

**Министерство сельского хозяйства Российской Федерации**  
**ФГБОУ ВО «Пензенский ГАУ»**

**П.А. Емельянов, В.А. Овтов, Т.А. Кирюхина**

**НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ  
И ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА**

**ПЕНЗА 2018**

**Министерство сельского хозяйства Российской Федерации**  
**ФГБОУ ВО «Пензенский ГАУ»**

**П.А. Емельянов, В.А. Овтов, Т.А. Кирюхина**

# **НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ И ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА**

## **Раздел «Начертательная геометрия»**

Методические указания для выполнения графических работ по разделу «Начертательная геометрия» для обучающихся по направлениям подготовки 35.03.06 «Агроинженерия», 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов»

**Пенза 2018**

УДК 514

Е 60

Рецензент: Шумаев В.В. – к.т.н., доцент кафедры «Физика и математика»

Печатается по решению методической комиссии инженерного факультета от 2018 года, протокол №

**Емельянов П.А., Овтов В.А., Кирюхина Т.А. Начертательная геометрия и инженерная графика.** – Методические указания для выполнения графических работ по разделу «Начертательная геометрия». Издание 3-е переработанное. – Пенза: РИО ПГАУ, 2018. – 40 с.

Методические указания для выполнения графических работ по разделу «Начертательная геометрия» включают содержание работы, порядок ее выполнения, образцы выполнения задач, контрольные вопросы для защиты задания, рекомендуемую литературу, приложения с заданиями и примерами графического их выполнения.

Методические указания предназначены для обучающихся по направлениям подготовки 35.03.06 «Агроинженерия», 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов».

© ПГАУ 2018

© Емельянов П.А.,

Овтов В.А.,

Кирюхина Т.А. 2018

## **ВВЕДЕНИЕ**

Начертательная геометрия входит в число дисциплин, составляющих основу инженерного образования.

Начертательная геометрия является одним из разделов геометрии, в котором пространственные фигуры, представляющие собой совокупность точек, линий, поверхностей, изучаются по их проекционным изображениям на плоскости (или какой-либо другой поверхности).

Основными задачами начертательной геометрии являются: создание метода изображения геометрических фигур на плоскости (поверхности), разработка способов решения позиционных и метрических задач, связанных с этими фигурами, при помощи их изображений на плоскости (поверхности).

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

- способность разрабатывать и использовать графическую техническую документацию (ОПК-3);
- готовность к выполнению элементов расчетно-проектировочной работы по созданию и модернизации систем и средств эксплуатации транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования (ПК-2).

В результате изучения дисциплины студент должен:

- знать теоретические основы и закономерности построения геометрических объектов (точек, прямых, плоскостей, поверхностей и объемных тел), правила и способы выполнения изображений машиностроительных изделий и соединений деталей на чертежах;
- уметь представлять в объемном виде геометрические объекты и строить их проекции; определять геометрические формы деталей по их изображениям и выполнять эти изображения с натуры и по сборочному чертежу; читать сборочные чертежи, а также выполнять их в соответствии со стандартами; владеть навыками подготовки и оформления конструкторской документации в соответствии с требованиями ЕСКД.

## ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

При изучении раздела «Начертательная геометрия» студенты должны прослушать лекции, закрепить этот материал на практических занятиях и выполнить графические работы (эпюры). Задачи, включенные в задания, охватывают основные разделы курса и помогают освоить предмет. К решению задач следует приступить после изучения и проработки соответствующего раздела программного материала.

При выполнении заданий надлежит придерживаться следующих требований:

1. Заданные проекции, ось проекций, основные надписи, рамки выполнять сплошной линией толщина 0,8 мм;
2. Линии проекционной связи и все вспомогательные линии вычерчивать сплошной тонкой линией 0,3...0,4 мм;
3. Эпюры могут быть выполнены карандашом, цветной тушью или фломастерами – заданные проекции геометрических элементов – черной, линии построения – синей или зелёной, результат решения – красной;
4. Эпюры выполняются по размерам, указанным в таблицах заданий в масштабе 1:1;
5. В правом нижнем углу каждого чертежа выполняется основная надпись в соответствии с рисунком 1;
6. Все проекции точек на эпюре должны быть обозначены буквами или цифрами;
7. Обозначения на эпюре и заполнение основной надписи выполнять стандартным шрифтом (размер 5 мм) в соответствии с ГОСТ 2.304 – 81.

Эпюр № 1		ЛГАЧ	15
Чертил		Группа	10
Проверил		Вариант	10
40	40	40	

Рисунок 1 – Основная надпись

При защите задания необходимо:

1. Объяснить решение задач.
2. Ответить на поставленные преподавателем вопросы теории по данной теме при сдаче каждого эпюра.

## **Методические указания и порядок выполнения эпюра № 1**

Для выполнения эпюра необходимо проработать теоретический материал на точку, прямую, плоскость [1] и лекционный материал.

Эпюр выполняется на листе чертежной бумаги формата А2 или на 2–х листах формата А3 после предварительного решения задач на черновике.

Координаты точек А, В, С, Д к эпюру №1 приведены в приложении А.

### **Эпюр №1**

**Тема: Взаимное положение прямой и плоскости**

### **Содержание работы**

Решить в прямоугольных проекциях следующие задачи:

Задача №1. Определить расстояние от точки А до плоскости треугольника ВСД, используя метод прямоугольного треугольника;

Задача №2. Определить расстояние от точки А до плоскости треугольника ВСД методом замены плоскостей проекций;

Задача №3. Определить истинную величину треугольника ВСД методом вращения около одной из главных линий (горизонтали или фронтали);

Задача №4. Определить истинную величину треугольника ВСД методом замены плоскостей проекций.

### **Указания к решению задачи №1**

Для определения расстояния от точки А до плоскости треугольника ВСД рекомендуется следующий план решения:

1. По координатам точек А, В, С, Д строим проекции треугольника ВСД и точки А в соответствии с рисунком 2;

2. Проводим в треугольнике горизонталь  $B1$  ( $B'1'$  – горизонтальная проекция,  $B''1''$  – фронтальная проекции) и фронталь  $C2$  ( $C'2'$  – горизонтальная проекция,  $C''2''$  – фронтальная проекция);

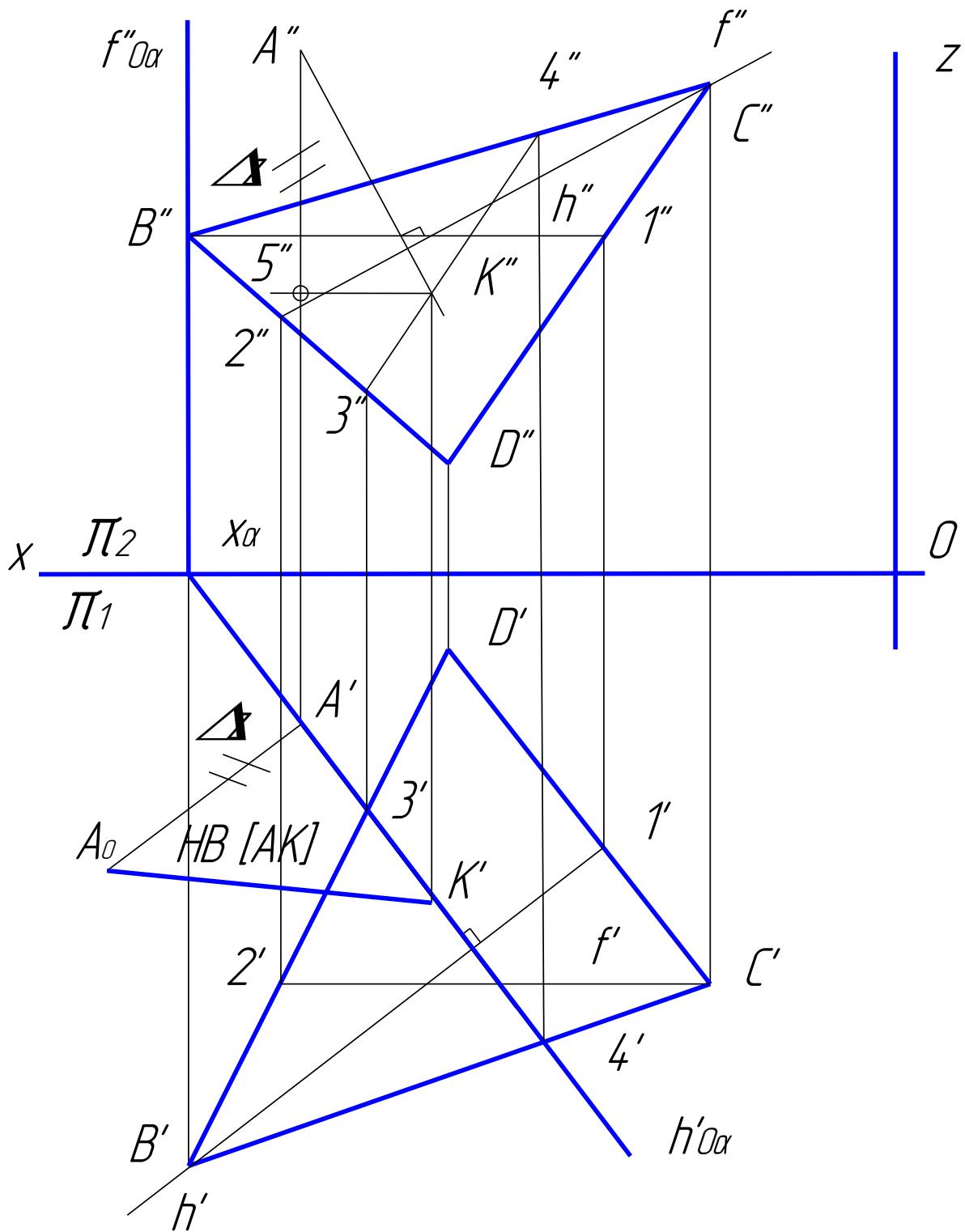


Рисунок 2 – Пример решения задачи №1

3. Из точки А на плоскость треугольника опускаем перпендикуляр в соответствии с правилом “*Прямая перпендикулярна к плоскости проекции, если её фронтальная проекция перпендикулярна к фронтальной проекции фронтали, горизонтальная проекция прямой перпендикулярна к горизонтальной проекции горизонтали*”.

В примере из точки  $A''$  проведен перпендикуляр на проекцию  $C'' 2''$  и из точки  $A'$  на проекцию  $B' 1'$ ;

4. Находим точку К пересечения перпендикуляра с плоскостью треугольника. Для этого:

а) через перпендикуляр, проведенный из точки А на плоскость треугольника, проводим вспомогательную плоскость частного положения. В примере проведена горизонтально – проецирующая плоскость  $\alpha$  (её следы  $h'_{\alpha}$  и  $f''_{\alpha}$ ) через горизонтальную проекцию перпендикуляра;

б) находим линию пересечения вспомогательной плоскости с треугольником ВСД. В нашем примере линия 3 – 4 ( $3'4'$  – горизонтальная проекция,  $3''4''$  – фронтальная проекция);

в) определяем точку встречи перпендикуляра с плоскостью треугольника ВСД. Она находится на пересечении проекций перпендикуляра и линии пересечения 3 – 4 плоскостей ( $K'$  – горизонтальная проекция,  $K''$  – фронтальная проекция). Отрезки  $A''K''$  и  $A'K'$  являются соответственно фронтальной и горизонтальной проекциями расстояний от точки А до плоскости треугольника.

5. Для определения натуральной величины расстояния от точки А до плоскости используем способ прямоугольного треугольника. В нашем примере из точки  $A'$  восставляем перпендикуляр и на нём откладываем отрезок  $A''5''=A_0A'$  и обозначаем точкой  $A_0$ . Соединяем  $A_0$  с точкой  $K'$ . Отрезок  $A_0K'$  является истинной величиной расстояния от точки А до плоскости треугольника.

## Указания к решению задачи №2

Для определения натуральной величины треугольника ВСД методом вращения вокруг одной из главных линий следует придерживаться следующего порядка в соответствии с рисунком 3.

1. Построим проекции треугольника ВСД по их координатам.

2. Выберем ось вращения – горизонталь или фронталь в треугольнике (фронтальная проекция фронтали или горизонтальная проекция горизонтали). В примере взята фронтальная проекция фронтали  $f''$  ( $C''1''$ ).

3. Для получения натуральной величины треугольника  $BCD$  повернем его относительно оси в положение, параллельное фронтальной плоскости проекции. В примере точки оси вращения  $C''1''$  треугольника остаются неподвижными, все остальные точки совершают поворот относительно оси по радиусам.

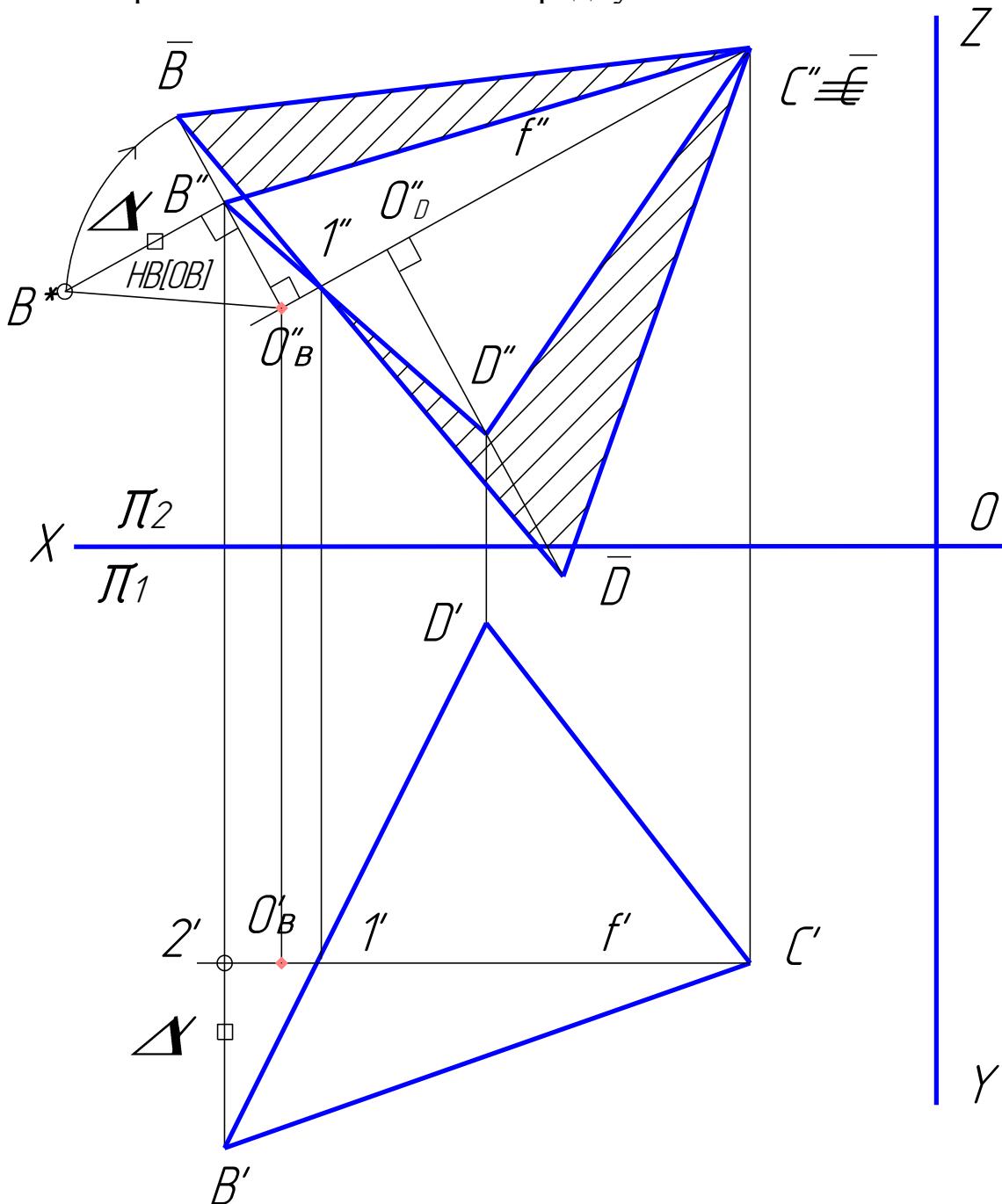


Рисунок 3 – Пример решения задачи №2

4. Для определения натуральной величины радиуса вращения точки В используем метод прямоугольного треугольника. Восставляем перпендикуляр к  $B''O''_v$  и на нем откладываем отрезок  $\Delta Y = B'^2$ . Получаем точку  $B^*$ . Отрезок  $O''_v B^*$  равен радиусу вращения точки В.

5. Отрезок  $O''_v B^*$  совмещаем поворотом с перпендикуляром, проходящим через точку  $B''$ . Отмечаем точку  $\bar{B}$ .

6. Проводим из точки  $\bar{B}$  через точку  $1''$  прямую до пересечения с перпендикуляром к оси, проведенным через точку  $D''$ . В точке пересечения получаем точку  $\bar{D}$ .

7. Соединив точки  $\bar{B}$ ,  $C''$ ,  $\bar{D}$  между собой, получим натуральную величину треугольника  $BCD$ , т. к. треугольник расположился параллельно фронтальной плоскости проекций.

### **Указания к решению задачи №3**

Для определения расстояния от точки А до плоскости треугольника  $BCD$  методом замены плоскостей проекций предлагается следующий план решения в соответствии с рисунком 4.

1. По координатам точек строим проекции треугольника  $BCD$ .

2. В треугольнике  $BCD$  через точку В проводим горизонталь  $B1$  ( $B''1''$  – фронтальная,  $B'1'$  – горизонтальная проекции горизонтали), обеспечивающая в дальнейшем проецирующее положение плоскости треугольника к вновь вводимой плоскости проекций  $\pi_3$ .

3. Проводим замену плоскости  $\pi_2$  на  $\pi_3$ . Для этого в примере проведена ось  $x_1$  пересечения  $\pi_1$  и  $\pi_3$ , перпендикулярно  $B'1'$ .

4. Из точек  $A'$ ,  $B'$ ,  $C'$ ,  $D'$  проводим линии связи к оси  $x_1$  и откладываем от неё отрезки  $A''A_x$ ;  $B''B_x$ ;  $C''C_x$ ;  $D''D_x$ . В результате треугольник  $BCD$  на плоскости  $\pi_3$  проецируется в прямую линию, а точка А в точку  $A'''$ .

5. Для определения расстояния от точки А до плоскости треугольника  $BCD$  опускаем перпендикуляр из точки  $A'''$  на отрезок  $B'''C'''D'''$ . Отрезок  $A'''K$  является этим расстоянием.

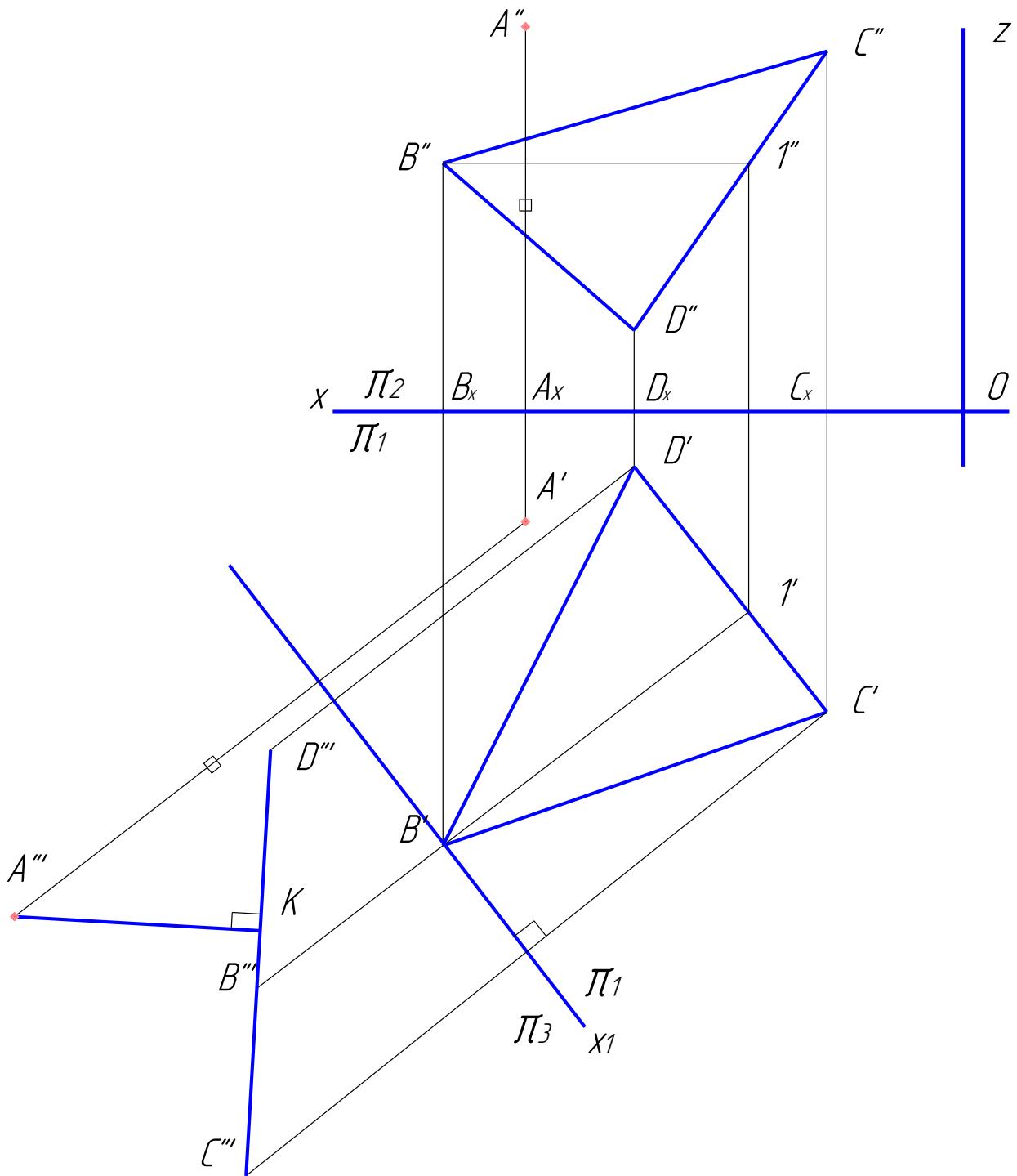


Рисунок 4 – Пример решения задачи №3

#### Указания к решению задачи №4

Для определения натуральной величины треугольника BCD методом замены плоскостей проекций рекомендуется следующий порядок решения задачи.

1. Строим проекции треугольника BCD в соответствии с рисунком 5 по координатам точек.

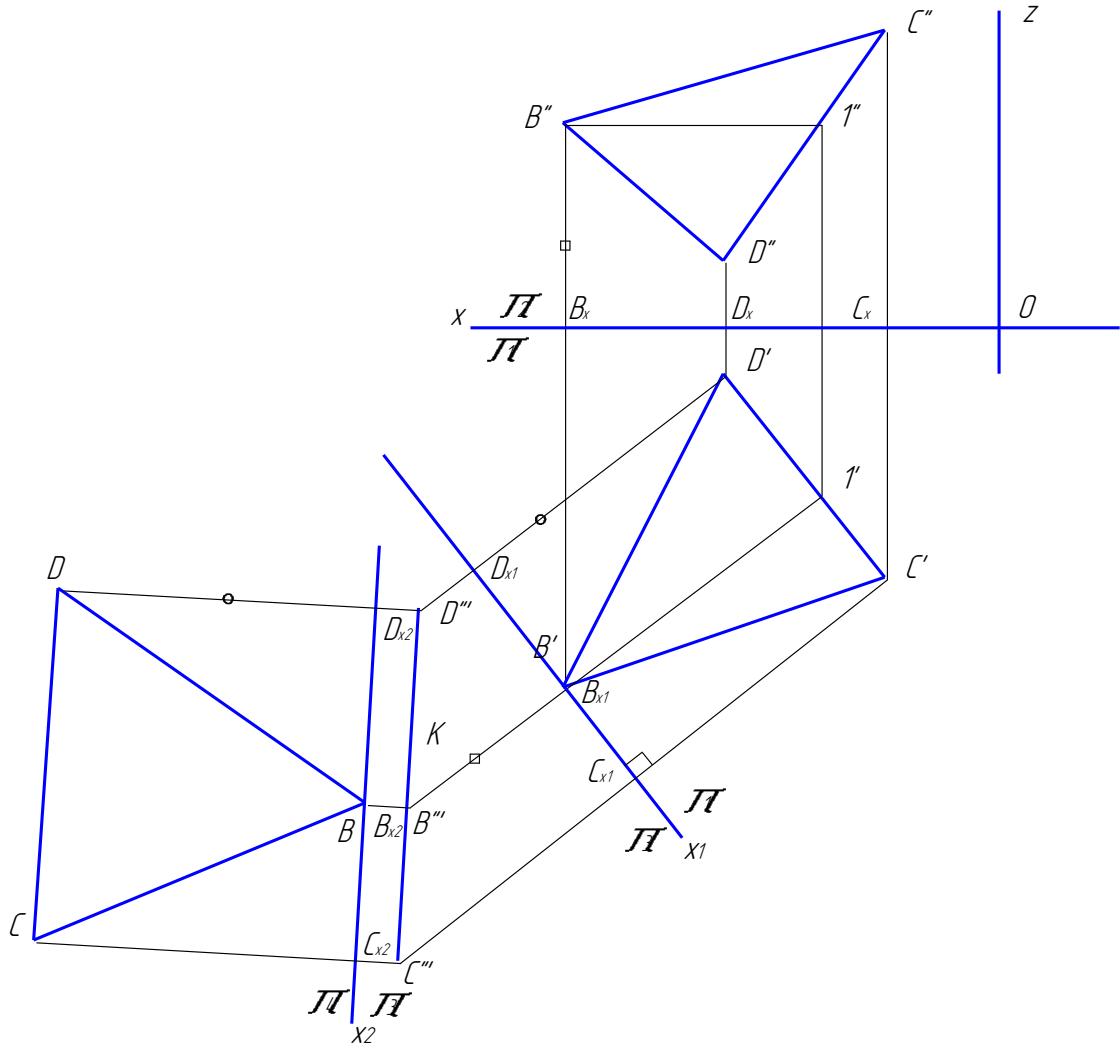


Рисунок 5 – Пример решения задачи №4

2. Проводим горизонталь В1 в треугольнике ( $B''/1''$  – фронтальная проекция горизонтали и  $B'1'$  – горизонтальная проекция горизонтали).

3. Проводим замену плоскости  $\pi_2$  на  $\pi_3$ . В задаче проводим ось  $x_1$  ( $\pi_1/\pi_3$ ) перпендикулярно горизонтальной проекции горизонтали  $B'1'$ . Из точек  $A', B', C', D'$  проводим линии связи к оси  $x_1$  и откладываем от неё отрезки  $A''A_x$ ;  $B''B_x$ ;  $C''C_x$ ;  $D''D_x$ . В результате треугольник BCD на плоскости  $\pi_3$  проецируется в прямую линию.

4. Проводим ещё одну замену плоскостей –  $\pi_1$  на  $\pi_4$ . Располагаем плоскость  $\pi_4$  перпендикулярно  $\pi_3$  и параллельно плоскости

треугольника  $BCD$ . На рисунке (в задаче) эта замена изображена в виде оси  $x_2$  ( $\pi_3/\pi_4$ ) параллельной проекции треугольника  $B'''C'''D'''$ .

5. Из точек  $B''', C''', D'''$  проводим линии связи к оси  $x_2$  ( $\pi_3/\pi_4$ ) и на них откладываем отрезки  $DD_{x2}=D_{x1}D'$ ;  $BB_{x2}=B_{x1}B'$ ;  $CC_{x2}=C_{x1}C'$ .

6. Точки  $BCD$  соединяем между собой. Полученный треугольник и является истинной величиной треугольника  $BCD$ .

### **Вопросы к защите эпюра №1**

1. Положение прямых в системе 2-х и 3-х плоскостей проекций.
2. Взаимное положение 2-х прямых.
3. Какие положения может занимать плоскость в системе 2-х и 3-х плоскостей проекций.
4. Взаимное положение 2-х плоскостей.
5. Взаимное положение прямой и плоскости.
6. В чём заключаются методы вращения, совмещения и замены плоскостей проекций?
7. Определение истинной величины прямой общего положения и углов наклона к плоскости  $\pi_1, \pi_2, \pi_3$ .

### **Эпюры № 2 и №3**

**Тема: Взаимное пересечение геометрических тел и поверхностей**

### **Содержание работы**

1. Построить линию пересечения поверхностей геометрических тел:
  - а) способом вспомогательных секущих плоскостей (эпюр 2);
  - б) способом вспомогательных секущих сфер (эпюр 3).
2. Построить развертку одной из пересекающихся поверхностей вместе с линиями пересечения для каждого из способов.

### **Общие указания**

1. Для выполнения задания нужно повторить теоретический материал [1] и лекционный материал.
2. Эпюр выполняется на листе чертежной бумаги формата А3.

3. Каждый студент получает индивидуальное задание. Варианты заданий к эпюру №2 приведены в приложении Б.

4. При решении задачи необходимо найти точки, принадлежащие линии пересечения двух тел или поверхностей, выбирая в каждом конкретном случае вспомогательные секущие поверхности такие, которые в пересечении с заданными телами давали бы простейшие фигуры сечения (прямые, окружность).

5. Решение задачи проводят по следующей схеме:

а) находят характерные точки линии пересечения – точки пересечения очерковых линий; точки расположенные на экстремальных (минимальных и максимальных) расстояниях от плоскостей проекций; точки перехода линий из видимых в невидимые;

б) выбирают произвольно промежуточные точки;

в) строят линии пересечения вспомогательной поверхности с каждой из фигур;

г) находят точки пересечения этих линий;

д) повторяют эту операцию  $n$  раз, получают  $m$  точек и их соединяют между собой.

### **Указания и порядок выполнения эпюра №2 способом вспомогательных секущих плоскостей**

В качестве примера для эпюра №2 рассмотрим в соответствии рисунком 6 построение линии пересечения призмы и пирамиды с осями, расположенными одна параллельно, а другая перпендикулярно к горизонтальной плоскости проекции.

Пересекающиеся фигуры заданы фронтальной и горизонтальной проекциями.

Решение проводим по ниже изложенной схеме, в соответствии с пунктом 5 общих указаний (с.11).

1. На фронтальной проекции находим характерные точки: 1, 2, ..., 6 линии пересечения, количество которых является достаточным для построения линии пересечения.

2. Проводим вспомогательные плоскости  $\gamma_1$  и  $\gamma_2$  параллельно горизонтальной плоскости проекций  $\pi_1$ , соответственно через точки  $1'', 2'', 3''$  и  $4'', 5'', 6''$ .

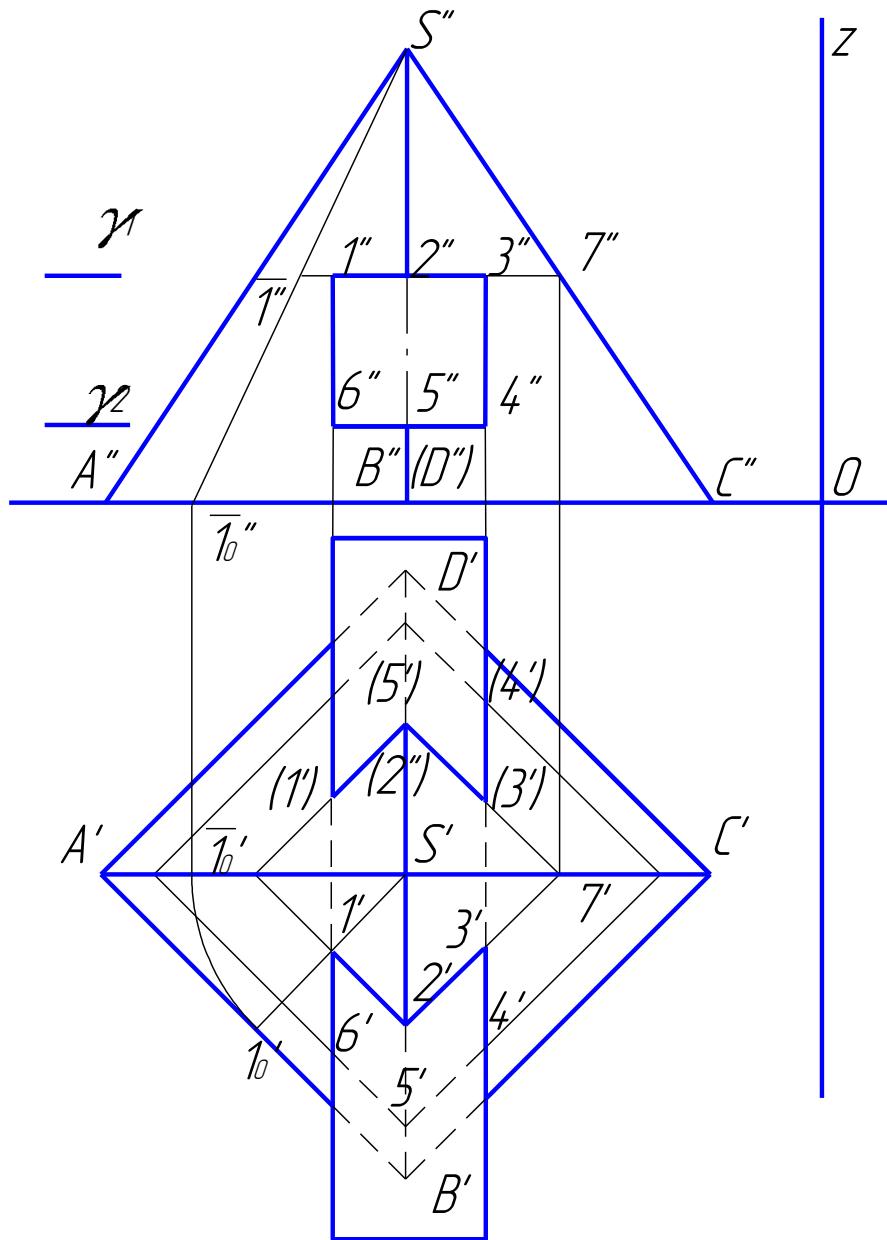


Рисунок 6 – Пример решения эпюра №2

3. Плоскость  $\gamma_1$  рассечет пирамиду и в сечении получится квадрат, стороны которого параллельны сторонам основания. Из фронтальной проекции точки  $7''$  ребра  $SC$  проведем линию связи до горизонтальной проекции  $S'C'$  и найдем точку  $7'$ . Так как в сечении пирамиды с плоскостью  $\gamma_1$  получается многоугольник (квадрат) по-добрый основанию, то стороны их должны быть параллельны. Поэтому из точки  $7'$  проведем линию параллельно основанию пирамиды и достроим горизонтальную проекцию линии пересечения плоскости  $\gamma_1$  с пирамидой. Линией пересечения плоскости  $\gamma_1$  с призмой будет являться горизонтальная проекция призмы. Точки пересече-

ния проекций линии сечения пирамиды и призмы плоскостью  $\gamma_1$  и будут являться общими точками пересечения призмы и пирамиды на горизонтальной проекции, то есть точки  $1', (1'), 2', (2'), 3', (3')$ . Таким же образом находим точки  $4', (4'), 5', (5'), 6', (6')$ , соединив их между собой, получаем горизонтальную проекцию линии пересечения призмы и пирамиды.

### **Указания и порядок выполнения эпюра №3 способом вспомогательных секущих сфер**

Варианты заданий к эпюру №3 приведены в приложении В.

В качестве примера в эпюре №3 взято пересечение конуса и цилиндра. Конус в соответствии с рисунком 7 установлен на горизонтальной плоскости проекции  $\pi_1$ , а цилиндр пересекает его и ось расположена горизонтально. Их оси в своем пересечении образуют общую для поверхностей вращения конусов плоскость симметрии, параллельную плоскости  $\pi_2$ .

Решение проведем в следующей последовательности.

1. Строим проекции конуса и цилиндра (фронтальные и горизонтальные).

2. На фронтальной проекции определяем характерные точки в пересечении образующих конуса и цилиндра  $1'', 2'', 3'', 4''$ . Проектируем их на горизонтальную плоскость (они принадлежат образующим конуса SC и CB) –  $1', 2', 3', 4'$

3. Проводим из одного и того же центра – точки  $0$  ( $0''$  – фронтальная проекция и  $0'$  – горизонтальная проекция) пересечения осей конуса и цилиндра вспомогательные сферы. На рисунке 7 на фронтальной проекции из точки  $0''$  проводим концентрические окружности различными радиусами. Первую окружность проводим такую, чтобы она вписалась в проекцию конуса. Для этого из точки  $O''$  опустим перпендикуляр на образующую конуса получим точку  $7''$ .

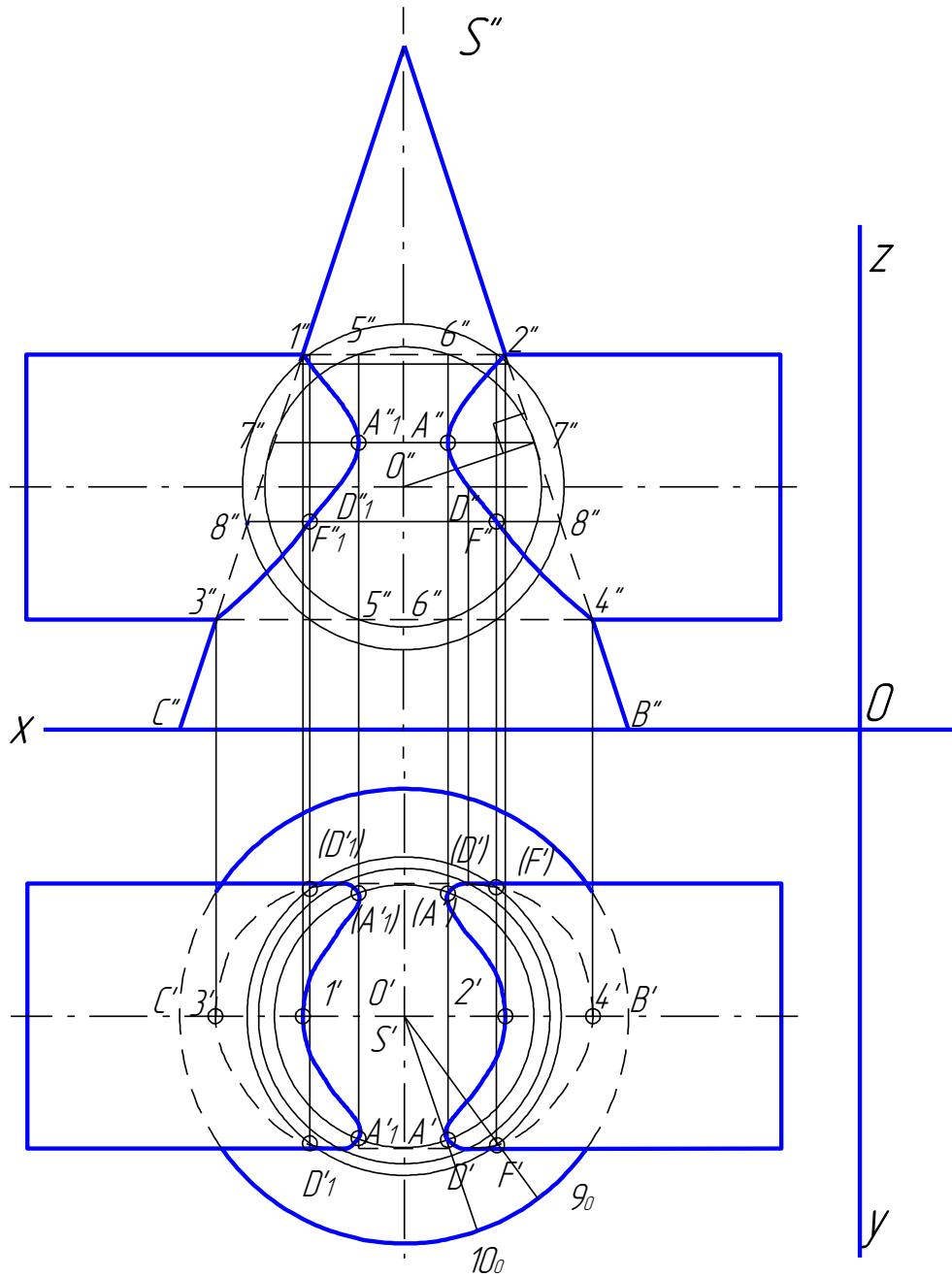


Рисунок 7 – Пример решения эпюра №3

На фронтальной проекции линии пересечения цилиндра и конуса со сферой (это будут окружности) проецируются в прямые линии –  $5''5''$  и  $6''6''$  у цилиндра и  $7''7''$  у конуса.

4. Определяем общие точки пересечения конуса и цилиндра при пересечении данной сферой. Такими точками будут  $A''_1$ , точка от пересечения прямых  $5''5''$  и  $7''7''$  и точка  $A''$ , от пересечения  $6''6''$  и  $7''7''$ .

Количество секущих сфер выбирают произвольно в зависимости от точности построения.

Построение любых точек пересечения, аналогичное рассмотренному. Соединяя между собой найденные точки, получим линии пересечения на фронтальной проекции –  $1''$ ,  $A_1''$ ,  $F_1''$ ,  $3''$  и  $2''$ ,  $A''$ ,  $F''$ ,  $4''$ .

5. Определяем линию пересечения на горизонтальной проекции.

Для этого проводим линии связи из следующих точек:

а) характерных ( $1''$ ,  $2''$ ,  $3''$ ,  $4''$ ) до пересечении с образующими  $S'C'$  и  $S'B'$  конуса;

б) наиболее близко расположенных к вертикальной оси  $A''_1$  и  $A''$ ;

в)  $D''_1$  и  $D''$  (на пересечении фронтальной проекции линии пересечения цилиндра и конуса с осью симметрии цилиндра), в которых на горизонтальной проекции происходит разделение на видимую и невидимую части, полученных при помощи плоскости  $\alpha$ , проходящей через ось цилиндра;

г) произвольных промежуточных.

Точки  $A'_1$  и  $A'$  получаем на пересечении линий связи от точек  $A''_1$  и  $A''$  с окружностью радиусом равным половине длины отрезка  $7''7''$ .

Таким же образом получаем все остальные точки на горизонтальной проекции. Соединив все точки между собой, получаем линии пересечения конуса и цилиндра на горизонтальной проекции.

### **Построение разверток поверхностей фигур**

В эпюре №2 и №3 необходимо выполнить развертки поверхностей вместе с линией пересечения одной из пересекающихся фигур по указанию преподавателя.

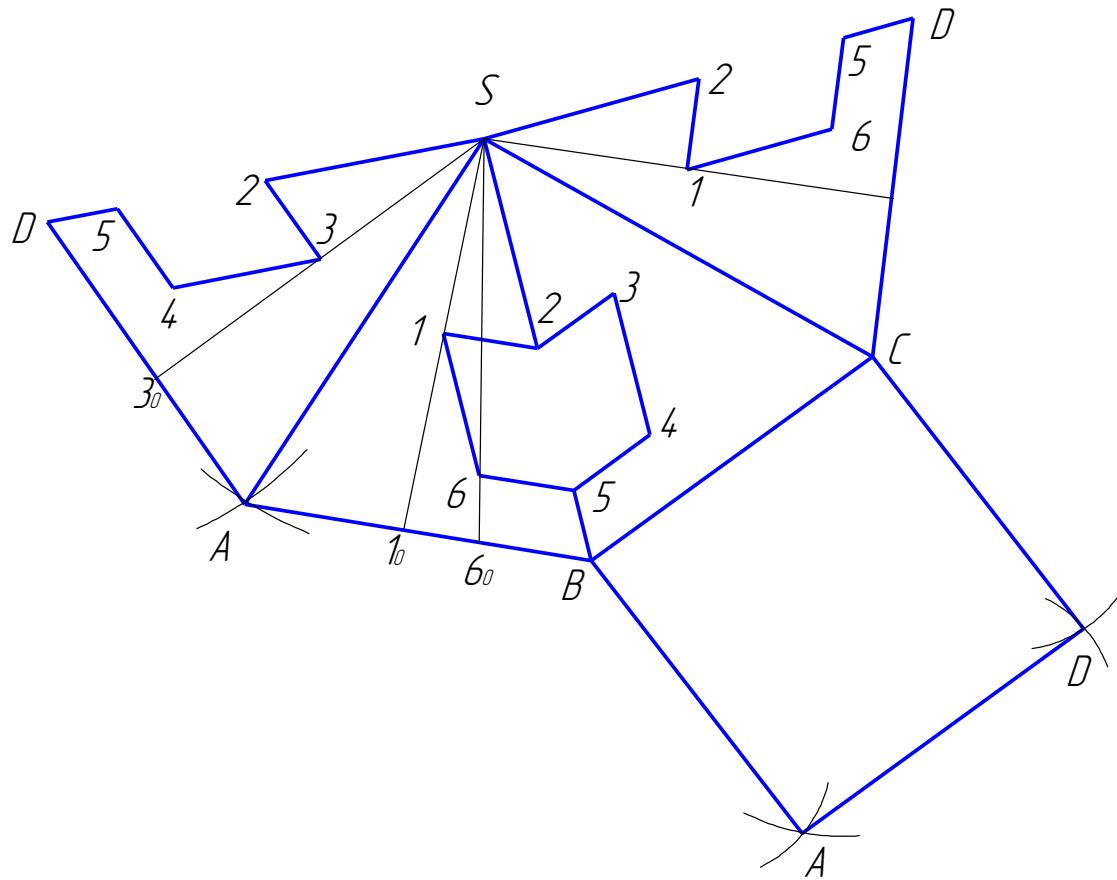
Проведем построение разверток на примере фигур, рассмотренных в эпюре №2 и №3 (пирамиды и конуса).

### **Построение развертки пирамиды**

Выполним развертку вертикально расположенной пирамиды в следующей последовательности в соответствии с рисунком 8.

1. Одним из известных методов находим истинные величины ребер пирамиды(метод прямоугольного треугольника, замены плоскостей проекций и метод вращения).

2. Строим грани пирамиды методом засечек, используя истинные величины ребер. Для этого на свободном месте поля формата откладываем отрезок (ребро) SD с началом в точке S. Далее для построения, например, грани SDA из точки S истинной величиной ребра SA делаем засечку и из точки D истинной величиной ребра DA (так как пирамида установлена на основание, то стороны основания будут проецироваться на горизонтальную плоскость в истинную величину) также делаем засечку до пересечения с первой засечкой. Точка пересечения этих засечек будет являться точкой A грани SDA. Аналогичным образом строим все грани.



*Рисунок 8 – Построение развертки пирамиды*

3. Для нахождения точки 1 на грани SBA проведем через точку  $1'$  (рисунок 6) вспомогательную прямую до пересечения с основанием и получим точку  $1'_0$ . Вращая отрезок  $S'1'_0$  вокруг выбранной

оси проходящей через вершину пирамиды повернем отрезок  $S'1'_0$  в положение фронтали  $S'1'_0$  и проведем ее фронтальную проекцию  $S''1''_0$ . Точка  $1''$  будет перемещаться по линии, параллельной оси X, до пересечения с фронтальной проекцией фронтали  $S''1''_0$  – получим точку  $\bar{1}''$ .

На ребре АВ развертки пирамиды (рисунок 8) от точки А отложим отрезок  $A'1'_0$  взятый с рисунка 6 и получим точку  $1_0$ . Полученную точку соединяем с вершиной развертки пирамиды тонкой линией. Замерив расстояние  $S''\bar{1}''$  на рисунке 6, отложим данное расстояние на отрезке  $S1_0$ , получим точку 1. Аналогичным образом достраиваем точки 2, 3, 4, 5, 6.

4. Методом засечек к развертке достраиваем основание. Отрезок СА равный  $C'A'$  замеряя на рисунке 6 и из точки С радиусом  $C'A'$ , делаем засечку, затем из точки В радиусом АВ делаем еще одну засечку, на пересечении засечек получим точку А. Аналогичным образом находим точку D.

## Построение развертки конической поверхности

1. Развертка боковой поверхности конуса представляет круговой сектор, радиус которого равен длине образующей конической поверхности  $L=SC$  (рисунок 9), а центральный угол  $\phi=2\pi R/L$ , где R – радиус окружности основания конуса.

2. Делим сектор пополам и проводим прямую SB, т.к. образующие  $S''B''$  и  $S''C''$  на фронтальной проекции (рисунок 7) проецируются в истинную величину, то на развертке откладываем на SC и SB точки 1, 2, 3 и 4 на таком же расстоянии от S, на каком находятся точки  $1'', 2'', 3''$  и  $4''$  от  $S''$  на рисунке 7.

3. Определяем точки А и  $A_1$  на развертке.

а) Для этого на горизонтальной проекции конуса (рисунок 7) через точки  $A'$  и  $F'$  проводим образующие конуса ( $S'9_0$  и  $S'10_0$ ). Отмечаем точки  $9_0$  и  $10_0$  на окружности конуса.

б) Отмечаем точки  $9_0$  и  $10_0$  на дуге развертки конуса, исходя из равенства длины окружности основания конуса и дуги развертки конуса.

в) Соединяем точки  $9_0$  и  $10_0$  с вершиной S.

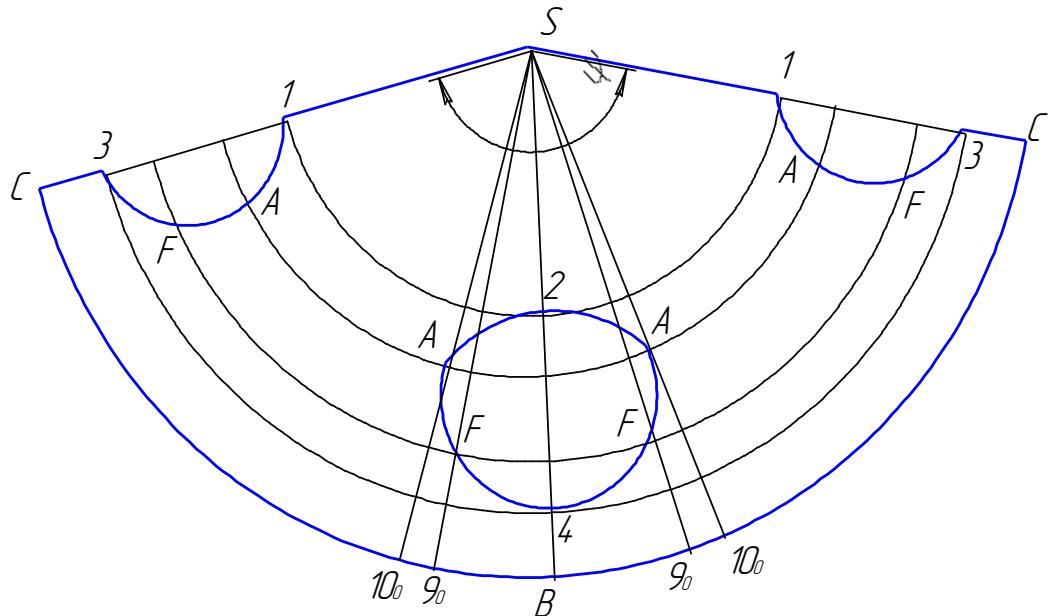
г) Откладываем на них точки А и F. Для этого сначала точку  $A''$  (рисунок 7) на фронтальной проекции переместим по горизонтали до совпадения с точкой на образующей  $S''B''$ . Отрезок  $S''7''$  будет

истинной величиной отрезка  $S''A''$ . Его откладываем на развертке от вершины на образующих  $S10_0$ . Получаем точку A.

4. Таким же образом получаем точки F и любые другие точки, принадлежащие линии пересечения.

5. Соединяем точки между собой. Получаем линии пересечения на развертке.

6. Достраиваем основание конуса.



*Рисунок 9 – Построение развертки конуса*

### **Вопросы к защите эпюров №2 и №3**

1. В чём заключается общий способ построения линии пересечения одной поверхности другой?

2. Какие точки линии пересечения поверхностей называются «характерными»?

3. Какие рекомендации подбора вспомогательных секущих плоскостей можно сделать для случаев пересечения цилиндров, конусов, пирамид и призм?

4. В каких случаях для построения линии пересечения одной поверхности другой рекомендуется применять вспомогательные секущие плоскости, параллельные плоскостям проекций?

5. В каких случаях рекомендуется использовать способ секущих плоскостей и способ сфер?

6. Укажите приёмы построения разверток цилиндрических и конических поверхностей?

## **ЛИТЕРАТУРА**

1. Чекмарев, А.А. Начертательная геометрия и черчение: учебник для прикладного бакалавриата /А.А. Чекмарев. -5-е изд., испр и допол. – М.: Издательство Юрайт, 2016. - 460 с. Серия: Бакалавр. Прикладной курс. [Электронный ресурс]. URL:[http://www.biblio-online.ru/thematic/?23&id=urait.content.5762B07D-9D42-450C-AD3C-E692B94C46AC&type=c\\_pub](http://www.biblio-online.ru/thematic/?23&id=urait.content.5762B07D-9D42-450C-AD3C-E692B94C46AC&type=c_pub)
2. Емельянов, П.А. Начертательная геометрия: практикум по выполнению лабораторных работ / П.А. Емельянов, В.А. Овтов. – Пенза: РИО ПГСХА, 2015. – 109 с.

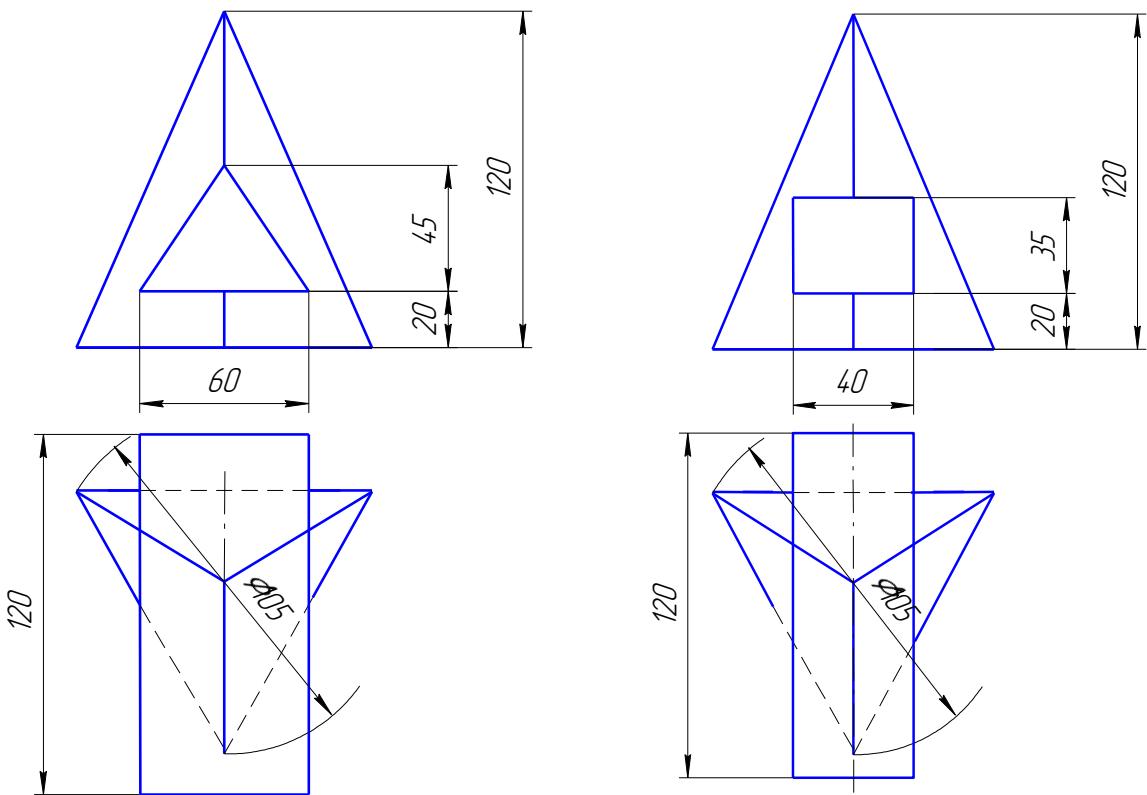
## Приложение А

Таблица – Индивидуальные задания к эпюру №1

Вариант	A			B			C			D		
	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
1	20	40	60	75	5	60	25	15	20	35	50	5
2	30	35	40	45	30	0	55	15	35	20	0	25
3	55	0	0	30	50	10	10	25	40	75	45	50
4	75	45	50	85	15	25	55	15	65	35	45	25
5	35	0	10	70	10	15	20	10	55	0	50	30
6	20	0	10	40	0	50	15	35	25	70	25	0
7	65	60	50	55	15	0	35	0	50	0	40	15
8	10	50	40	0	20	10	45	50	10	70	0	60
9	60	60	45	40	0	50	0	40	0	50	15	0
10	10	45	45	40	50	25	0	25	5	60	10	80
11	40	10	45	60	10	25	25	40	20	70	30	40
12	30	50	10	20	5	30	60	80	55	90	60	5
13	85	45	15	100	5	30	60	55	55	35	30	5
14	45	40	40	60	20	30	20	5	20	80	50	10
15	60	0	0	0	20	25	30	65	0	55	30	70
16	60	35	45	30	35	5	20	15	35	50	0	20
17	0	5	15	35	35	10	0	35	45	55	5	25
18	25	55	10	45	55	45	65	20	10	0	20	25
19	20	40	50	10	10	20	55	10	50	85	50	0
20	10	15	50	0	50	0	35	50	60	65	0	30
21	45	10	35	45	40	20	90	15	40	65	0	0
22	60	35	50	55	0	15	35	50	0	0	15	40
23	70	45	60	35	50	0	0	5	40	65	0	15
24	35	10	40	80	10	45	50	10	10	15	45	10
25	30	50	50	20	25	5	55	35	20	60	0	55
26	65	45	50	40	40	10	5	5	50	95	10	10
27	60	40	40	65	10	0	100	20	15	105	0	45
28	15	5	25	50	35	10	0	35	65	70	5	25
29	0	10	10	80	10	15	30	10	60	10	50	30
30	65	50	40	75	15	10	30	45	5	5	0	55

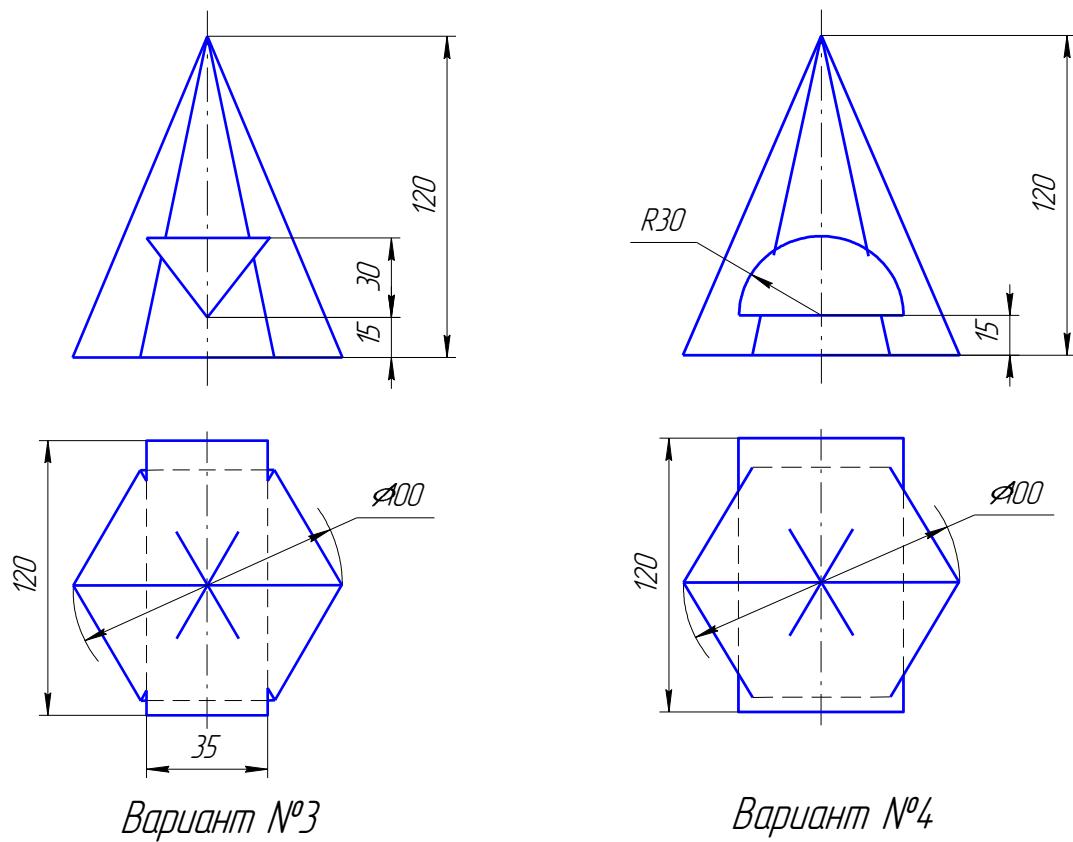
## Приложение Б

### Задания к эпюру № 2



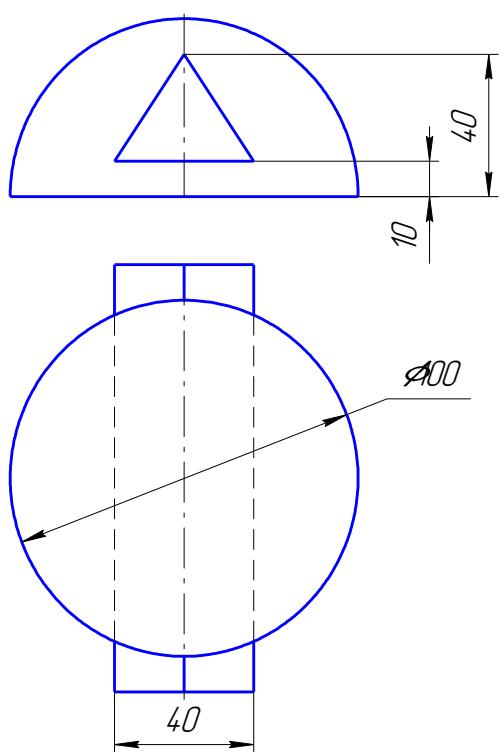
Вариант №1

Вариант №2

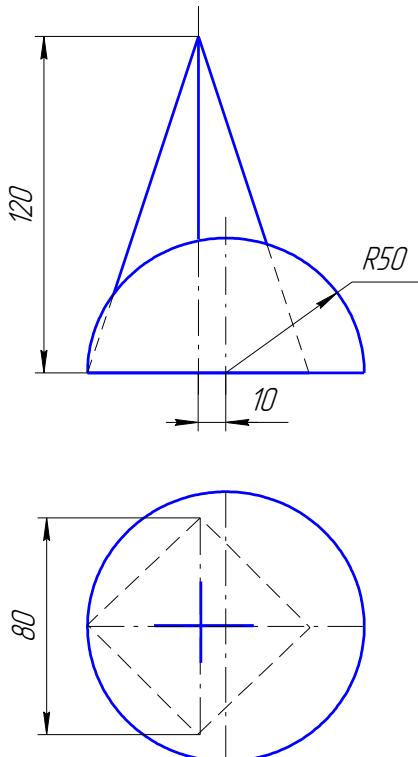


Вариант №3

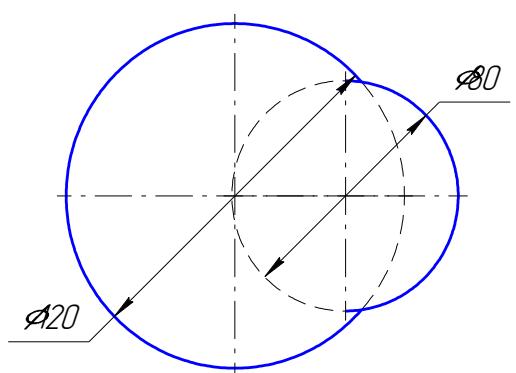
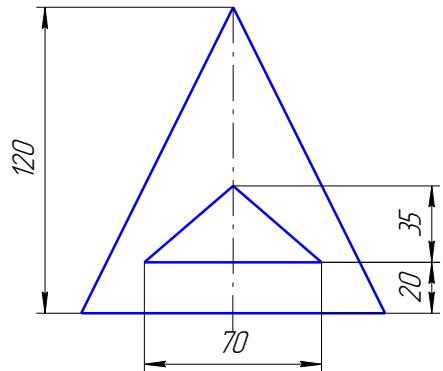
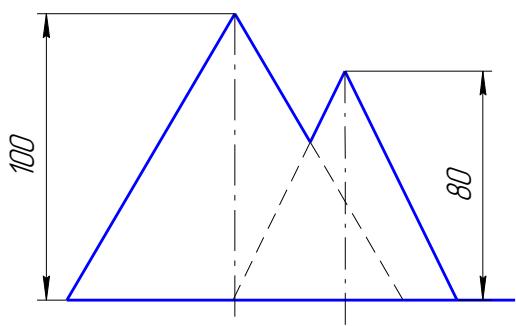
Вариант №4



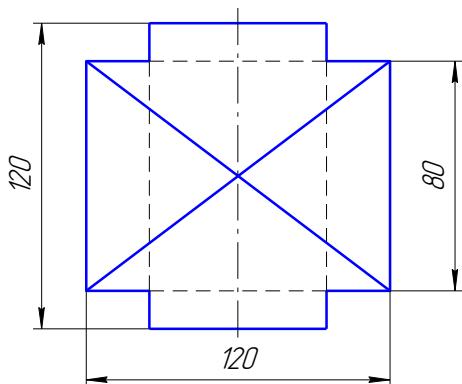
Вариант №5



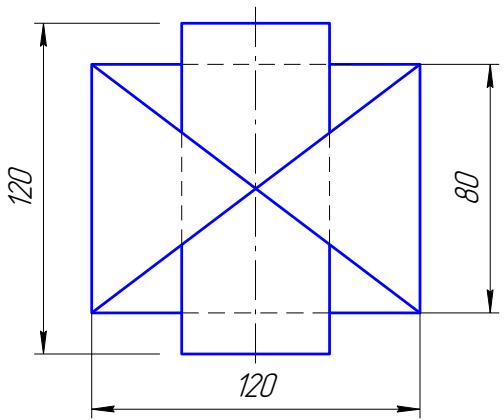
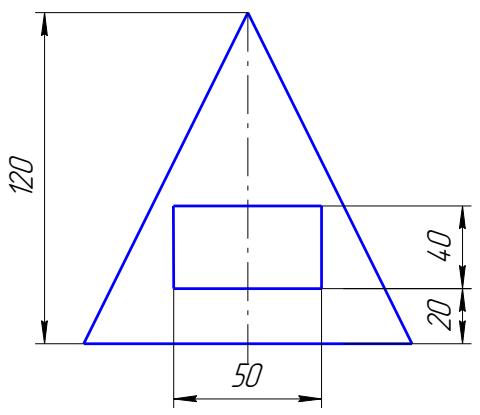
Вариант №6



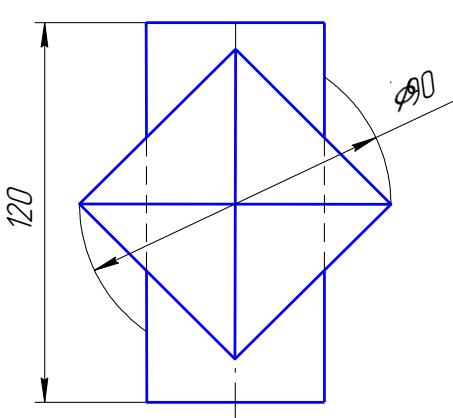
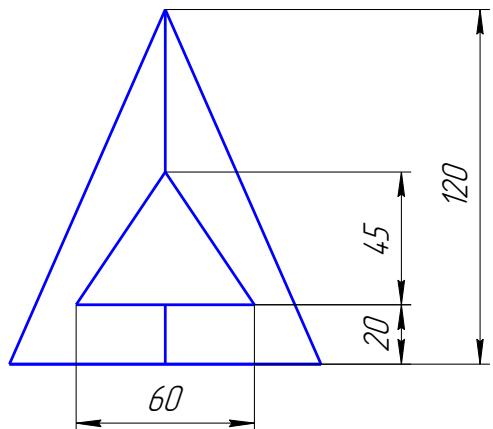
Вариант №7



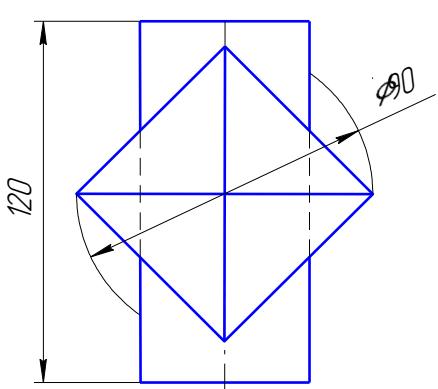
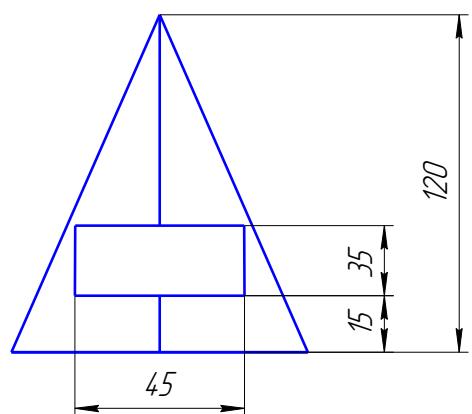
Вариант №8



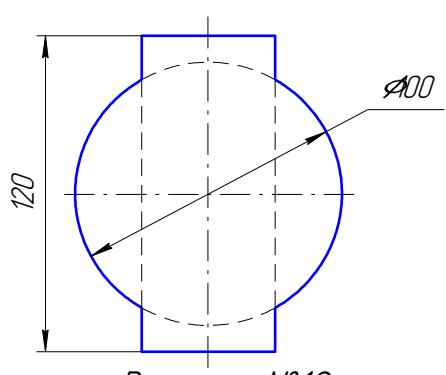
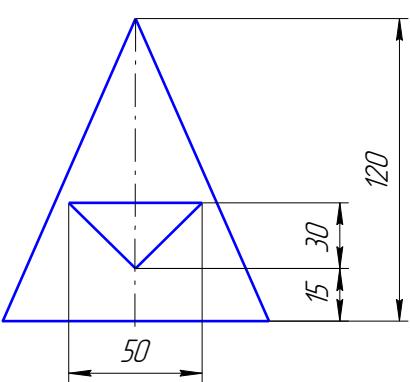
Вариант №9



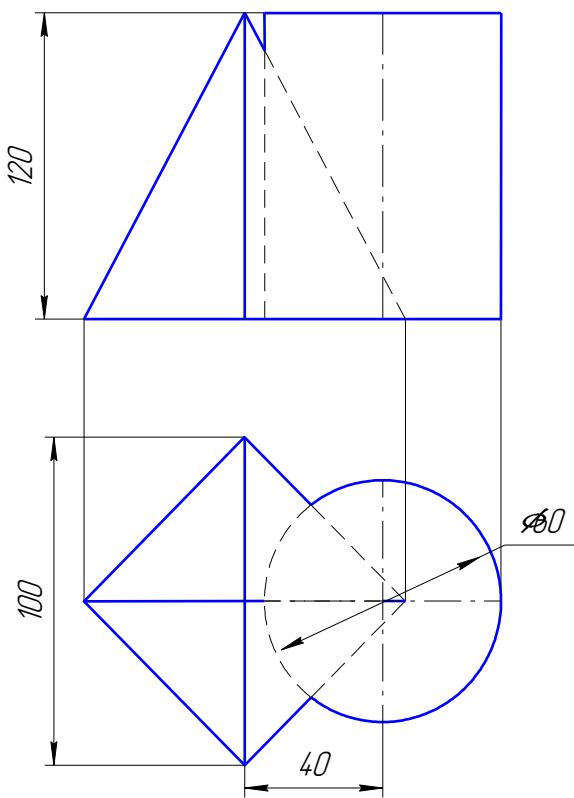
Вариант №10



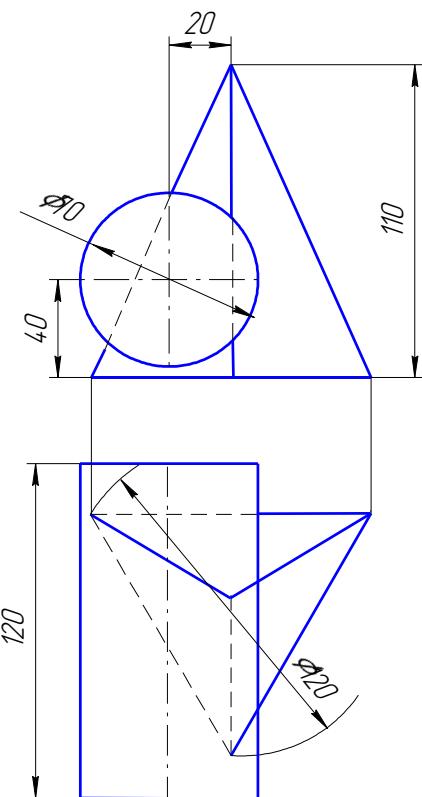
Вариант №11



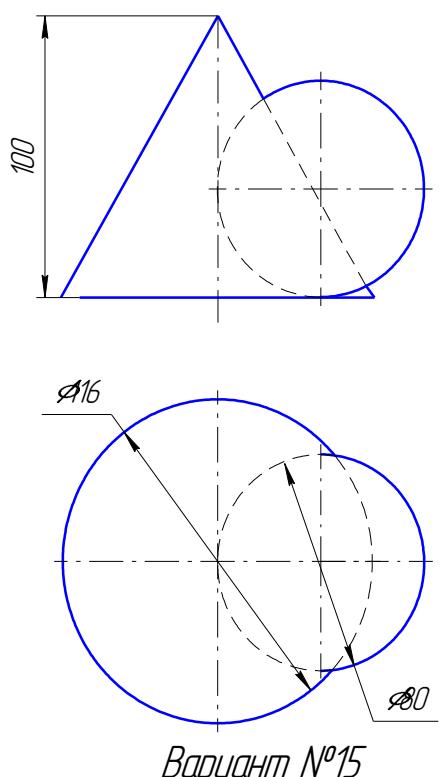
Вариант №12



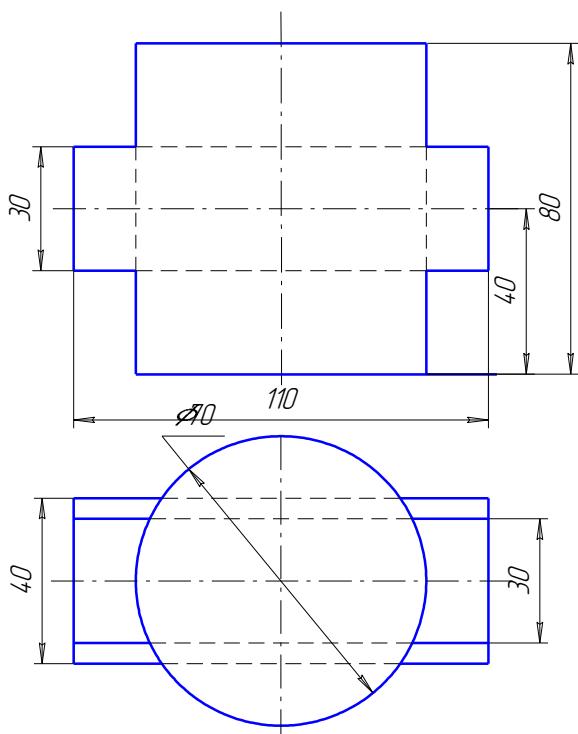
Вариант № 13



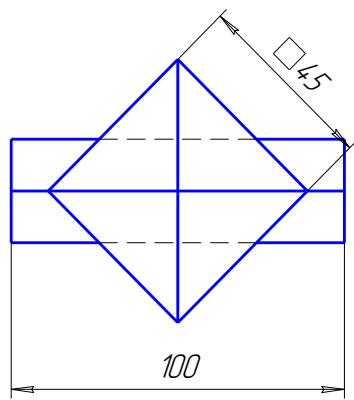
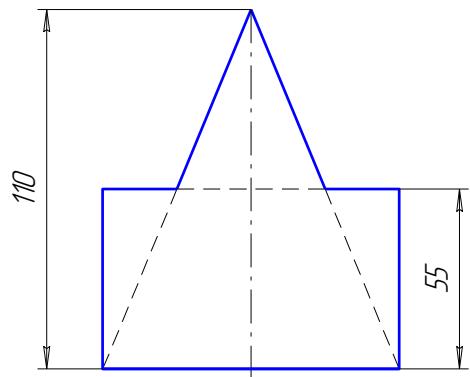
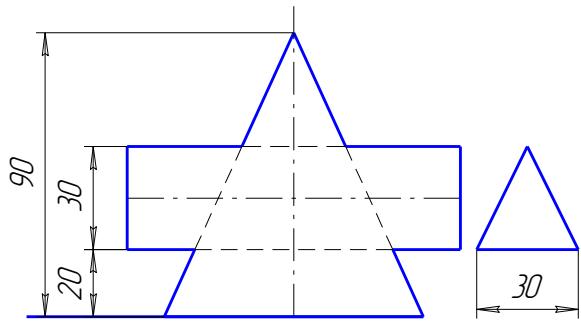
Вариант №14



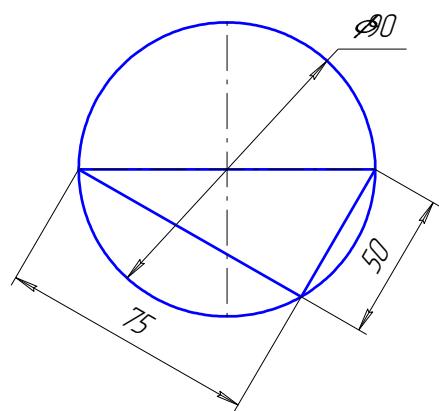
Вариант №15



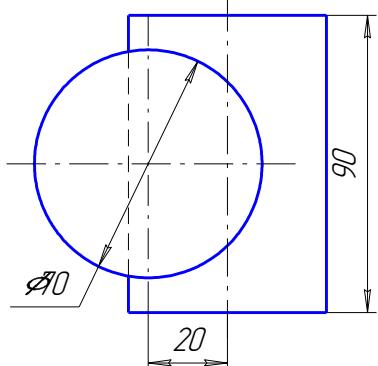
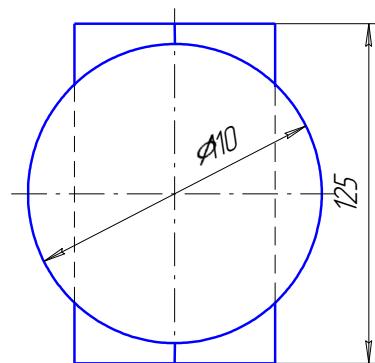
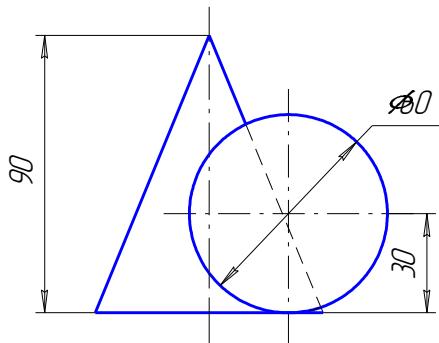
Вариант №16



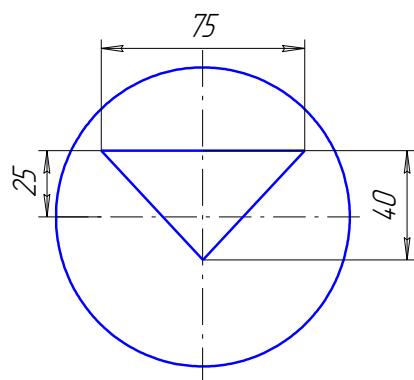
Вариант №17



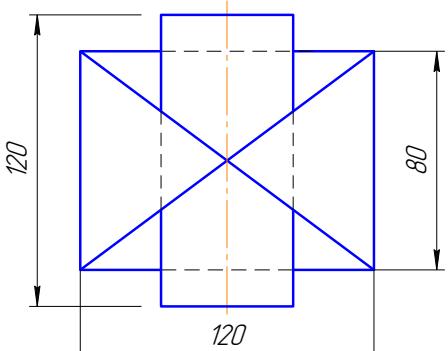
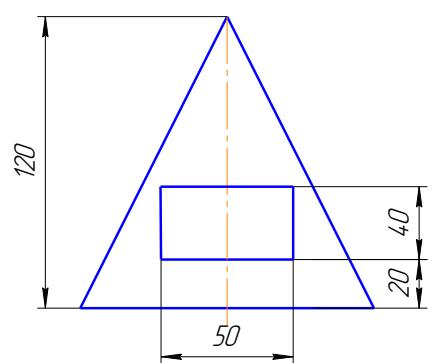
Вариант №18



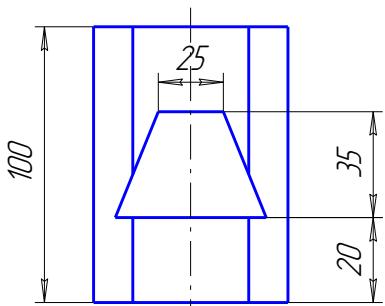
Вариант №19



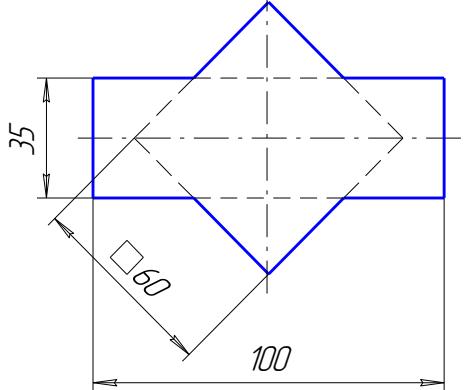
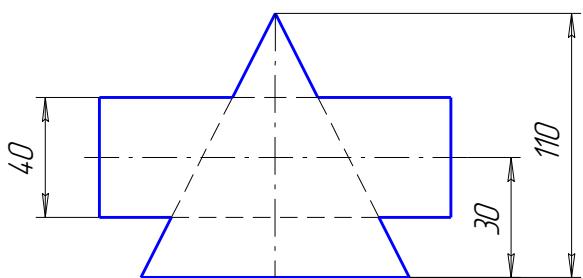
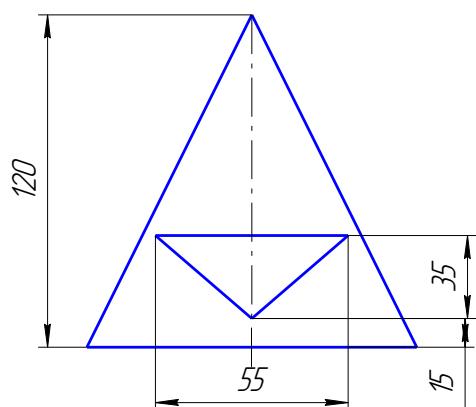
Вариант №20



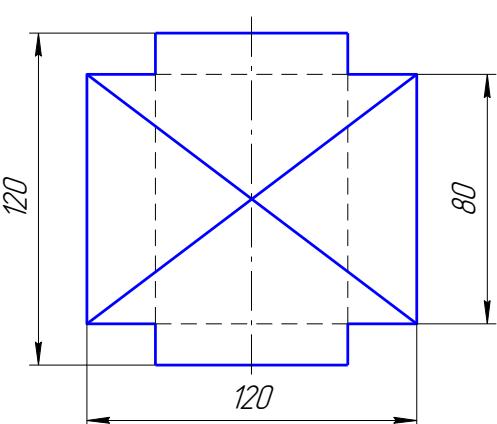
Вариант №21



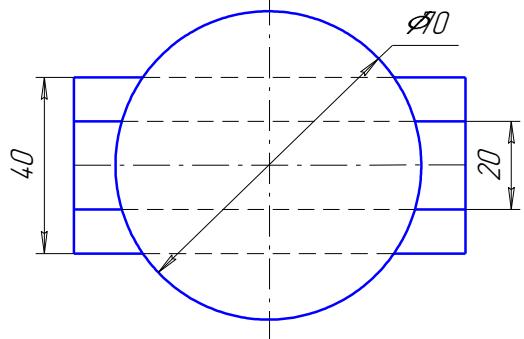
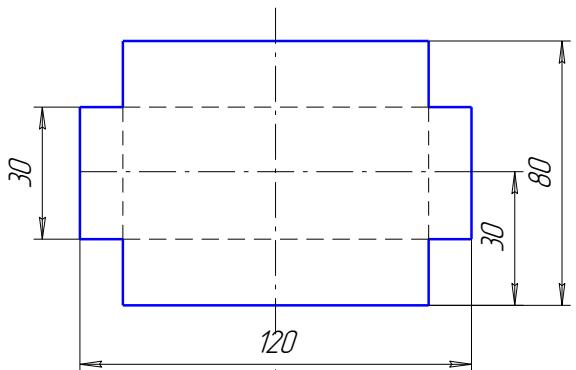
Вариант №22



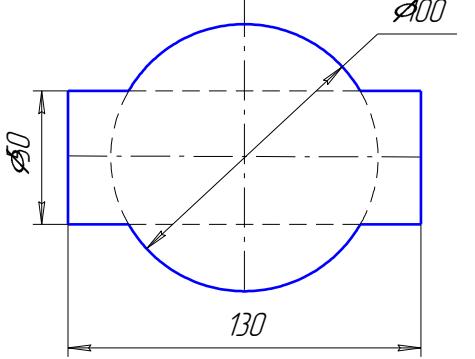
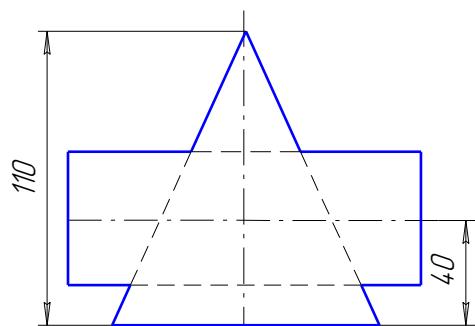
Вариант №23



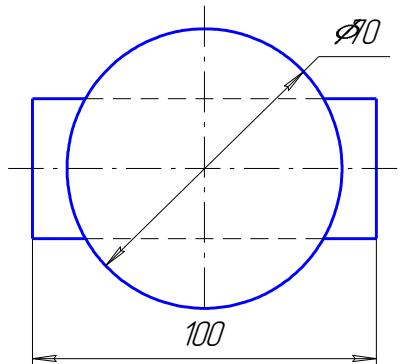
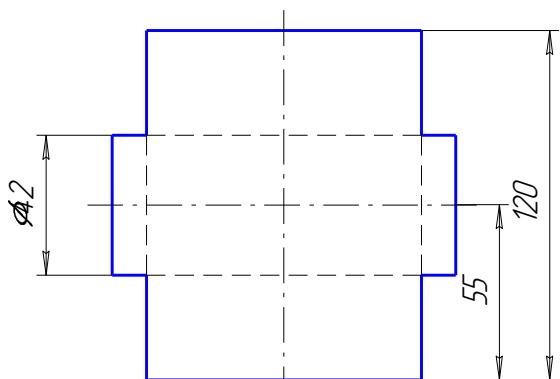
Вариант №24



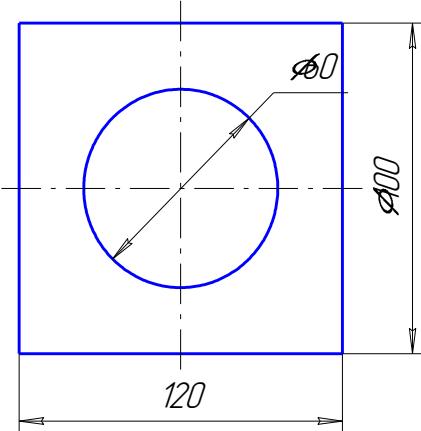
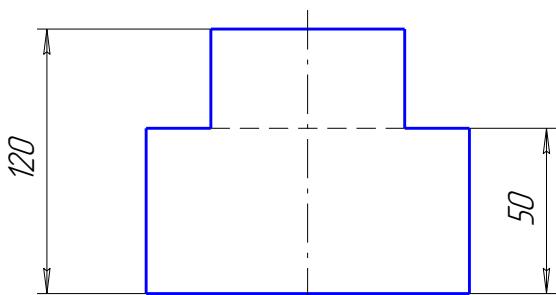
Вариант №25



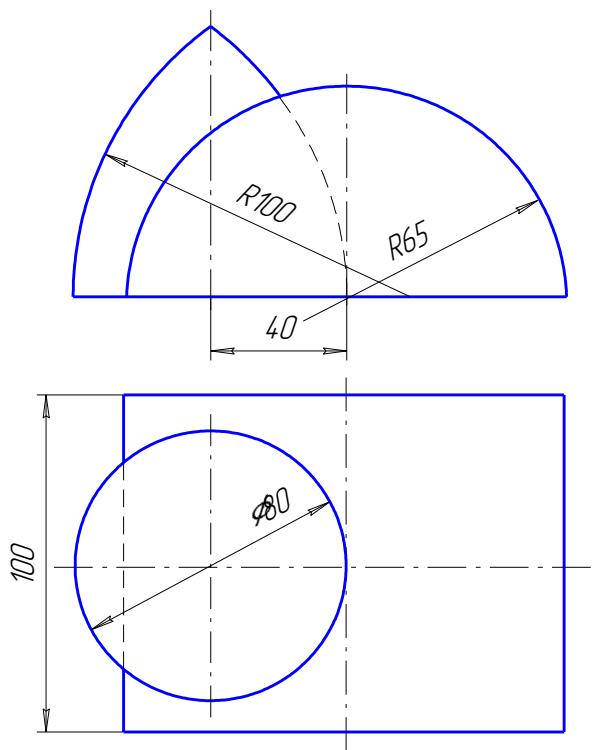
Вариант №26



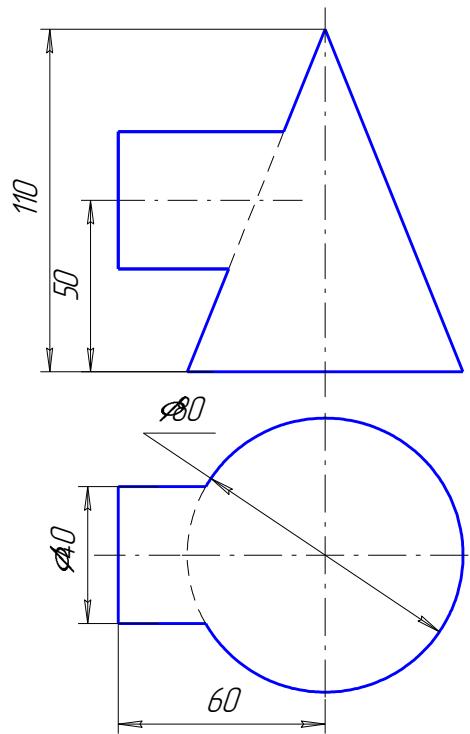
Вариант №27



Вариант №28



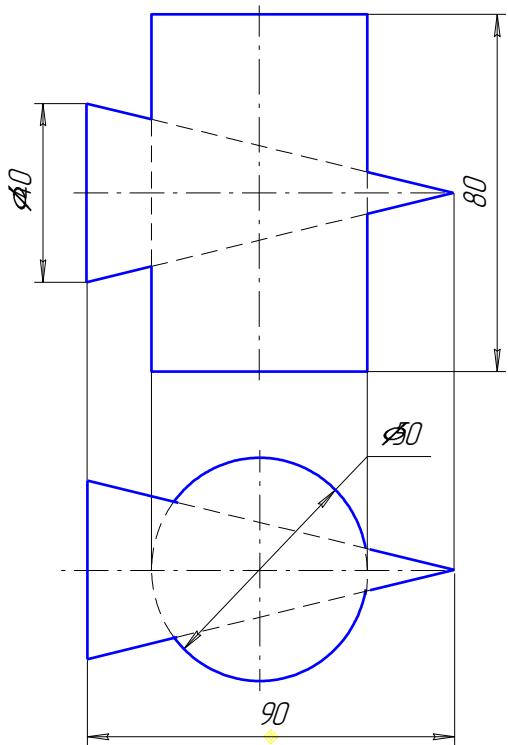
Вариант №29



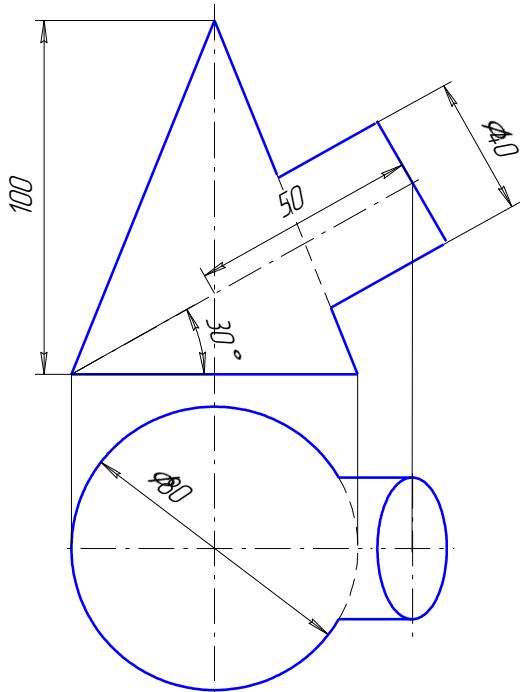
Вариант №30

## Приложение В

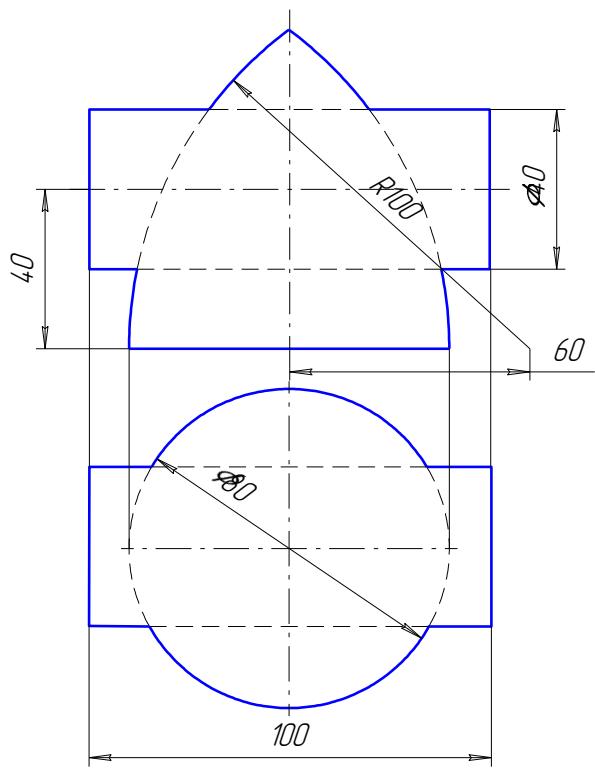
### Задания к эпюру № 3



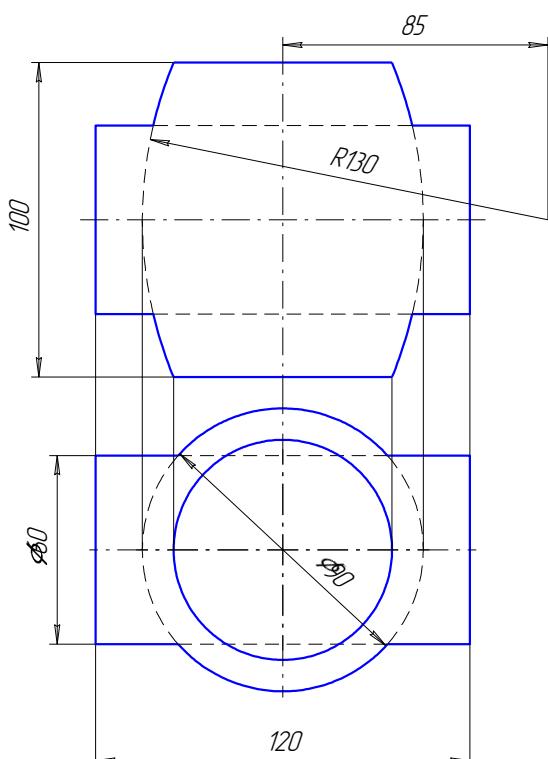
Вариант №1



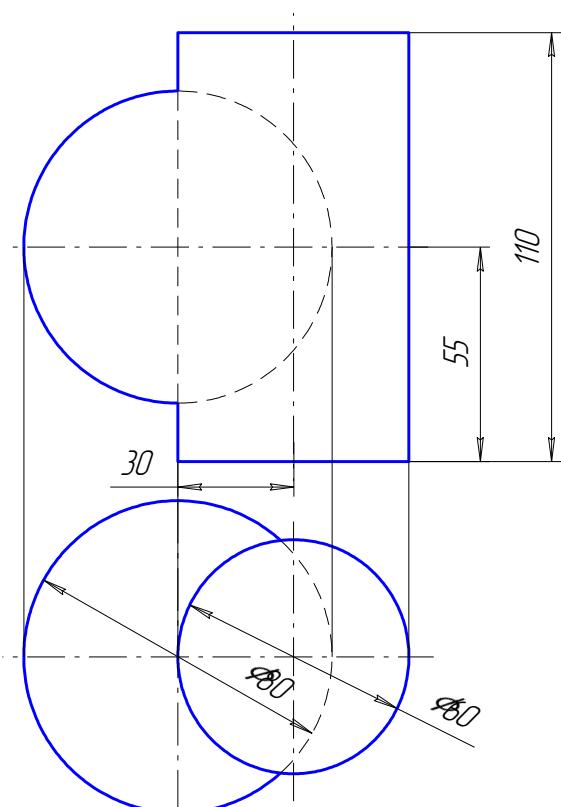
Вариант №2



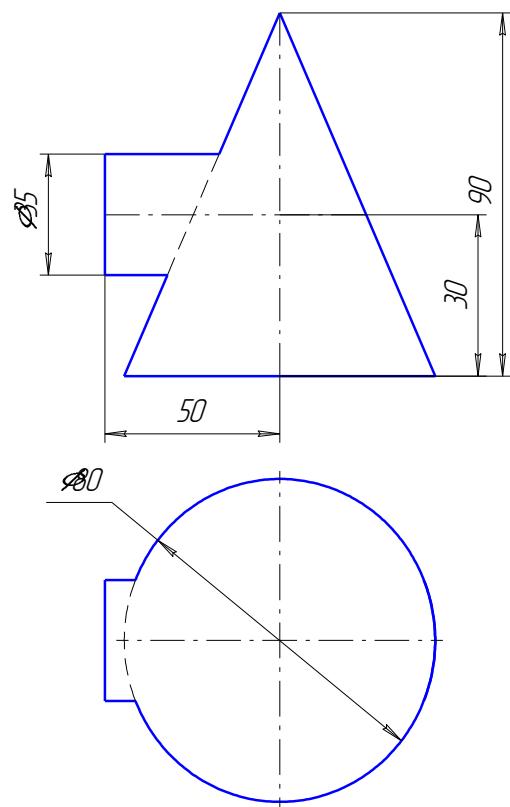
Вариант №3



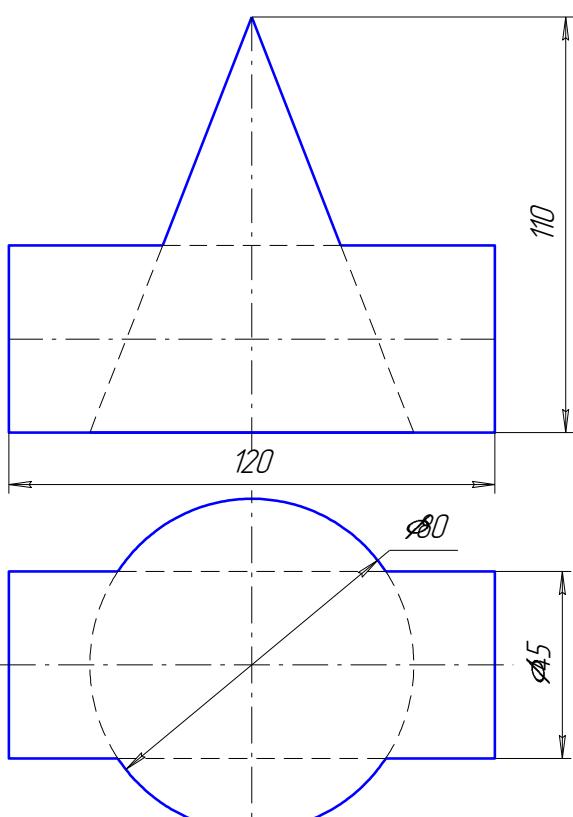
Вариант №4



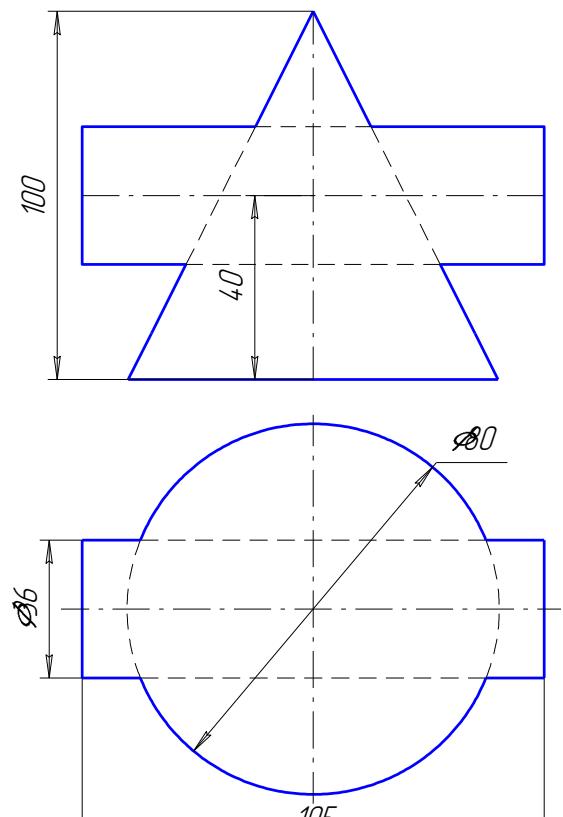
Вариант №5



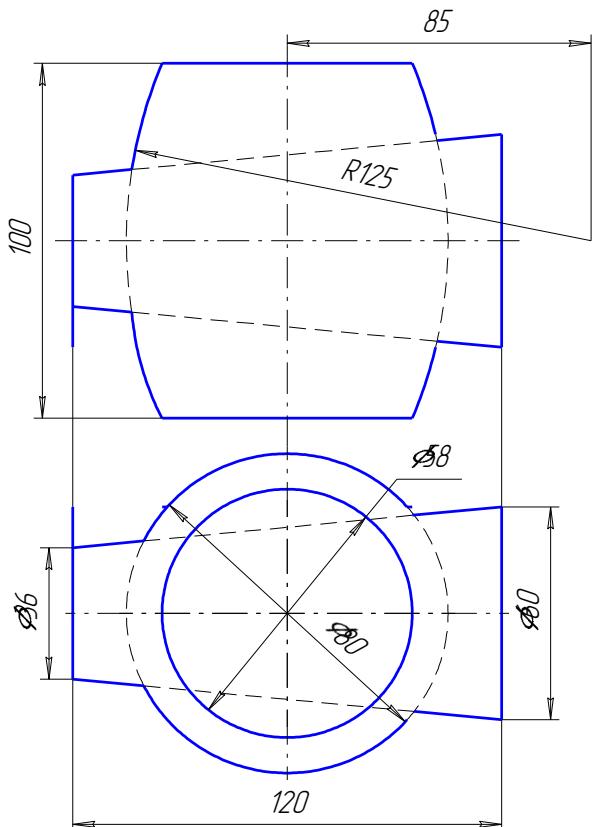
Вариант №6



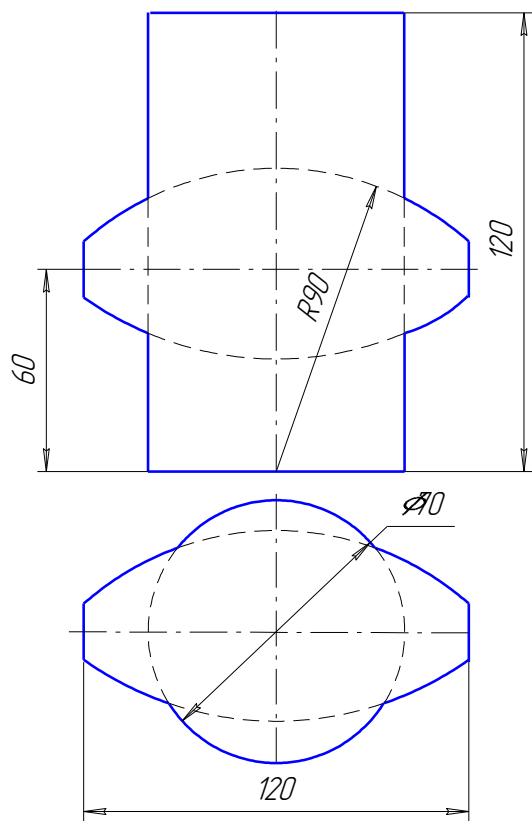
Вариант №7



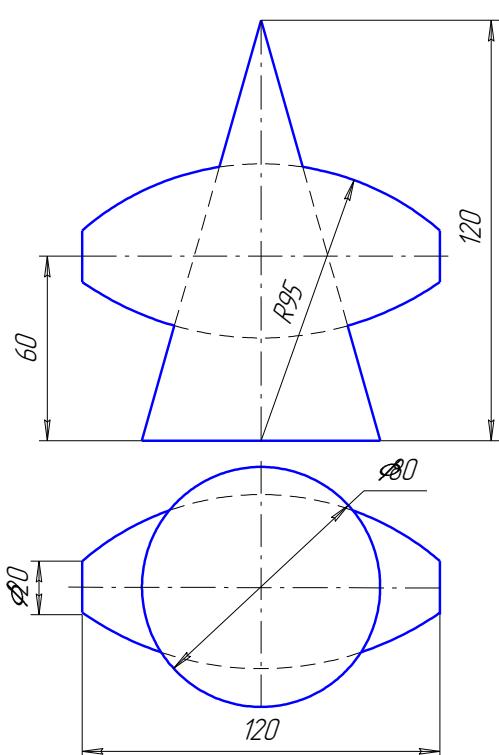
Вариант №8



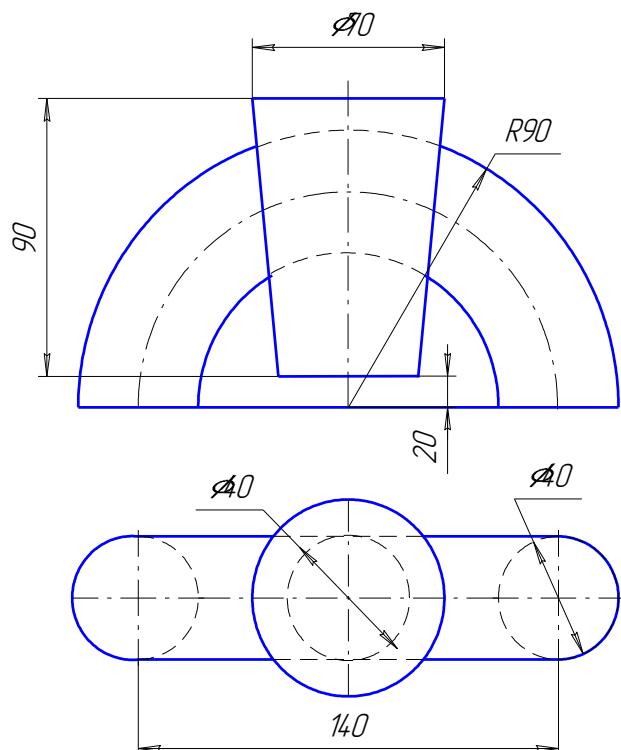
Вариант №9



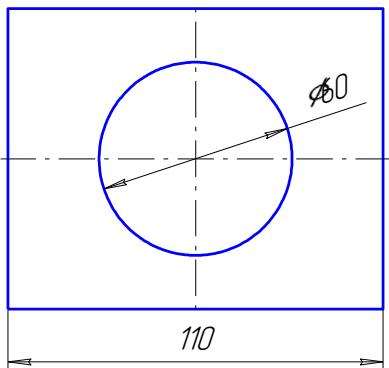
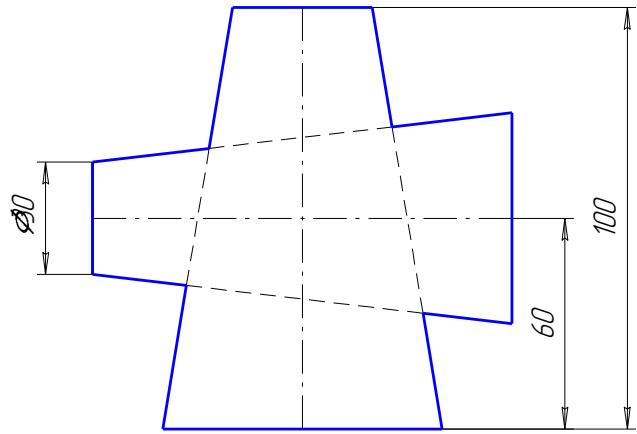
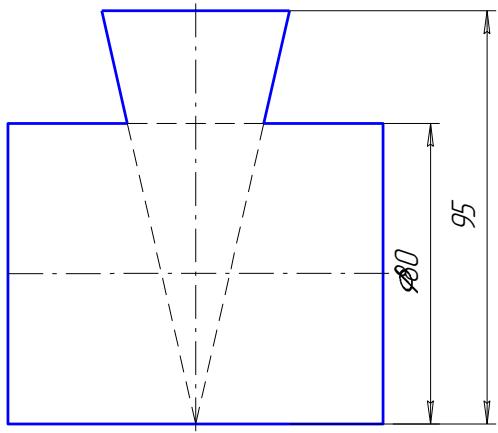
Вариант №10



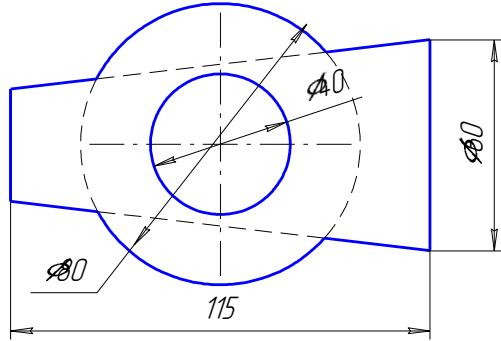
Вариант №11



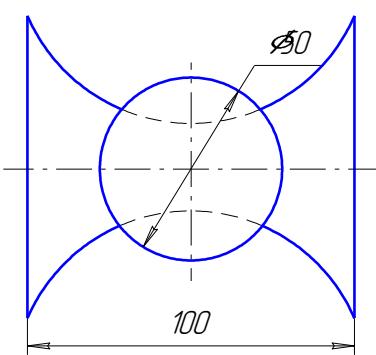
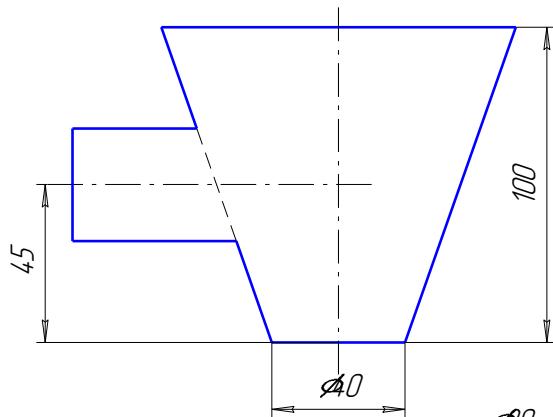
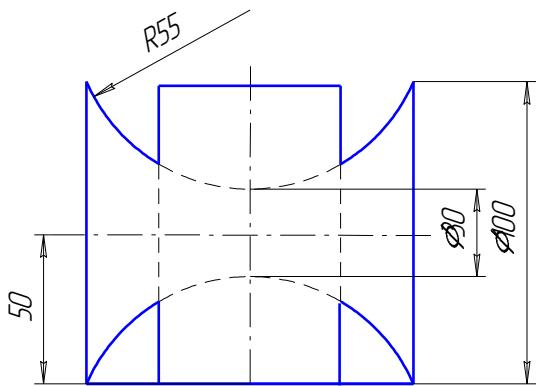
Вариант №12



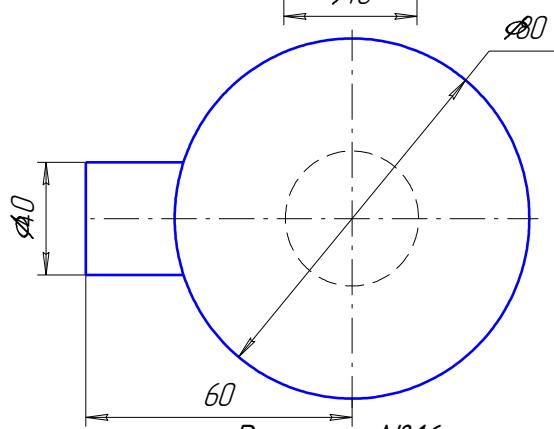
Вариант №13



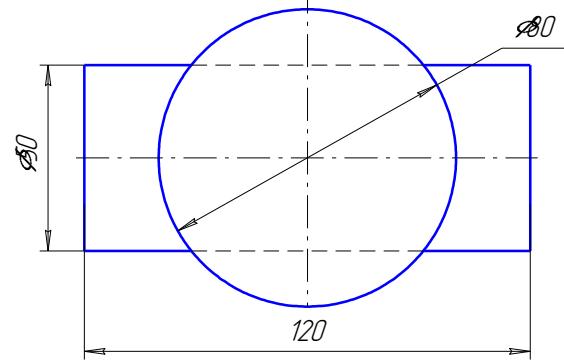
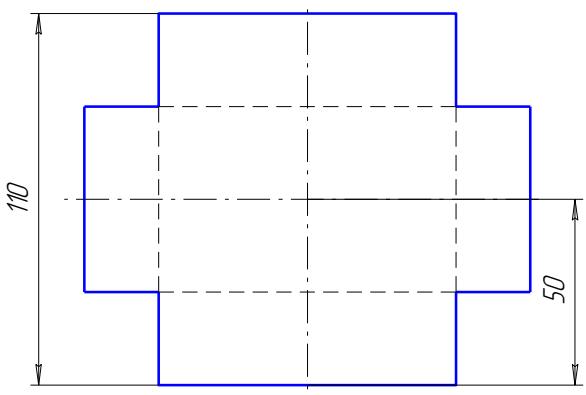
Вариант №14



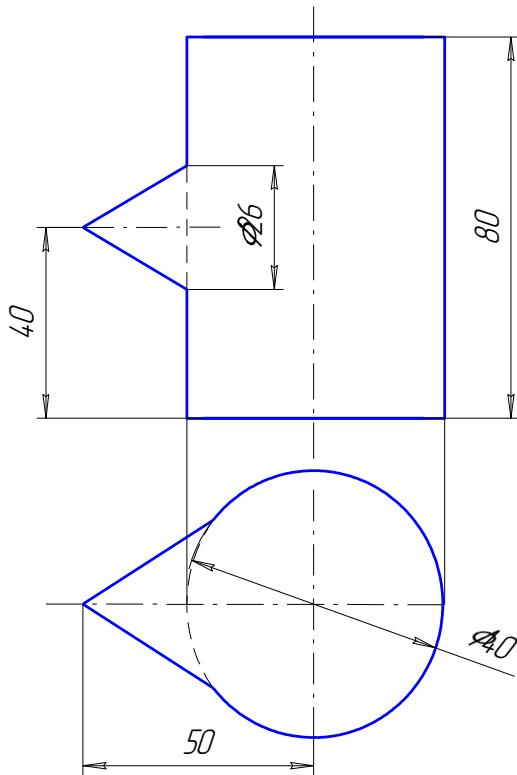
Вариант №15



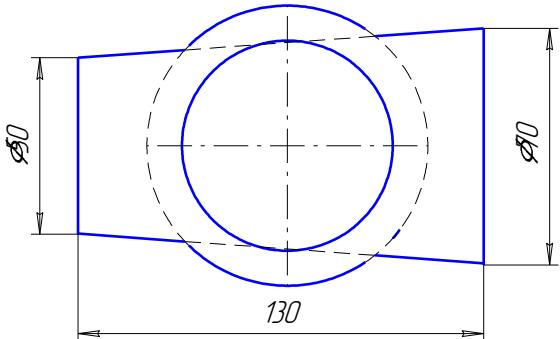
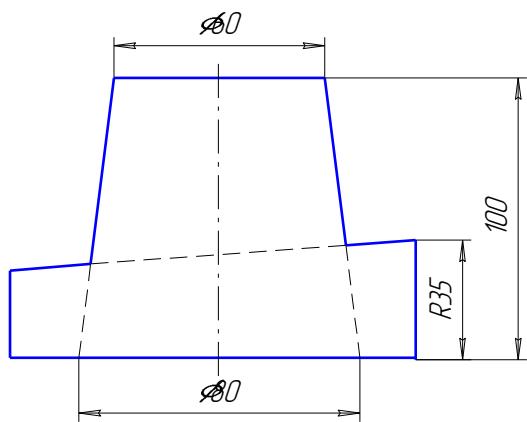
Вариант №16



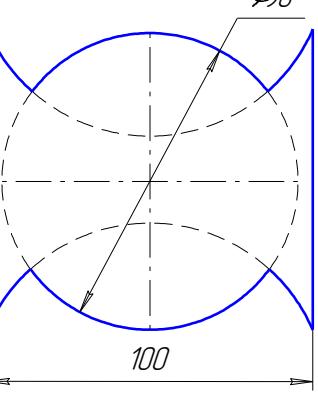
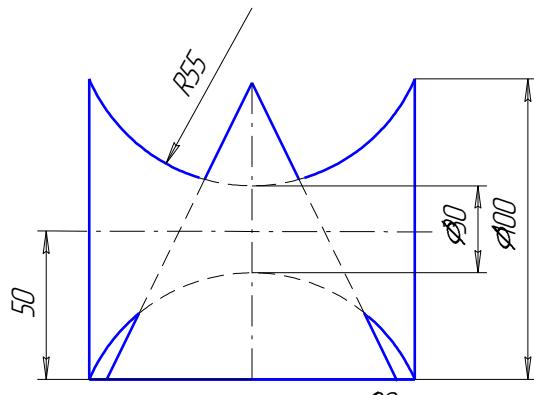
Вариант №17



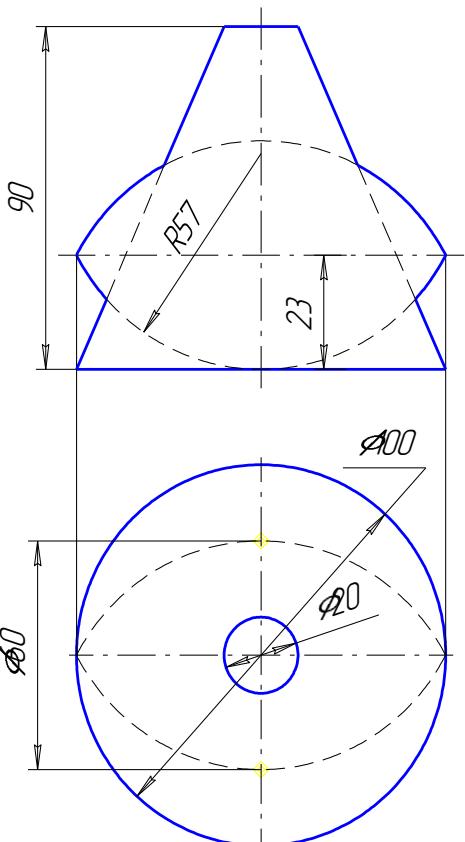
Вариант №18



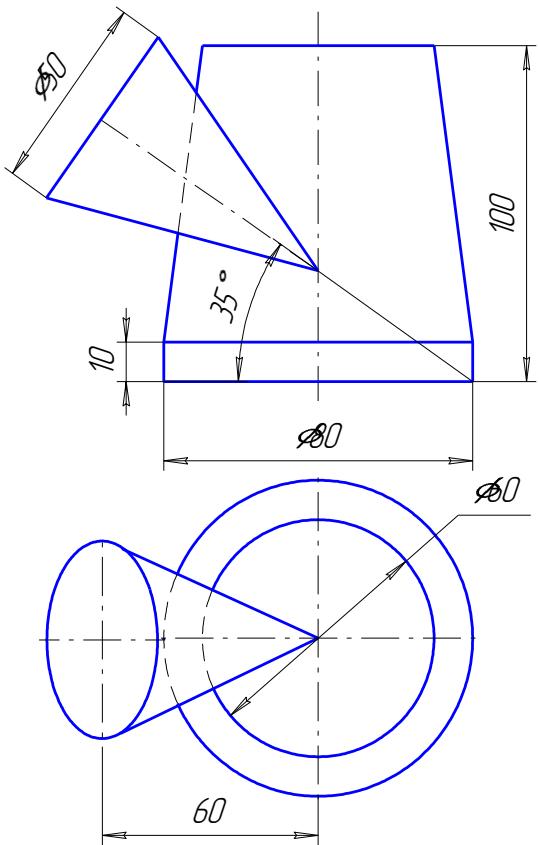
Вариант №19



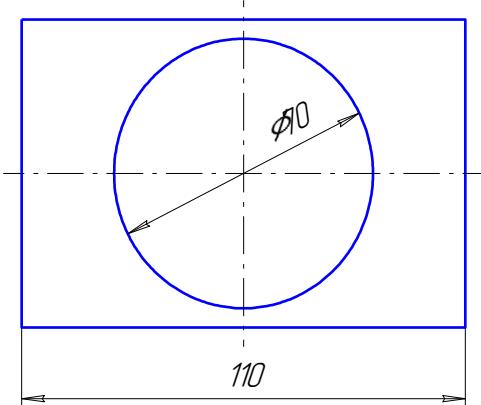
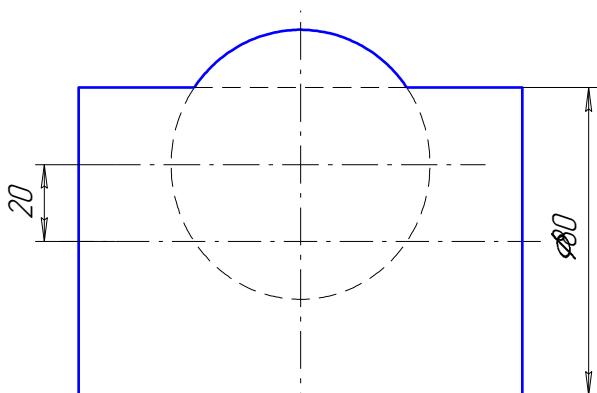
Вариант №20



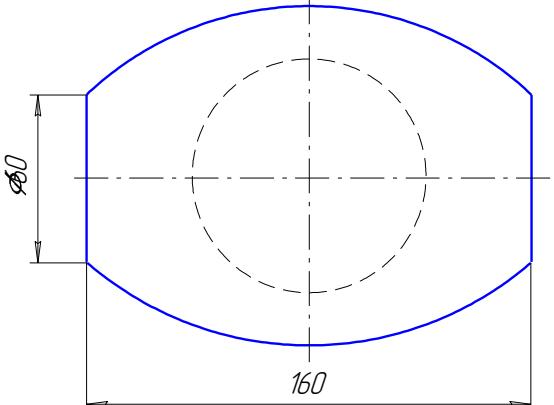
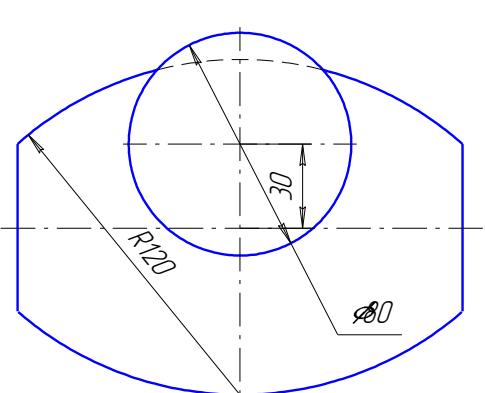
Вариант №21



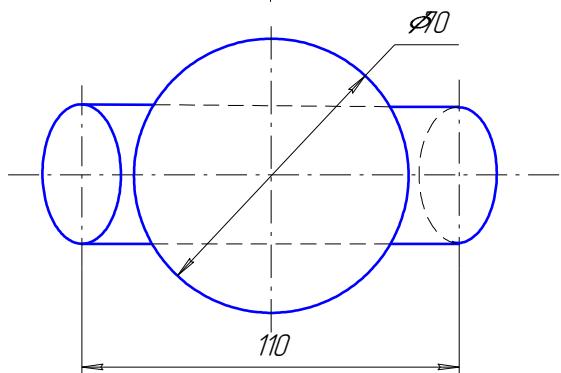
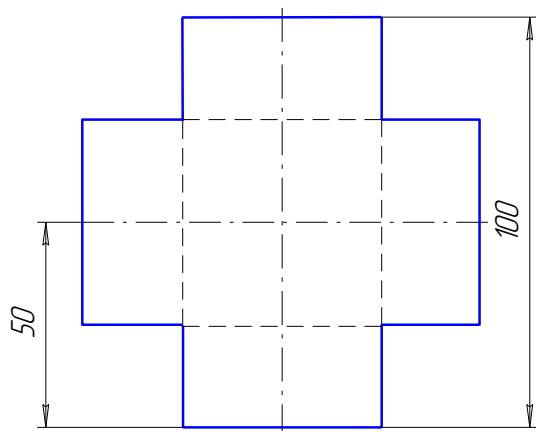
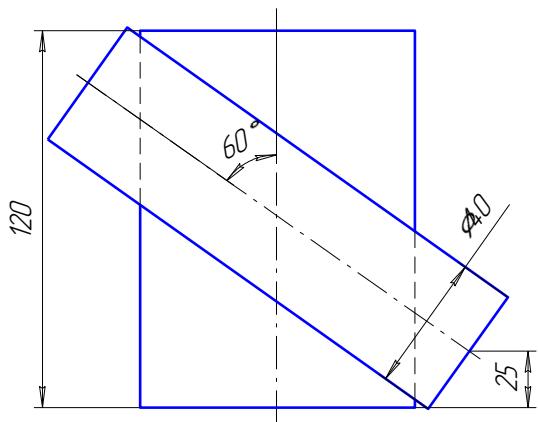
Вариант №22



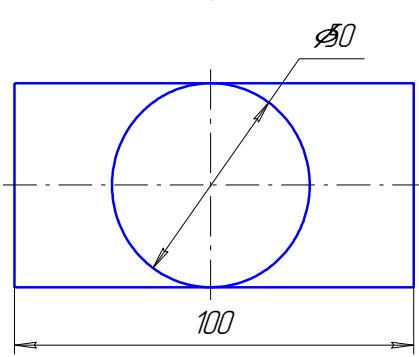
Вариант №23



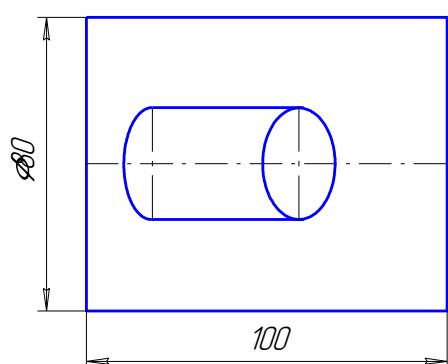
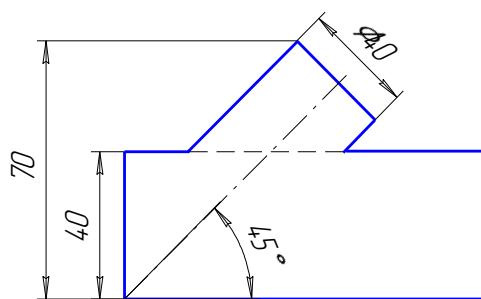
Вариант №24



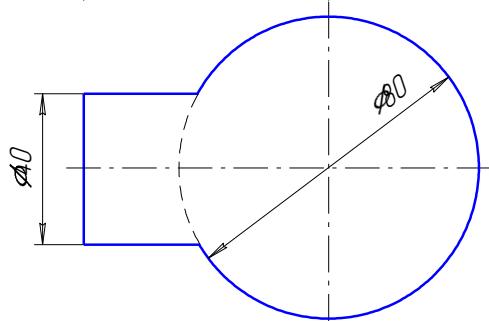
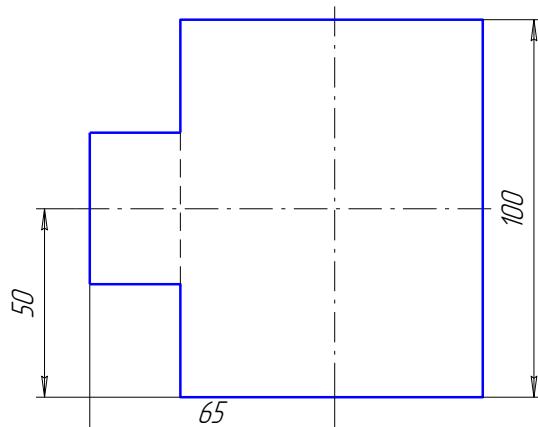
Вариант №25



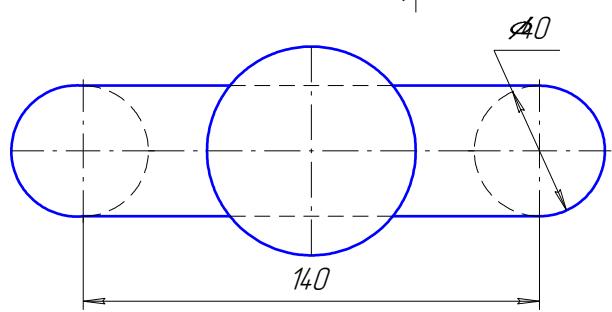
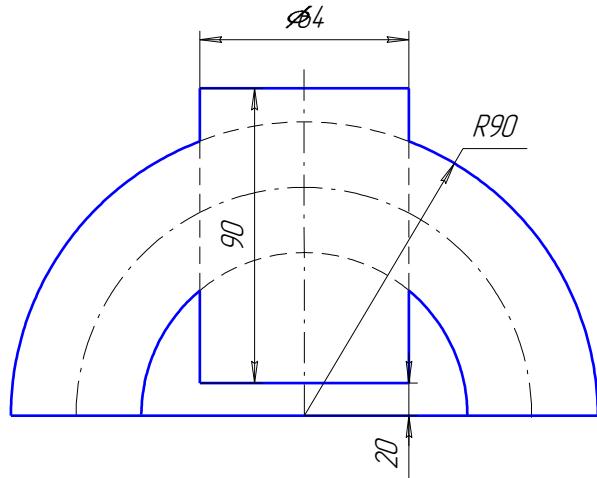
Вариант №26



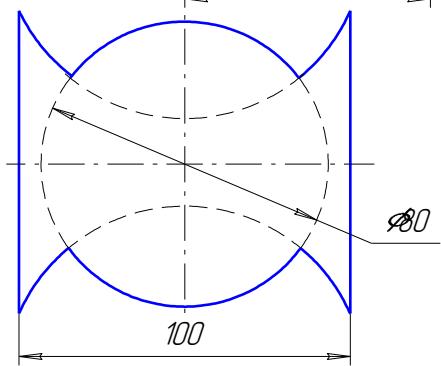
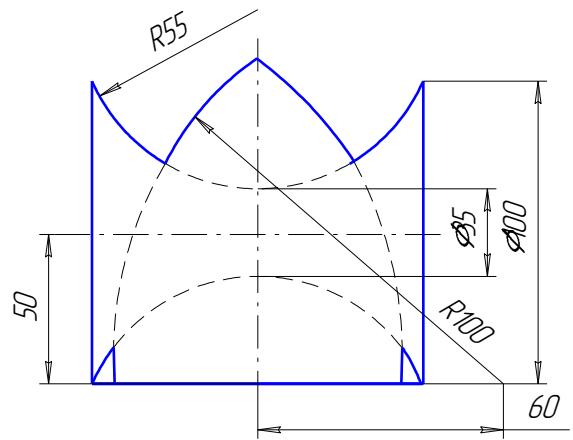
Вариант №27



Вариант №28



Вариант №29



Вариант №30

Емельянов Павел Александрович  
Овтов Владимир Александрович  
Кирюхина Татьяна Александровна

# **НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ И ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА**

## **Раздел «Начертательная геометрия»**

## Методические указания для выполнения графических работ по разделу «Начертательная геометрия»

Компьютерная верстка Т.А. Кирюхина  
Корректор Л.А. Артамонова

Сдано в производство Формат  
Бумага Гознак Print Усл. печ. л.  
Тираж Заказ №

РИО ПГАУ  
440014, г. Пенза, ул. Ботаническая, 30