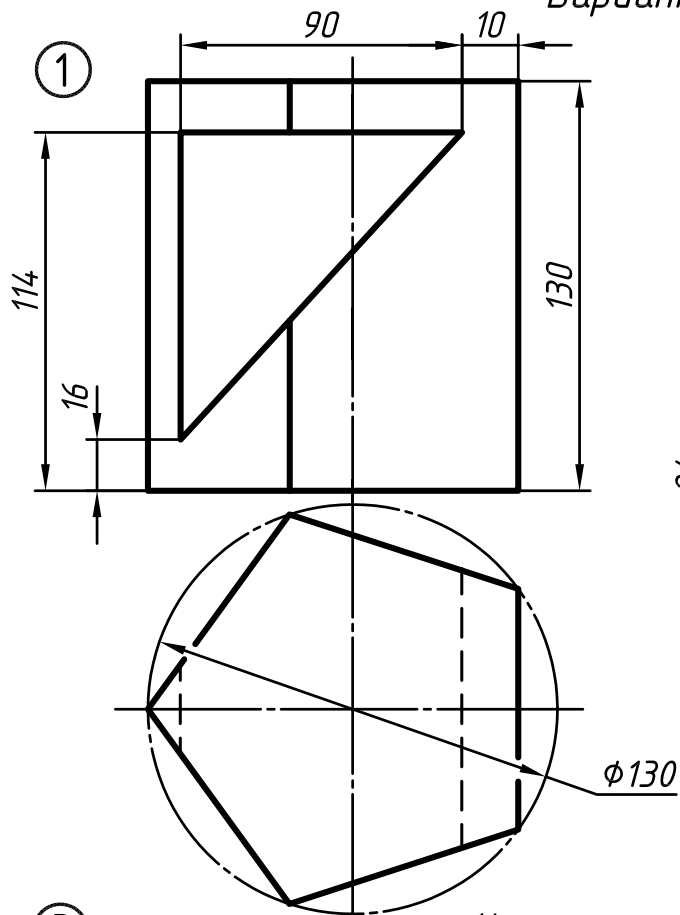




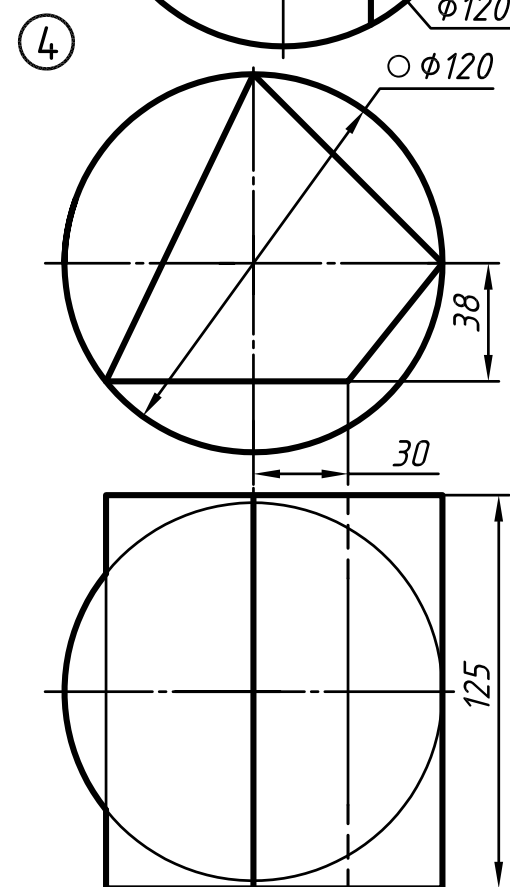
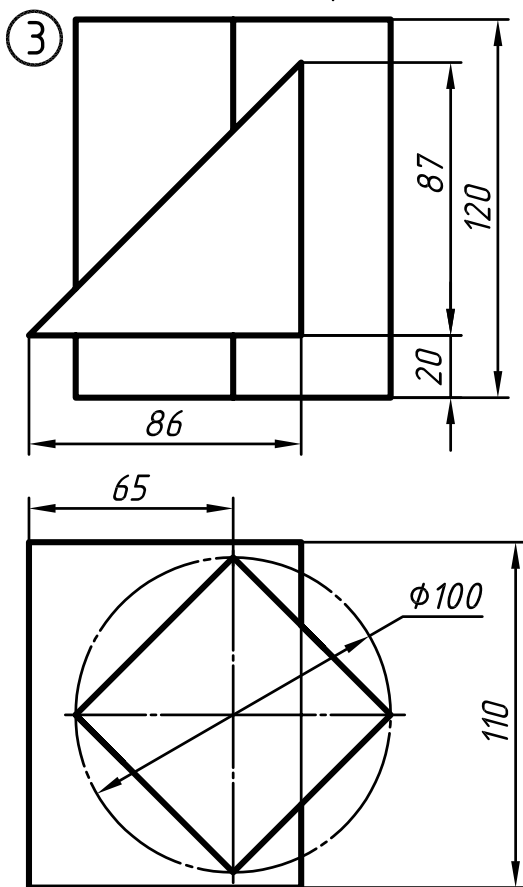
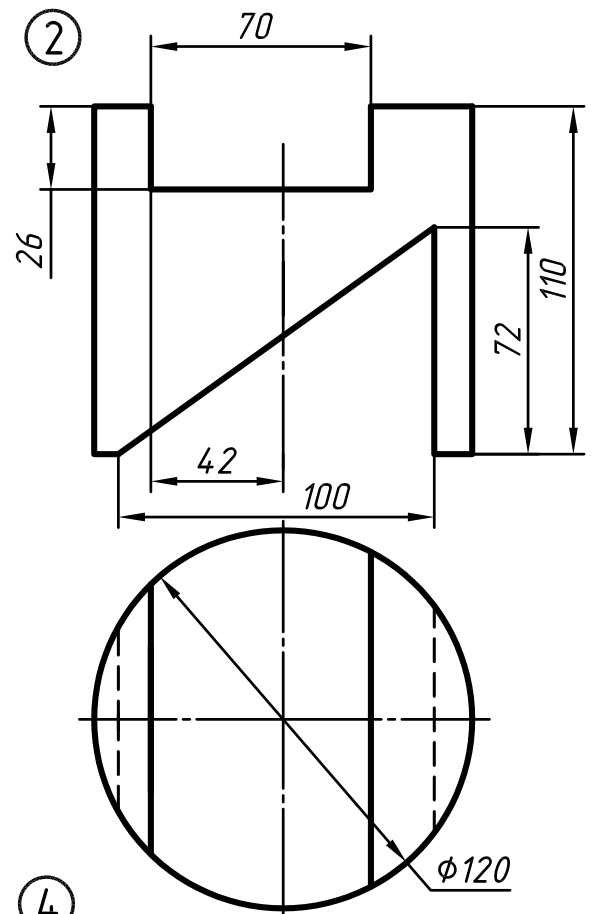
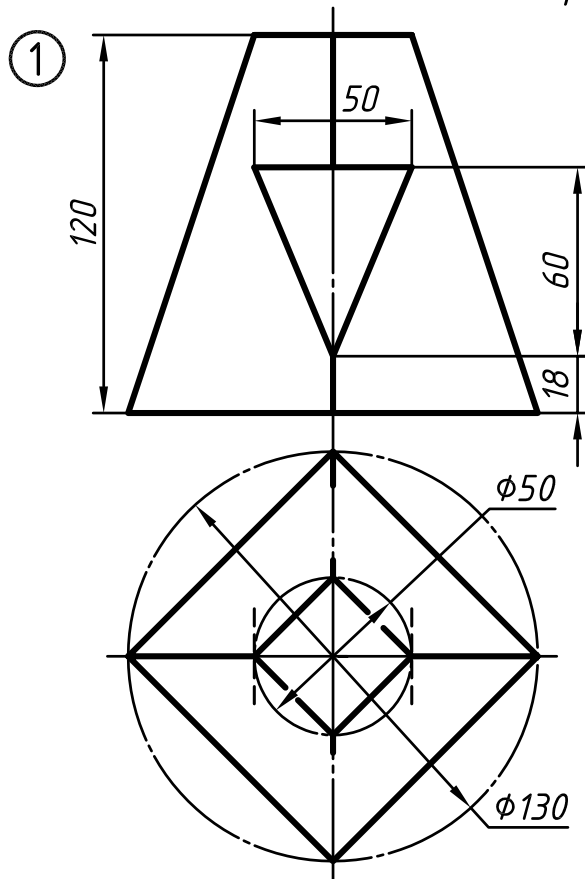
Продолжение приложения 1
Вариант №26

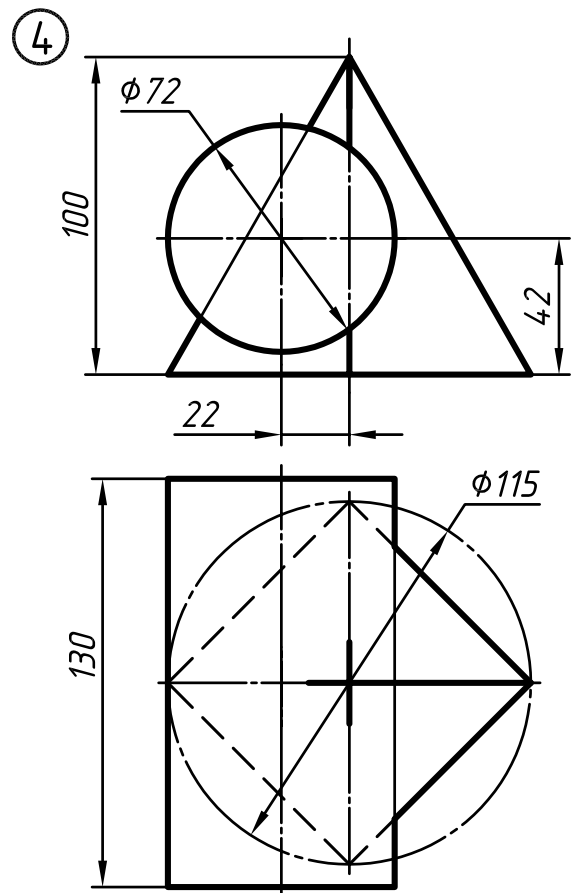
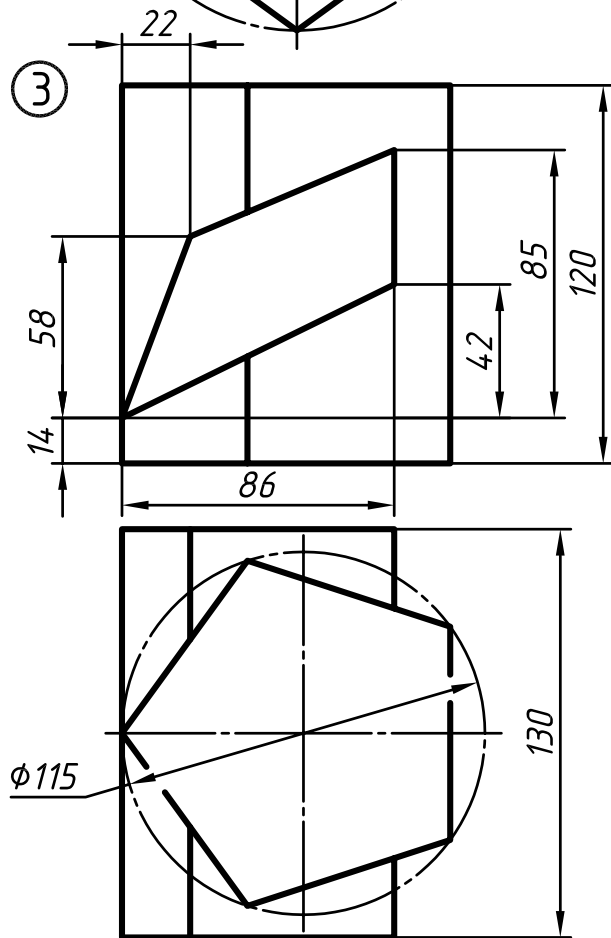
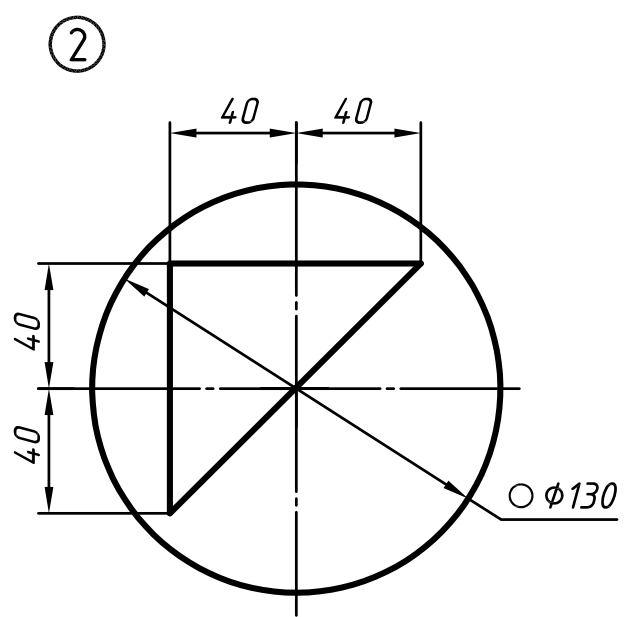
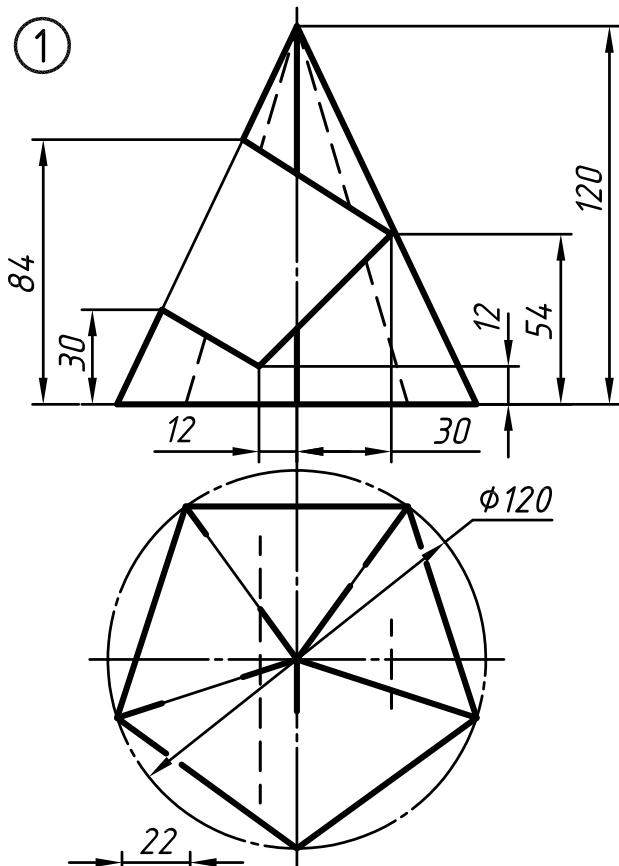




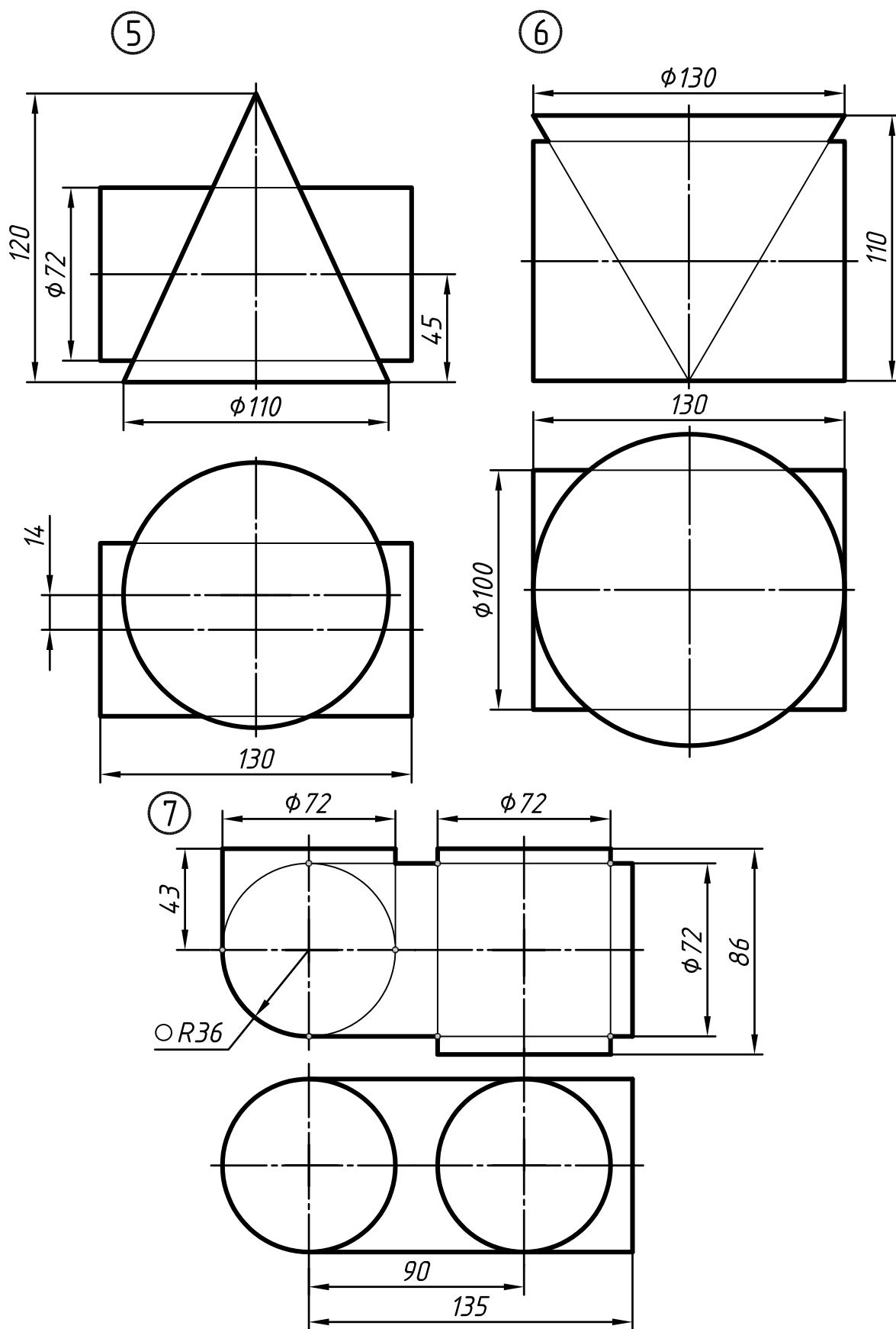


Продолжение приложения 1
Вариант №29

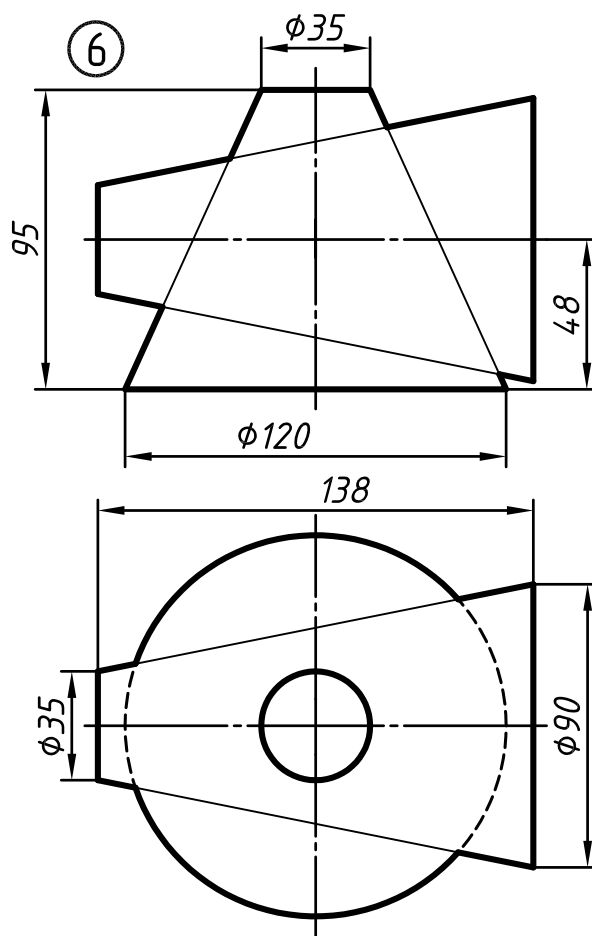
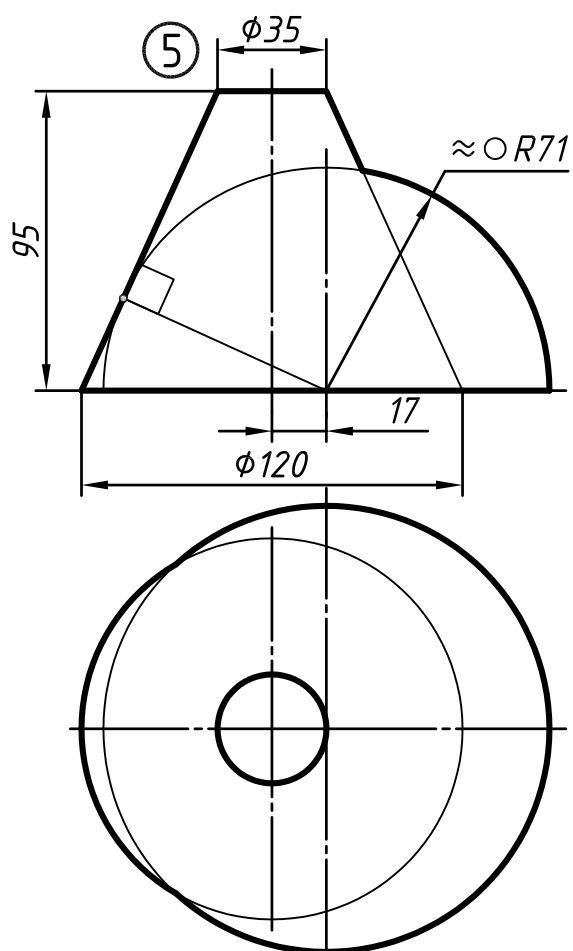




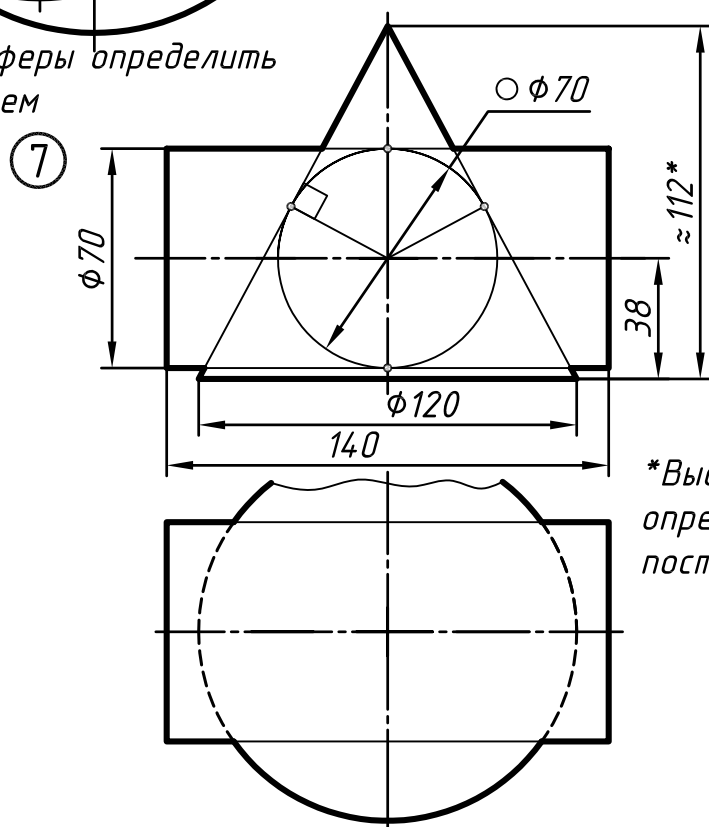
Вариант №1



Вариант №2

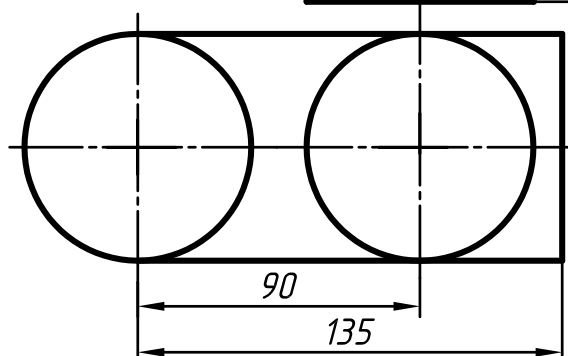
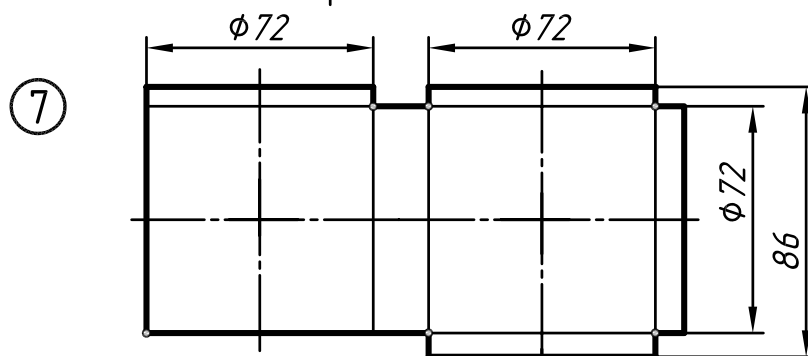
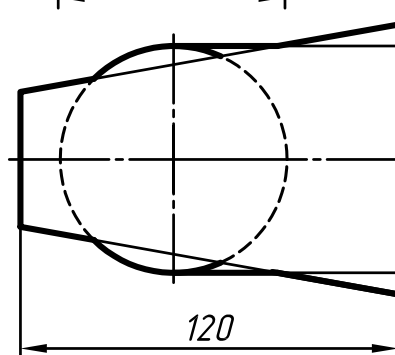
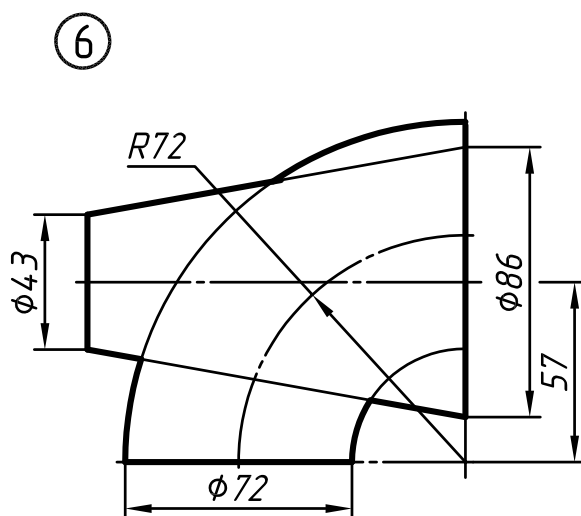
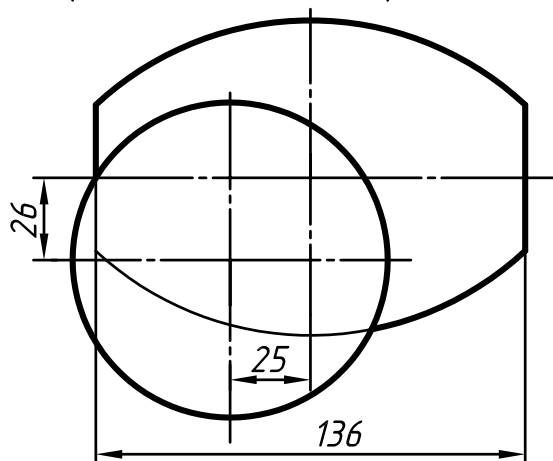
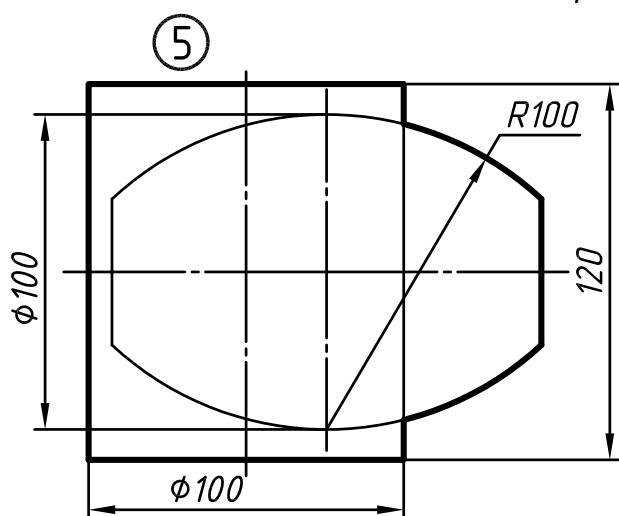


*Радиус сферы определить построением

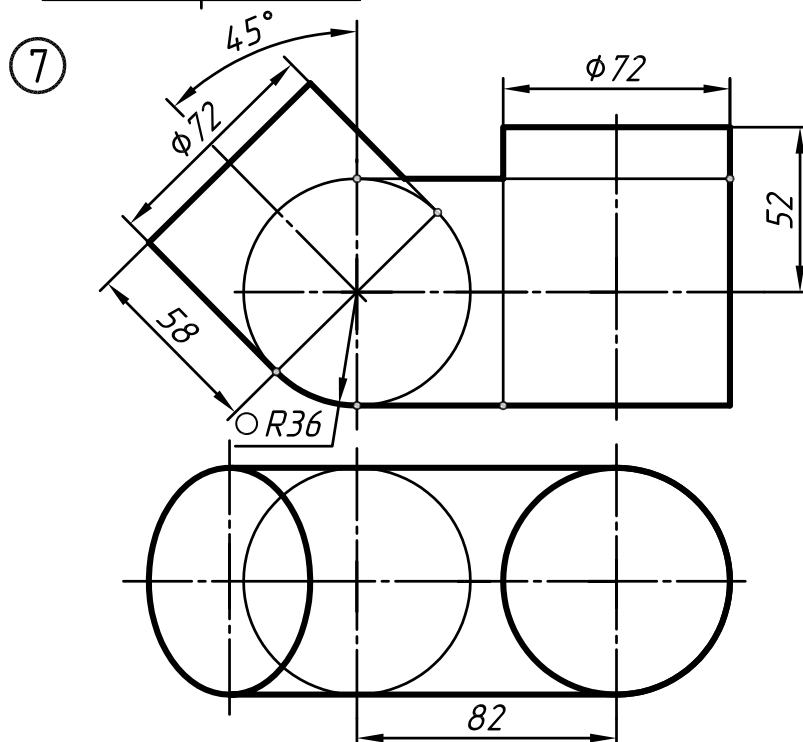
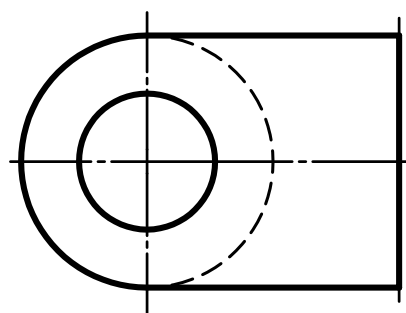
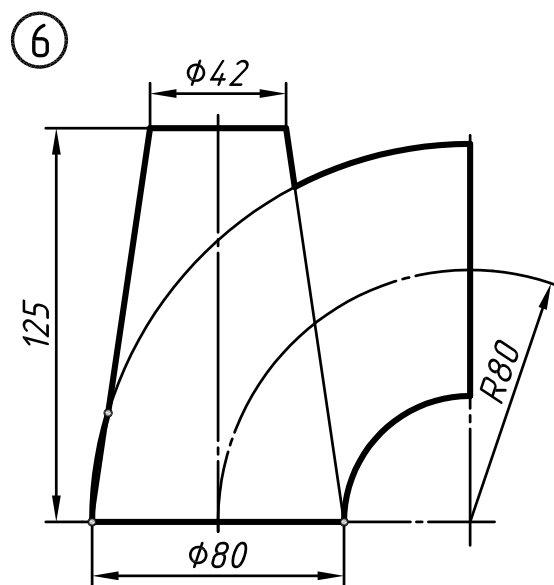
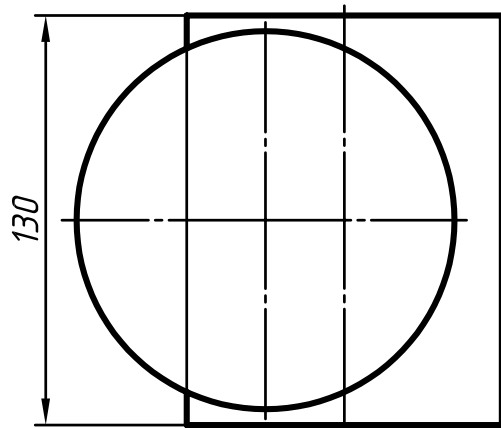
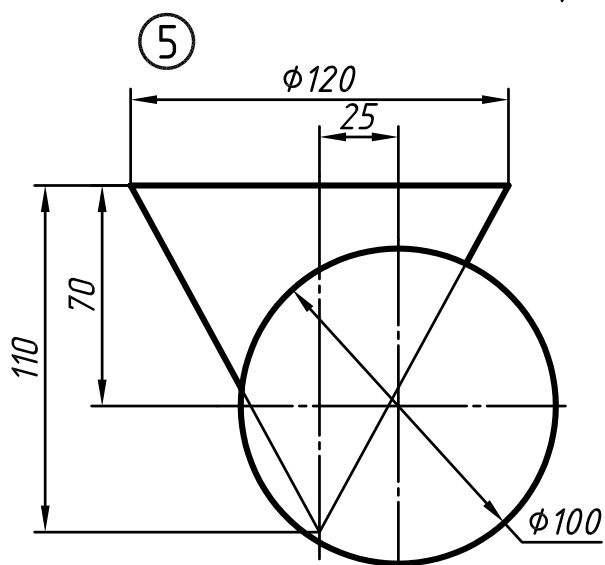


*Высоту конуса определить построением

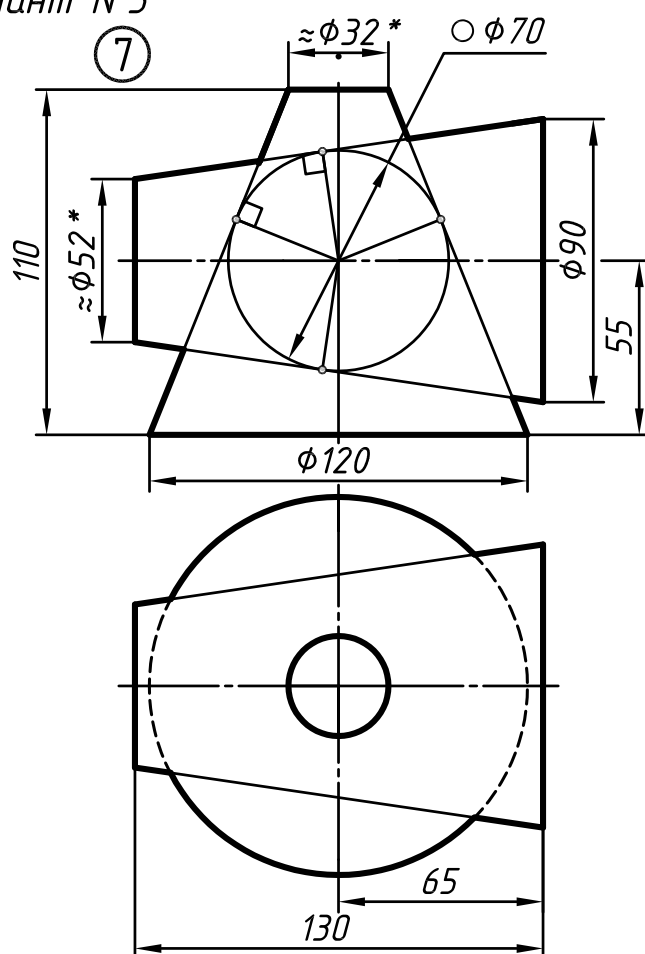
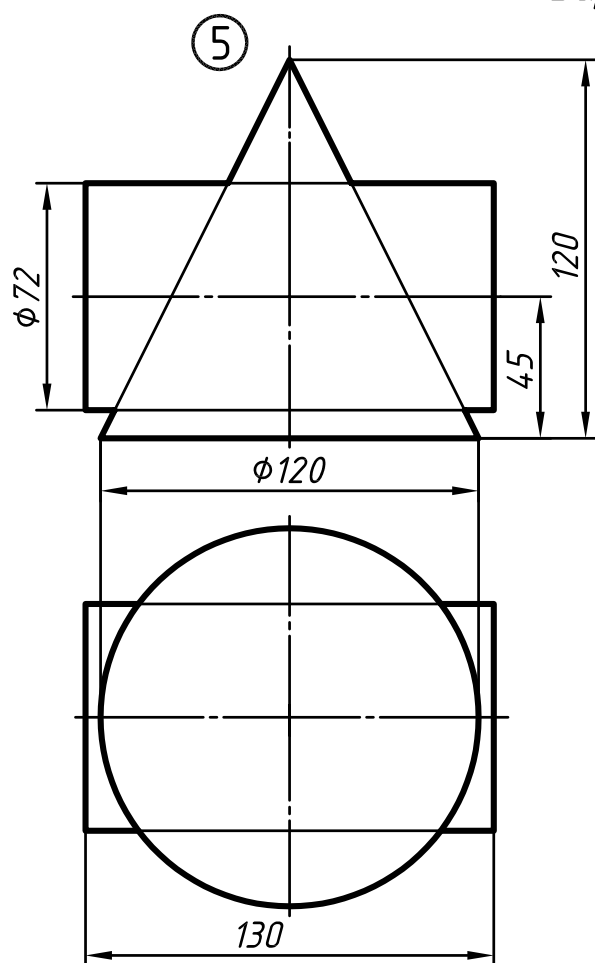
Вариант №3



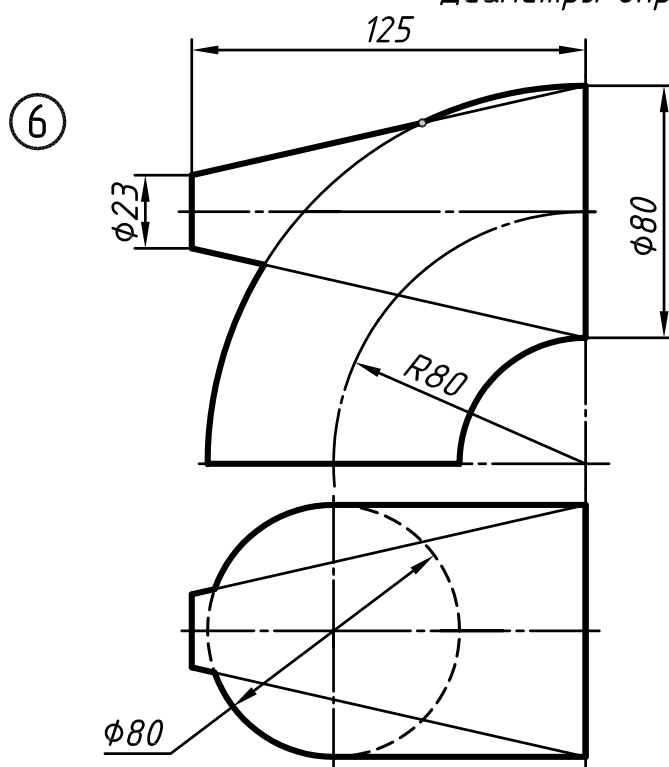
Вариант №4



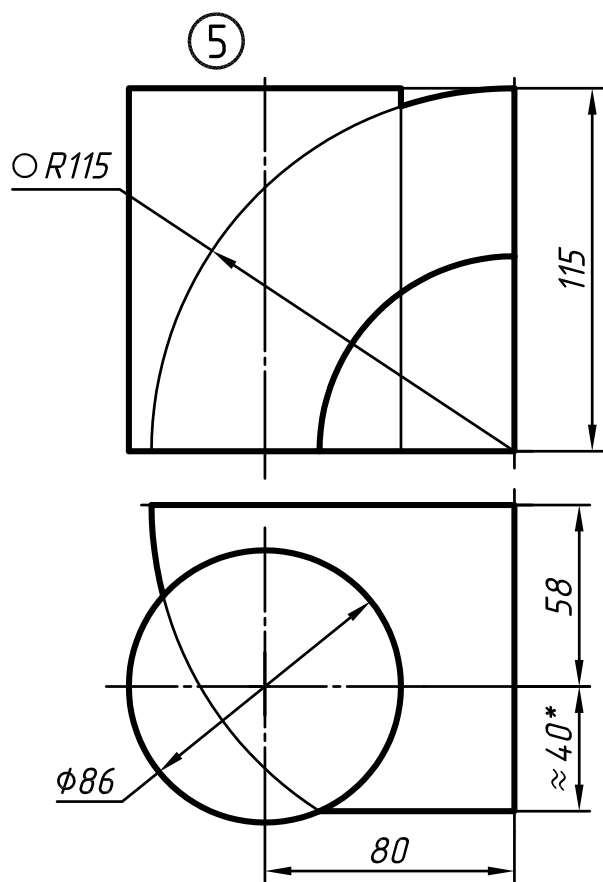
Вариант №5



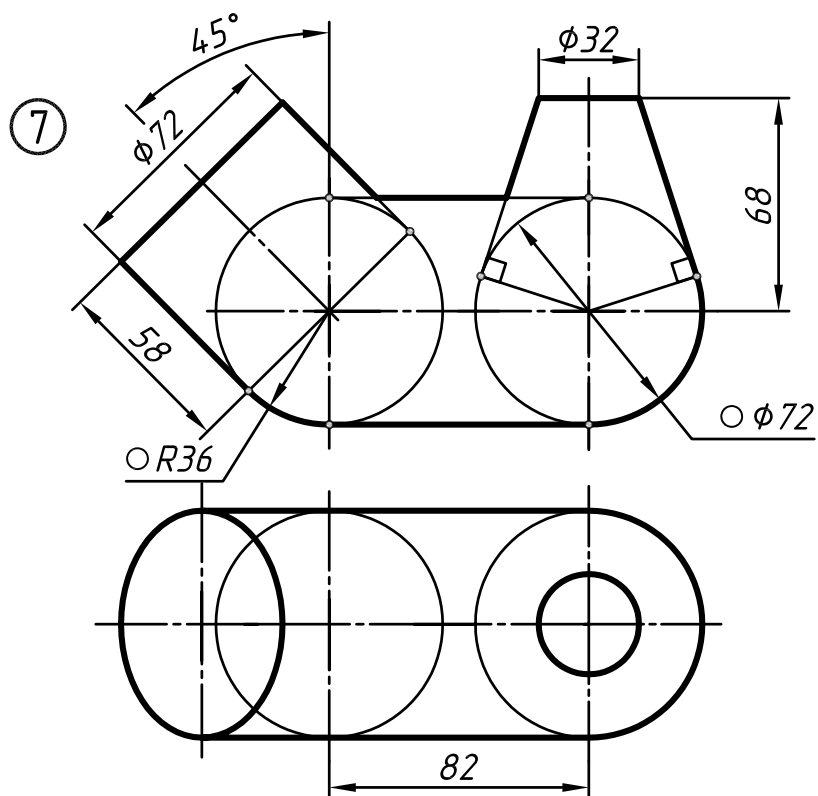
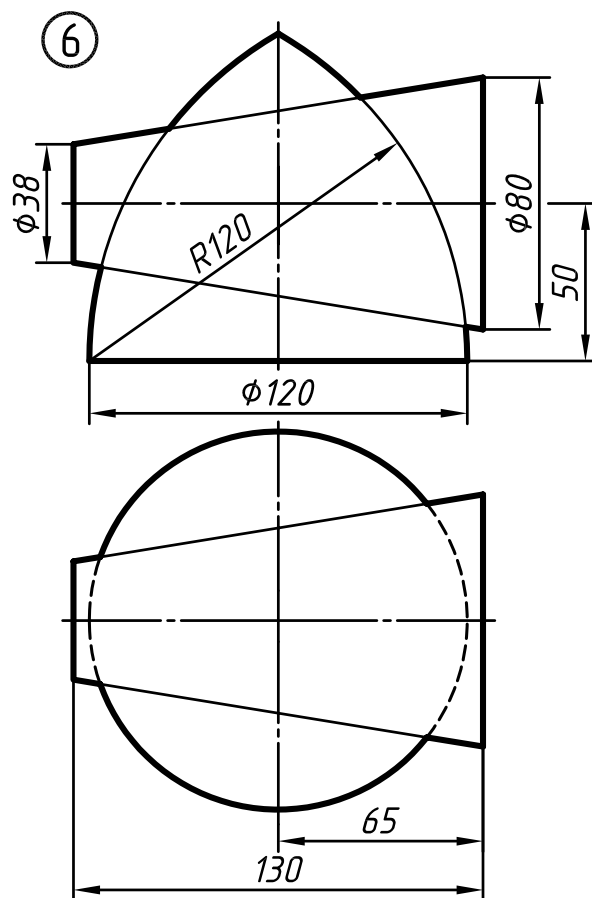
* Диаметры определить построением

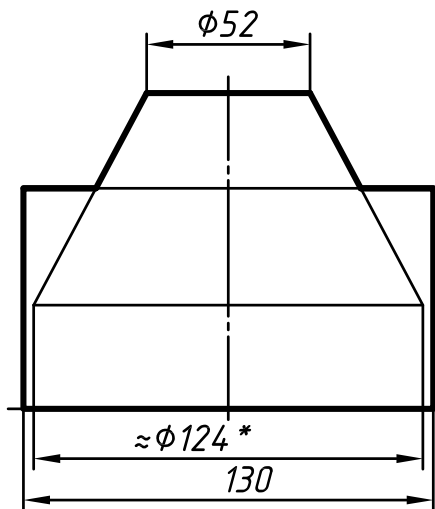
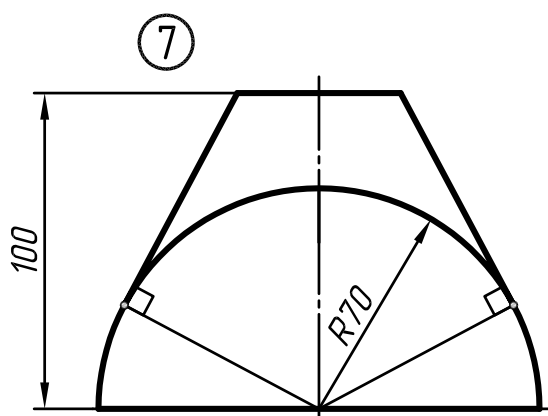
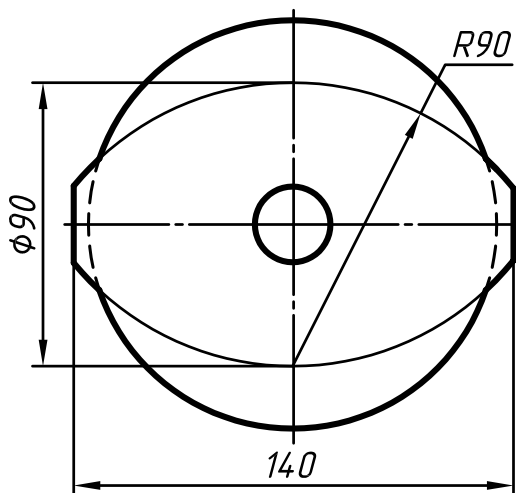
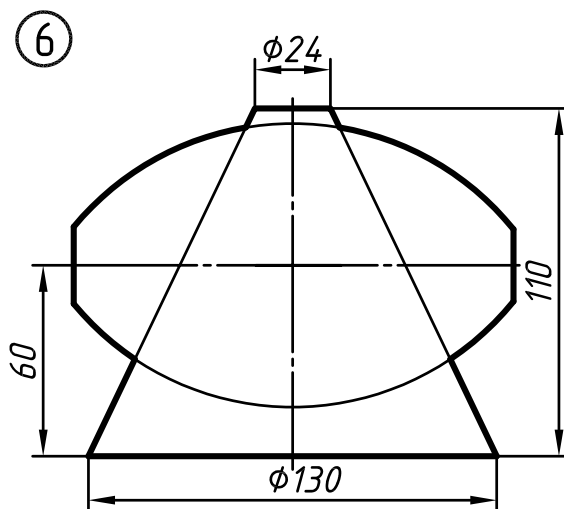
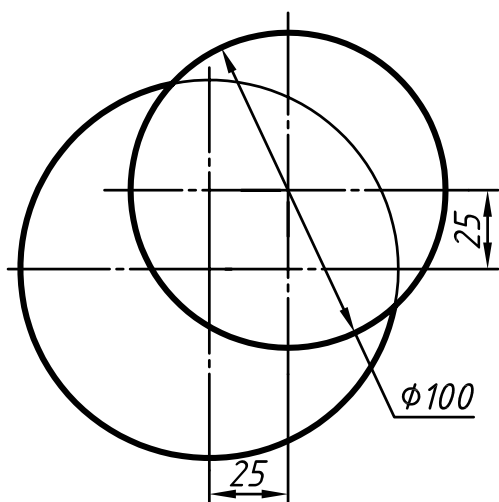
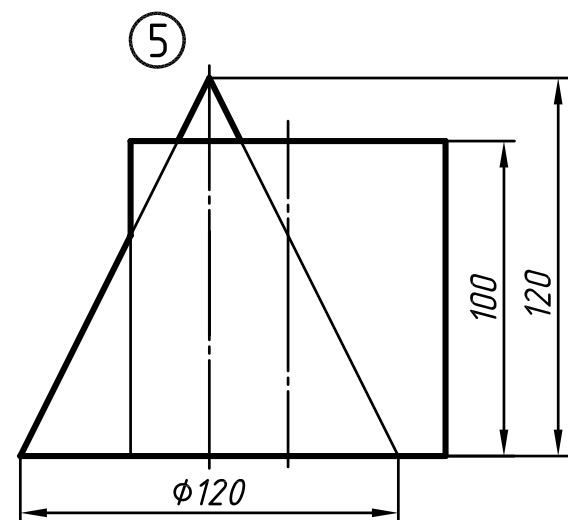


Вариант №6



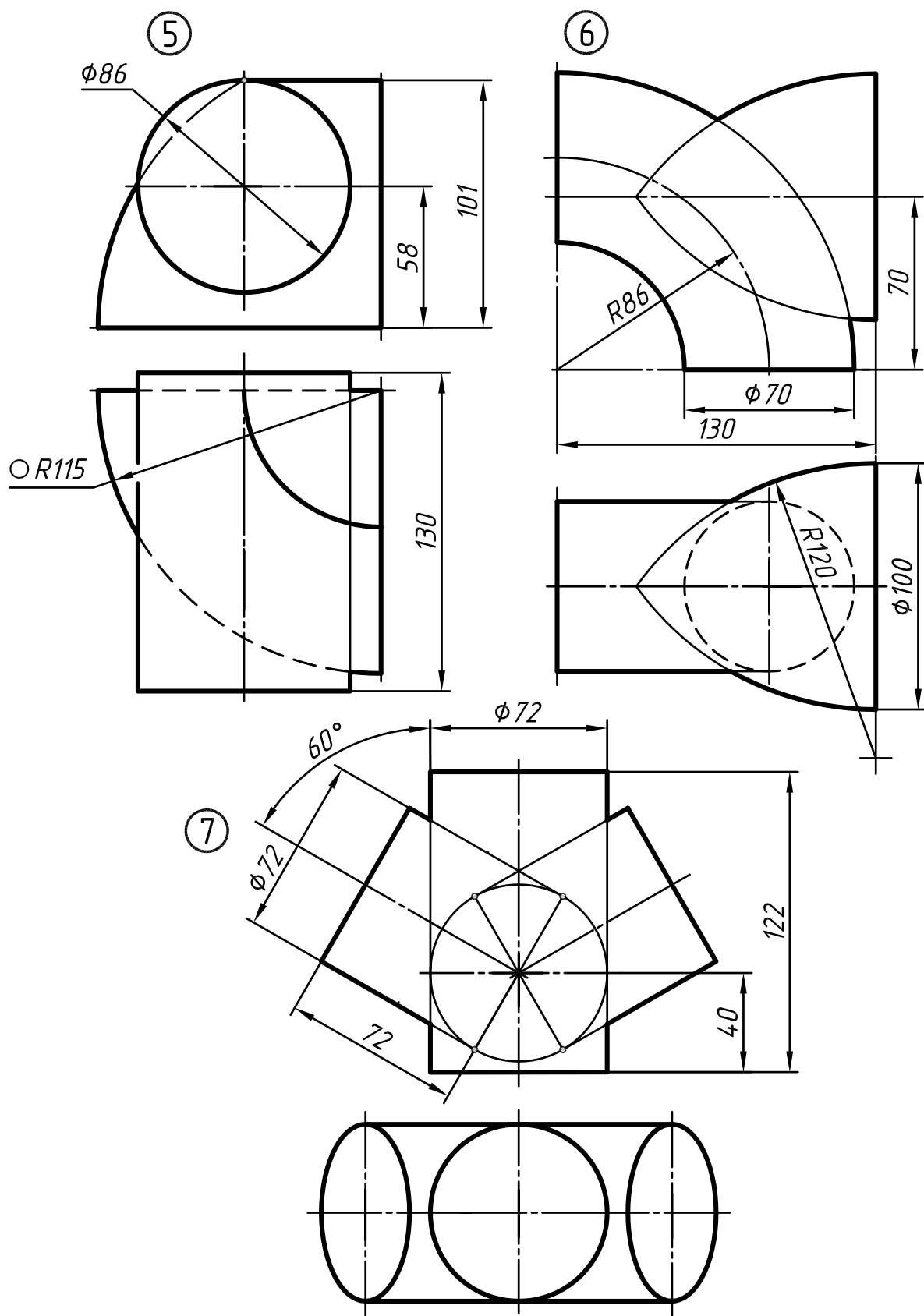
*Размер определить построением



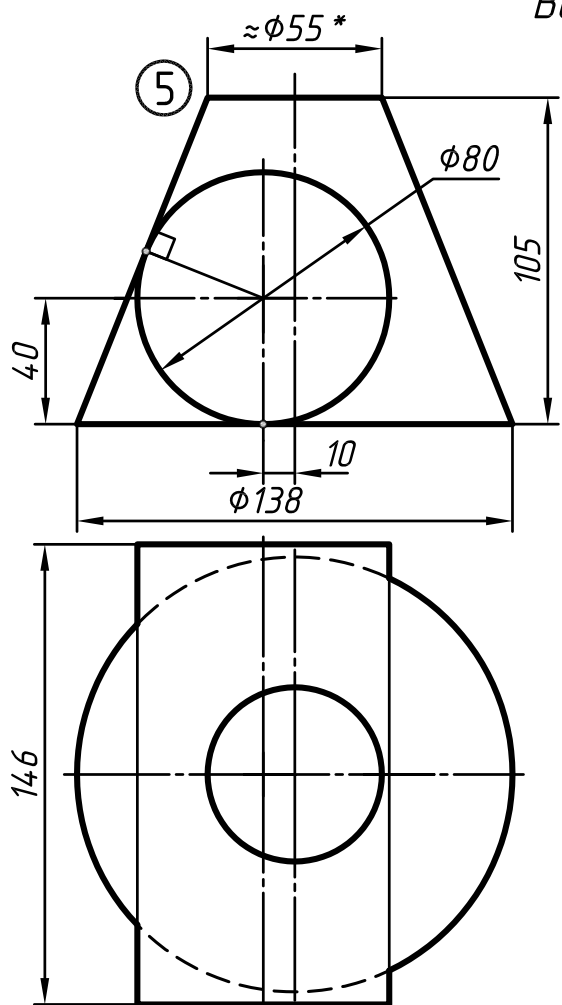


*Диаметр основания конуса определить построением

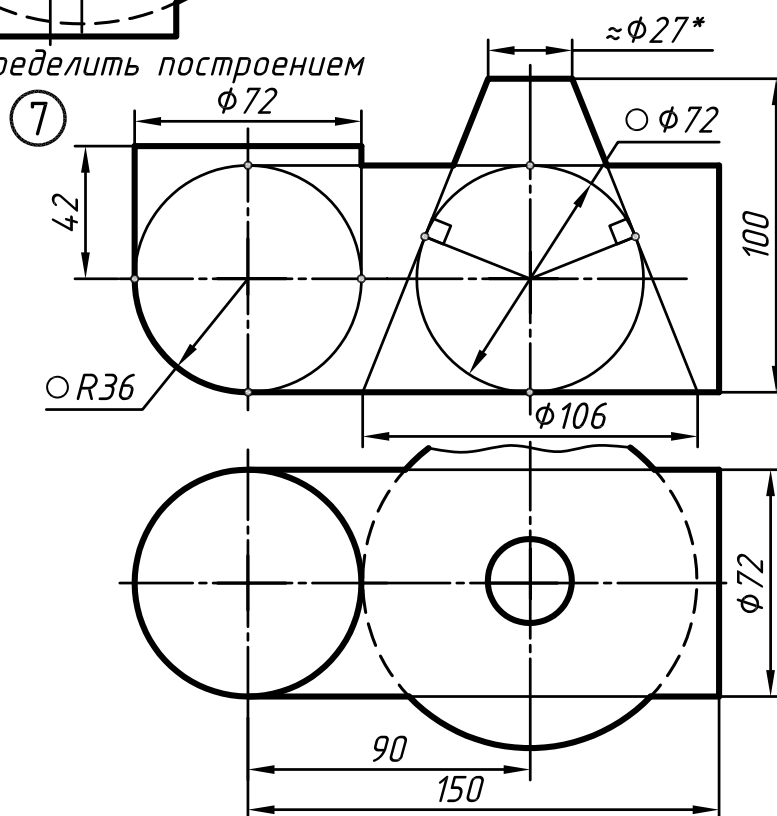
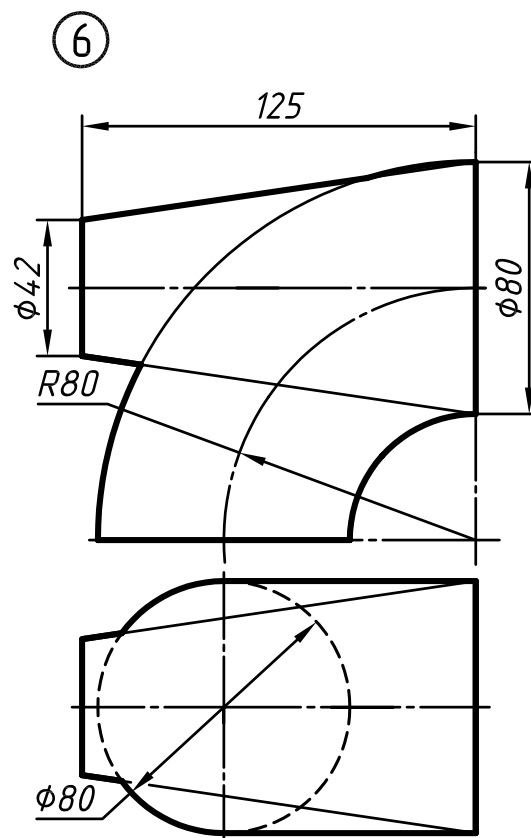
Вариант №8



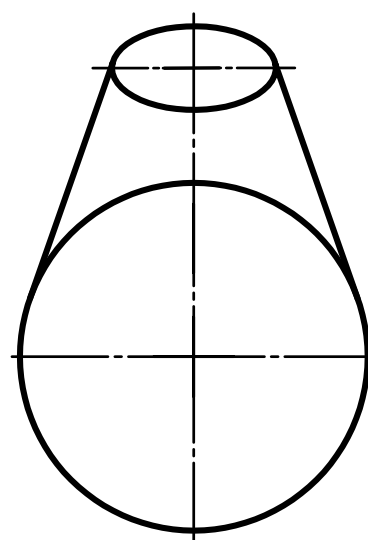
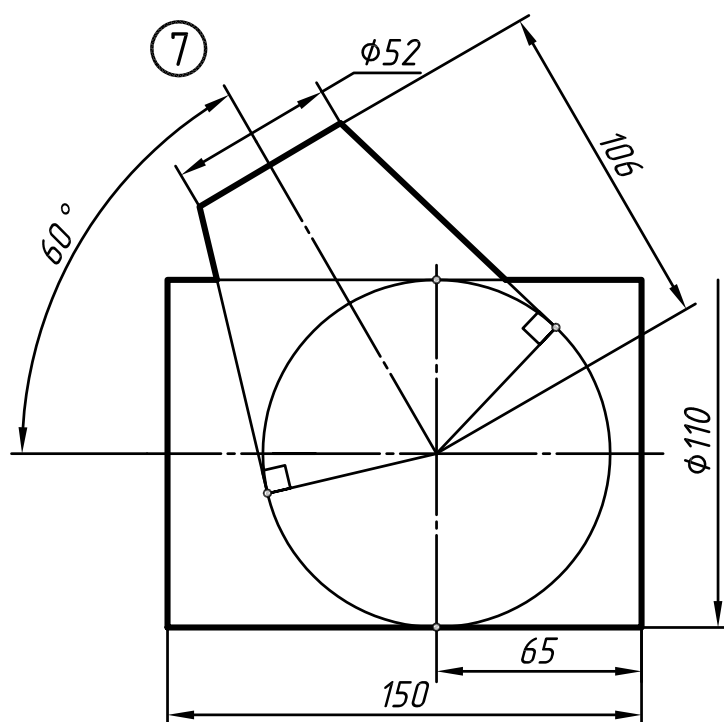
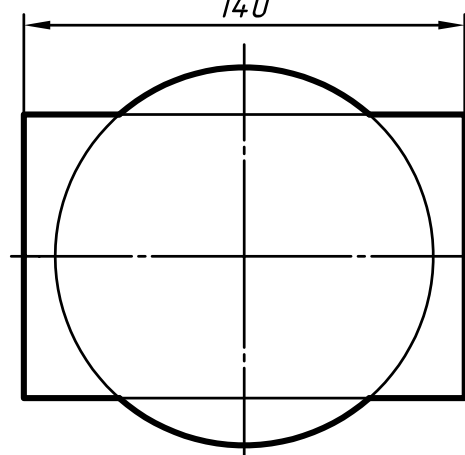
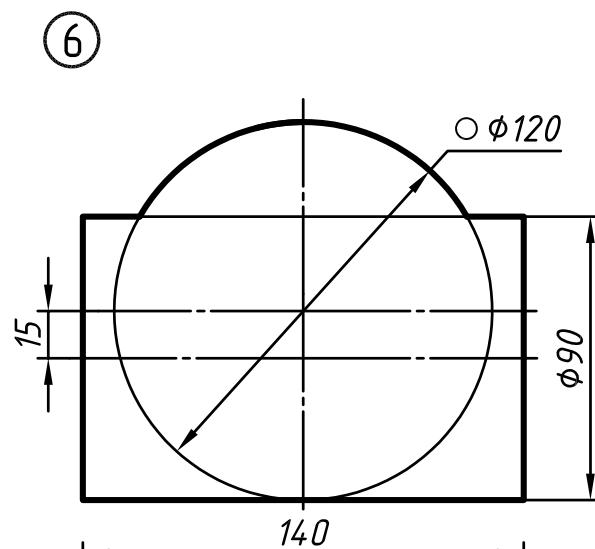
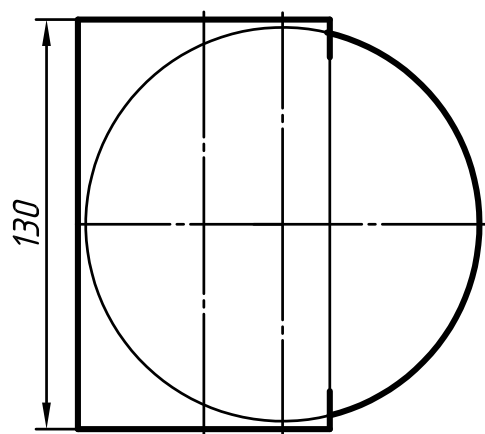
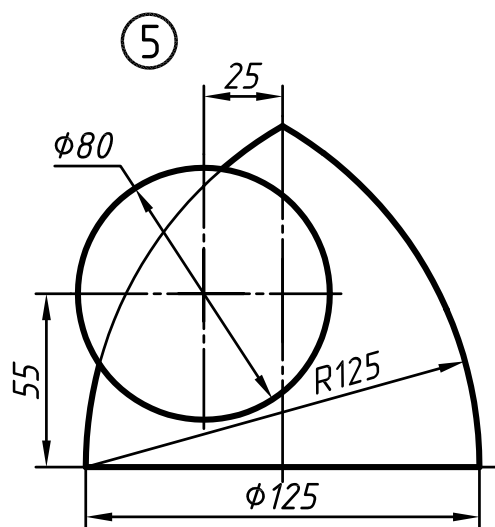
Вариант №9



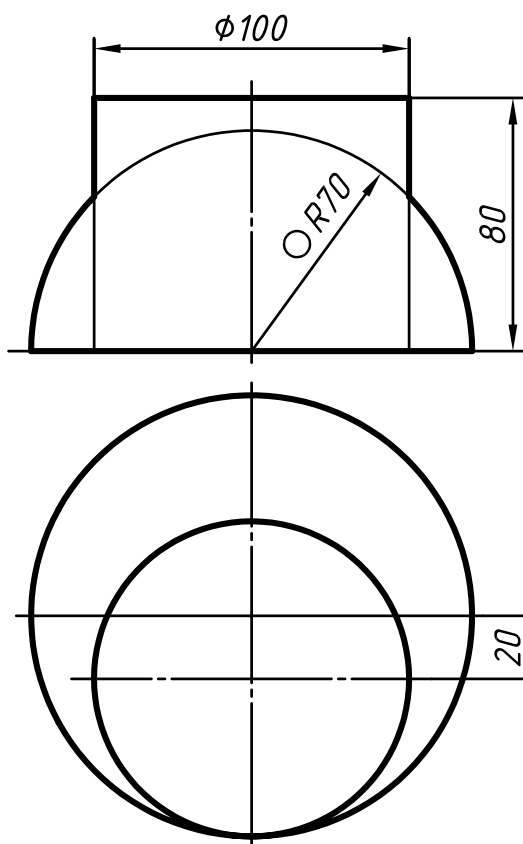
*Диаметр определить построением



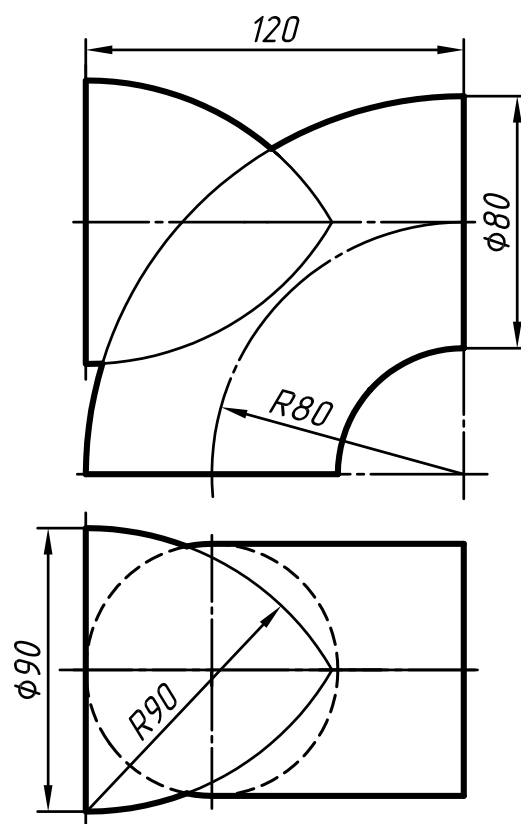
*Диаметр основания конуса определить построением



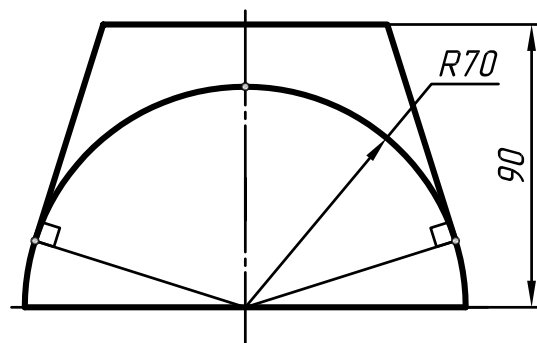
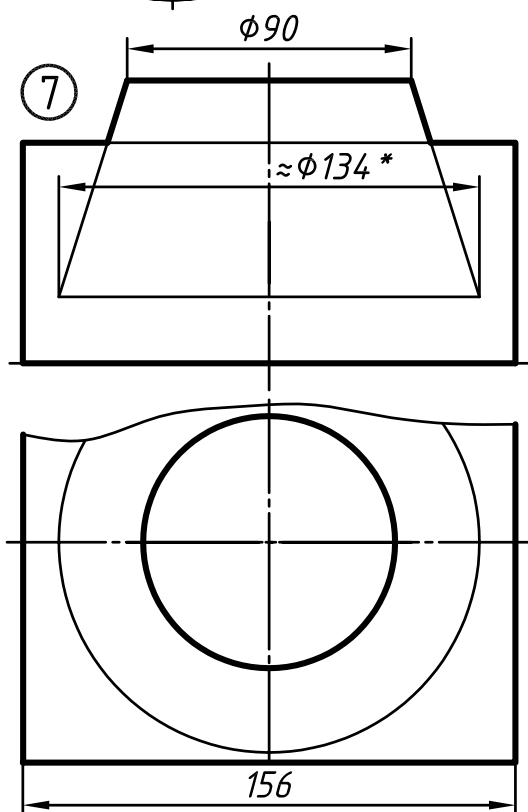
⑤



⑥

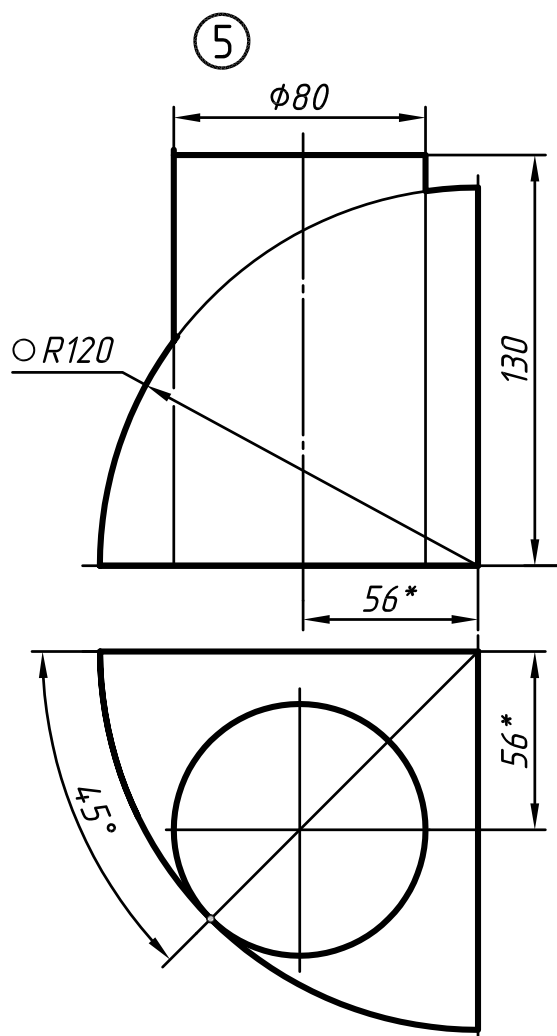


⑦

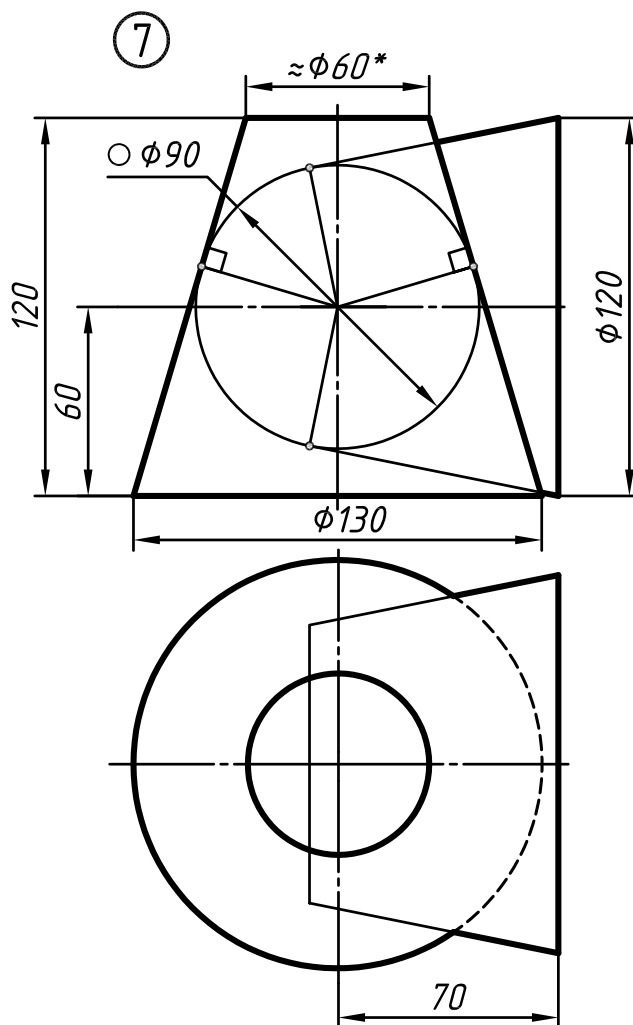


* Диаметр основания конуса определить построением

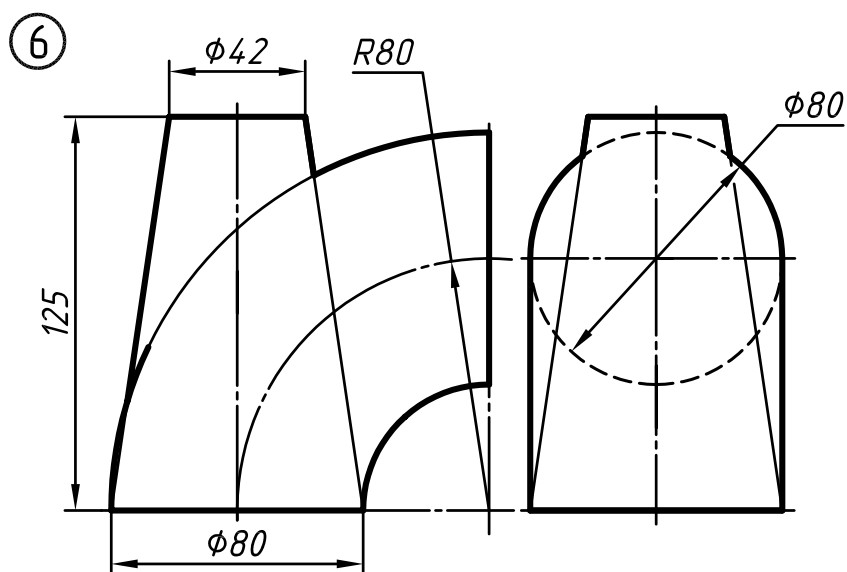
Вариант №12



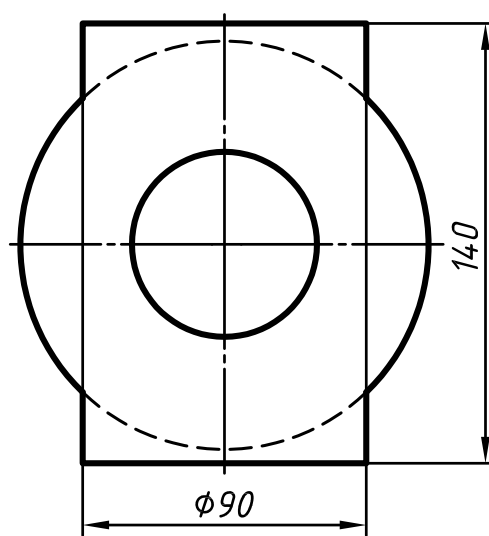
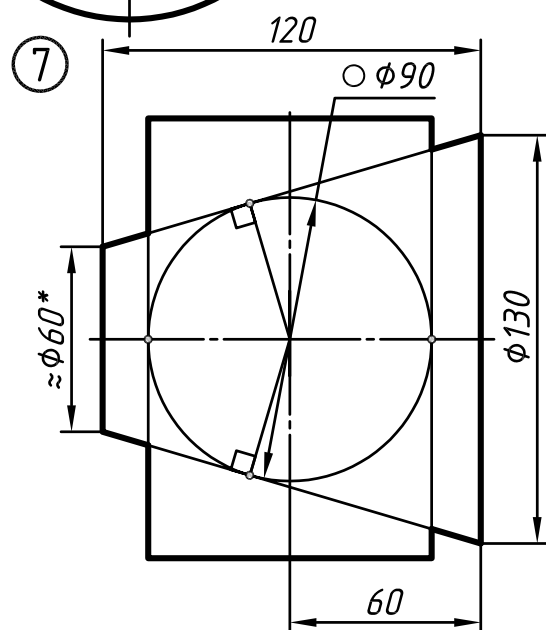
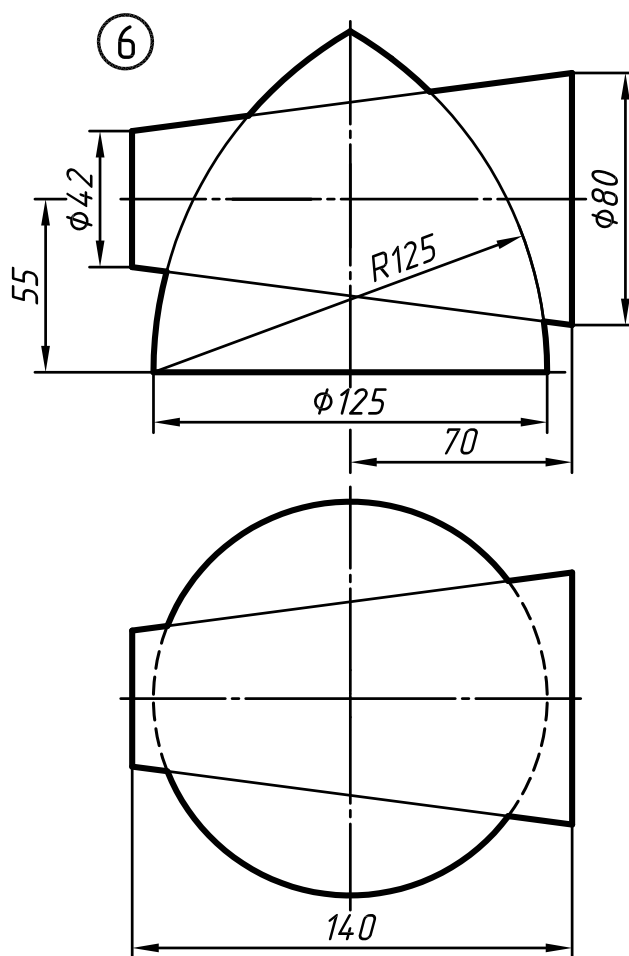
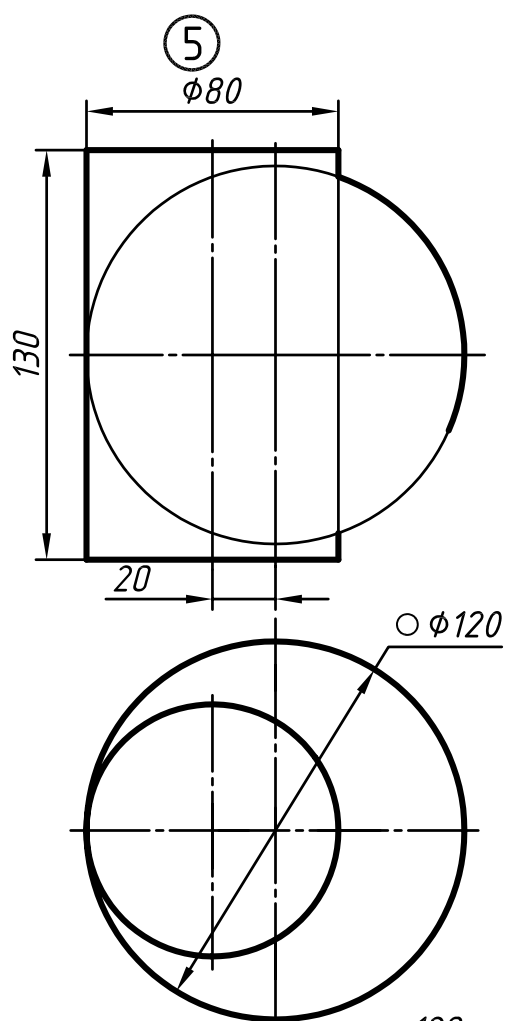
*Размеры для справок



*Диаметр основания конуса
определить построением

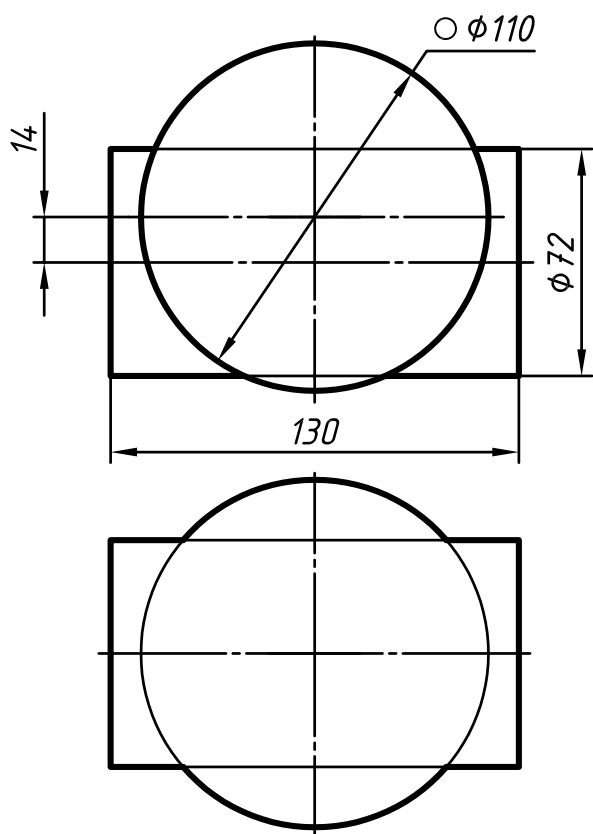


Вариант №13

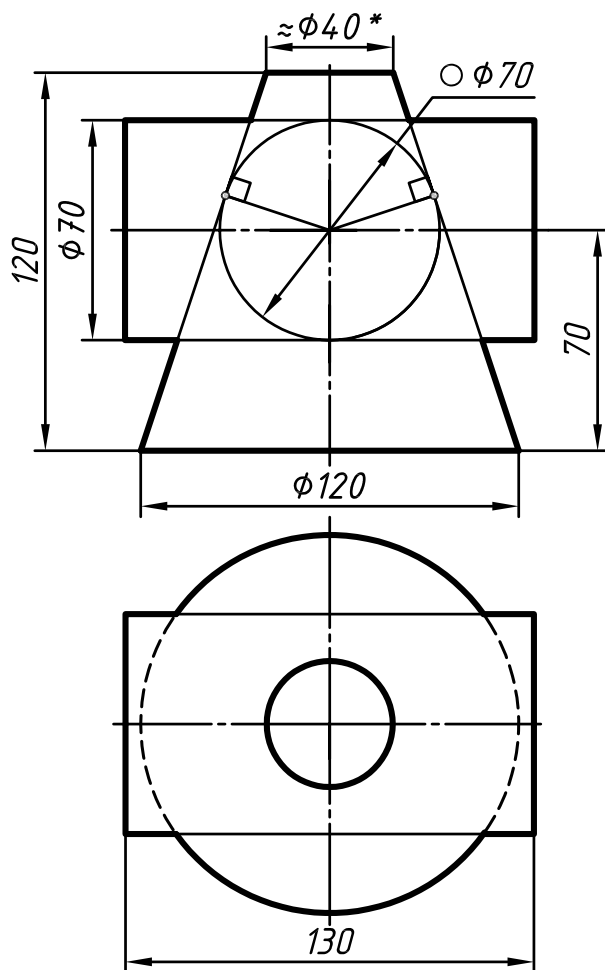


*Диаметр основания конуса
определить построением

⑤

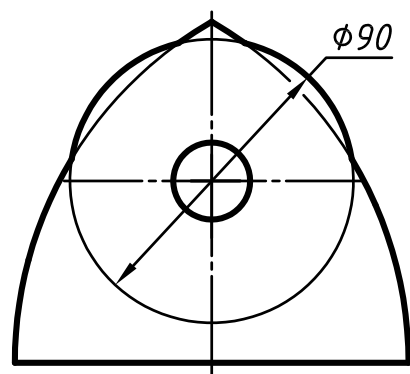
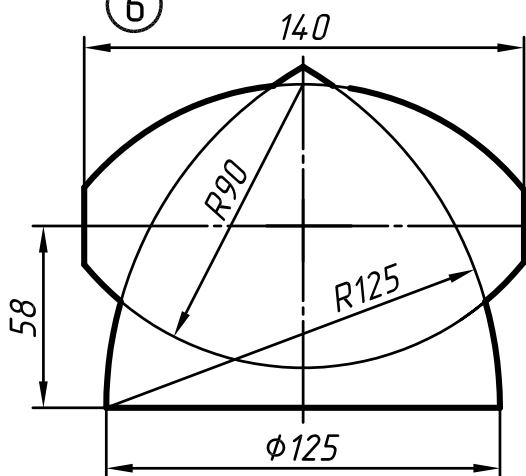


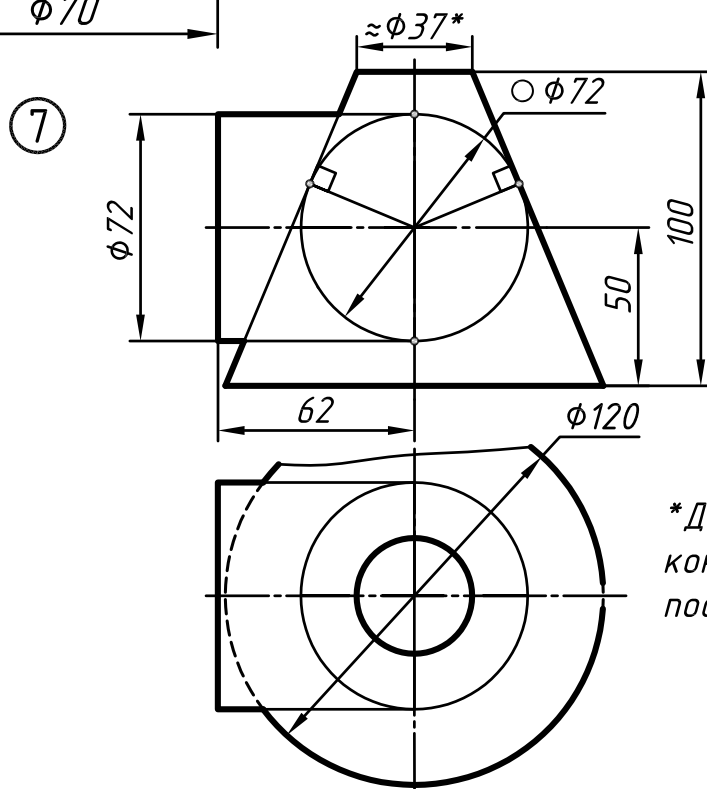
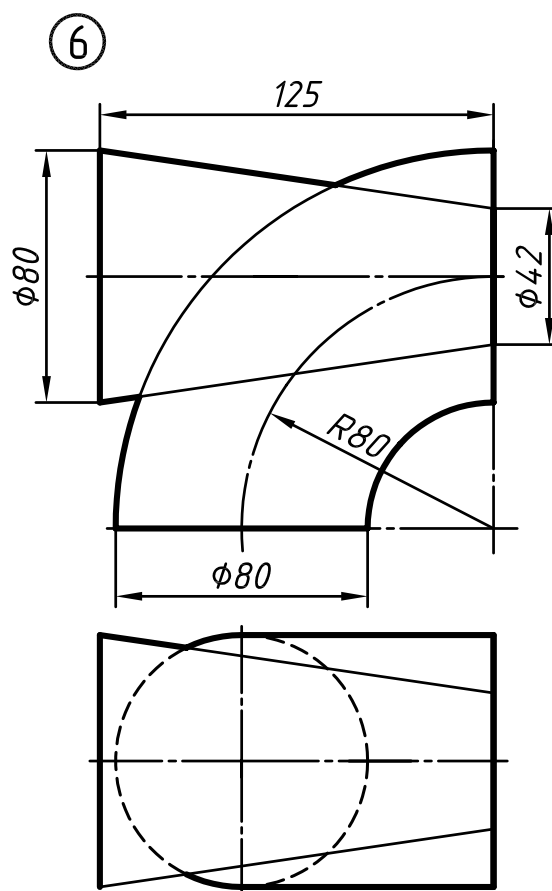
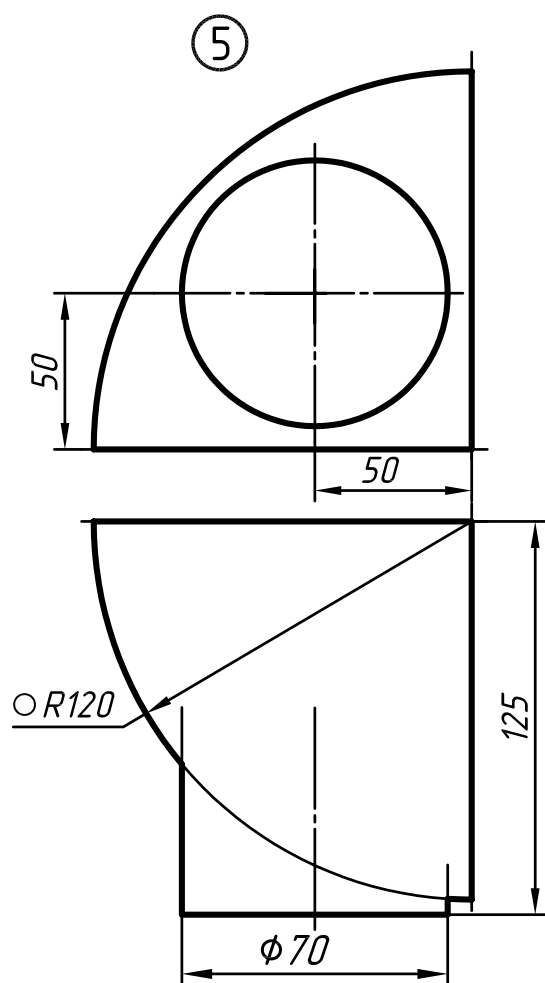
⑦



*Диаметр определить построением

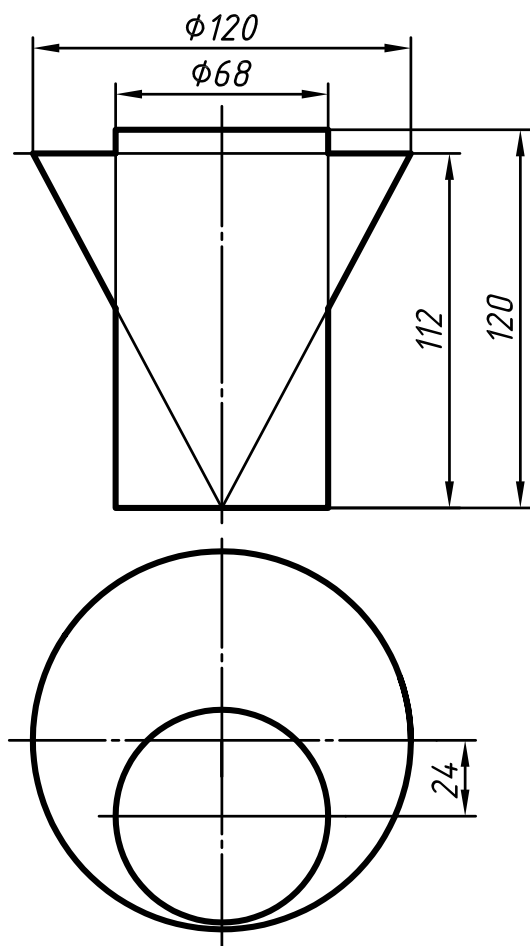
⑥



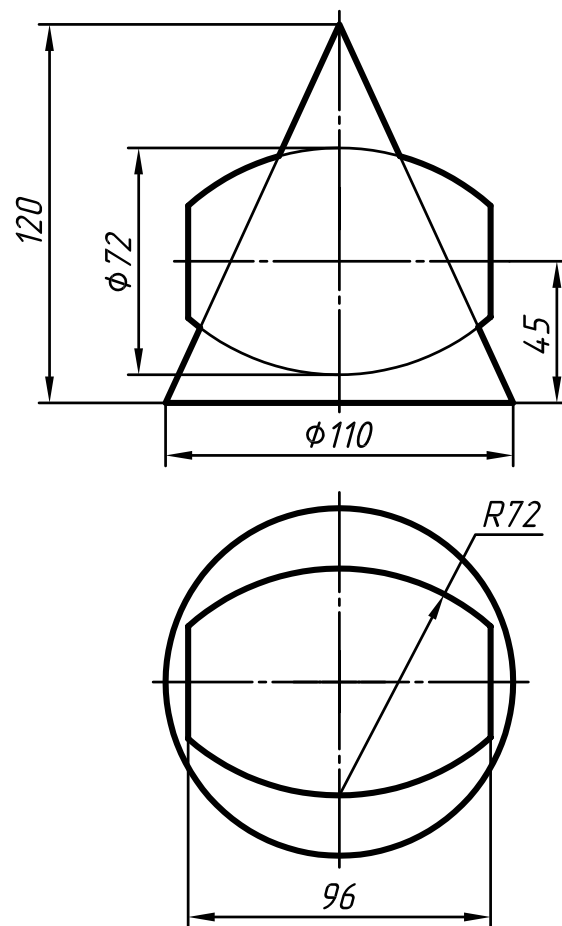


* Диаметр основания конуса определить построением.

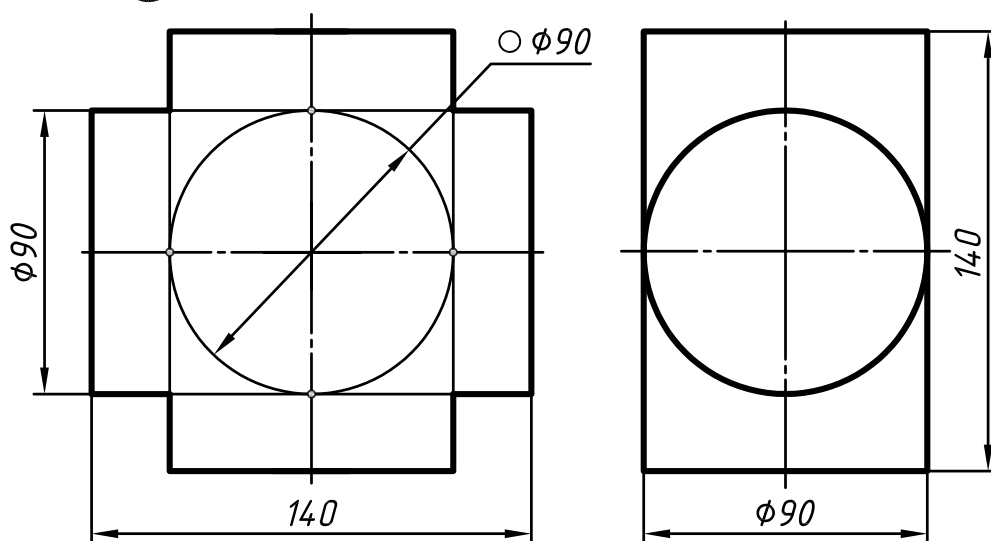
⑤

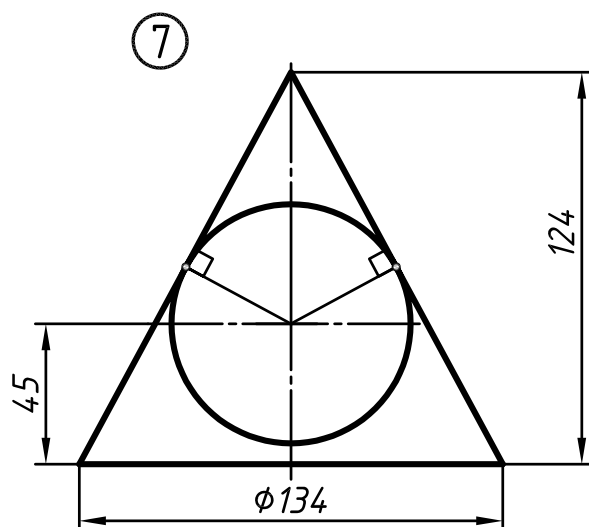
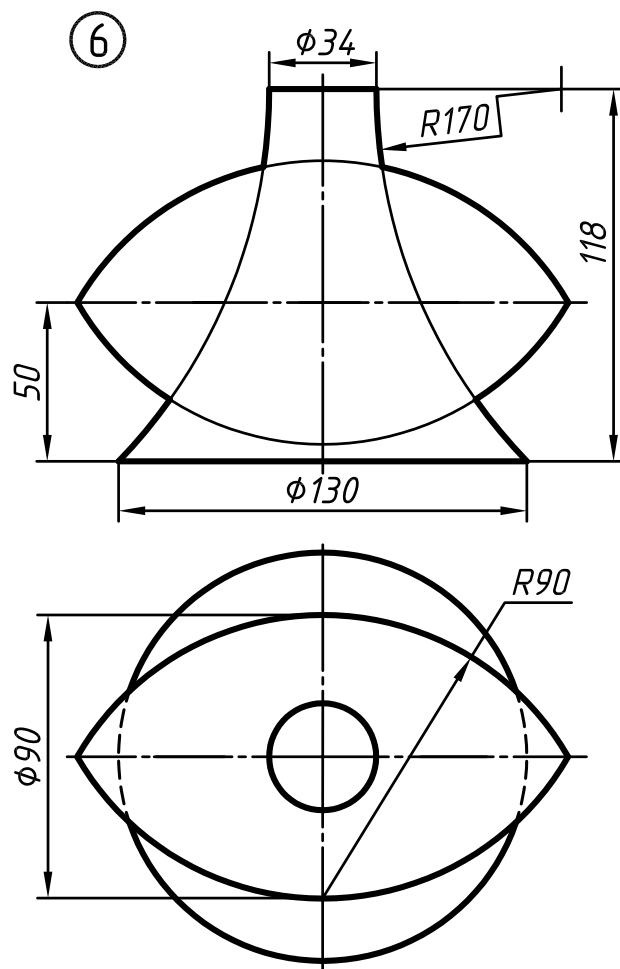
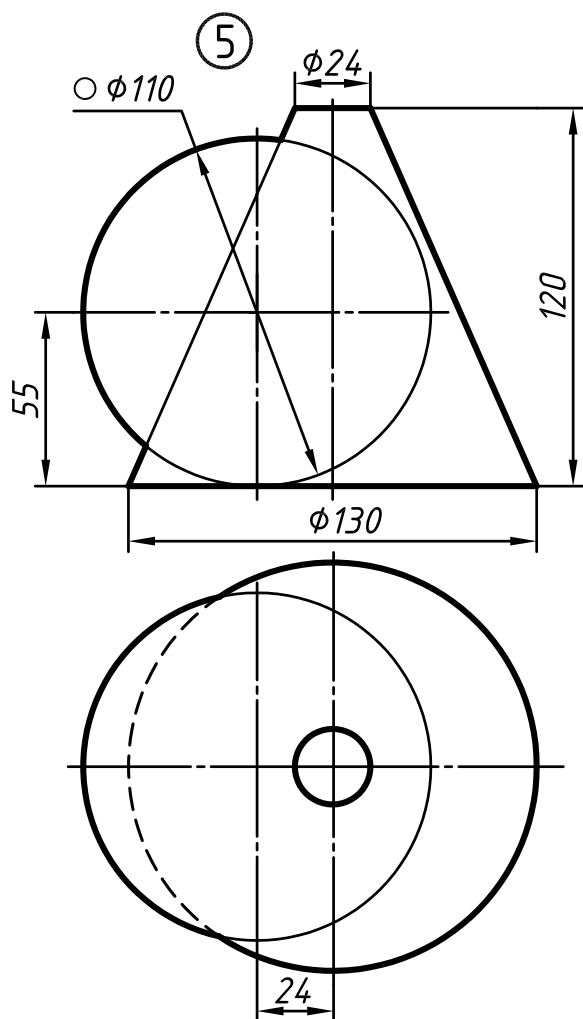


⑥

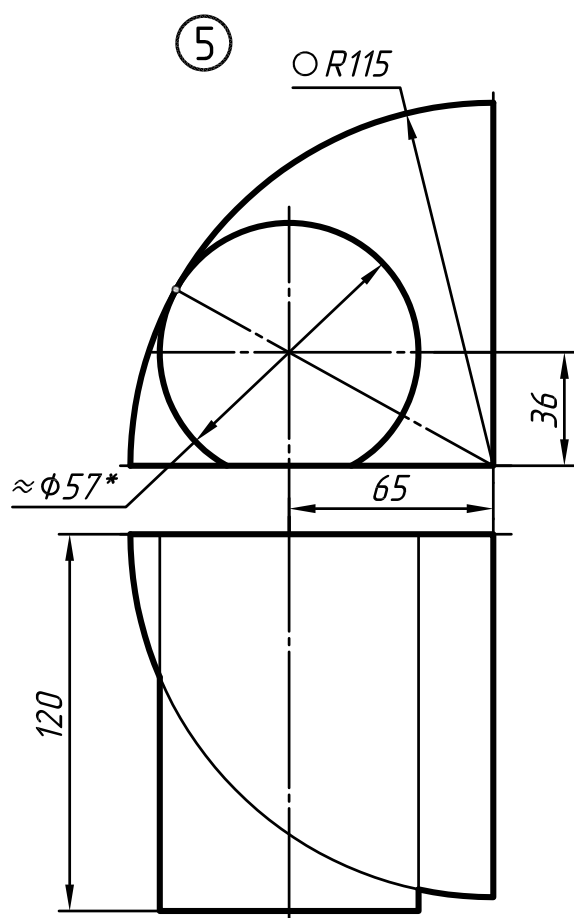


⑦

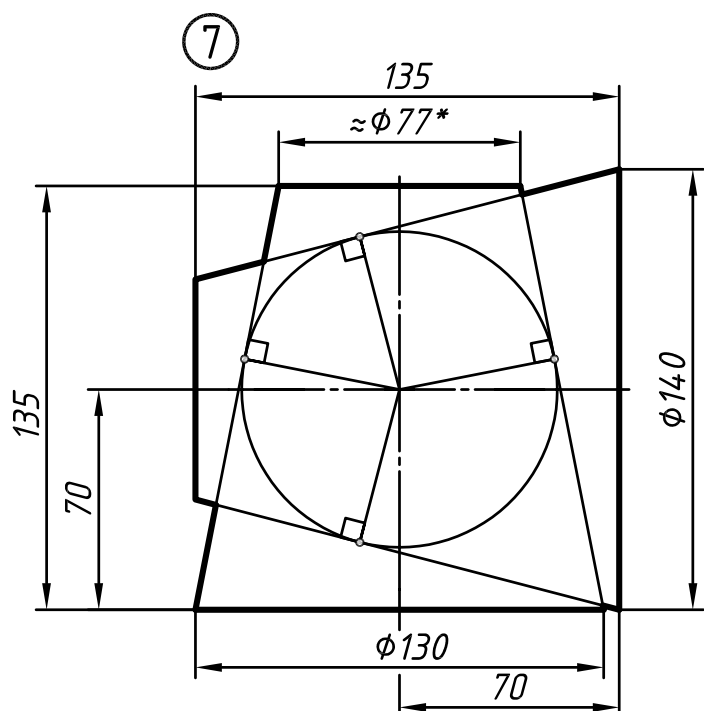
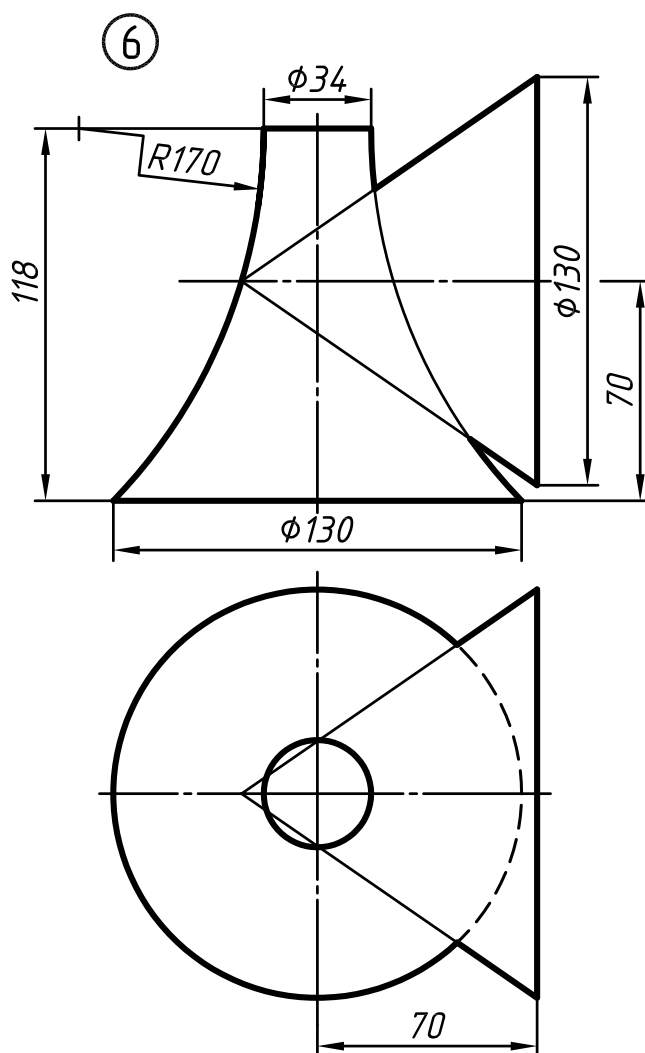




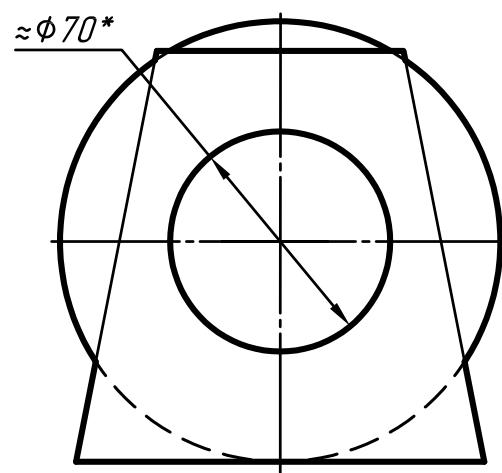
*Диаметр определить построением



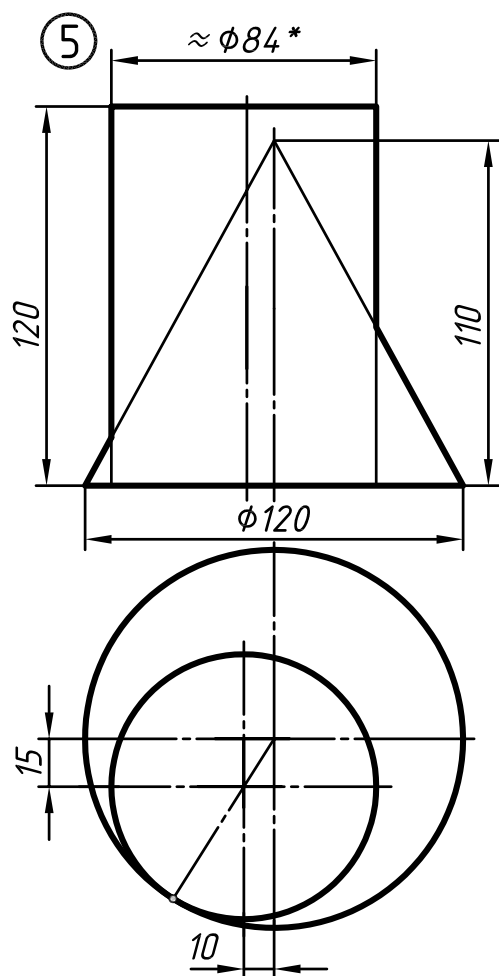
*Размер определить построением



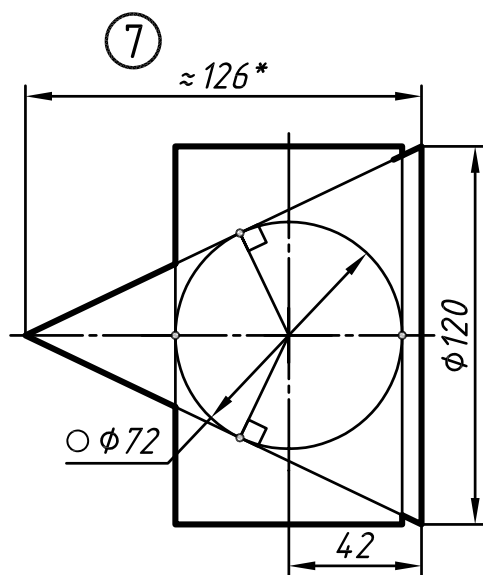
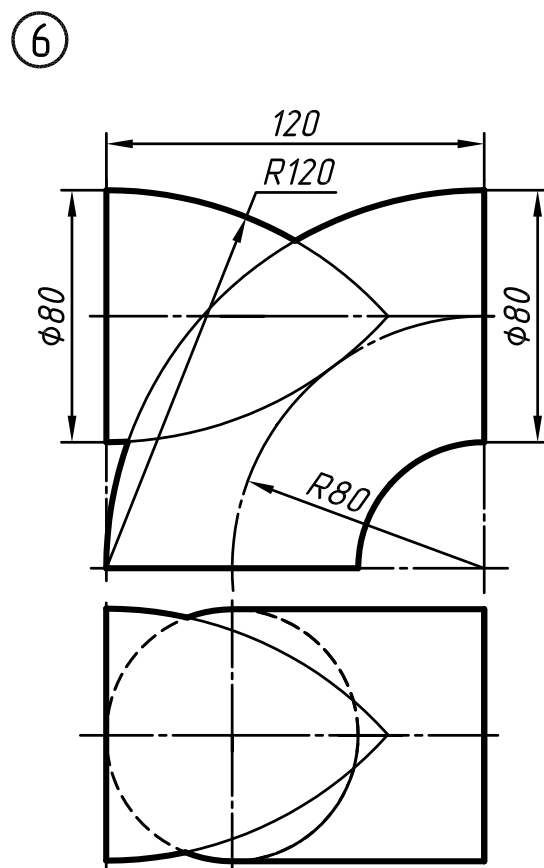
*Размер определить построением



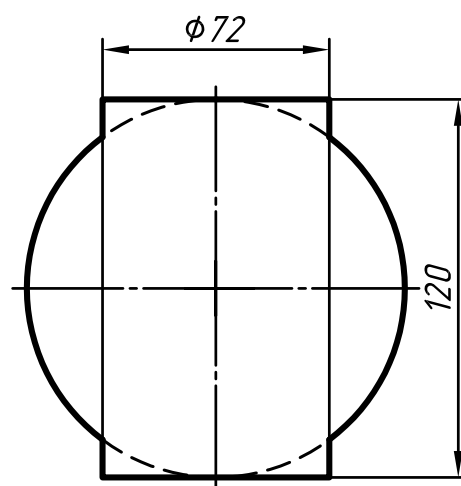
Вариант №19



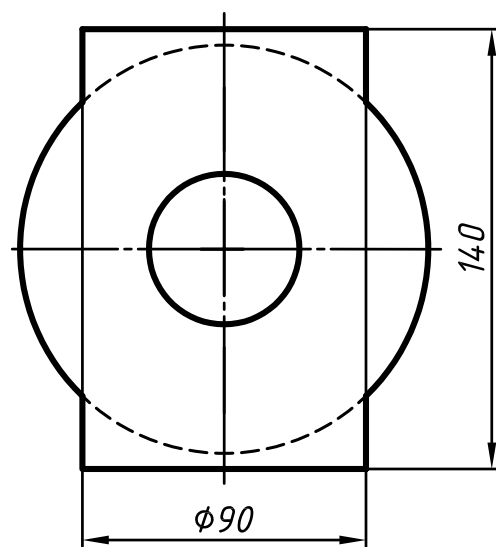
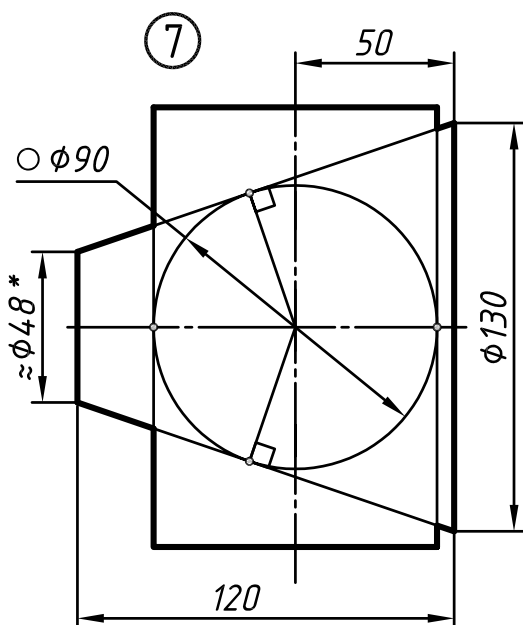
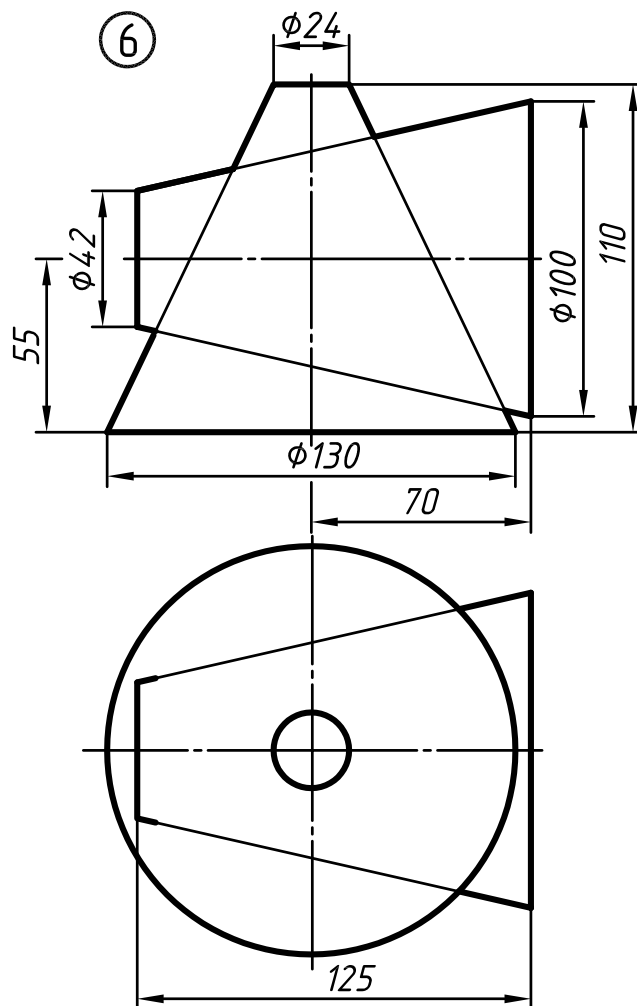
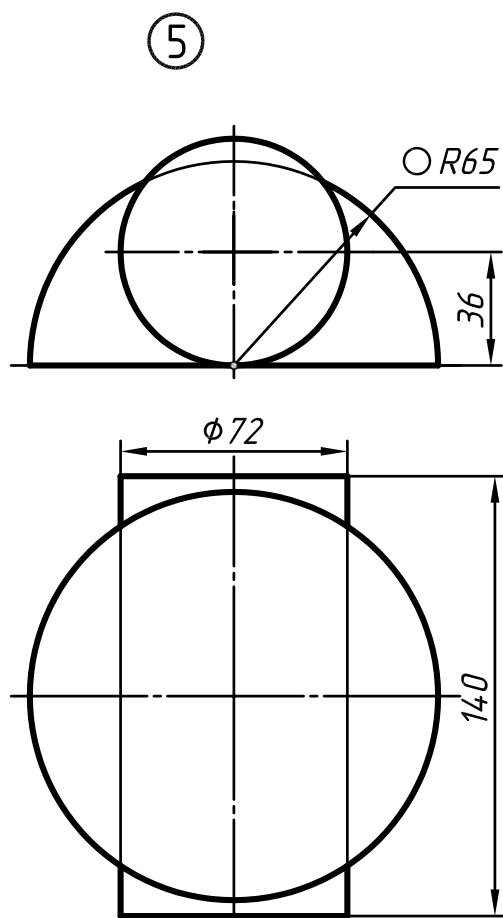
*Размер определить построением



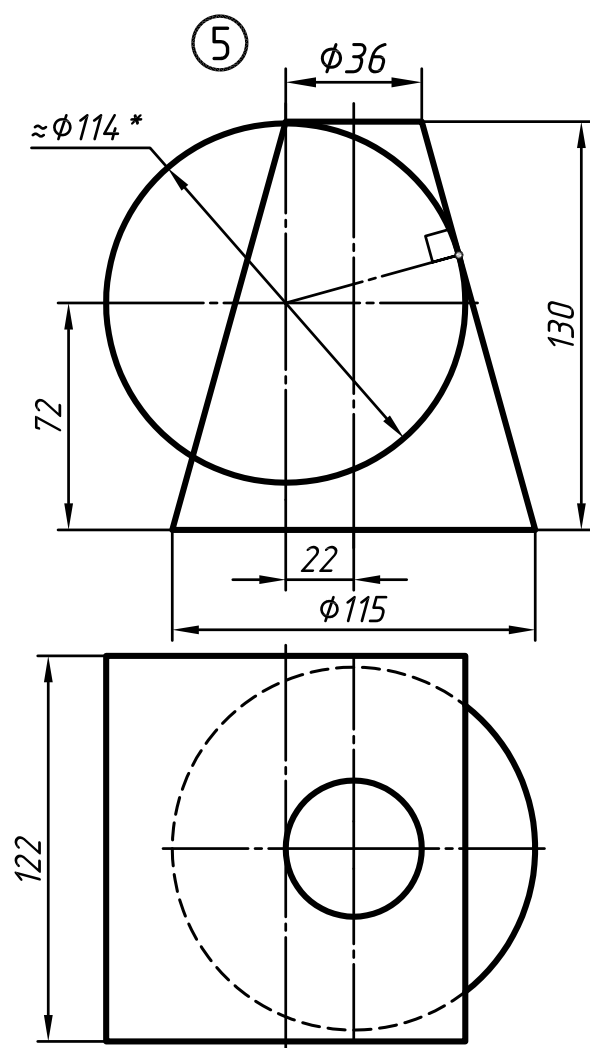
*Высоту конуса определить построением



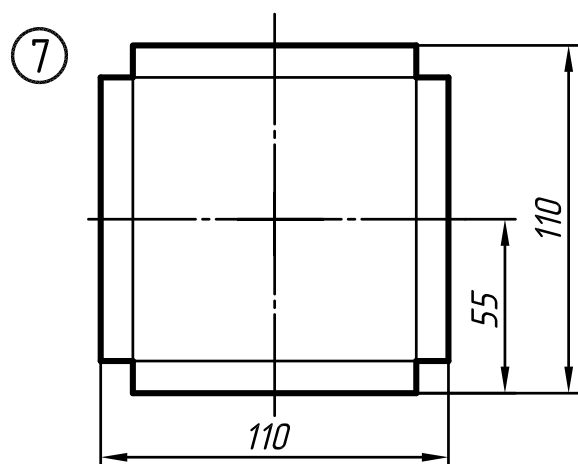
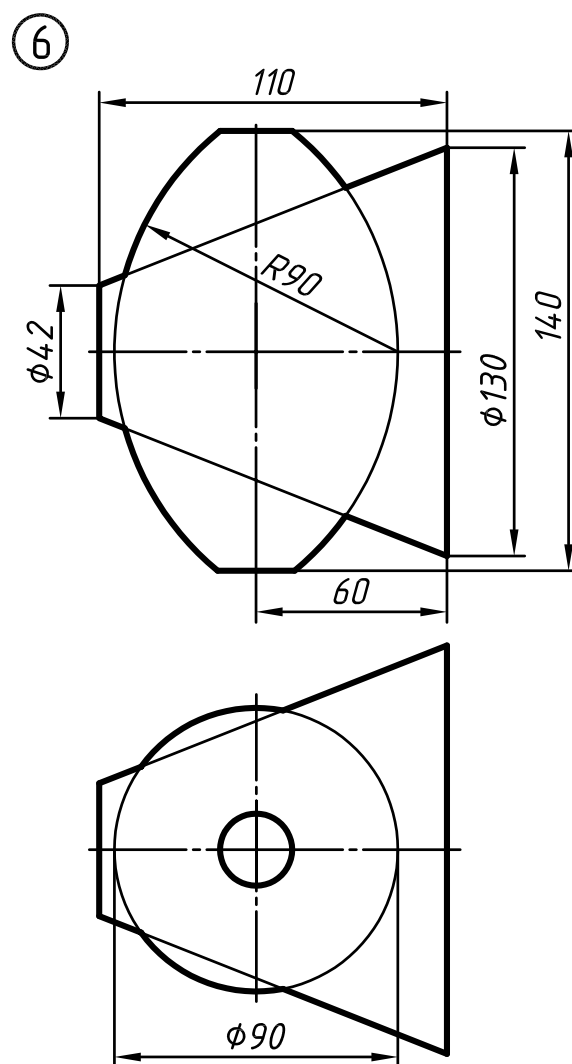
Вариант №20



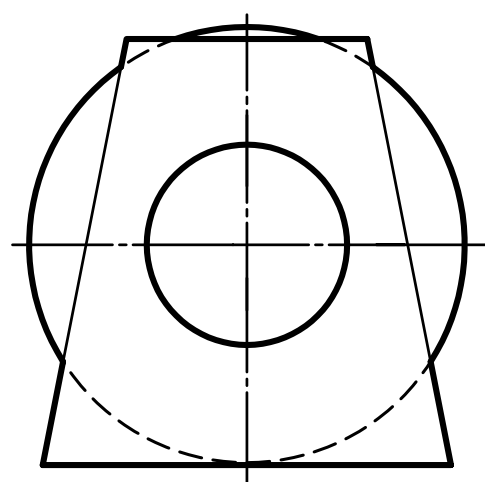
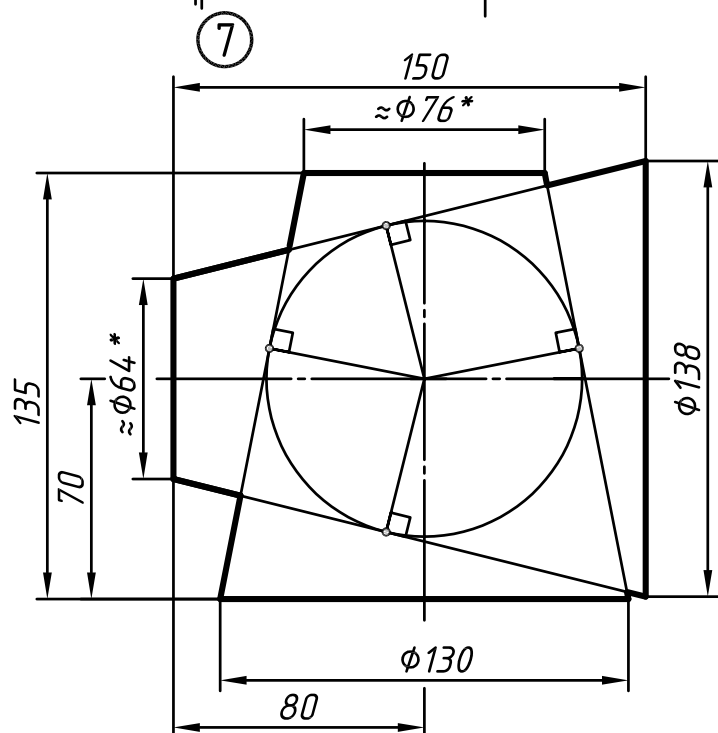
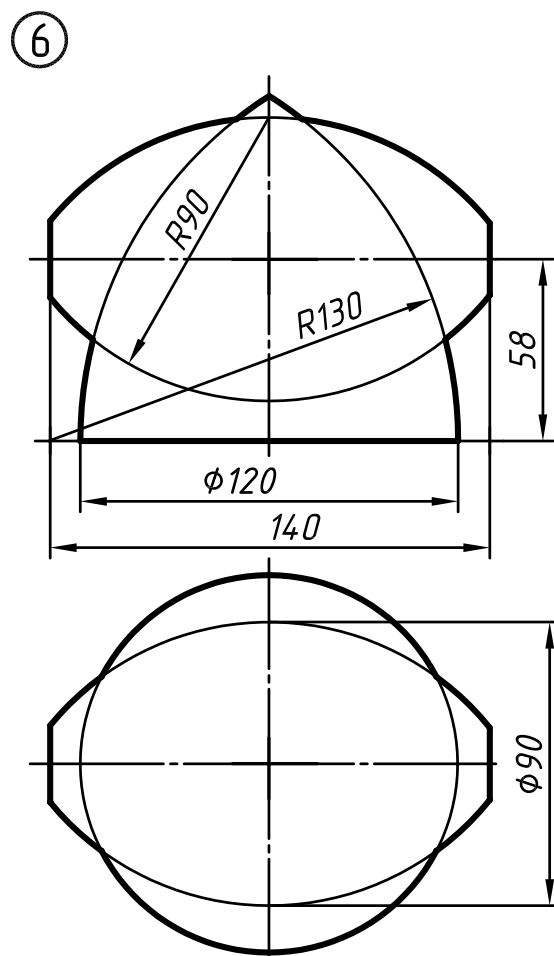
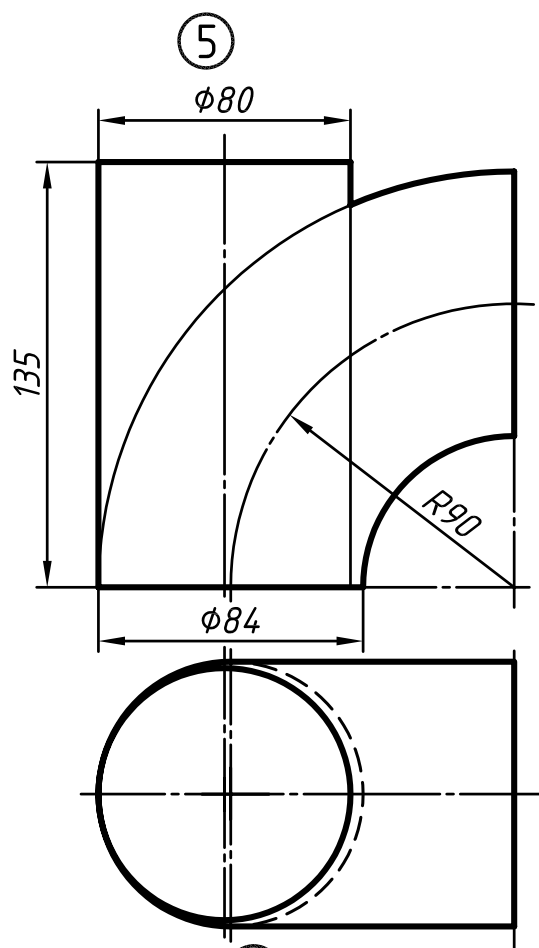
*Диаметр основания конуса определить построением.



*Размер определить построением

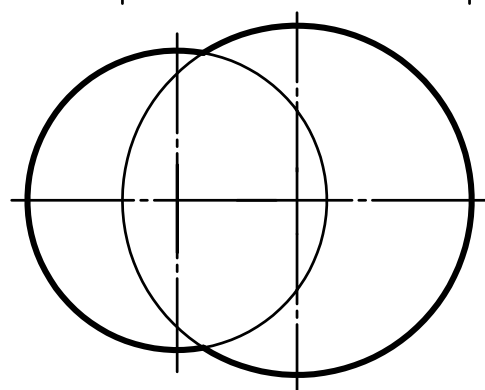
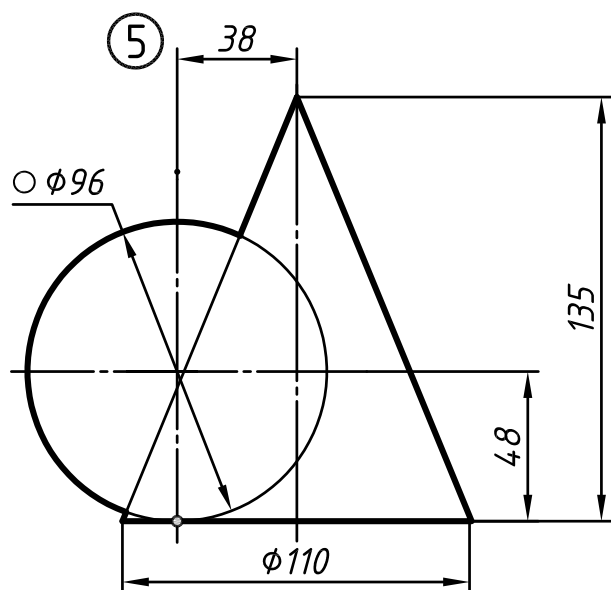


Вариант №22

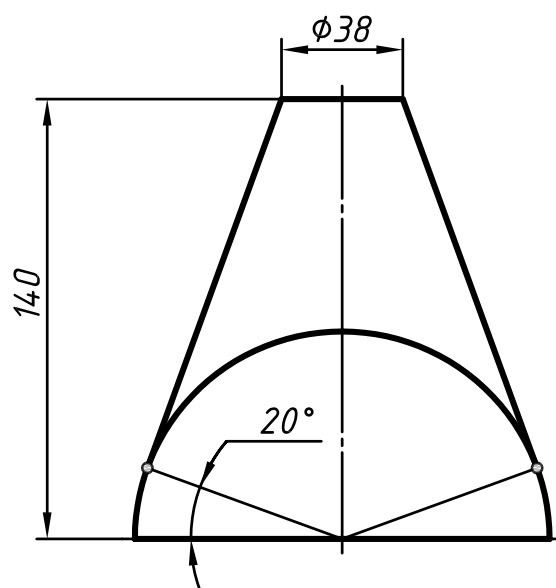
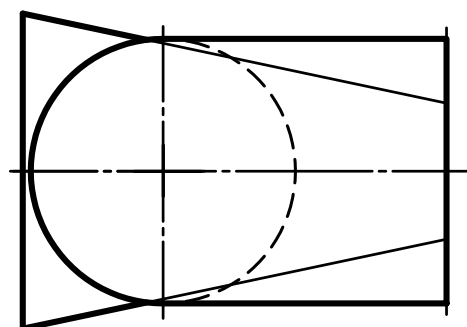
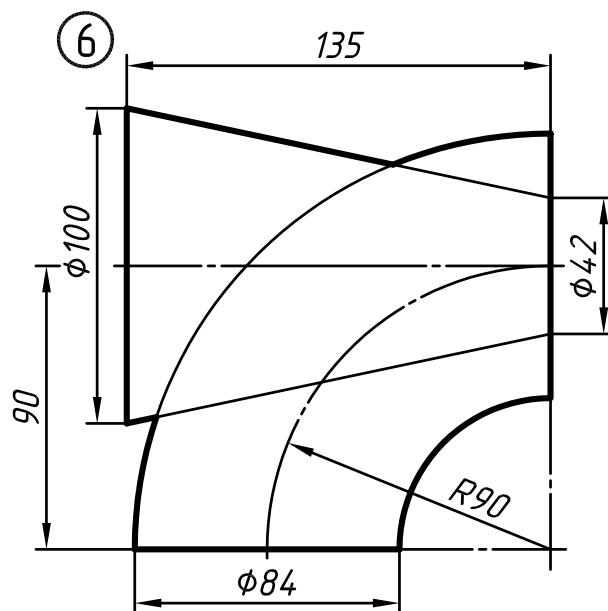
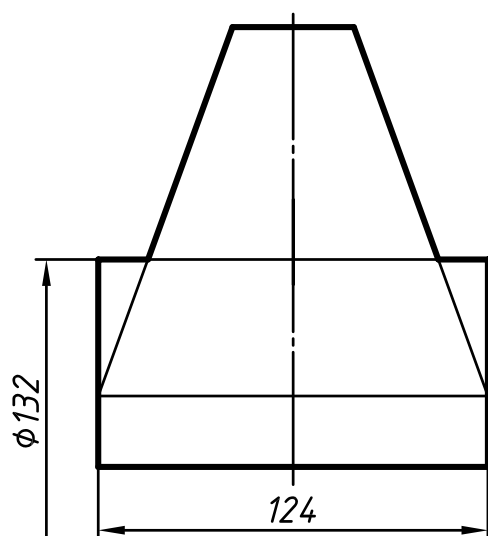


*Размеры определить построением.

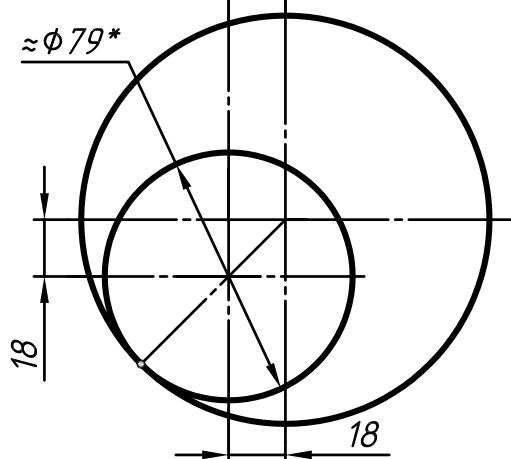
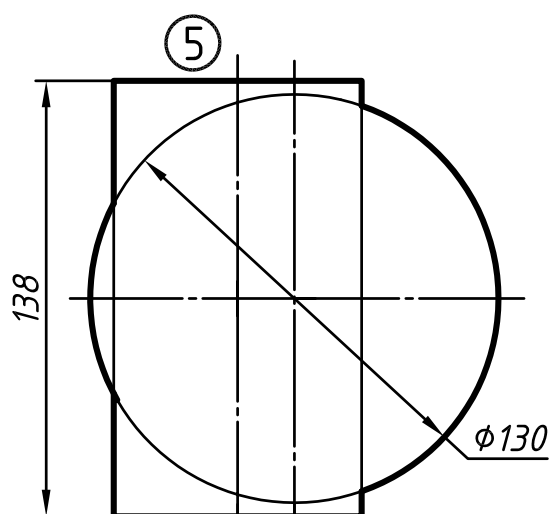
Вариант №23



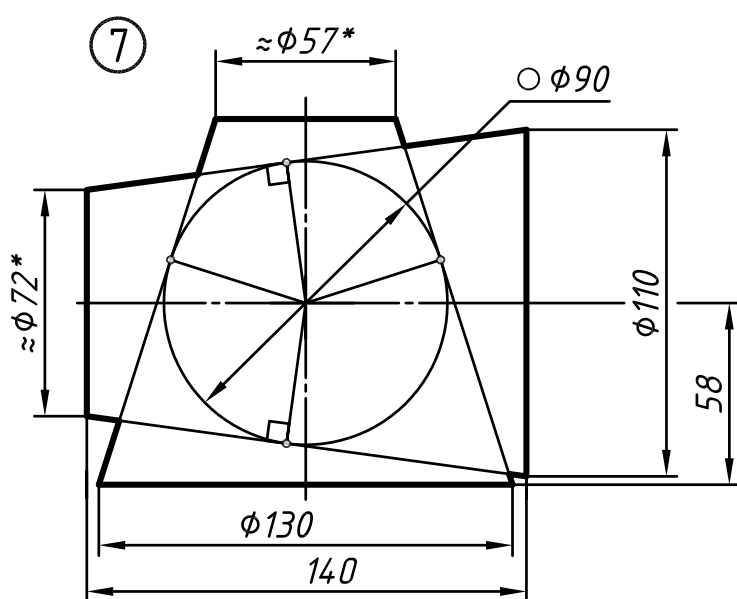
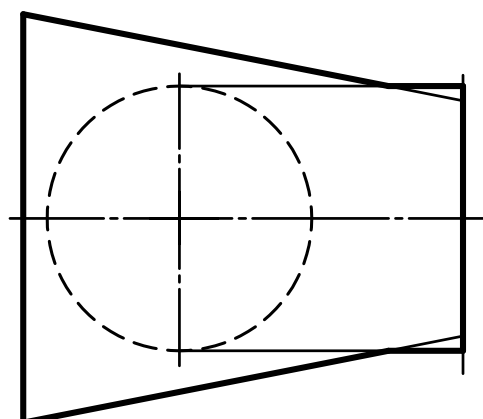
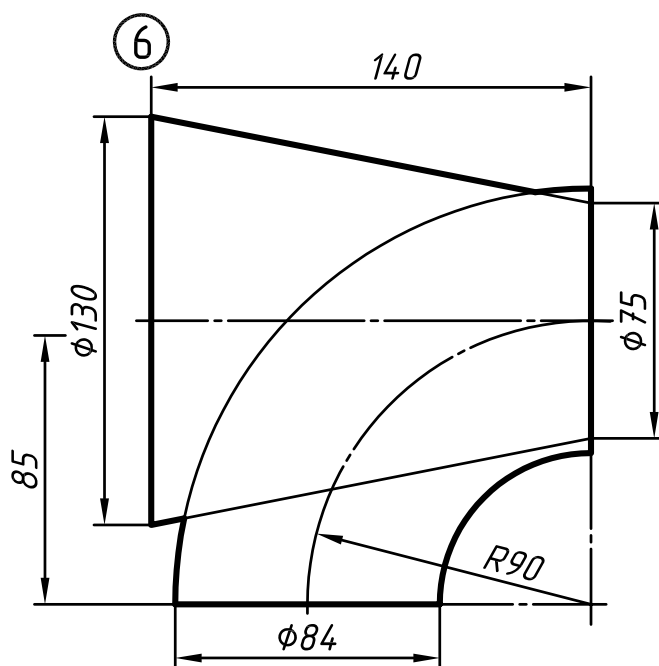
⑦



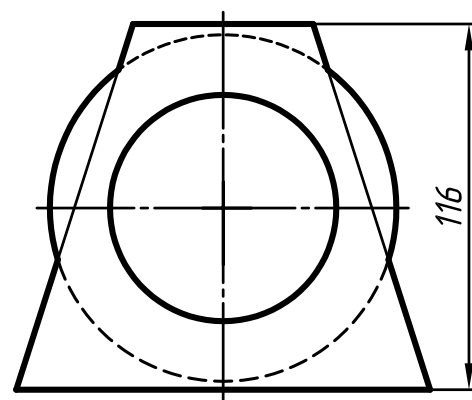
Вариант №24



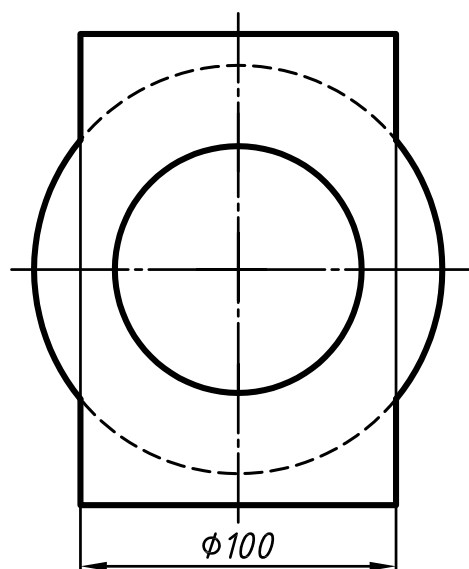
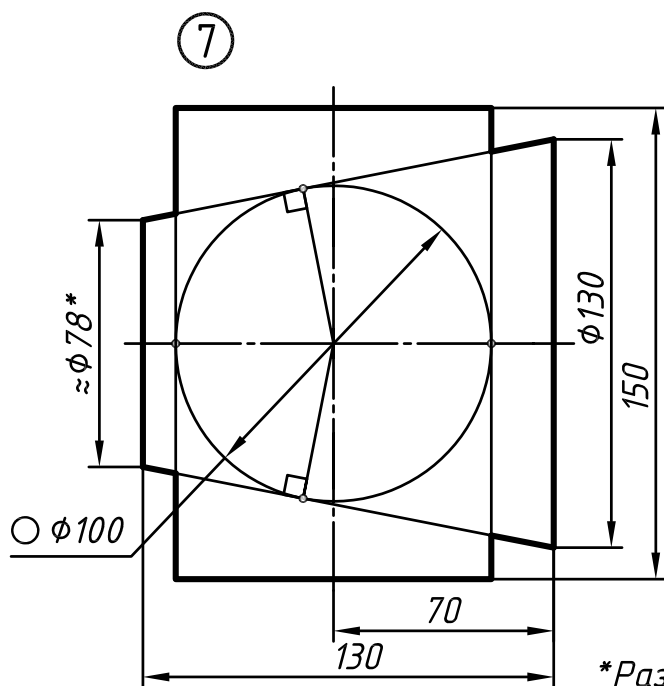
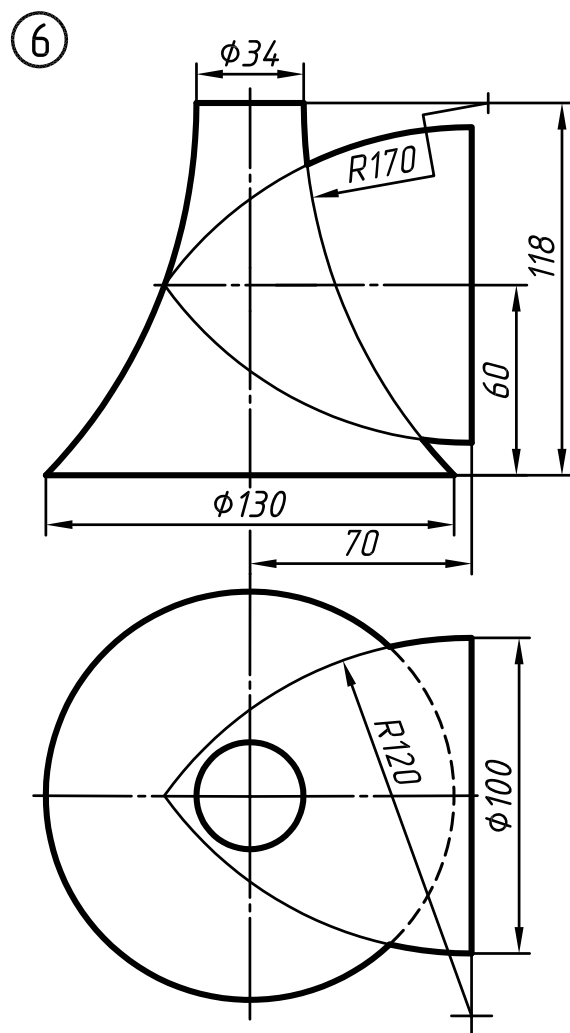
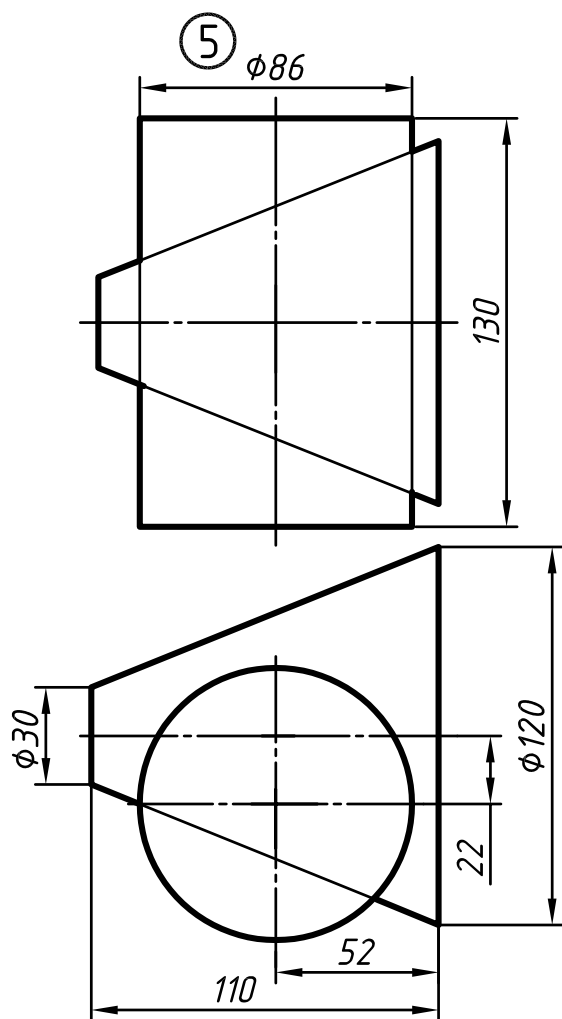
*Размер определить построением



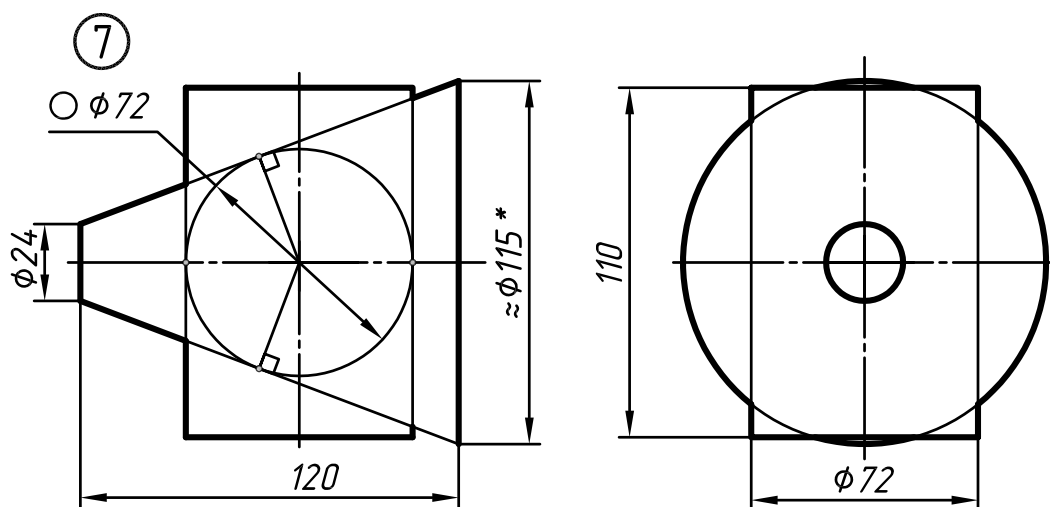
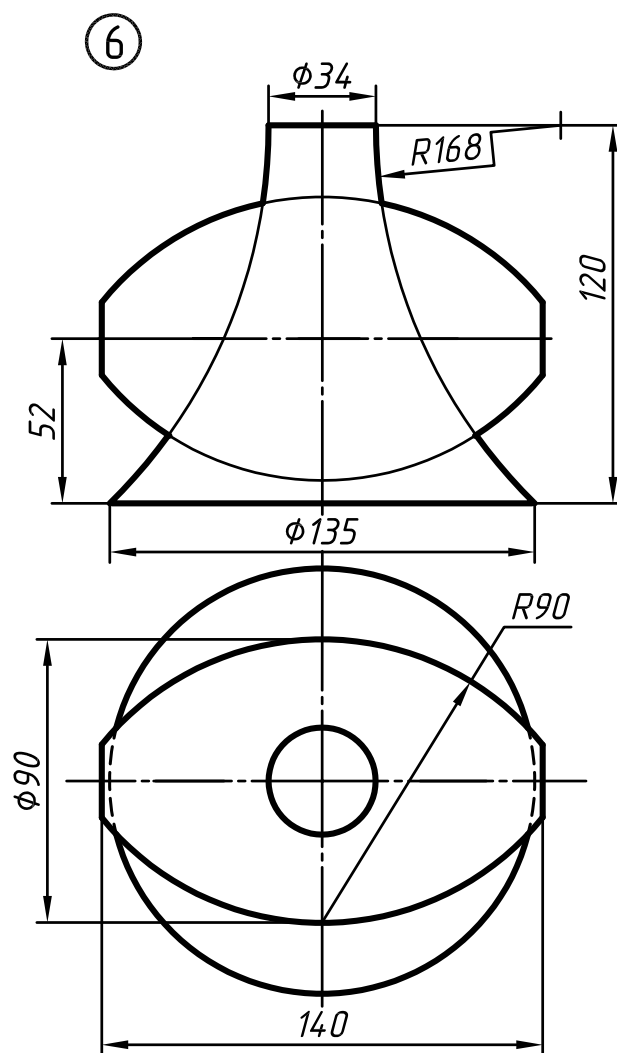
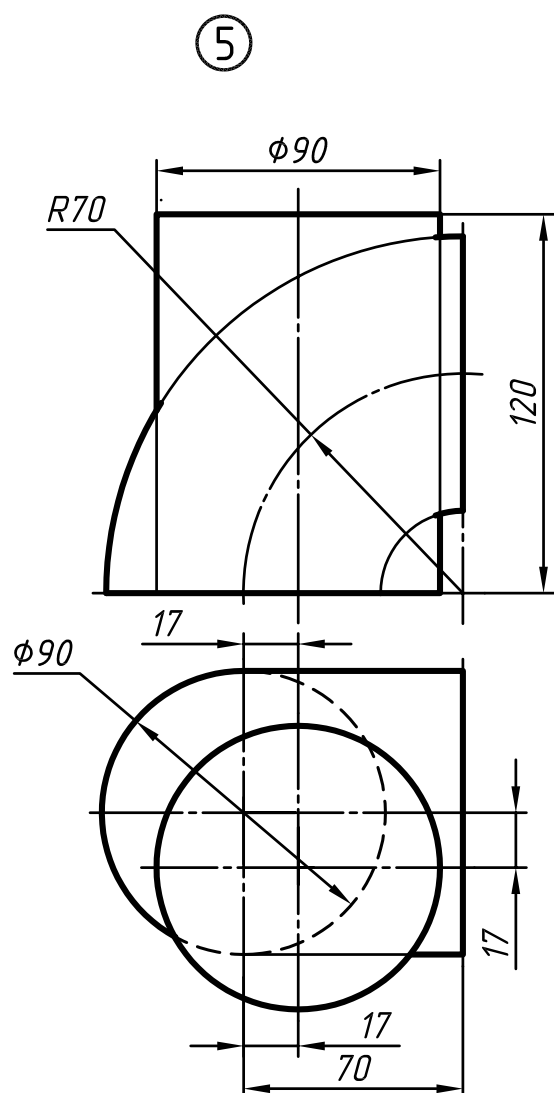
*Размеры определить построением



Продолжение приложения 2
Вариант №25

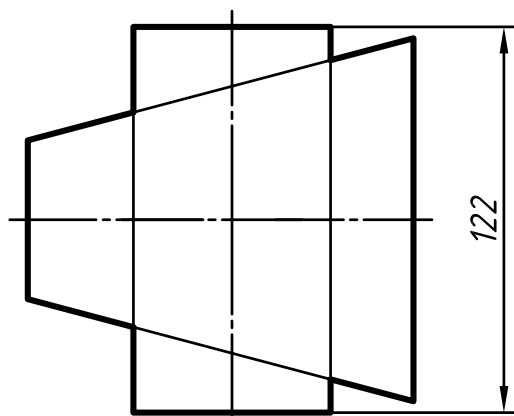
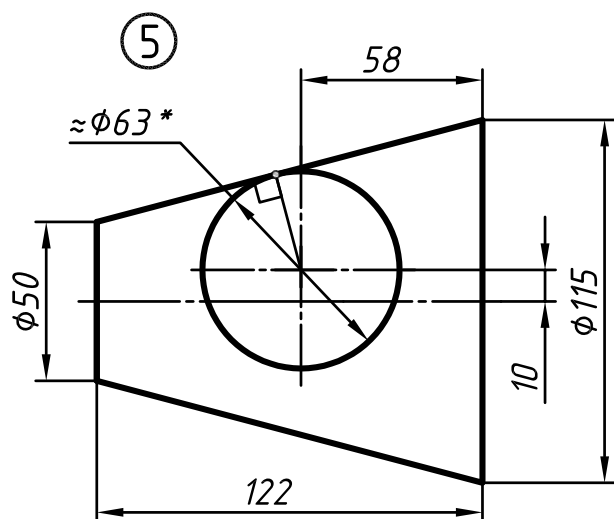


*Размер определить построением

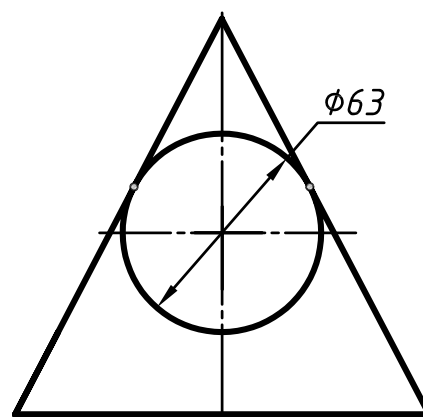
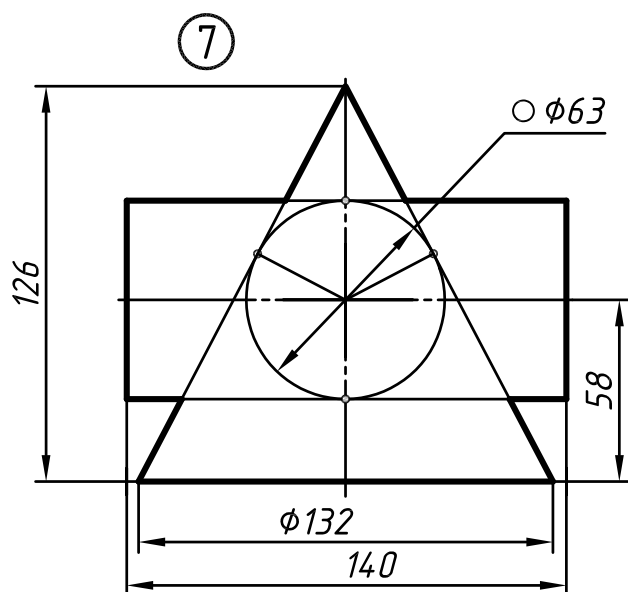
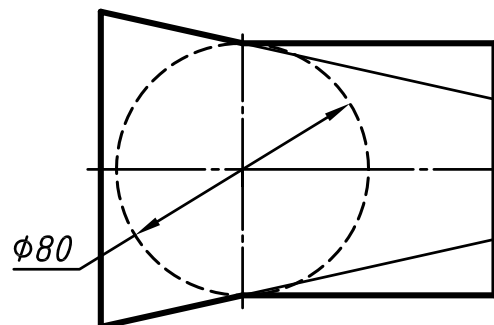
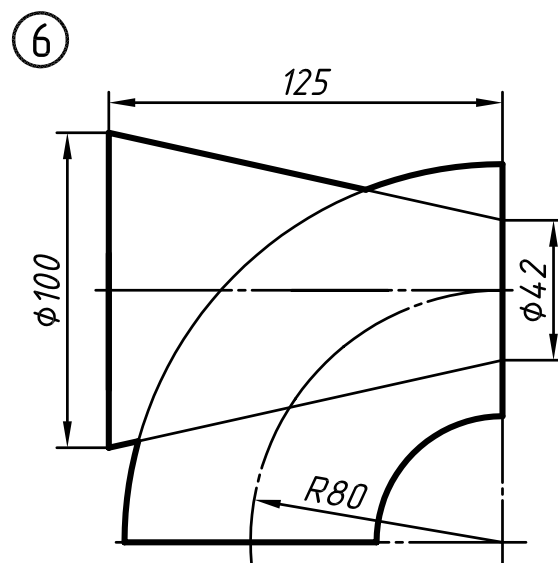


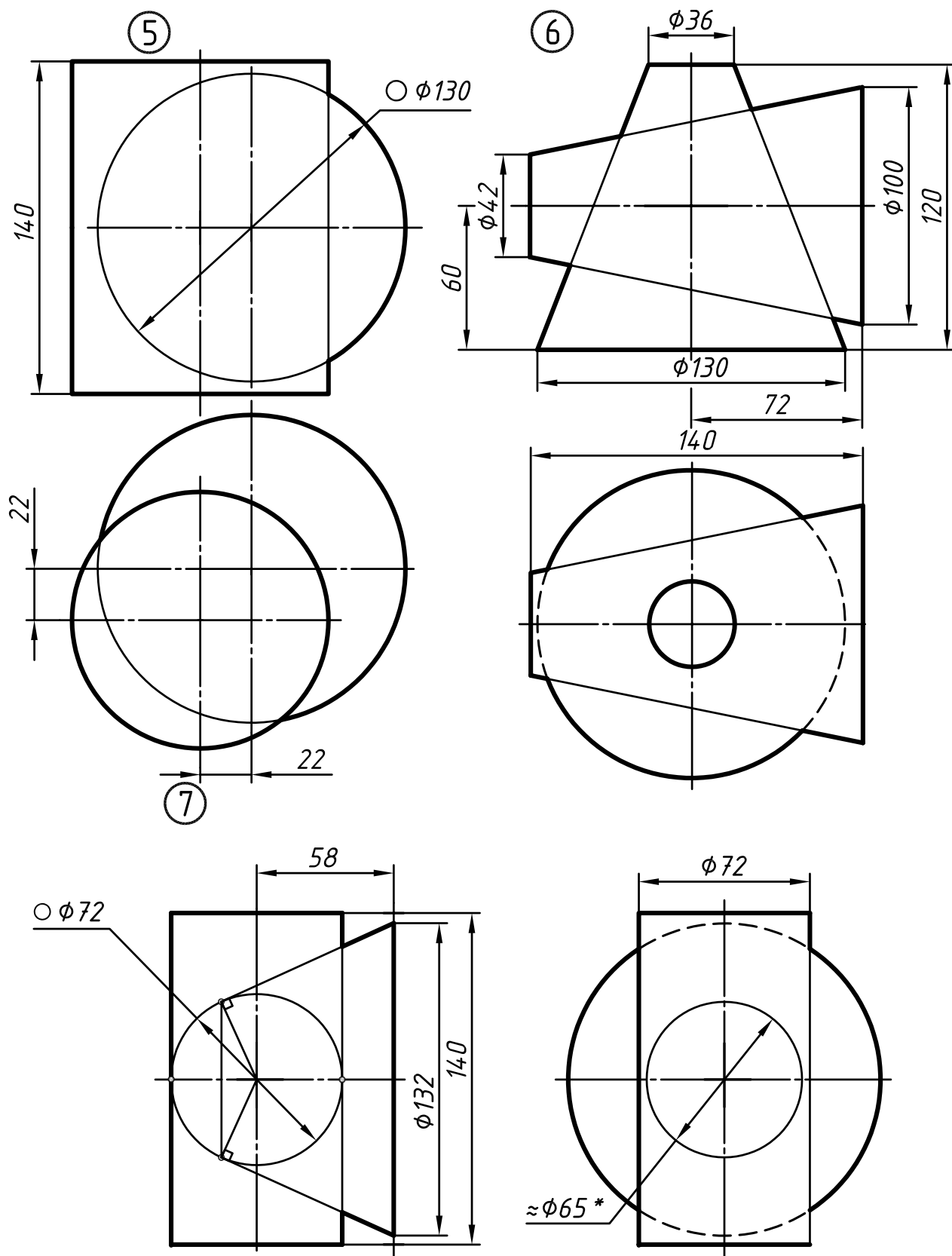
*Размер определить построением

Вариант №27

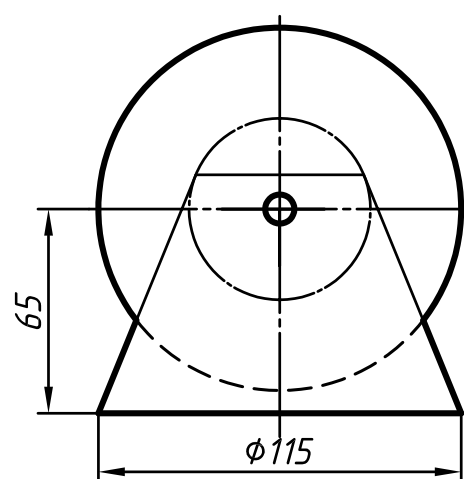
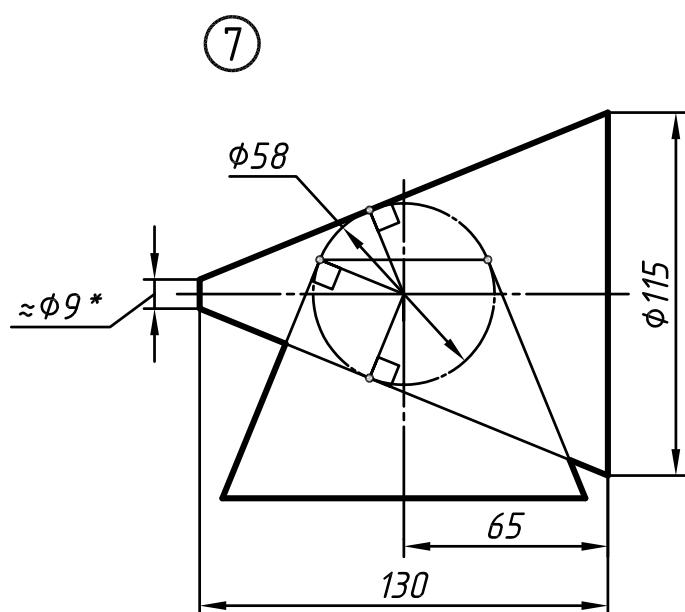
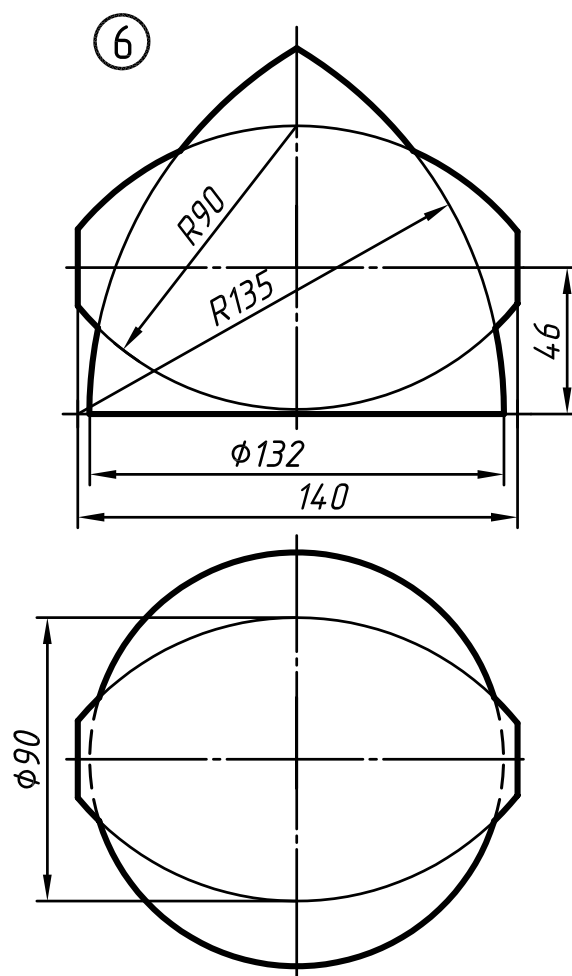
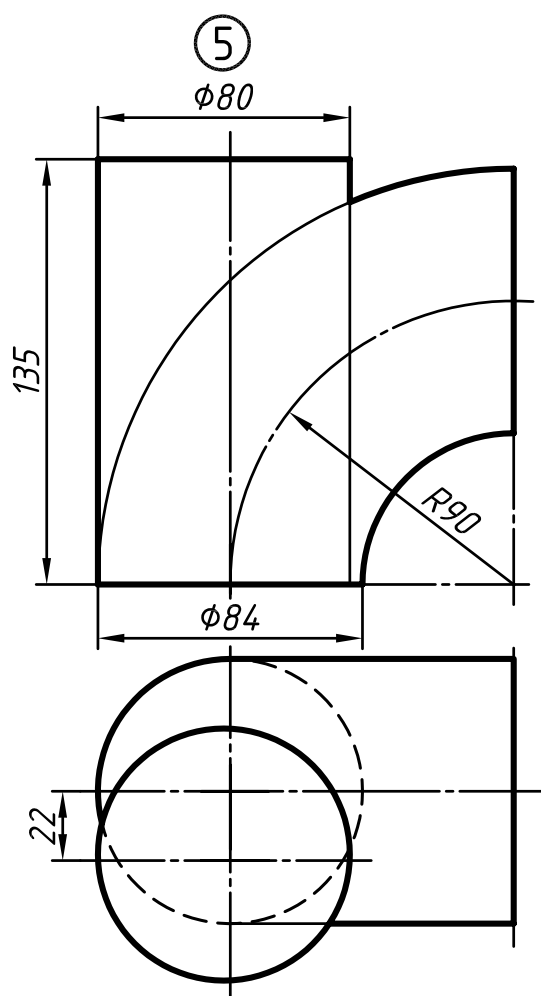


*Размер определить построением



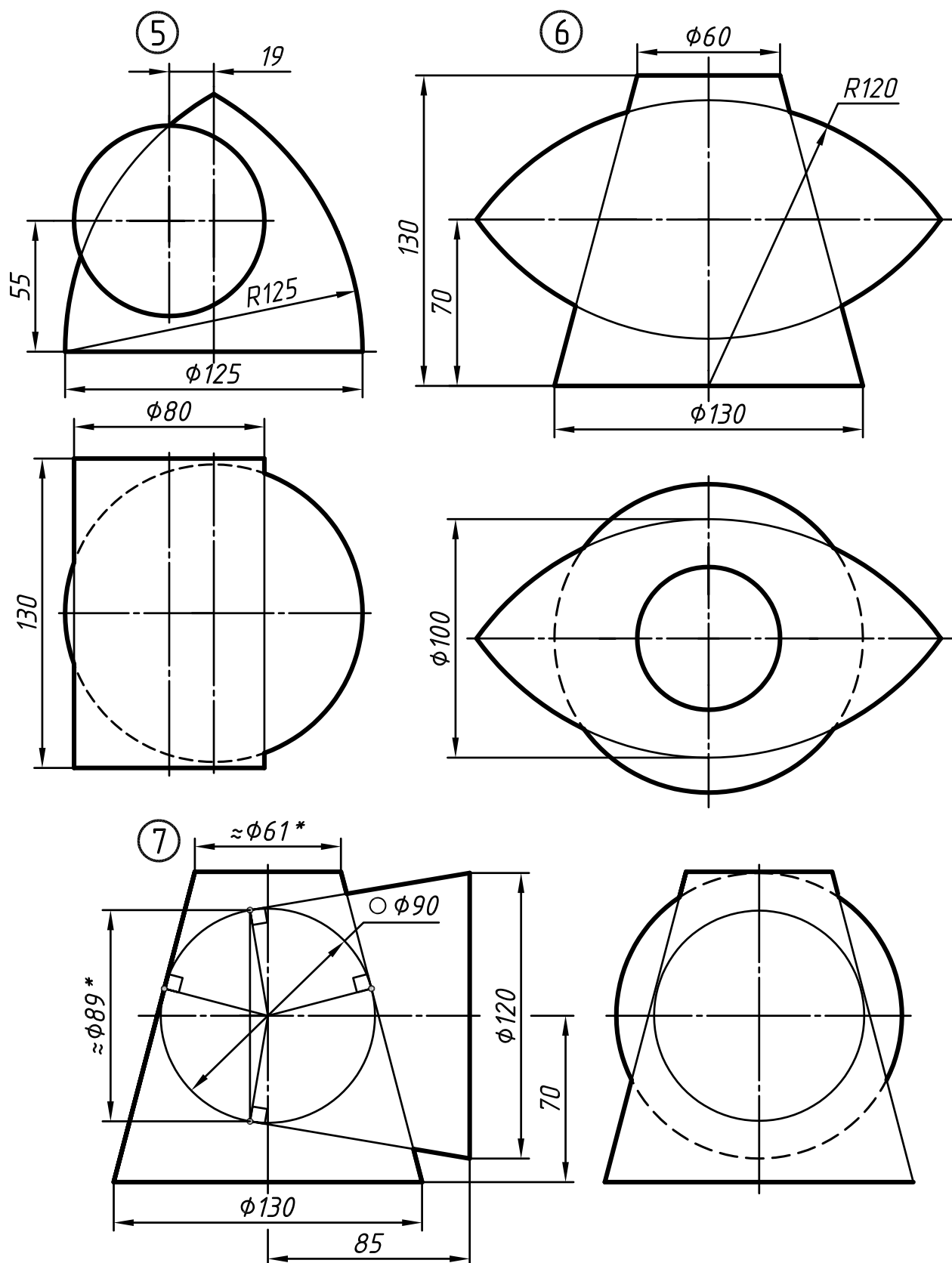


*Размер определить построением



*Диаметр определить построением

Вариант №30



*Диаметры оснований конусов определить построением

ОГЛАВЛЕНИЕ

Рабочая программа	3
Методика изучения курса	6
Контрольные задания	7
Выполнение и оформление контрольных заданий	7
Контрольное задание №1	9
Контрольное задание №2	11
Контрольное задание №3	15
Контрольное задание №4	18
Контрольное задание №5	20
Контрольное задание №6	
Способ вспомогательных концентрических сфер	23
Способ вспомогательных эксцентрических сфер	24
Контрольное задание №7	26
Библиографический список	28
Приложения	28